РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ (РГГМУ)

Сборник тезисов
Всероссийской научно-практической конференции

# СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ И УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

14 - 15 марта 2019 г.

Санкт-Петербург

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

# СБОРНИК ТЕЗИСОВ
## ВСЕРОССИЙСКОЙ
## НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

# «СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ И УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ»

14–15 марта 2019 года

Санкт-Петербург
РГГМУ
2019

**УДК [502.131.1+551.46+551.5+556](063)**
**ББК 20.18(2)**
**С23**

С23 Сборник тезисов Всероссийской научно-практической конференции «Современные проблемы гидрометеорологии и устойчивого развития Российской Федерации». – СПб.: РГГМУ, 2019. – 890 с.

В издании представлены тезисы докладов участников конференции «Современные проблемы гидрометеорологии и устойчивого развития Российской Федерации» 14–15 марта 2019 года в Санкт-Петербурге. Тезисы сгруппированы в соответствии с секциями конференции.

Сборник предназначен для ученых, исследователей природной среды, экономистов и юристов природопользования, аспирантов и студентов, обучающихся по данным специальностям.

*Редакционный совет:*
**Михеев В.Л.**, канд. юрид. наук, ректор РГГМУ – Председатель Оргкомитета.
**Мушкет И.И.**, д-р юрид. наук, профессор, проректор по научной работе РГГМУ.

*Редакционная коллегия:*
**Михеев В.Л.**, канд. юрид. наук, ректор РГГМУ – Председатель Оргкомитета.
**Мушкет И.И.**, д-р юрид. наук, профессор, проректор по научной работе РГГМУ.
**Ершова А.А.**, канд. геогр. наук, доцент кафедры Экологии и биоресурсов РГГМУ.
**Фокичева А.А.**, канд. геогр. наук, декан Метеорологического факультета РГГМУ.

УДК [502.131.1+551.46+551.5+556](063)
ББК 20.18(2)

© Авторы публикаций, 2019
© Российский государственный
гидрометеорологический университет (РГГМУ), 2019

# ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

## О ФОРМИРОВАНИИ КОМПЛЕКСНОГО ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ КЛИМАТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Бедрицкий А.И.**[1]

[1] – *Общероссийская общественная организация «Российское гидрометеорологическое общество», Москва, Россия, albed2005@yandex.ru*

**Аннотация**. В докладе рассматриваются вопросы обоснования создания интегрированной системы информационного обеспечения климатической деятельности.

Ключевые слова: климатическая деятельность, информационная система, информационное обеспечение, информационные ресурсы, связанные с климатом, ЕСИМО, ЕСИОКД.

Во второй половине XX века глобальное потепление климата Земли стало не только проблемой научных исследований, но и оказало влияние на социальные, экономические, экологические, политические аспекты развития человечества. Начиная с 90-х годов прошлого века, мировым сообществом было принято три важных международных соглашения, касающихся вопросов изменения климата, изучения его влияния на деятельность человека и состояние экосистем, разработке и реализации мер по снижению антропогенных выбросов парниковых газов, приспособлении жизнедеятельности к условиям меняющегося климата.

С разной степенью конкретизации большинство стран мира определили свои обязательства в контексте Рамочной конвенции ООН об изменении климата (РКИК ООН), Киотского протокола и Парижского соглашения. Процесс выполнения обязательств по этим международным соглашениям реализуется уже четверть века.

Поскольку климатический мотив доминирует в решении задач этих соглашений и затрагивает практически все сферы социально-экономического развития России, далее будем использовать термин климатическая деятельность (climate activities), под которым понимается совокупность климатически обусловленных действий (climate action), мер планируемых или реализуемых в различных сферах экономики, мотивацией которых является необходимость решения задач международных климатических соглашений или национальных климатических стратегий, планов и т. п.

В качестве обоснования для предложенного подхода сошлёмся на основателя теории деятельности советского психолога А.Н.Леонтьева, который в своей работе отмечал - «...Основными «составляющими» отдельных человеческих деятельностей являются осуществляющие их действия. Действием мы называем процесс, подчиненный сознательной цели. Подобно тому, как понятие мотива соотносится с понятием деятельности, понятие цели соотносится с понятием действия.».

Таким образом действие является структурной единицей деятельности, в нашем случае климатическая деятельность (climate activities) содержит набор климатических действий (climate action).

Подход с применением нового понятия «климатическая деятельность» охватывает весь спектр положений международных климатических соглашений, а также Климатической доктрины Российской Федерации, опирается на реалии и необходим для обоснования интеграционного единства и взаимосвязи при

формировании информационного обеспечения климатической деятельности.

Проблемы, обусловленные факторами климатических изменений, уже оказывают влияние на экономику страны, а уязвимость вследствие воздействия климатических изменений характерна для всех трех составляющих жизнедеятельности - социальной, экономической и экологической.

К сожалению, оценка затрат и выгод по составляющим климатической деятельности в настоящее время достаточно фрагментарна и не является полной, однако некоторые экспертные оценки можно привести в качестве примеров.

Так, по мнению авторов доклада «Макроэкономические последствия изменения климата на территории России на период до 2030 года и дальнейшую перспективу», Москва 2011 год, наносимый ущерб отраслям экономики при существующих тенденциях изменения регионального климата, включая экстремальные и опасные природные явления, может достигать в среднем в год 1-2% ВВП. Что касается влияния изменений климата на здоровье, то по оценкам ВОЗ климатические изменения в настоящее время являются причиной примерно 150 тыс. преждевременных смертей в мире и 55 млн. человеко-лет нетрудоспособности в среднем в год, что составляет, соответственно, 0,3% и 0,4% мировых показателей смертности и нетрудоспособности.

С другой стороны, развитие низкоуглеродных технологий, повышение энергоэффективности в России потребует по оценкам экспертов дополнительных капитальных вложений около 1% ВВП в 2014-2050 гг. (Башмаков И.А. Переход к низкоугеродному развитию: локомотив или тормоз экономического роста? Москва, 2016 г.).

Столь масштабный ущерб и объемы инвестиций, необходимые для низкоуглеродного развития, обуславливают потребности в серьезной межведомственной информационной поддержке государственных решений, направленных на снижение ущерба от последствий климатических изменений и получение максимальной эффективности инвестиционных вложений для снижения антропогенной нагрузки на климатическую систему, обеспечение конкурентоспособности российской продукции.

Известно, что наблюдения за климатическими параметрами, изучение фундаментальных основ поведения климатической системы, её региональных особенностей, моделирование будущего климата ведутся уже давно во многих странах в рамках международных и национальных программ.

Глобальная рамочная основа для климатического обслуживания (ГРОКО) была учреждена Всемирной метеорологической организацией в 2009 г., чтобы дать возможность международному сообществу лучше управлять рисками и возможностями, возникающими в связи с изменением и изменчивостью климата. ГРОКО поддерживает создание национальных координационных механизмов, чтобы обеспечить практическую реализацию Рамочной основы, а также предоставление и распространение специализированного обслуживания под руководством Национальных метеорологических и гидрологических служб, но и не только их. Так, например, в конце 2015 года в Швейцарии создан Швейцарский национальный центр климатического обслуживания (NCCS) а в ФРГ - Климатическая служба Германии (DKD).

В соответствии с планом по реализации Климатической доктрины с 2013 года действует ведомственный Климатический центр Росгидромета.

Усилиями Института глобального климата и экологии имени академика Ю.А.Израэля создана и успешно функционирует российская система оценки антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов

для подготовки международной отчетности. В 2015 году Правительством России утверждена Концепция формирования системы мониторинга, отчетности и проверки объема выбросов парниковых газов в Российской Федерации, в которой определены цели, задачи, принципы и этапы введения отчетности в организациях. В ряде регионов сформированы и используются специализированные базы климатических данных.

Вместе с тем следует заметить, что ГРОКО задумана как комплексная система исследований, информации и действий, состоящая из следующих компонентов: метеорологические наблюдения и мониторинг климата; научные исследования (моделирование, предсказание и воздействия); информационная система климатологического обслуживания; платформа взаимодействия с пользователями; наращивание потенциала климатологического обслуживания. Поэтому будущий российский сегмент ГРОКО, соответственно, комплексирует только два раздела климатической деятельности - проведение научных, технологических, технических, социально-экономических и других исследований, систематических наблюдений и создании банков данных, связанных с климатической системой и разработка мер по содействию адекватной адаптации к изменению климата.

Стратегия развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы определяет создание и применение российских информационных и коммуникационных технологий, обеспечение их конкурентоспособности на международном уровне в качестве одного из приоритетов России.

Информация об изменении климата используется в ходе исследований, формировании отраслевых нормативов, работе по предотвращению негативных последствий климатических воздействий, освоению природных ресурсов, в строительстве, сельском хозяйстве, на транспорте и в промышленном производстве, здравоохранении и т.п., подготовке национальной и международной отчётности.

Проблемы информационного обеспечения климатической деятельности связаны с тем, что эта информация рассредоточена в различных информационных ресурсах федеральных органов исполнительной власти и Российской академии наук. Ведомственные системы функционируют, как правило, без необходимого взаимодействия, и следствием этого является использование информации, ограниченной по ведомственному признаку.

Также необходимо отметить, что в России отсутствуют государственные информационные системы по климатическому обеспечению. Вместе с тем, совершенствование информационной основы для обеспечения системы управления развитием страны в условиях изменяющегося климата, является одним из важных факторов обоснованности принимаемых решений и эффективности функционирования государственной системы управления.

Таким образом, существует потребность и объективные предпосылки создания единой системы информационного обеспечения климатической деятельности (ЕСИОКД).

Наиболее известной из международных систем, связанных с климатической информацией, является Информационная система Всемирной метеорологической организации (ИС ВМО). В России также имеется опыт разработки единой информационной системы об обстановке в Мировом океане (ЕСИМО), объединяющей распределенные информационные ресурсы, которая предназначена для информационного обеспечения морской деятельности России. ЕСИМО официально зарегистрирована как государственная межведомственная информационная система.

Успешный опыт создания и использования интегрированной системы для

информационного обеспечения морской деятельности России вполне применим для использования при разработке и проектировании единой системы информационного обеспечения климатической деятельности (ЕСИОКД).

Целью ЕСИОКД предлагается определить формирование и эффективное использование государственных информационных ресурсов по направлениям климатической деятельности для содействия устойчивому к изменению климата социального, экономического и экологического развития России.

Задачи ЕСИОКД, по аналогии с ЕСИМО, можно представить как:

- создание и ведение общего информационного пространства в области климатической деятельности;
- интеграция информации о состоянии климата России, его изменении и климатической деятельности, содержащейся в системах федеральных органов исполнительной власти;
- предоставление комплексной информации о климатической деятельности органам государственной власти Российской Федерации, органам государственной власти субъектов Российской Федерации, осуществляющим климатическую деятельность юридическим и физическим лицам;
- информационное взаимодействие с международными системами.

Информационные ресурсы ЕСИОКД можно структурировать по следующим разделам:

1. Мониторинг элементов климатической системы;
2. Мониторинг антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов;
3. Мониторинг адаптации к климатическим изменениям социально-экономических и природных систем;
4. Мониторинг создания, использования, распространения технологий, снижающих выбросы и увеличивающих поглощение ПГ; программ образования, подготовки кадров, просвещения населения по вопросам климата, участия России в соответствующих международных программах;
5. Мониторинг информационной продукции климатической деятельности.

Исходя из перечня перечисленных выше информационных ресурсов, для развития комплексной информационной основы климатической деятельности, кроме достоверной информации о состоянии климатической системы, происходящих и будущих изменениях климата, о воздействии и последствиях этих изменений, необходимо сформировать надежные отраслевые данные для разработки и реализации оперативных и долгосрочных мер по адаптации к изменениям климата, смягчению антропогенного воздействия на климат, подготовки международной и национальной отчетности.

ЕСИОКД может быть предназначена для интеграции и рационального использования информационных ресурсов и систем министерств, ведомств, РАН, учреждений высшей школы, связанных: с изучением, климатических изменений и их последствий, учёта возможных потерь и выгод, связанных с изменениями климата; планированием и реализацией мер по обеспечению защищенности населения и экономики от неблагоприятных последствий изменений климата, разработкой и реализацией оперативных и долгосрочных мер по смягчению антропогенного воздействия на климат .

В качестве управляющего ядра ЕСИОКД предлагается создать межведомственный координационный центр информационного обеспечения климатической деятельности с целью осуществления перехода от сегодняшнего

состояния (разрозненные ведомственные системы) к интегрированной системе комплексного информационного обеспечения, климатической деятельности.

Примерными задачами центра могут стать:

создание общей нормативно-методической, организационной, технологической основы функционирования информационных ресурсов по направлениям климатической деятельности в Российской Федерации;

координация работы государственной и ведомственных систем наблюдений за изменением климата и влиянием его изменений на жизнедеятельность и природные экосистемы;

формирование и ведение государственных информационных ресурсов о результатах научных исследований климата, его изменении и воздействиях; о программах образования, подготовки кадров и просвещения населения страны по вопросам изменения климата;

интеграция функционирования ведомственных информационных систем и центров данных и обеспечение доступа ко всей совокупности государственных информационных ресурсов о климатической деятельности;

гарантированное хранение информации, обмен с аналогичными системами в рамках международного климатического сотрудничества, а также участие в международных программах;

обеспечение безопасности и устойчивости функционирования технологий комплексного информационного обеспечения климатической деятельности.

Необходимо подчеркнуть важность правильного выбора ведомства - координатора разработки и эксплуатации ЕСИОКД. Определяющими критериями, на наш взгляд, в этом выборе, в том числе, должны быть наибольшая концентрация информационных ресурсов, связанных с климатом, а также опыт обобщения и подготовки климатически связанных данных для практического применения в экономическом развитии. Конечно, создание ЕСИОКД будет возможно только при государственной поддержке и принятии соответствующего решения на уровне Правительства Российской Федерации.

В заключение следует отметить, что в докладе обосновано применение понятия климатическая деятельность и необходимость интеграции информационных ресурсов, связанных с наблюдениями, исследованиями и использованием климатических данных для решения задач социально-экономического развития. С развитием информационного общества в России, неизбежной тенденцией цифровизации сфер социально-экономического и экологического, устойчивого к изменению климата развития страны, потребность в создании эффективных государственных систем информационного обеспечения будет расти. Сформулирована идея создания комплексной информационной основы на базе единой системы информационного обеспечения климатической деятельности. Представлена совокупность национальных интересов и международных обязательств нашей страны, которые объективно стимулируют профессиональное сообщество на поиск эффективных решений в удовлетворении растущих потребностей пользователей и растущего разнообразия информационных ресурсов, связанных с направлениями климатической деятельности.

Не вызывает сомнения, что в случае поддержки идеи, представленной в докладе, со стороны органов государственной власти, ученых и специалистов, связанных с климатической деятельностью, потребуется большая работа по уточнению концептуальных положений, разработке программных предложений, проведению научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ. Ее реализация будет возможна только на основе государственных решений и выделения необходимых

инвестиций в рамках инновационного развития при осуществлении профильных национальных проектов и государственных программ.

**Литература**
1. «Макроэкономические последствия изменения климата на территории России на период до 2030 года и дальнейшую перспективу» (Под редакцией Катцова В.М. и Порфирьева Б.Н.), Москва, 2011 г.// Режим доступа: http://www.voeikovmgo.ru/download/publikacii/2011/Mokryk.pdf
2. Башмаков И.А. Переход к низкоугеродному развитию: локомотив или тормоз экономического роста? Москва, 2016 г.
3. Распоряжение Президента Российской Федерации от 17.12.2009 N 861-рп "О Климатической доктрине Российской Федерации»// Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_94992/
4. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 22.04.2015 N 716-р (ред. от 30.04.2018) «Об утверждении Концепции формирования системы мониторинга, отчетности и проверки объема выбросов парниковых газов в Российской Федерации»// Режим доступа: http://www.consultant.ru/document /cons_doc_LAW_178600/
5. Указ Президента РФ от 9 мая 2017 г. N 203 "О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017 - 2030 годы"// Режим доступа: http://www.garant.ru/hotlaw/federal/1110145/#ixzz5hKyd7yA5
6. Рамочная конвенция ООН об изменении климата https://unfccc.int/sites/default/files/convru.pdf
7. Киотский протокол https://unfccc.int/sites/default/files/resource/docs/russian/cop3/kprus.pdf
8. Парижское соглашение https://unfccc.int/sites/default/files/russian_paris_agreement.pdf
9. Всемирная метеорологическая организация https://public.wmo.int/ru
10. Всемирная организация здравоохранения https://www.who.int/ru
11. Глобальная рамочная основа для климатического обслуживания http://www.wmo.int/gfcs/
12. Климатический центр Росгидромета http://relay.voeikovmgo.ru
13. ЕСИМО http://portal.esimo.ru

# THE NOTE ABOUT ORGANIZATION OF MULTIPURPOSE INFORMATION SUPPORT FOR CLIMATE ACTIVITIES IN THE RUSSIAN FEDERATION

**Bedritsky A.I.**[1]

[1] – *Russian Hydrometeorological Society, Moscow, Russia, albed2005@yandex.ru*

**Abstract**. The subject of this article is the justification of the development of integrated system for information support to climate activities.

Keywords: climate activities, information system, information support, information resources related to climate.

# РАЗВИТИЕ МЕТОДОВ И СРЕДСТВ ПРИБРЕЖНОЙ ОПЕРАТИВНОЙ ОКЕАНГРАФИИ НА БАЗЕ ПОЛИГОНА «ГЕЛЕНДЖИК» ИО РАН НА ЧЕРНОМ МОРЕ

**Зацепин А.Г.[1, 8], Баранов В.И.[1], Дивинский Б.В.[1], Дудко Д.И.[3], Горбацкий В.В.[3], Григорьев А.В.[4], Ивонин Д.В.[1], Коваленко В.В.[1], Кочетов О.Ю.[1], Куклев С.Б.[1], Мысленков С.А.[1, 2, 5], Островский А.Г.[1], Очередник В.В.[1], Подымов О.И.[1], Сильвестрова К.П.[1], Соловьев Д.М.[6], Телегин В.А.[1, 7], Шпилев Н.Н.[3]**

*[1] – Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, г. Москва, Россия, zatsepin@ocean.ru*
*[2] – Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия*
*[3] – Крыловский Государственный научный центр, Санкт-Петербург, Россия*
*[4] – Государственный океанографический институт им. Н.Н. Зубова, Москва, Россия,*
*[5] – Гидрометеорологический научно-исследовательский центр Российской Федерации, Москва, Россия*
*[6] – Морской гидрофизический институт, Севастополь, Россия*
*[7] – Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им. Н.В. Пушкова РАН, г. Москва, г. Троицк, Россия*
*[8] – Московский физико-технический институт (государственный университет), Московская область, г. Долгопрудный.*

**Аннотация.** В докладе представлены результаты применения и планы развития методов и средств оперативной океанографии в прибрежной зоне Черного моря на Полигоне «Геленджик» ИО РАН.

Ключевые слова. Оперативная океанография, Черное море, Полигон «Геленджик».

В прибрежной зоне Черного моря в районе г. Геленджика на базе Южного отделения Института океанологии им. П.П. Ширшова РАН в 2011-2013 гг. был развернут постоянно действующий полигон (Полигон «Геленджик», http://polygon.ocean.ru/index.php), первоначально предназначенный для исследования и мониторинга состояния водной среды и биоты. Основу полигона составляют автономные заякоренные и донные станции, измеряющие профили гидрофизических параметров с высоким пространственно-временным разрешением. Выполняются регулярные судовые разрезы с комплексными исследованиями морской экосистемы, а также съемки поля скорости течения буксируемым ADCP и запуски дрифтеров.

В настоящее время важной задачей становится использование Полигона «Геленджик» для разработки и опробования технологии оперативной океанографии (ОО) прибрежных зон морей России, на основе применения гидродинамических моделей с усвоением данных береговой радиолокации и автономных гидрофизических станций с передачей данных в реальном времени. Решение этой задачи необходимо для обеспечения морской деятельности в прибрежных районах морей России.

Развитая в передовых странах мира технология ОО базируется на получении в реальном времени данных атмосферного воздействия, спутниковых измерений уровня моря (спутниковой альтиметрии) и температуры морской поверхности (спутниковой ТПМ) и их усвоении в численных гидродинамических моделях. С помощью моделей даются диагноз и прогноз полей температуры, солености и скорости течений на срок до десяти дней. Верификация результатов численных расчетов производится на основе сопоставления с данными контактных наблюдений, в т.ч., поплавков АРГО.

В прибрежных зонах морей, шириной до 200 км, в качестве альтернативы усвоению спутниковых данных уровня моря, может послужить ассимиляция в численные

модели данных поверхностной скорости течения, получаемых доплеровскими радиолокаторами КВ диапазона. Данный подход уже используется в ряде стран для реализации методов оперативной океанографии в прибрежных зонах морей и океанов. При наличии гидродинамических моделей высокого разрешения он позволяет производить текущую оценку и прогноз скорости течения и основных гидрофизических полей заданных акваторий с пространственным разрешением, характерным для субмезомасштабных неоднородностей: 0.2 - 0.5 км по горизонтали, 2 -7 м по вертикали.

На Полигоне для измерения скорости поверхностного течения уже введено в практику использование доплеровских радиолокаторов КВ диапазона. В ближайшие один-два года на территории ЮО ИОРАН, а также еще и в другом пункте черноморского побережья, удаленном от Геленджика на 15-30 км, планируется разместить по одному комплекту доплеровского КВ-радиолокатора WERA (Германия) с помощью которых будет осуществляться непрерывное измерение поля скорости поверхностного течения на прибрежной акватории 40*40 км$^2$ с пространственным разрешением 1-2 км. После ввода в строй этой измерительной системы, для реализации технологии региональной прибрежной ОО, потребуется разработать программы ассимиляции радиолокационных данных по скорости течения в гидродинамической модели высокого разрешения и верифицировать результаты путем сопоставления с данными контактных измерений.

Еще одной задачей ОО является прогноз ветрового волнения. На Полигоне производится мониторинг параметров ветрового волнения при помощи донных станций ADCP и датчиков гидростатического давления. Эти данные, используются для оценки качества и калибровки оперативной модели прогноза волнения для Черного моря.

Работа выполнена при поддержке проекта ПП РАН №50 (№ 0149-2019-0022), а также грантов РФФИ № 17-05-00381, 17-05-41089, 19-45-230002.

## DEVELOPMENT OF METHODS AND MEANS OF COASTAL OPERATIONAL OCEANGRAPHY ON THE BASIS OF THE «GELENDZHIK» TEST SITE OF IO RAS ON THE BLACK SEA

**Zatsepin A.G.[1, 8], Baranov V.I.[1], Divinsky B.V.[1], Gorbatsky V. V.[3], Grigoriev A.V.[4], Dudko D.I.[3], Ivonin D.V.[1], Kovalenko V.V.[1], Kochetov O.Yu.[1], Kuklev S.B.[1], Myslenkov S.A.[1, 2, 5], Ostrovskii A.G.[1], Ocherednik V.V.[1], Podumov O.I.[1], Silvestrova K.P.[1], Soloviev D.M.[6], Telegin V.A.[1,7], Shpilev N.N.[3]**

*[1] – Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation, zatsepin@ocean.ru*
*[2] – Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russian Federation*
*[3] – Krylov State Research Center, Sankt-Petersburg, Russian Federation*
*[4] – Zubov State Oceanographic Institute, Moscow, Russian Federation.*
*[5] – Hydrometeorological Research Centre of the, Moscow, Russian Federation*
*[6] – Marine Hydrophysical Institute, Russian Academy of Sciences, Sevastopol, Russian Federation*
*[7] – Pushkov Institute of Terrestrial Magnetism, Ionosphere and Radio Wave Propagation Russian Academy of Sciences Moscow, Russian Federation*
*[8] – MoscowPhysical Technical Institute (State University), Dolgoprudny, Russian Federation*

**Abstract.** The report presents the results of the application and plans for the development of methods and tools for operational oceanography in the coastal zone of the Black Sea at the “Gelendzhik” Test Site of the IO RAS.

Key words: Operational oceanography, Black Sea, “Gelendzhik” Test Site.

# ПРИРОДА КАК ОБЪЕКТ КУЛЬТУРНО-ПРАВОВОЙ КОММУНИКАЦИИ И КОРРЕЛЯТОР ПРАВОВОЙ КУЛЬТУРЫ

**Ромашов Р.А.**[1]

[1] – *Санкт-Петербургский Гуманитарный университет профсоюзов, Санкт-Петербург, Россия, romashov_tgp@mail.ru*

**Аннотация:** природа одновременно представляет собой среду человеческого обитания, социально-экологическую сферу общественных отношений и, вместе с тем выступает в качестве носителя самостоятельного правового статуса. В качестве среды обитания современная природа представляет неразрывное единство земной и водной поверхностей Земли, ее атмосферы и «ближнего» космоса. Рассмотрение природы в качестве носителя правового статуса предопределяет выделение самостоятельного права природы, по сути своей аналогичного самостоятельному праву культуры.

Ключевые слова: природа, культура, право, государство, правовая культура среда обитания, правовой статус, декларация права природы.

*Общие понятия.*

Коммуникация – процесс манипулятивного воздействия со стороны субъекта на объект.

Объект манипуляции – явление объективной/субъективной реальности подвергаемое запланированному изменению в результате манипулятивного воздействия.

Корреляция (от лат. *correlatio* «соотношение, взаимосвязь») - статистическая взаимосвязь двух или более величин. При этом изменения значений одной или нескольких из этих величин сопутствуют систематическому изменению значений другой или других величин.

Коррелятор – средство определения некоторой совокупности значений корреляционной функции, а также установления временных интервалов и содержательных особенностей ее изменения).

*Природа как объект культурно-правовой коммуникации.*

Природа и культура представляют собой среды человеческой жизнедеятельности. Природа первична и объективна по отношению к культуре. На определенном этапе культура выделяется из природы и являясь ее продуктом, представляет собой средство, процесс и, вместе с тем результат преобразования природной среды в процессе человеческой жизнедеятельности. При этом в качестве культуры следует рассматривать любое преобразующее (коммуникативное) воздействие человека на природу, независимо от характера получаемых в конечном, либо промежуточном итоге результатов.

Правовая культура складывается из совокупности формальных источников права обладающих юридической силой в условиях конкретного социо-пространственно-временного континуума, правового сознания (национального, группового, индивидуального), правового поведения. Последнее является статистическим индикатором состояния правовой культуры определенного общества, на определенном этапе его истории.

Являясь объектом культурно-правовой коммуникации природа, представляет единство трех сред, из которых одна (земля) является средой жизнедеятельности, а две другие (водная и воздушная) – средами освоения. Освоение природы представляет процесс, человеческой адаптации к особенностям соответствующих природных сред, с тем, чтобы в итоге сделать человеческое пребывание в них в максимальной степени

безопасным и комфортным. Первоначально такая адаптация сводится к приспособлению человека к природным особенностям, а затем, в ходе культурного развития, человек начинает предпринимать попытки подчинить природу собственным запросам и целеполаганиям.

*Природа как коррелятор правовой культуры*

Человек являясь носителем культуры, стремится к преобразованию природы. При этом результатами такого преобразования (культурно-правовой коммуникации), в равной степени являются облагораживание природных зон, формирование гармоничных культурно-природных комплексов и нанесение ущерба природному балансу, что в конечном итоге оказывает, либо будет оказывать в перспективе вредоносное воздействие на человеческую жизнедеятельность, вплоть до создания природных условий несовместимых с параметрами человеческой жизни как таковой.

Уровень технического развития человечества на современном этапе, актуализирует проблему биологического выживания человечества в среднесрочной и долгосрочной перспективе. В качестве наиболее вероятностных угроз социально-природному балансу можно выделить:

- возможность планового/внепланового начала третьей мировой войны, в рамках которой будет иметь место двух- и более стороннее применение оружия массового поражения (ядерного, биологического, бактериологического);
- возможность глобальных техногенных катастроф, связанных с цепной реакцией инициированной технологическими вызовами и угрозами;
- возможность глобальных климатических катаклизмов (наводнений, землетрясений, космической вредоносной активности и т.п.).

Восприятие природы как среды социально-культурного развития человечества в целом, актуализирует проблему наделения ее самостоятельным правовым статусом и рассмотрение права природы, по аналогии с правом культуры, как самостоятельного правового массива, входящего в систему международного права и получающего свое законодательное закрепление в Международной Декларации права природы, принятие и ратификация которой является важнейшим условием сохранения самого факта человеческого существования в обозримой перспективе цивилизационного развития.

## NATURE AS AN OBJECT OF CULTURAL AND LEGAL COMMUNICATION AND A CORRELATOR OF LEGAL CULTURE

**Romashov R.A.**[1]

[1] – *St. Petersburg Humanitarian University of Trade Unions, romashov_tgp@mail.ru*

**Annotation:** nature at the same time represents the human environment, the socio-ecological sphere of social relations and, at the same time, acts as a carrier of an independent legal status. As a habitat, modern nature is an inseparable unity of the earth and water surfaces of the Earth, its atmosphere and the "near" space. Consideration of nature as a carrier of legal status predetermines the selection of an independent right of nature, essentially similar to an independent right of culture.

Keywords: nature, culture, law, state, legal culture, habitat, legal status, declaration of the law of nature.

# К ДЕСЯТИЛЕТИЮ ООН, ПОСВЯЩЕННОМУ НАУКЕ ОБ ОКЕАНЕ В ИНТЕРЕСАХ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ (2021–2030 гг.), И ПОДГОТОВКА КАДРОВ В ОБЛАСТИ МОРСКИХ НАУК»

***Рябинин В.Э.[1], Сычев В.И.[2]***

*[1] – Межправительственная океанографическая комиссия (МОК) ЮНЕСКО, Париж, Франция.*
*[2] – Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Российская Федерация, vsychev@rshu.ru*

**Аннотация.** Генеральная Ассамблея ООН провозгласив Десятилетие, посвященное науке об океане в интересах устойчивого развития человечества (2021—2030 гг.), поручила Межправительственной океанографической комиссии (МОК) ЮНЕСКО подготовить План мероприятий и Дорожную карту с описанием механизмов на этапе подготовки. Приведены примеры практических действий по развитию потенциала с использованием мирового опыта.

Ключевые слова: ООН, Десятилетие науки об океане в интересах устойчивого развития (2021—2030 гг.), МОК ЮНЕСКО, план реализации и дорожная карта, развитие потенциала.

По предложению Межправительственной океанографической комиссии (МОК) ЮНЕСКО [1] Генеральная Ассамблея ООН постановила «провозгласить 10-летний период (2021—2030 гг.), Десятилетием Организации Объединенных Наций, посвященным науке об океане в интересах устойчивого развития». Заинтересованные страны — члены ООН призваны поддержать усилия, направленные на то, чтобы предотвратить ухудшение состояния океана и создать условия для устойчивого развития человечества. Была сформирована Группа планирования Десятилетия (ГПД) по подготовке в течение двух лет проекта его Программы. Предложен логотип Десятилетия.

Разработанная Дорожная карта для Десятилетия - это предварительный руководящий документ в отношении механизмов и процедур, которые определены необходимыми для подготовки плана проведения Десятилетия.

Главным мотивом провозглашения Десятилетия является содействие усилиям, направленным на то, чтобы предотвратить процесс ухудшения состояния Мирового океана и создать благоприятные условия для устойчивого освоения океанов, морей и прибрежных районов.

Десятилетие необходимо для того, чтобы государства-члены и заинтересованные стороны смогли предложить и реализовать на практике стратегии и политику адаптации к новым климатическим условиям.

Взаимодействие ученых разных стран может способствовать ослаблению критических факторов напряженности в обществе, в связи с чем данное Десятилетие должно стать важным инструментом поощрения мирного характера разработки ресурсов Мирового океана и укрепления сотрудничества между странами в вопросах, касающихся океана.

Наращивание потенциала для принятия мер глобального характера является одной из важнейших задач Десятилетия и нацелено на выработку согласованных регионами приоритетов для совершенствования базы научных знаний.

При этом цели Десятилетия касаются не только развития научного потенциала: речь идет о формировании на уровне как директивных органов, так и гражданского общества нового понимания этой проблематики с помощью повышения уровня знаний о Мировом океане.

Для решения стратегических задач общего характера определены первоначальные приоритеты в сфере научных исследований и разработок для

достижения существенного и быстрого прогресса в ряде приоритетных тематических областей научных исследований и разработок, перечисленных в Дорожной карте » [2]. Среди них важное место занимают вопросы создания потенциала, ускоренной передачи технологий, профессиональной подготовки и обучения, распространения знаний об океане.

В плане развития потенциала Десятилетия намечены мероприятия для улучшения научной базы, передачи технологий и образования в регионах и для групп населения, которые в настоящее время ограничены в способностях и возможности получения таких знаний.

В первой половине 2019 года МОК ЮНЕСКО запланированы Глобальное совещание и Форум заинтересованных сторон, на которых определяются основные цели и задачи Десятилетия. Региональные совещания в основном пройдут в течение 2019 г. Предварительные результаты первой встречи ГПД и первого глобального совещания планируются к обсуждению на XXX Ассамблее МОК ЮНЕСКО в июне — июле 2019 г. Далее пройдут второе Глобальное совещание и Форум заинтересованных сторон, региональные совещания и 53-я Сессия Исполнительного совета МОК ЮНЕСКО в июне 2020 г. В третьем квартале 2020 г. предлагается обсуждение Плана действий государствами — членами ООН и заинтересованными сторонами и предложение к утверждению на Генеральной Ассамблее ООН [3].

Официальное начало Десятилетия Организации Объединенных Наций, посвященного науке об океане в интересах устойчивого развития, запланировано на 1 января 2021 г.

Исходя из изложенного, МОК ЮНЕСКО организует и поддерживает подготовительные мероприятия Десятилетия наук об океане в интересах устойчивого развития (2021—2030 гг.) и способствует укреплению платформы для совершенствования высшего образования в России в области морских наук. По мнению директората ЮНЕСКО, «*опыт и обширное наследие России в морском образовании могли бы быть основой для лидерства России, например, в образовании в сфере наук об океане, а возможно, и в других областях*». В ответ по инициативе РГГМУ проведен ряд мероприятий при подготовке Десятилетия и внесены предложения об организации предусмотренных в дорожной карте региональных консультативных и тематических совещаний в целях вовлечения океанографического сообщества в связанную с Десятилетием деятельность и его информационное обеспечение, а также для ознакомления с основными задачами, чтобы найти пути их реализации за рамками традиционного мышления.

**Литература**

1. International (UN) Decade of Ocean Science for Sustainable Development. [Электронный ресурс] / Resolution XXIX-1: Decisions adopted by the IOC Assembly at its 29th Session. Paris, 2017. Режим доступа: http://www.ioc-unesco.org/index.php?option=com_oe&task=viewDocumentRecord&docID=19770. Дата обращения: 20.01. 2019.

2. Revised roadmap for the UN Decade of Ocean Science for Sustainable Development. [Электронный ресурс] / 51st IOC Executive Council. Paris. IOC/EC-LI/2 ANNEX 3. 2018. 55 P. https://unesdoc.unesco.org /ark:/48223/pf0000265141. Дата обращения: 20.01. 2019.

3. United Nations Decade of Ocean Science for Sustainable Development (2021-2030). [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://en.unesco.org/ocean-decade/ Дата обращения: 20.01.2019.

# TOWARDS THE DECADE OF OCEAN SCIENCE FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT (2021—2030), AND CAPACITY DEVELOPMENT IN THE FIELD OF MARINE SCIENCES

**Ryabinin V.E.[1], Sychev V.I.[2]**

[1] – *Intergovernmental Oceanographic Commission (IOC) of UNESCO*
[2] – *Russian State Hydrometeorological University, vsychev@rshu.ru*

**Annotation.** The United Nations (UN) has proclaimed a UN Decade of Ocean Science for Sustainable Development (2021—2030) and mandated the Intergovernmental Oceanographic Commission (IOC) of UNESCO to prepare an Implementation Plan and Roadmap of the Decade. The article is devoted to some examples of further international cooperation and regional activity for the capacity development in the field of marine sciences.

Keywords: United Nations, Decade of Ocean Science for Sustainable Development (2021—2030), IOC of UNESCO, Implementation Plan and Roadmap, capacity development.

# ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ПОРТОСТРОИТЕЛЬСТВА

**Шилин М.Б.[1], Жигульский В.А.[2]**

*[1] – Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия, shilin@rshu.ru*
*[2] – ООО «Эко-Экспресс-Сервис», Санкт-Петербург, Россия*

**Аннотация**. Рассмотрены принципы и показатели экологической безопасности портостроительства в прибрежно-морских зонах Балтийского, Белого и Карского морей. Обоснованы структура и состав стратегии развития «экологически дружественного порта».

Ключевые слова: экологическая безопасность, дреджинг, экологически дружественный порт, стратегия экологического развития.

В период с 2013 по 2018 гг. Объединенной рабочей группой специалистов ООО «Эко-Экспресс-Сервис» и кафедры Экологии и биоресурсов РГГМУ разработаны и реализованы на практике программы экологического мониторинга ряда морских портовых комплексов с целью обеспечения их экологической безопасности на этапах строительства и функционирования. Подготовлены и внедрены программы экологически безопасной стратегии развития морских портов (МП) Усть-Луга, Бронка, Приморск, Высоцк (Балтийской море), Кандалакша (Белое море) и Сабетта (Карское море). По результатам проведенных исследований основным источником антропогенных стрессовых помех на экосистемы прибрежно-морской зоны в ходе портостроительства признаны дноуглубительные «дреджинговые» работы. Анализ воздействия дреджинга на биологические сообщества прибрежно-морской зоны показал, что наиболее уязвимым их компонентом является ихтиофауна. Основные предполагаемые факторы стрессового воздействия на ихтиофауну: отторжение площади дна под гидротехнические сооружения МП; повреждение площадей дна при дноуглублении и отвале грунта; замутнение воды при дноуглублении акватории, подходного и морского каналов, а также при складировании грунта в подводный отвал; забор воды при дноуглублении. В качестве показателей экологической безопасности МП использованы: степень сохранения биологического разнообразия и продуктивности сопредельных морских и наземных экосистем; объемы перемещаемого донного грунта («дреджингового материала»); площадь распространения шлейфа повышенной мутности; скорость восстановительных процессов в прибрежно-морских экосистемах; освоенность береговой зоны; свободный доступ к морю; разнообразие форм и видов природопользования.

Обоснована необходимость и целесообразность применения при осуществлении портостроительных работ «экологически дружественных» технологий, позволяющих минимизировать негативные экологические последствия строительства. Словосочетание «environmentally friendly» («экологически дружественный») в настоящее время широко используется за рубежом для обозначения товаров и услуг, законов, принципов и политики, для которых утверждается, что они снижают или наносят минимальный ущерб экосистемам и окружающей среде. Применительно к морским портам концепция «экологической дружественности» впервые использована авторским коллективом при разработке экологической стратегии развития для МП «Усть-Луга» (Финский залив Балтийского моря), а в дальнейшем также - для первого «экологически дружественного порта» в условиях Арктики – МП Сабетта.

Показано, что традиционный перечень экономических и технических показателей «экологической дружественности» МП («жесткие критерии») расширяется за счет экологических и социальных показателей («мягкие критерии»), которые

необходимо учитывать при разработке стратегии экологически безопасного развития МП. Разработанные варианты Стратегии развития экологически дружественного порта направлены на совмещение возможности развития инфраструктуры МП и здоровой, безопасной среды обитания окружающих территорий и акваторий. Стратегия определяет цели, задачи и механизмы экологически безопасного развития МП, содержит приоритетные направления и конкретные мероприятия, предусматривающие согласованные действия всех участников портовой деятельности. Основными разделами Стратегии являются: (1) Оценка современного состояния и анализ ведущих факторов развития порта, влияющих на экологическую обстановку; (2) Приоритетные направления экологической стратегии; (3) Основные направления реализации стратегии; (4) Механизмы и инструменты реализации стратегии; (5) Ожидаемые результаты реализации стратегии. Для реализации основной цели Стратегии разработаны 4 стратегические задачи: (1) достижение значимых фиксируемых показателей, определяющих воздействие портовых процессов на окружающую среду; (2) поддержание устойчивости достижений, полученных в ходе реализации предыдущей задачи; (3) развитие информационной составляющей, как для внутренних целей порта (организация мониторинга процессов в прибрежной зоне для своевременного принятия решений), так и внешних, направленных на повышение уровня осведомленности стейкхолдеров порта; (4) стимулирование ответственного отношения к экологическим аспектам деятельности сотрудников порта и всех участников портовой деятельности.

Основными направлениями реализации Стратегии развития экологически дружественного порта названы:

(1) создание информационных центров экологической информации и мониторинга; (2) усиление производственного экологического контроля; (3) развитие кластерных инициатив; (4) трансфер инноваций; (5) построение системы управления рисками.

## ENVIRONMENTAL SAFETY OF PORT CONSTRUCTION

**Shilin M.[1], Zhigulskij V.[2]**

[1] – *Russian state hydrometeorological university, St. Petersburg, Russia, shilin@rshu.ru*
[2] – *Eco-Express-Service Ltd., St. Petersburg, Russia*

**Abstract**. Principles and indicators of environmental safety of port construction in the coastal zone of Baltic, White and Kara seas are observed. The structure and content of development strategy of «environmentally friendly port» are developed.

Key words: environmental safety; dredging; environmentally friendly port; strategy of ecological development

# Круглый стол «ПОДГОТОВКА КАДРОВ В СФЕРЕ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ: ВЫЗОВЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ»

## ПРОБЛЕМА КОММУНИКАЦИИ В ЭКОЛОГИЧЕСКОМ ОБРАЗОВАНИИ

**Автухович О.В.**[1]

[1] – *ГБОУ школа 403 Пушкинского района, Санкт-Петербург, Россия, Volninao@mail.ru*

**Аннотация**: В современном образовании экологическое воспитание начинается с детских садов и продолжается в школах. Сильно воздействуют СМИ. Экологическое блогерство набирает популярность в России. Экологические аспекты интерпретируются по-разному, с разных точек зрения, с разными целями. Возникает проблема коммуникации. Необходимо вводить курс «Основы экологии» в общеобразовательную учебную программу Российской Федерации, который позволит решить проблемы общения в экологических вопросах.

Ключевые слова: экологическое образование, воспитание, базовые знания.

Экологическое образование и просвещение становится всё более важной частью общего образовательного процесса. В современной системе образования экологическое воспитание начинается с детских садов и продолжается в школе. Этому способствуют эколого-просветительские акции, конкурсы, фестивали, конференции разного уровня, поддерживаемые районными администрациями, информационно-методическими центрами образования, ВУЗами и общественными организациями.

Существенный вклад в развитие экологического образования:

- Общественная организация «Санкт-Петербург за экологию Балтики» в рамках проекта «Эко-школы/ Зелёный флаг»;
- Автономная некоммерческая экологическая организация «Друзья Балтики»;
- Общество с ограниченной ответственностью Экологический правовой центр «БЕЛЛОНА» (ООО ЭПЦ «БЕЛЛОНА»);
- ХЕЛКОМ;
- Международный Социально-экологический союз;
- Детский экологический центр ГУП «Водоканал».

Основная деятельность по экологическому образованию населения выведена во внеурочную деятельность и систему дополнительного образования детей. При этом отмечаются как положительные, так и отрицательные моменты.

Плюсы:

- внеурочная деятельность и дополнительное образование воспринимается детьми более «открыто»;
- больше места творчеству;
- у детей нет боязни получить плохую оценку;
- высокая степень практической деятельности.

Минусы:

- не полный охват обучающихся и разная степень экологической образованности внутри районов, регионов, стран;
- отсутствие единого понятийного аппарата;
- пробелы в знаниях классической экологии.

Экологические кейсы внедрены во многие школьные учебные дисциплины. Например, тема раздельного сбора и переработки отходов фигурирует в начальной

школе в учебниках по окружающему миру, в программе курса Английского языка «Spotlight» каждый юнит заканчивается «Экологическим уроком». При этом пробелы в знаниях могут стать проблемой, как для учеников, так и для учителя. Ранее перечисленные организации проводят многочисленные открытые мероприятия по обучению и обмену опытом для работников образовательной сферы, предоставляют методические рекомендации по проведению исследовательских работ в рамках своих проектов. Проблема в том, что:

- не каждый учитель участвует в этих мероприятиях;
- проектная деятельность по экологии подразумевает наличие у участников базовых знаний классической экологии, а они есть не у всех.

Важным аспектом экологического образования и воспитания является так же воздействие средств массовой информации. В России набирает популярность экологическое блогерство, которое зачастую ориентировано на продажи всевозможных экосредств, украшений, книг, продуктов питания.

Экологические аспекты современного мира интерпретируются по-разному, освещаются с разных точек зрения, с различными целями. Возникает коммуникационная проблема: человек, не имеющих базовых знаний науки экологии, может прийти к ошибочным выводам, резким суждениям в неоднозначных вопросах. Особенно восприимчивы подростки.

Градус экологической озабоченности населения растёт, население активно дискутирует на вопросы: «Зачем осенью убирать листья?», «Кто придумал в городах косить траву?», «Как экологично выгуливать собак», «Зачем во дворах деревья, когда не хватает парковочных мест?», «Сжигать или перерабатывать мусор» и другие. При этом отсутствие базовых знаний, учений Одума, Вернадского, законов Коммонера, понимания популяционной экологии делает целевую аудиторию благоприятным полем для экологического террора.

По многолетнему опыту деятельности в сфере непрерывного экологического образования можно сделать вывод о необходимости введения курса «Основы экологии» в общеобразовательную учебную программу РФ, что будет способствовать решению коммуникативных проблем при решении экологических вопросов.

## THE PROBLEM OF COMMUNICATION IN ENVIRONMENTAL EDUCATION

**Avtukhovich O.V.**[1]

[1] – *GBOU school 403 Pushkin district, Saint-Petersburg, Russia, volninao@mail.ru*

**Abstract:** environmental education and awareness begins at school. Furthermore, communication problems in environmental issues may arise in the future. In present education, environmental education begins with kindergartens and continues at schools. The medias impact is very important. Ecological blogging is gaining popularity in Russia. Environmental aspects are interpreted in different ways, different points of view, with different goals. There is a communication problem. It is necessary to conduct the course “Fundamentals of Ecology” in the general educational curriculum of the Russian Federation, which will solving communication problems in environmental issues.

Key words: Environmental education, education, basic knowledge.

# РАЗВИТИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ МЕТЕОРОЛОГИИ В РГАУ - МСХА ИМЕНИ К.А.ТИМИРЯЗЕВА

**Белолюбцев А.И.[1], Путырский В.Е.[1]**

*[1]– Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева (ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева), Москва, РФ, belolyubcev@mail.ru*

**Аннотация.** Отражается роль личности и государства в развитии агрометеорологической науки в РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева. Рассматриваются достижения и задачи кафедры «Метеорология и климатология».

Ключевые слова: агрометеорология, учебные планы, новые стандарты, агрометеорологические прогнозы.

В академии имени К.А. Тимирязева на всех этапах развития метеорологической науки понимали её роль в изучении сельскохозяйственных дисциплин.

1 января 1879 г. профессор кафедры земледелия А.А. Фадеев снял первые отсчёты по метеорологическим приборам. Тем самым был открыт многолетний непрерывный ряд наблюдений за погодой в Москве. Под руководством профессоров Г.А. Колли, К.А. Тимирязева, М.К. Турского и др. проводились наблюдения по программе Главной физической обсерватории, в том числе фенологические.

Параллельные наблюдения за погодой и развитием растений имели большое значение в становлении сельскохозяйственной метеорологии как науки. Важнейший этап в развитии агрометеорологии приходится на период 1894-1927 гг., когда обсерваторией руководил В.А. Михельсон - выдающийся учёный-физик, имя которого было присвоено обсерватории МСХА.

Дальнейшее становление метеорологической науки в академии и развитие сельскохозяйственной метеорологии относится к 30-м годам прошлого столетия. В 1933 г. была организована кафедра метеорологии, теперь уже как самостоятельное учебно-научное подразделение.

В 1936 г. основателем и первым заведующим кафедрой д.ф.-м.н., профессором В.И. Виткевичем публикуется учебная программа курса «Сельскохозяйственной метеорологии и климатологии». Его учебник и практикум по сельскохозяйственной метеорологии были первыми в нашей стране учебными пособиями, по которым обучались многие поколения студентов сельскохозяйственных вузов.

С 1970 по 1983 г. кафедрой руководил один из ведущих отечественных агрометеорологов д. геогр. н. профессор Ю.И. Чирков. Юрий Иванович был крупным учёным в области агрометеорологии и агроклиматологии, разработавшим фундаментальные основы агрометеорологических прогнозов и оценки агроклиматических ресурсов нашей страны и ряда зарубежных стран.

Отдельной яркой страницей в истории кафедры стало открытие 1 сентября 2011 г. нового направления обучения бакалавров 05.03.04 «Гидрометеорология».

13 октября 2015 года Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет) и Российский государственный аграрный университет (МСХА имени К.А. Тимирязева) заключили соглашение о сотрудничестве в области организации подготовки специалистов гидрометеорологического профиля,

проведения совместных научных исследований по агрометеорологии, агроклиматологии и мониторингу состояния окружающей среды.

В настоящее время налажено тесное взаимодействие кафедры с учреждениями Росгидромета. Так, осуществляются совместные научные проекты с отделом агрометеопрогнозов ФГБУ «Гидрометцентр России» и ФГБУ «Северное УГМС». В частности, исследуются особенности промерзания почв, сроки вегетации растений, трансформация агроклиматических показателей на Европейском Севере РФ за многолетний период.

Коллектив кафедры метеорологии и климатологии ФГБОУ «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А.Тимирязева» награждён Почетной грамотой Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды.

К первоочередным задачам кафедры на ближайшую перспективу относятся: реализация учебных планов подготовки бакалавров и магистров для стандарта 3++, развитие цифровой агрометеорологии на базе создания автоматических вычислительных комплексов, обучение отечественных и зарубежных аспирантов по направлению «Гидрометеорология».

**Литература**

1. Белолюбцев А.И., Путырский В.Е. Становление и развитие сельскохозяйственной метеорологии как науки и учебной дисциплины в РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева //С-П.: «Учёные записки», №46, 2017. – с. 78 – 81.

2. Белолюбцев А.И. и др. Практикум по агрометеорологии и агрометеорологическим прогнозам //М.: «ТРАНСЛОГ», 2015. – 278 с.

## DEVELOPMENT OF AGRICULTURAL METEOROLOGY IN RUSSIAN STATE AGRARIAN UNIVERSITY - MTAA NAMED AFTER K. A. TIMIRYAZEV

**Beloliptsev A. I.[1], Putyrsky V.E.[1]**

*[1] – Russian state agrarian University named after K.A. Timiryazev (Moscow state agrarian University). belolyubcev@mail.ru*

**Abstract.** The role of the individual and the state in the development of agrometeorological science is reflected in the RSA-MSHA named after K. A. Timiryazev. Achievements and tasks of the Department "Meteorology and climatology"are considered.

Key words: agrometeorology, curricula, new standards, agrometeorological forecasts.

# СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ СРЕДНЕГО ЗВЕНА ДЛЯ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ В УСЛОВИЯХ МОДЕРНИЗАЦИИ РОССИЙСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

**Быстрова Л.Б.[1], Долбилина Н.С.[1]**

*[1] – ГБПОУ ИО «Иркутский гидрометеорологический техникум», г.Иркутск, Российская Федерация, igmt_dir@list.ru*

**Аннотация:** в настоящее время остро стоит проблема сохранение и развития направлений подготовки специалистов среднего звена для стратегической гидрометеорологической отрасли Российской Федерации.

Ключевые слова: федеральные государственные образовательные стандарты, профессиональные стандарты, демонстрационный экзамен, библиотечное обеспечение, чемпионаты профессионального мастерства.

Система среднего профессионального образования в Российской Федерации в настоящее время находится на новом витке своего развития: формируется новая система подготовки кадров, ориентированная на потребности экономики государства, как в настоящем, так и в будущем. Одним из основных источников развития материально-технической базы образовательных организаций становиться участие в конкурсах, проектах и грантах; развитие системы дополнительных образовательных услуг, представляемых для различных групп населения, в том числе с использованием электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

Иркутский гидрометеорологический техникум, как часть системы среднего профессионального образования Иркутской области, является активным участником всех процессов, направленных на модернизацию образования. За последние годы система среднего профессионального гидрометеорологического образования понесла серьезные потери: передача профессиональных организаций на региональный уровень привела к смене профессиональной направленности или закрытию специальностей гидрометеорологического профиля. Однако, Иркутскому гидрометеорологическому техникуму, при активной поддержке Министерства образования Иркутской области удалось сохранить все 4 направления подготовки специалистов среднего звена для гидрометеорологической отрасли: гидрология, метеорология, радиотехнические информационные системы, рациональное использование природохозяйственных комплексов. Коллективом техникума проделана большая работа, за последние годы в техникуме сложилась эффективная система профориентационной работы: участники экологического театра для воспитанников детских садов проводят экологические спектакли, работает музей техникума, на различных форумах и площадках г.Иркутска и Иркутской области проводятся образовательные квесты, профессиональные пробы; на протяжении нескольких лет проводится дистанционная профессионально-ориентированная олимпиада для школьников «4 стихии. Вода. Земля. Солнце. Воздух», направленная на популяризацию наук о Земле.

Процесс становления квалифицированного специалиста отличается многозадачностью: повышение качества учебно-методического обеспечения образовательного процесса, развитие педагогических кадров, обновление материально-технической базы, развитие социокультурной среды, условий для формирования общих и профессиональных компетенций. При активном участии специалистов ФГБУ «Иркутское УГМС», ФГБУ «Якутское УГМС» идет процесс совершенствования учебно-методического обеспечения профессиональных образовательных программ.

Уже стало традицией проводить совместные конференции, такая форма сотрудничества позволяет с большей эффективностью решать вопросы информационного обеспечения образовательного процесса и организации практического обучения.

В 2018 году на базе техникума состоялся межрегиональный семинар «Независимая оценка качества профессионального образования: взгляд в будущее». В работе семинара приняли участие руководители и представители различных отраслевых организаций Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, руководители и представители образовательных учреждений гидрометеорологической направленности. Среди обсуждаемых проблем: создание отраслевого совета, актуализация федеральных государственных образовательных стандартов в условиях отсутствия утвержденных профессиональных стандартов, создание центров оценки квалификаций, участие в чемпионате профессий Worldskills, развитие и совершенствование материально-технической базы образовательных учреждений. Остро стоит и остается нерешенной проблема библиотечного обеспечения: фактически отсутствуют учебники гидрометеорологической направленности для среднего профессионального образования. Решение указанных проблем невозможно без участия профессионального сообщества.

Отвечая на запросы отраслевых организаций техникум, развивает систему дополнительного профессионального образования отраслевой направленности, в том числе с использованием технологий дистанционного обучения. Использование современных технологий позволяет организовать процессы повышения квалификации и переподготовки без отрыва от производства. За прошедшие годы сотни специалистов прошли обучение на базе Иркутского гидрометеорологического техникума по различным направлениям. В настоящее время коллектив техникума в сотрудничестве с коллегами Ростовского гидрометеорологического техникума осуществляет подготовку материалов для организации конкурсов профессионального мастерства в формате Worldskills. В ближайших планах провести организовать и провести экспертизу всех материалов.

С сентября 2018 года техникум приступил к реализации новой программы развития техникума. В рамках реализации программы развития началась работа по расширению спектра образовательных услуг для различных групп населения: профессиональное обучение, дополнительное образование детей и взрослых, расширение перечня основных профессиональных образовательных программ, в том числе включение программ подготовки квалифицированных рабочих и служащих с более короткими сроками обучения. С 2019 года на базе техникума начинает работу федеральная экспериментальная площадка «Он-лайн школа-лаборатория «Зеленый дом». Данный формат позволит техникуму стать более активным и доступным образовательным ресурсом, отвечающим современным требованиям, активнее представлять свои образовательные услуги в различных социальных сетях. Иркутский гидрометеорологический техникум - это социально-активная организация и участник различных социальных проектов и экологических проектов: волонтерское движение, различные патриотические акции, работает агитбригада. Консолидация всей работы коллектива техникума направлена на повышение качества подготовки будущих специалистов гидрометеоролгической отрасли и развитие информационного, кадрового обеспечения и материально-технической базы.

**Литература**

1. Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» о№273 т 29.12.2012 (с изм.)
2. Государственная программа Российской Федерации «Развитие образования»

# MODERN PROBLEMS AND PROSPECTS OF TRAINING MIDDLE-LEVEL SPECIALISTS FOR THE HYDROMETEOROLOGICAL INDUSTRY IN THE MODERNIZATION OF RUSSIAN EDUCATION

**Bystrova L.B.[1], Dolbilina N.[1]**

*[1] – Colledge IO "Irkutsk hydrometeorological technical school", Irkutsk, Russian Federation*
*igmt_dir@list.ru*

**Abstract**: currently, there is an acute problem of preservation and development of areas of training of mid-level specialists for the strategic hydrometeorological industry of the Russian Federation.

Key words: Federal state educational standards, professional standards, demonstration exam, library support, professional skills Championships.

# УЧЕБНАЯ ПРАКТИКА ПО ГЕОДЕЗИИ КАК КЛЮЧЕВОЙ ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ УРОВНЯ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ И КОМПЕТЕНТНОСТИ СТУДЕНТОВ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

**Голосовская В.А[1]., Кузьмин Ю.А.[1]**

*[1] – Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия, golosovskayav@list.ru*

**Аннотация**. Работа посвящена современному состоянию полевой учебной практики студентов по геодезии, оценивается методика проведения геодезических работ и перспективы совершенствования их с учетом современных требований к проведению инженерных изысканий.

Ключевые слова: полевая учебная практика, топографические съемки, рекогносцировка, измерения, геодезические приборы, камеральная обработка результатов измерений.

Учебная практика по геодезии проводится в полевых условиях со студентами начальных курсов гидрологического и экологического факультетов. Уникальность практики состоит в том, что студентам предоставляется возможность пройти полный цикл топографической съемки участка местности в крупном масштабе. Студенты самостоятельно составляют проект съемки на территории учебного полигона, решают вопрос методики осуществления измерений, приобретают практические навыки работы с геодезическими приборами и инструментами. Им предоставляется возможность использовать при производстве измерений как самые простые приборы, так и более современные.

На этапе камеральной обработки результатов измерений студенты анализируют и критически оценивают точность проведенных работ, учатся интерпретировать результаты измерений и расчетов, выполненных с требуемой точностью и по установленным формам.

Итогом проведенных работ является крупномасштабный топографический план выделенного участка местности, выполненный в соответствии с требованиями ГОСТов.

Необходимо отметить, что помимо получения профессиональных навыков студенты осваивают правила работы в команде, учатся взаимодействию между членами коллектива ради достижения поставленных критериев и показателей. Необходимость тесного взаимодействия между членами студенческого коллектива учит студентов толерантно воспринимать социальные, этнические и культурные различия, а также повышает коммуникативные навыки.

В ходе выполнения такой большой и сложной работы выявляются недостатки в предшествующем образовании и эрудиции студентов. Так, недостаточные знания бывших школьников по таким предметам как математика, физика, география значительно затрудняют и тормозят выполнение работ, что приводит к увеличению времени выполнения заданий и, как следствие, росту напряженности в коллективе.

Недостатками обучения в высшей школе являются слабая обеспеченность современными геодезическими приборами, позволяющими расширить и разнообразить съемку с более высокой точностью, и компьютерной техникой, которая позволила бы представлять полученные результаты с более полным содержанием и в предусмотренном современными правилами виде.

**Литература**

1. Условные знаки для топографических планов масштабов 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500. - М.: Недра, 1989. – 216 с.
2. Методические указания по геодезической практике. РГГМУ, 2011.
3. Федоров Ю.А. Геодезия с основами инженерной графики. – СПб; Гидрометеоиздат, 1995, 448 с.

# EDUCATIONAL PRACTICE IN GEODESY AS THE KEY TO INCREASE THE STUDENTS'LEVEL OF EDUCATION AND COMPETENCE IN THE MODERN WORLD

**Golosovskaya V.A.[1], Kuzmin U.A.[1]**

[1] – *Russian State Hydrometeorological University, Saint-Petersburg, Russia, golosovskayav@list.ru*

**Abstract:** The work is dedicated to the contemporary condition of the students` educational practice in geodesy. We estimated the methodology of surveying services and perspectives of their improvement taking into account current requirements for conducting engineering surveys.

Keywords: educational practice, topographic investigations, reconnaissance, measurements, geodesic equipment, processing of measurement results.

# К ВОПРОСУ О РОЛИ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ В ОБЕСПЕЧЕНИИ НАЦИОНАЛЬНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Михеев В.Л.[1], Мушкет И.И.[1]**

*[1] – Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия, rector@rshu.ru*

**Аннотация**. Российский государственный гидрометеорологический университет – высшее учебное заведение, осуществляющее подготовку кадров гидрометеорологического профиля.

Ключевые слова: национальная безопасность, безопасность личности, благоприятная окружающая среда, гидрометеорологическое образование.

В соответствии с действующим законодательством под национальной безопасностью Российской Федерации понимается состояние защищённости личности, общества и государства от внутренних и внешних угроз.

Национальная безопасность, в свою очередь, включает в себя оборону страны и все виды безопасности, предусмотренные Конституцией Российской Федерации [1] и законодательством Российской Федерации [2], прежде всего государственную, общественную, информационную, экологическую, экономическую, транспортную, энергетическую безопасность, безопасность личности.

При этом основным элементом национальной безопасности выступает безопасность личности. Соответственно, основными объектами безопасности личности являются ее права и свободы.

Статья 42 Конституции Российской Федерации гарантирует каждому гражданину нашей страны право на благоприятную окружающую среду, достоверную информацию о ее состоянии и на возмещение ущерба, причиненного его здоровью или имуществу экологическим правонарушением [1] .

Одной из задач государства является обеспечение населения, органов государственной власти, предпринимателей гидрометеорологической информацией [3].

Важнейшими направлениями деятельности Федерального органа исполнительной власти - Росгидромета являются:

- обеспечение защищенности жизненно важных интересов личности, общества и государства от воздействия опасных природных явлений, изменений климата, т.е. обеспечение гидрометеорологической безопасности;
- гидрометеорологическое обеспечение деятельности Российской Федерации в Арктике, Антарктике и Мировом океане.

Для решения такого рода задач необходимы специалисты, подготовку которых осуществляет РГГМУ.

Подготовленные в университете кадры (метеорологи, гидрологи, экологи, океанологи) обеспечивают российское присутствие в Арктике и Антарктике, ведут гидрометеорологические наблюдения за показателями окружающей среды, выполняют работы по фоновому и локальному экологическому мониторингу загрязнения.

Специалисты такого профиля исследуют современное состояние и анализируют предшествовавшие изменения характеристик природной среды, проводят изотопные исследования ледников, речного стока и атмосферных осадков, что, в свою очередь, позволяет получить новые данные о происхождении и перераспределении природных вод, о климатических изменениях.

На постоянной основе до населения и других потребителей направляется и доводится информация об ожидаемом половодье, его характере, агрометеорологические обзоры и прогнозы запасов влаги в почве на начало весны, передаются прогнозы погоды различной заблаговременности (краткосрочные, на декаду, месяц, аномалии температуры и осадков на отопительный и вегетационный периоды), информация о высокой и чрезвычайной пожарной опасности, что, в свою очередь, позволяет оперативно принимать меры по защите людей.

**Литература**

1. Конституция Российской Федерации. М.1993.
2. Указ Президента РФ от 31.12.2015 N 683 « О Стратегии национальной безопасности Российской Федерации». Собрание Законодательства Российской Федерации № 1 от 04.01.2016 г., Ч.1. ст. 212.
3. Постановление Правительства РФ № 372 от 23 июля 2004 г. «О федеральной службе по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» (с изменениями на 6 сентября 2018 года).

## TO THE QUESTION OF THE ROLE OF HYDROMETEOROLOGICAL EDUCATION IN PROVIDING NATIONAL SAFETY RUSSIAN FEDERATION

**Mikheev V.L.[1], Musket I.I.[1]**

[1] – *Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia, rector@rshu.ru*

**Abstract.** The Russian State Hydrometeorological University is a higher educational institution providing training for hydrometeorological personnel.

Key words: national security, personal security, favorable environment, hydrometeorological education.

# ДУАЛЬНОЕ ОБУЧЕНИЕ В ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ: ПРЕИМУЩЕСТВА И ПЕРСПЕКТИВЫ

**Никитина И.П.**[1]

[1] – *Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение Московской области «Гидрометеорологический техникум», Балашиха, Россия, dir@mgmteh.ru*

**Аннотация**. Развитие дуальной системы обучения в области гидрометеорологии эффективный путь повышению качества образования.

Ключевые слова: дуальное обучение, качество образования.

Проблема современного российского профессионального образования — пропасть между теорией и практикой. В настоящее время стоит серьезная задача – гармонизировать систему профессионального образования и рынок труда, увеличить вклад профессионального образования в социально-экономическую модернизацию страны. Один и способов решения задачи – развитие системы дуального обучения.

Дуальная система обучения предполагает теоретическое обучение в профессиональной образовательной организации и практическое обучение на предприятии реального сектора экономики, что позволяет обучающимся непосредственно включаться в производственный процесс. Тем самым дуальное обучение убивает двух зайцев, поскольку позволяет совместить в учебном процессе и теоретическую, и практическую подготовку.

Родоначальником системы дуального обучения считается Германия. Для нее характерен практикоориентированый подход, развитый институт наставничества и широкое участие производственных предприятий в подготовке кадров. Опыт Германии в настоящее время ретранслируется по всему миру, в том числе в России и может применяться в сфере профессионального образования в области гидрометеорологии.

Среди преимуществ системы дуального обучения можно выделить следующие:

1. Практическая часть обучения проводится в организациях Росгидромета, а не только в лабораториях и на полигонах техникумов;
2. Содержание основной профессиональной образовательной программы и рабочих программ учебных курсов согласовано между образовательной организацией и работодателями;
3. При трудоустройстве выпускников возможно немедленное применение знаний, приобретенных во время обучения;
4. Постоянное чередование обучения в техникуме и на предприятии способствует лучшей мотивации обучающихся и не ведет к прерыванию производственного процесса.
5. Обучающиеся изначально понимают суть получаемой специальности, что также улучшает учебную мотивацию.
6. Унифицированный уровень подготовки выпускников.

К недостаткам дуальной системы следует отнести:

1. Учебные рабочие программы не всегда согласованы с сезонной последовательностью выполняемых работ в организациях Росгидромета;
2. Образовательная организация согласно учебного плана не всегда может вовремя преподать необходимый на производстве учебных материал;
3. Недостаточная готовность организаций Росгидромета к обучению – вследствие этого отсутствие учебных мест на производстве и отказ принимать обучающихся на практическое обучение.

Дуальная система отвечает интересам всех заинтересованных в ней сторон – предприятий, учащихся и государства.

Для предприятий, прежде всего, это возможность подготовить кадры под себя, обеспечив их полное соответствие своим требованиям; сокращение расходов, предусмотренных на поиск и выбор работников, их переучивание и адаптацию к новым условиям; возможность отобрать лучших, поскольку за период практического обучения видны сильные и слабые стороны студентов.

Для обучающихся – это возможность легче адаптироваться к взрослой жизни и к реальным производственным условиям. К выпуску студентам понятны условия работы на предприятии, трудовой коллектив, что позволяет начать свою трудовую деятельность без дополнительного стресса. Молодые специалисты смогут работать с полной отдачей и высокой производительностью. Более того, дуальная система обучения способствует повышению уровню обучения, так как ни один техникум не знает производство изнутри.

Для государства – эффективное решение задачи подготовки квалифицированных кадров для экономики страны.

Дуальная система обучения обладает рядом серьезных преимуществ перед традиционной системой подготовки кадров:

- устраняет традиционный разрыв между теорией и практикой;
- содержание образования выстраивается в соответствии с современным уровнем производства;
- в учебном процессе используется современное оборудование в условиях реальных производственных площадок;
- в образовательном процессе в качестве наставников выступает высококвалифицированный инженерно-технический персонал предприятий;
- адаптация молодых специалистов в трудовых коллективов отсутствует или сведена к минимуму.

Таким образом, дуальная система обучения позволяет максимально усилить практическую составляющую учебного процесса, сохраняя при этом высокий уровень теоретической подготовки, обеспечивающий реализацию требований ФГОС СПО, способствует освоению выпускником профессиональных компетенций и помогает решать задачу подготовки специалистов, полностью готовых к выполнению конкретных трудовых функций.

На мой взгляд, дуальная система обучения – эффективный путь повышения качества образования и обеспечения высококвалифицированными кадрами организаций и подразделений Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды.

**Литература**

1. Дуальная модель обучения как основа механизма взаимодействия образовательных учреждений и предприятий // Заочные электронные конференции. Режим доступа: http://econf.rae.ru/pdf/2014 /09/3687.pdf (дата обращения 18.02.2019).

2. Опыт дуального обучения в Германии, Казахстане, России // Аккредитация в образовании. Режим доступа: http://www.akvobr.ru/opyt_dualnogo_obuchenia.html (дата обращения 18.02.2019).

3. Сидакова Л. В. Сущность и основные признаки дуальной модели обучения // Образование и воспитание. — 2016. — №2. — С. 62-64. — URL https://moluch.ru/th/4/archive/29/803/ (дата обращения: 02.03.2019). Сидакова Л. В. Сущность и основные признаки дуальной модели обучения // Образование и воспитание. — 2016. — №2. — С. 62-64.

# DUAL TRAINING IN HYDROMETEOROLOGY: ADVANTAGES AND PROSPECTS

**Nikitina I.P.**[1]

[1] – *State budgetary professional educational institution of the Moscow region "Hydrometeorological College", Balashikha, Russia, dir@mgmteh.ru*

**Abstract**. The problem of using the dual system of training in the training of specialists in professional educational organizations of hydrometeorological profile is discussed.

Key words: dual education, quality of education.

# ПРОБЛЕМЫ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОГО ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ

**Тимофеева А.Г.**[1]

[1] – *Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение дополнительного профессионального образования «Институт повышения квалификации» г. Балашиха, Московской области, ipkmeteorector@gmail.com*

**Аннотация.** Рассматривается использование новых образовательных технологий и обучение персонала при переходе к цифровой среде. Обсуждается применение компетентностного подхода и роль Регионального учебного центра ВМО в РФ при подготовке кадров в области гидрометеорологии. Пути развития гидрометеорологического образования в свете перехода отрасли к цифровой экономике

Ключевые слова: гидрометеорологическое образование, персональная образовательная среда, цифровая экономика

При современных темпах развития науки и техники происходит быстрое старение знаний. В мировой экономической истории скачкообразные этапы усложнения технологического уклада принято обозначать как индустриальные революции. Индустриальная революция 4.0 набирает обороты с начала XXI века, и характеризуется сочетанием технологий, размывающих границы между различными сферами жизни (физической, биологической, виртуальной), и отличается от своих предшественниц тремя параметрами — скоростью, масштабами и системным характером социально-экономических последствий. В этих условиях возрастает роль непрерывного образования, которое даже получило свое название – «образование через всю жизнь». Меняющийся климат, его непредсказуемость, а как следствие, необходимость предупреждать и, по возможности, противостоять этим рискам – вот реальные условия работы специалистов Росгидромета. Все это происходит на фоне чрезвычайно быстрого и беспрецедентного в истории человечества развития информационно-коммуникационных технологий. В ряде стран активно развиваются физические методы воздействия на атмосферные процессы, способные изменять погодные условия на больших территориях. Ведутся работы по использованию искусственного интеллекта в различных сферах деятельности человека, в том числе и в области прогнозов погоды и климата. В условиях цифровой экономики общество нуждается в современной, сильной и оперативно действующей системе подготовки и переподготовки кадров. Стандартная образовательная модель, существовавшая на протяжении длительного ряда лет, была однопиковой – человек получал высшее образование в возрасте 21 года и дальше, его компетенций хватало до пенсии. Сегодня цифровая экономика требует овладения новыми компетенциями, которые будут приоритетными. Комплексное решение проблем: критическое мышление; креативность; управление персоналом; скоординированность; эмоциональный интеллект: суждение и принятие решений; сервис-ориентированность; договороспособность и обучаемость.

В Росгидромете, созданный, еще в 1995 году РМУЦ ВМО, в составе 3-х компонентов – ИПК Росгидромета, РГГМУ, МГМТ, охватывает все уровни образования: от среднего специального – МГМК.; высшего – программы бакалавриат, магистр, специалитет, аспирантура.: последипломного – повышение квалификации и переподготовка – ИПК.

ФГБОУ ДПО ИПК за 30 лет с основания в 1988 году обучило более двадцати тысяч слушателей по различным направлениям гидро-метеорологии. ИПК

осуществляет повышение квалификации и переподготовку специалистов по более 50 программам в области метеорологии, климатологии, гидрологии, мониторинга загрязнения окружающей среды **и смежных дисциплин**. В рамках модернизации Росгидромета создана Система дистанционного обучения (СДО). Программы новых образовательных курсов включают в себя современные научные разработки в области экономической метеорологии, геоинформатики, смежных областей знания. Обучение проходит в очной и дистанционной форме.

В связи с отсутствием принятых профессиональных стандартов по гидрометеорологическим специальностям, а соответственно невозможности разработки образовательных стандартов с учетом требований к профессиональным компетенциям специалистов, **мы** руководствуемся международными стандартами, разработанными ВМО. Так решением 16-го Всемирного метеорологического конгресса в 2011 г. были установлены требования к квалификации метеорологического персонала, в том числе – авиационного. Публикация ВМО № 1083, 2012 г., публикация ВМО № 49, 2014 г. определила направление развития гидрометеорологического образования и подготовки кадров. Также техническими комиссиями ВМО сформулированы, рекомендуемые для Национальных гидрометеорологических служб, перечни профессиональных компетенций специалистов-гидрометеорологов различных уровней. С 1 декабря 2016 г. требование к квалификации стало стандартной практикой Всемирной метеорологической организации.

В мире идут глубинные и объективные процессы формирования единого открытого образовательного пространства. Создаются специализированные образовательные структуры открытого типа. Ведется поиск соответствующей организационной структуры и учреждений образования (особенно, образования взрослых), которые обеспечили бы переход от принципа "образование на всю жизнь" к принципу "образование через всю жизнь». Образовательные среды могут стать такими социальными институтами, которые были бы способны предоставлять человеку разнообразные наборы образовательных услуг, позволяющих учиться непрерывно и получать современные профессиональные знания, выстроить ту образовательную траекторию, которая наиболее полно соответствовала бы его образовательным и профессиональным способностям и потребностям, независимо от его местонахождения. Персональная среда дает возможность использовать любые массовые образовательные свободные ресурсы. В сфере гидрометеорологического образования место свободного образовательного ресурса должен занять Глобальный Кампус ВМО, направленный на усиление взаимодействия между РМУЦ ВМО и другими образовательными партнерскими организациями и программами, как для совместной разработки качественных инновационных учебных материалов, так и для использования существующих образовательных ресурсов в целях получения максимального экономического и синергетического эффекта в приоритетных и наиболее востребованных областях знаний

Главным интенсивным фактором развития современного общества является человеческий капитал — профессионалы, высокообразованные люди, а так же наука и знания во всех видах экономической инновационной деятельности. Сегодня научные разработки становятся главной движущей силой экономики и базой знаний. Наиболее ценными качествами специалиста являются уровень образования, профессионализм, обучаемость и творческий подход.

# PROBLEMS OF HYDROMETEOROLOGICAL SUPPLEMENTARY EDUCATION IN THE DIGITAL ECONOMY

**Timofeeva A.**[1]

[1] – *Advanced Training Institute, Balashikha, Moscow Region, Russia, ipkmeteorector@gmail.com*

**Abstract.** The use of new educational technologies and personnel training in the transition to the digital environment is considered. The use of the competence approach and the role of the WMO Regional Training Center in the Russian Federation in the training of personnel in the field of hydrometeorology are discussed. Ways of development of hydrometeorological education in the light of the industry's transition to a digital economy.

Key words: hydrometeorological education, personal educational environment, digital economy.

# ПОДГОТОВКА КАДРОВ ДЛЯ ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ МОРСКОГО МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ

**Шаронов А.Ю.[1], Шматков В.А.[1], Фокичева А.А.[2]**

*[1] – ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала С.О. Макарова», Санкт-Петербург, Россия, andreysharonov@mail.ru*
*[2] – ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет», Санкт-Петербург, Россия*

**Аннотация**. Рассмотрены принципы образования и подготовки кадров в области метеорологии в соответствии с руководствами ВМО. Показано, что морское метеорологическое обслуживание требует специальной профессиональной подготовки моряков в области морской метеорологии.

Ключевые слова: гидрометеорологическая информация, морское гидрометеорологическое образование, морское метеорологическое обслуживание.

Гидрометеорологическая информация используется в различных отраслях экономики при решении задач стратегического планирования и оперативного управления. Международную координацию деятельности национальных метеорологических служб осуществляет Всемирная метеорологическая организация (ВМО). В рамках ВМО функционирует Всемирная служба погоды, включающая глобальную систему наблюдений, глобальную систему телесвязи и глобальную службу обработки данных [1, 2].

В настоящее время подготовка кадров для национальных гидрометеорологических служб осуществляется в системе профессионального и высшего образования, для координации международных аспектов гидрометеорологического образования созданы Региональные Учебные Центры Всемирной Метеорологической Организации (РУЦ ВМО).

Профессиональные задачи метеорологов определяются потребностями общества, уровнем используемых технологий, структурой национальной гидрометеорологической службы.

В настоящее время во всех странах метеорологи должны не только обладать знаниями о погоде, климате и их особенностях в разных географических районах, но и иметь также возможность сообщать пользователям гидрометеорологическую информацию таким образом, чтобы она была своевременной, простой и однозначной для понимания и использования её потребителем [3,4,5].

Гидрометеорологическое обеспечение морской деятельности имеет свои особенности. Морские суда не только получают гидрометеорологическую информацию, необходимую для обеспечения безопасности и рентабельности морских перевозок, но и участвуют в ее производстве. Метеорологические службы морских стран заключают соглашения с морскими компаниями и их судами о проведении добровольных наблюдений в море и передаче данных таких наблюдений на берег в метеорологические центры для дальнейшего их использования в задачах обслуживания потребителей. Данные судовых наблюдений обычно сообщаются судоходными компаниями бесплатно в обмен на обеспечение и обслуживание в области морской метеорологии [6,7].

Глобальная система наблюдений ВМО включает 10000 гидрометеорологических станций и постов и 1000 аэрологических станций. В Мировом океане данные наблюдений поступают со 100 заякоренных буев, 1500 дрейфующих буев и 7 000 судов ежедневно и круглосуточно [1].

*В Руководящих принципах образования и подготовки кадров в области метеорологии и оперативной гидрологии* [5] описывается существующая в ВМО классификация персонала, занимающегося вопросами метеорологии и гидрологии, и кратко излагаются учебные программы для получения базовой квалификации и ранней специализации данного персонала. В соответствии [5], первостепенной целью системы классификации ВМО является «обеспечение международного механизма для общепринятого понимания основных требований к квалификации персонала, осуществляющего определенные Конвенцией ВМО функции в области метеорологии и гидрологии».

Цель, принципы и организация морского метеорологического обслуживания состоит в том, чтобы предоставлять морским потребителям в море или на берегу морскую метеорологическую и связанную с ней геофизическую информацию, которая им необходима, соглашаясь с техническими возможностями [3,6.7].

Учебная программа в области морской метеорологии предназначается для:

- метеорологического персонала, занятого выполнением наблюдательных, прогностических и климатологических обязанностей для морских целей;
- портовых метеорологов;
- моряков в море и в мореходных училищах;
- морских наблюдателей на борту судов.

Обучение морского метеорологического персонала является важной частью предоставления метеорологического обслуживания в поддержку морской деятельности.

Обязательные стандарты в отношении гидрометеорологии в Кодексе ПДНВ (Международная конвенция о подготовке и дипломировании моряков и несении вахты) [8] представлены в отношении капитана и палубной команды в функции *Судовождение на уровне эксплуатации - Метеорология.* Знание, понимание и профессиональные навыки:

- Умение использовать и расшифровывать информацию, получаемую от судовых метеорологических приборов;
- Знание характеристик различных систем погоды, порядка передачи сообщений и систем записи;
- Умение использовать имеющуюся метеорологическую информацию.

Критерии для оценки компетентности:

- Метеорологические измерения и наблюдения точны и соответствуют переходу;
- Метеорологическая информация правильно истолковывается и применяется.

Отсутствие чётких критериев и законодательных требований в подготовке моряков, изложенных в Конвенции ПДНВ, приводит к тому, что не определяются условия и критерии формирования знаний и компетенций, которые бы соответствовали требованиям в области прикладной гидрометеорологии. Это снижает эффективность морского метеорологического обслуживания в вопросах обеспечения безопасности мореплавания.

**Литература**

1. Карьера в метеорологии - ВМО-№ 1012. - 36 с.
2. Всемирная служба погоды: http://www.wmo.int/web/www/ www.html
3. Руководство по системам метеорологических наблюдений и распространения информации для метеорологического обслуживания авиации (ВМО-№ 731)
4. Руководство по метеорологическим приборам и методам наблюдений (ВМО-№ 8) Руководство по морскому метеорологическому обслуживанию (ВМО-№ 471)
5. Руководящие принципы образования и подготовки кадров в области метеорологии и оперативной гидрологии (ВМО-№ 258), - 2006, 30 с.
6. Наставление по морскому метеорологическому обслуживанию. - ВМО-№ 558, 151 с.

7. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Выпуск 9. Гидрометеорологические наблюдения на морских станциях. Часть III. Гидрометеорологические наблюдения, проводимые штурманским составом на морских судах (РД 52.04.585-97)
8. Конвенция ПДНВ – ИМО, Лондон, 2011, 425 с.

# TRAINING FOR THE PROVISION OF MARINE METEOROLOGICAL SERVICES

**Sharonov A.Y.[1], Shmatkov V.A.[1], Fokicheva A.A.[2]**

*[1] – Admiral Makarov State University of Maritime and Inland Shipping, Saint-Petersburg, Russian Federation, andreysharonov@mail.ru*
*[2] – Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia*

**Abstract.** The principles of education and training in meteorology are reviewed in accordance with the guidelines of the World Meteorological Organization. It is shown that marine meteorological services requires special professional training of seafarers in the field of marine meteorology.

Keywords: hydrometeorological information, marine hydrometeorological education, marine meteorological service

# Круглый стол «ПОДГОТОВКА К "ДЕСЯТИЛЕТИЮ ОРГАНИЗАЦИИ ОБЪЕДИНЁННЫХ НАЦИЙ, ПОСВЯЩЁННОМУ НАУКЕ ОБ ОКЕАНЕ В ИНТЕРЕСАХ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ" В ОБЛАСТИ ОБУЧЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ УРОВНЯ ЗНАНИЙ О МИРОВОМ ОКЕАНЕ»

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РОССИЙСКОЙ АРКТИЧЕСКОЙ ЭКСПЕДИЦИОННОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ В ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКЕ И ОБУЧЕНИИ СПЕЦИАЛИСТОВ

**Данилов А.И.**[1]

[1] – *Арктический и антарктический научно-исследовательский институт, Санкт-Петербург, Россия, aid@aari.ru*

**Аннотация**. Анализируется участие студентов и аспирантов в экспедиционных исследованиях природной среды Арктики как инструмент подготовки и обучения специалистов.

Ключевые слова. Арктика, научные экспедиции, подготовка и обучение.

Природные угрозы, включая гидрометеорологические опасности, находятся в центре внимания современных российских арктических исследований, особенно сейчас, в условиях нарастающей хозяйственной деятельности и быстрых климатических изменений, которые влияют на степень защищенности населения и территорий от воздействий природных опасностей. В этих исследованиях большое внимание уделяется профессиональной подготовке и обучению специалистов.

Эффективной формой такой подготовки является участие студентов и аспирантов в полевых экспедиционных работах. В последнее десятилетие Россия создала в Арктике технически оснащенную прибрежную научную инфраструктуру [1]. В 2016 году образован Российский научный центр на арх. Шпицберген-РНЦШ (ААНИИ). С 2013 года ведутся исследования на НИС «Ледовая база «Мыс Баранова» (арх Северная Земля), с 2010 году – на НИС «Остров Самойловский» (Сибирское отделение РАН) в дельте реки Лена. Ежегодно на морских судах различного назначения, прежде всего, на научно-экспедиционных и научно-исследовательских, проводится до тридцати и более морских экспедиций по изучению окружающей природной среды Северного Ледовитого океана и его морей. Все это существенно расширяет возможности для подготовки и обучения специалистов.

Во всех крупных экспедициях работают российские и иностранные студенты и аспиранты [2]. Так, в исследованиях 2018 г. участвовало около 80 научно-образовательных организаций (из них 26 зарубежных и 13 российских университетов), свыше 900 специалистов, из которых более 150 – российские и иностранные аспиранты и студенты. Последнее обстоятельство способствует активному обмену знаниями и практическими навыками представителей различных научных школ из разных стран. Многолетний опыт совместных международных исследований с участием студентов накоплен на НИС «Остров Самойловский», где ежегодно работают до 20 российских и зарубежных организаций. В работах 2018 г участвовали ААНИИ, Институт мерзлотоведения СО РАН, СПБГУ, Институт нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН Зоологический институт РАН), Северо-Восточный федеральный университет

(СВФУ), Казанский и Новосибирский университеты, Институт леса СО РАН, Сейсмологическая станция Тикси, Геофизическая служба СО РАН, Усть-Ленский заповедник), восемь зарубежных организаций-Институт им. Альфреда Вегенера, Гамбургский университет, Научный Геоцентр из Потсдама, Потсдамский университет, Университет Кёльна, Берлинский технический университет, Университет Хельсинки, Федеральная политехническая школа Лозанны. Всего 102 специалиста, из них 20 – студенты, которые вели исследования в области геокриологии (мерзлотоведения), палеогеографии, климатологии и палеоклиматологии, гидрологии и гидробиологии, геоморфологии и четвертичной геологии, почвоведения, микробиологии и изучения газовой эмиссии из многолетнемёрзлых почв, геофизики, зоологии, биологии и геоботаники. В РНЦШ работало 139 специалистов, из них 40 молодых ученых, аспирантов и студентов различных специальностей: геологи, метеорологи, океанологи, гляциологи, гидрологи, геофизики, биологи, археологи. Центр сотрудничает с Университетским центром Шпицбергена (UNIS), предоставляет свою базу для студенческих практик. В 2018 г. проведено три крупных мероприятия для российских и иностранных студентов: лабораторно-практический курс «Техники детектирования органических загрязнителей природной среды Арктики» (18 студентов); Летняя международная школа «АСТРА» для студентов, специализирующихся в области космической науки (19 студентов); специализированная производственная практика для студентов географического факультета МГУ (4 человека). Студенты ДВФУ на постоянной основе работают на НИС «Ледовая база Мыс Баранова» (ААНИИ), научно-опорной базе НК «Роснефть» Хастыр в Хатангском заливе (оператор ААНИИ), которые входят в сеть из четырех учебно-исследовательских полигонов «НК Роснефть» (ещё в Ногликах и во Владивостоке).

В морских исследованиях ведущих институтов студенты и аспиранты составляют заметную часть персонала. Северный Арктический федеральный университет ежегодно проводит научно-образовательные международные комплексные экспедиции «Арктический плавучий университет». Так, в экспедиции 2018 г. на НИС «Профессор Молчанов» участвовало 58 специалистов, из них 30 студентов из 12 российских и зарубежных организаций. Экспедиция «Плавучий университет на реке Лене» на теплоходе «Капитан Горовацкий» провела комплексные исследования природной и социокультурной среды и экологического состояния бассейна реки Лены от Якутска до Тикси. В ее состав входили 24 специалист, из них 9 студентов и аспирантов из Северо-Восточного федерального университета и других образовательных учреждений. Значительную часть двух экспедиций ИО РАН на НИС «Академик Мстислав Келдыш» также составляли студенты и аспиранты. В рейсе №71 половина участников были студенты и аспиранты (11 и 9 из 41), в 72 ом рейсе – соответственно 8 и 10 из 77. В международной экспедиции «Арктика-2018» на НЭС «Академик Трешников» (ААНИИ) 12 человек из 43 были студенты. Молодежь овладевает практическими навыками работ с современными измерительными комплексами, использует новые данные в подготовке квалификационных работ, научных статей и докладов. Подобная практика проведения российских экспедиционных исследований Арктики способствует расширению деятельности в области создания потенциала, профессиональной подготовки и обучения, а также активизации передачи опыта применения методов и технологий морских и наземных исследований.

**Литература**

1. Бедрицкий А.И., Данилов А.И. Исследования окружающей среды и обеспечение гидрометеорологической безопасности в высокоширотных и полярных районах. // Метеорология и гидрология. М., НИЦ «Планета», 2017, № 7, с. 24-33

2. Данилов А.И. Российские арктические морские и прибрежные научные экспедиционные исследования в 2017 году. – Российские полярные исследования, 2017, № 4(30), с. 9 –20.

## USE OF THE RUSSIAN ARCTIC EXPEDITION INFRASTRUCTURE IN PROFESSIONAL TRAINING AND EDUCATION OF SPECIALISTS

**Danilov A.I.**[1]

[1] – *Arctic and Antarctic research Institute, St. Petersburg, Russia, aid@aari.ru*

**Abstract**. The article analyzes the participation of students and postgraduates in the expedition studies of the Arctic environment as a part of education and training of specialists.

Key words. Arctic, scientific expeditions, training and education.

# ПОВЫШЕНИЕ УРОВНЯ ЗНАНИЙ И ИНФОРМИРОВАННОСТИ ШКОЛЬНИКОВ О МИРОВОМ ОКЕАНЕ

**Маркина О.М.**[1]

*1 – Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, Санкт-Петербург, Россия*

**Аннотация**. Рассказывается о фридайвинге как об органичном и естественном для человека способе познания Мирового океана. Рассмотрены элементы связи человека с морскими обитателями. Приведена информация о роли фридайвинга в осведомленности школьников о Мировом океане.

Ключевые слова: фридайвинг, апноэ, ныряние, океан, детский фридайвинг.

Древнему человеку ныряние с задержкой дыхания было необходимо для добычи пропитания и морских богатств. До сих пор у некоторых народов, живущих у берегов теплых морей, существуют профессиональные ныряльщики за дарами моря, такие как, например, японские ныряльщицы за жемчугом Ама. Позже ныряльщики использовались в военных операциях. [2] До XIX в. фридайвинг оставался практически единственной известной и доступной человеку возможностью действовать под водой [3]. С изобретением дыхательных аппаратов все изменилось. Сегодня фридайвинг (апноэ динамическое и статическое) - ныряние в длину и глубину с задержкой дыхания - это один из видов водных активностей и профессиональный спорт. Он интересен для любителей подводных спусков, чтобы познакомиться с водной средой и для профессионального спортсмена, демонстрирующего свои уникальные возможности.

Знакомство с фридайвингом помогает человеку любого возраста узнать больше об океане и его обитателях. Одно из главных правил этики всех ныряльщиков - быть гостем и сторонним наблюдателем в океане [3]. Начинающих нырять учат комфортно взаимодействовать с водной средой, уважать ее и ее обитателей. Студенты с удивлением узнают о том, как приспособлен наш организм для нахождения в воде, и как похож человек на морских млекопитающих. Эволюция привела к появлению сухопутных млекопитающих, но под воздействием меняющегося климата часть из них была вынуждена вернуться в воду, как это произошло с дельфинами и китами. Жак Майоль в своей книге «Человек дельфин» заметил идентичность внутреннего строения человека с морскими млекопитающими: за время пребывания в воде ни киты, ни дельфины не обзавелись принципиально новыми приспособлениями, позволяющими выдерживать огромное давление и адаптироваться к длительному кислородному голоданию. Изучение этих фактов привело к открытию нырятельного рефлекса млекопитающего: брадикардия, сужение периферических сосудов и кровяной сдвиг (приток крови из периферических областей тела в центральные, особенно в капилляры лёгочных альвеол; таким образом кровь сдерживает сжатие лёгких под высоким давлением воды).

Нырянием с задержкой дыхания могут заниматься не только взрослые, но и дети. Занятия с детьми в большей степени направлены на обучение ребенка взаимодействию со стихией.

Практические занятия для детей от 4 до 16 лет проходят на закрытой и открытой воде. На них детей учат плавать и нырять. К каждой возрастной группе применяется программа, разработанная на основе физиологических и психологических особенностей обучаемых.

На теоретических занятиях детям постарше подробно рассказывают об истории ныряния, Мировом океане и его обитателях, об основах физики и физиологии. Через интересные истории и сравнения человека с морскими обитателями дети получают знания о Мировом океане, человеке в нем и схожести человека с морскими обитателями.

Благодаря тому, что детей (как и взрослых) на занятиях по фридайвингу учат не бороться с водой, а взаимодействовать с ней, достигается тесный контакт с водной средой. Подобный подход резко отличает детский фридайвинг от других занятий в воде, например, секций по плаванию. У юного фридайвера изменяется не только тело, т.к. увеличивается объем легких, падает частота сердечных сокращений в покое, укрепляется мышечный корсет [1]; но и психологически такие дети немного другие: они с большим уважением и пониманием относятся к водной среде, так как находятся с ней в большем контакте. Особенно ярко этот аспект наблюдается при занятиях на открытой воде, где ребенка окружают водные обитатели.

Среди способов познания Мирового океана фридайвинг является одним из самых действенных, органичных и естественных, что позволяет как взрослым, так и детям с самого раннего возраста установить связь с водной средой и ее миром.

**Литература**

1. Брезгина Е.С. Влияние занятий оздоровительным плаванием с элементами фридайвинга на функциональное состояние детей 8-11 лет. // Выпускная квалификационная работа, РГУФСМиТ, М. – 2017. 80 с.
2. Майоль, Жак. Человек-дельфин. — М.: 1987. 237 с.
3. Молчанова Н.В. Основы ныряния с задержкой дыхания: Учебно-методическое пособие по фридайвингу. — М.: Саттва, Профиль, 2011. — 144 с.

## RAISING THE LEVEL OF KNOWLEDGE AND AWARENESS OF SCHOOLCHILDREN ABOUT THE OCEANS

**Markina O.M.[1]**

[1] – *St. Petersburg State University of Industrial Technology and Design, St. Petersburg, Russia*

**Abstract**. The report describes freediving as the organic and natural way for people to learn about the World Ocean. The connection of humans with marine mammals is considered. The information about the role of fridaving in the awareness of schoolchildren about the World Ocean is given.

Key words: freediving, apnea, diving, the ocean, children's freediving.

# ОПЕРАТИВНОЕ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ МОРСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

**Нестеров Е.С.**[1]

[1] – *ФГБУ «Гидрометцентр России», Москва, Россия, nesterov@mecom.ru*

**Аннотация:** Дается краткий обзор оперативных методов и технологий диагноза и прогноза гидрометеорологических параметров на неарктических морях России.

Ключевые слова: прогноз, волнение, течения, уровень, ледовые характеристики.

В Гидрометцентре России разработаны оперативные методы и технологии диагноза и прогноза гидрометеорологических параметров на неарктических морях России (ветер, волнение, течения, уровень, ледовые характеристики) [1]. Разработана система прогноза на 5 суток характеристик ветрового волнения на основе спектральной модели WaveWatch [3]. Прогнозы регулярно выпускаются для Баренцева, Белого, Балтийского, Черного, Азовского и Каспийского морей.

Для прогноза штормовых нагонов, которые представляют опасность для прибрежных населенных пунктов, на основе гидродинамической модели разработана система краткосрочного прогноза уровня и течений для Баренцева, Белого, Балтийского, Азовского и Каспийского морей.

В холодную часть года еженедельно составляются карты анализа ледовой обстановки на неарктических морях России с текстом прогноза на неделю. Разработан новый статистический метод долгосрочного ледового прогноза [2]. Результаты прогноза регулярно публикуются в бюллетене «Долгосрочный прогноз ледовых условий на неарктических морях на предстоящий ледовый сезон». В бюллетене содержатся прогнозы следующих характеристик:

- даты первого появления льда в портах;
- максимальная за ледовый сезон ледовитость моря;
- максимальная за ледовый сезон толщина припайного льда в районе портов;
- даты окончательного очищения моря ото льда в районе портов;
- продолжительность ледового периода в районе портов.

Развитие морских прогностических систем происходит по нескольким направлениям: развитие атмосферных и морских прогностических моделей и увеличение их разрешающей способности, усвоение новых видов информации и т.д.

**Литература**

1. Абузяров З.К., Думанская И.О., Нестеров Е.С. Оперативное океанографическое обслуживание. М.: ИГ «Социн», 2009. 287 с.
2. Думанская И.О. О методике долгосрочного прогноза ледовых условий на европейских морях России//Метеорология и гидрология. 2011. № 12. С.64-77.
3. Зеленько А.А., Струков Б.С., Реснянский Ю.Д., Мартынов С.Л. Система прогнозирования ветрового волнения в Мировом океане и морях России//Труды ГОИН.2014. № 215. С.90-101.

# OPERATIONAL HYDROMETEOROLOGICAL SERVICES OF MARINE ACTIVITIES

**Nesterov E.S.**[1]

[1] – *Hydrometeorological Research Centre of the Russian Federation, Moscow, Russia, nesterov@mecom.ru*

**Abstract.** The overview of the operational methods and technologies of diagnosis and forecasting of hydrometeorological parameters on non-arctic seas of Russia is presented.

Key words: forecast, waves, currents, sea level, ice parameters.

# Секция 1.
# АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПОГОДЫ И КЛИМАТА

## ОЦЕНКА КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ НА ОСНОВЕ МНОГОЛЕТНИХ ДАННЫХ АЭРОЛОГИЧЕСКОГО ЗОНДИРОВАНИЯ АТМОСФЕРЫ

**Абшаев А.М.[1, 2], Малкаров К.Х.[1], Синькевич А.А.[3], Михайловский Ю.П.[3, 4]**

*[1] – Научно-Производственный Центр «Антиград», г. Нальчик, Россия, abshaev.ali@mail.ru*
*[2] – Северо-Кавказский Федеральный Университет, г. Ставрополь, Россия*
*[3] – Главная геофизическая обсерватория им. А.И. Воейкова, г. Санкт-Петербург, Россия*
*[4] – Российский Государственный Гидрометеорологический университет, г. Санкт-Петербург, Россия*

**Аннотация.** Обсуждаются результаты обработки многолетних данных аэрологического зондирования атмосферы для двух физико-географических регионов – станция 26477 Великие Луки (Россия) и станция 41217 Абу-Даби (ОАЭ).

Ключевые слова: Изменение климата; глобальное потепление; аэрологическое зондирование атмосферы; метеорологические параметры; атмосфера

Данный анализ позволил выявить некоторые климатические изменения, имеющие разную амплитуду в зависимости от региона. В частности, для станции Абу-Даби за последние 33 года обнаружено потепление воздуха в слоях 1000-800 мб и 800-600 мб для всех 12 месяцев года с максимумом в летние месяцы и минимумом в зимние. Прирост температуры в июле составил около 0.6 градусов в приземном слое атмосферы (1000-800 мб) и 0.24 градуса в слое 800-600 мб, в то время как в январе потепление составило примерно 0.22 и 0.4 градуса соответственно. В более высоких слоях (600-400 мб, 400-200 мб и 200-10 мб) отмечается падение усредненных по слою температур в течение всего года. Наиболее сильно охладился слой 200-10 мб – примерно на 1.1 градуса.

Для станции Великие Луки за последние 45 лет потепление выявлено только в слое 1000-800 мб с максимумом в июле (+0.34 градуса), но с середины октября по середину марта отмечается падение температуры с минимумом в январе (-0.18 градуса). Во всех более высоких слоях (800-600 мб, 600-400 мб, 400-200 мб и 200-10 мб) отмечается падение температуры в течение всего года. Максимум уменьшения температуры, как и для Абу-Даби приходится на слой 200-10 мб; температура в данном слое уменьшилась на 1.1 – 1.3 градуса, что соотносится с изменением температуры над Абу-Даби.

В целом для обоих регионов можно отметить, что кривые месячных изменений температур имеют практические идеальную синусоидальную форму с максимумом в июле и минимумом в декабре-январе для всех слоев. В приземном слое температура увеличилась в обоих регионах, в то время как в средней или верхней тропосфере и в нижней стратосфере она уменьшилась.

Полученные результаты требуют дополнительной проверки. В дальнейшем планируется провести автокорреляционный анализ и другие процедуры обработки первичных данных с целью минимизации их неоднородности, связанной с ошибками измерения.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта UAEREP No APP-REP-2017-02120 и грантов РФФИ (17-05-00965 и БРИКС 18-55-80020).

# CLIMATE CHANGE ASSESSMENT BASED ON MULTI-YEAR DATA FROM UPPER-AIR ATMOSPHERIC SOUNDING

**Abshaev A.M.[1, 2], Malkarov K.H.[1], Sinkevich A.A.[3], Mikhailovskiy Yu.P.[3, 4]**

[1] – *Hail Suppression Research Center "Antigrad", Nalchik, Russia, abshaev.ali@mail.ru*
[2] – *Northern Caucasus Federal University, Stavropol, Russia*
[3] – *Main Geophysical Observatory. A.I. Voeikov, Saint-Petersburg, Russia*
[4] – *Russian State Hydrometeorological University, Saint-Petersburg, Russia*

**Abstract.** The long-term data of upper-air atmospheric sounding were processed for two physi-cogeographical regions — Station 26477 Velikie Luki (Russia) and Station 41217 Abu-Dhabi (United Arab Emirates). In the first case, the data archive covered the period 1974–2019, with a pass in 1997–1998; in the second case the data from 1985 to 2019 were processed.

Key words: Changing of the climate; global warming; upper-air sounding of the atmosphere; meteorological parameters; atmosphere

# КЛАССИФИКАЦИЯ ЕСТЕСТВЕННЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ СЕЗОНОВ ГОДА НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ СРЕДНЕСУТОЧНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА

**Алёхин С.Г.[1], Чернышев С.В.[1], Иванов Р.Д.[1]**

*[1] – Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского, г. Санкт-Петербург, Россия, vka@mil.ru*

**Аннотация.** Традиционное календарное деление года на четыре сезона не всегда удовлетворяет требованиям практики. В среднем календарные сезоны весна, лето, осень, зима верно отражают годовой ход основных метеорологических и климатических факторов, однако при обеспечении некоторых отраслей экономики и решении военно-прикладных задач нередко приходится встречаться с требованиями, идущими в разрез с отличительными особенностями календарных сезонов, поскольку они с каждым широтным кругом существенно отличаются от естественных климатических сезонов года. В настоящей работе предлагается подход к классификации естественных климатических сезонов года, отмечены некоторые закономерности в их распределении в зависимости от широты исследуемого района.

Ключевые слова: сезоны года, климат, среднесуточная температура воздуха, временные ряды, коррелограмма

Внетропическим территориям свойственна четырехсезонная (календарная) структура годового цикла окружающей природной среды. Сезоны отличаются друг от друга климатическим режимом, преобладающим в соответствующий временной период над местностью, с учетом физико-географических условий и структуры ландшафта. Каждому календарному сезону свойственны свои локальные процессы и явления. Наборы этих процессов и явлений с однотипными взаимосвязями между компонентами определяют естественный климатический сезон (ЕКС).

Провести классификацию ЕКС авторы предлагают на основе корреляционного анализа значений аномалий среднесуточной температуры воздуха, отражающей физическую картину наиболее устойчивых связей метеорологических факторов внутри каждого сезона. Предполагалось, что корреляционные связи этих значений во времени должны резко изменяться при переходе от одного естественного климатического сезона к другому, тем самым определяя границы этих сезонов. Внутри сезонов вследствие однородности атмосферных процессов коэффициенты корреляции должны быть близкими по величине.

Для расчетов были выбраны три станции на различных широтных кругах на приблизительно одинаковом удалении друг от друга, в пределах трех областей умеренно-континентального климата: 22520 (ст. Кемь-порт), 27612 (ст. Москва ВДНХ), 34861 (ст. Элиста). Архив исходных данных среднесуточной температуры воздуха за 54 года с 1962 по 2015 год был получен из открытой базы данных Национального центра климатической информации США по адресу: ftp.ncdc.noaa.gov/pub/data/. Всего для каждой станции было использовано около 540 значений среднесуточной температуры воздуха за каждый календарный месяц, или около 6500 значений за все исследуемые года.

Оценки коэффициентов корреляции значений аномалий среднесуточной температуры воздуха рассчитывались по классической формуле теории вероятностей. Результаты расчетов коэффициентов корреляции оформлялись в виде корреляционной матрицы. Анализ корреляционных связей аномалий среднесуточной температуры воздуха во времени проводился либо по первой строке матрицы, либо по левому столбцу. При этом полагалось, что срок, в который наблюдается резкое изменение корреляционных связей – есть граница естественного климатического сезона. Для определения

«резкого изменения» использовалось преобразование Фишера, при котором коэффициент корреляции в частных совокупностях приравнивается гиперболическому тангенсу некоторой величины $z$. Для поиска резкого изменения корреляционных связей использовалась левая граница доверительного интервала величины $z$. Даты во временном ряду, где наблюдалось первое выполнение неравенства $z - 2\sigma_z \leq 0$, соответствовали границе раздела естественных климатических сезонов.

Для примера характеристики ЕКС в районе станции «Кемь-порт» представлены в таблице 1.

**Таблица 1** – Характеристика ЕКС в районе станции «Кемь-порт»

| Номер сезона | Начало сезона | Окончание сезона | Продолжительность, сут. |
|---|---|---|---|
| № 1 | 9 декабря | 11 января | 34 |
| № 2 | 12 января | 17 февраля | 37 |
| № 3 | 18 февраля | 17 марта | 28 |
| № 4 | 18 марта | 8 апреля | 22 |
| № 5 | 9 апреля | 8 мая | 30 |
| № 6 | 9 мая | 8 августа | 92 |
| № 7 | 9 августа | 11 октября | 64 |
| № 8 | 12 октября | 20 октября | 9 |
| № 9 | 21 октября | 8 декабря | 49 |

Полученные результаты и новые знания об изменчивости естественных климатических сезонов будут полезны при обеспечении некоторых отраслей экономики и решении ряда военно-прикладных задач, например, такие сведения являются:

– предметом для бизнеса в сельском хозяйстве и животноводстве;

– основой для проведения лесокультурных работ, охотничье-промыслового хозяйства;

– ориентиром для планирования и организации экологического аэрокосмического мониторинга земной поверхности и др.

**Литература**

1. Лебедев, А.Н. Климатические сезоны СССР / А.Н. Лебедев, Г.П. Писарева // Труды ГГО имени А.И. Воейкова. – 1956. – Вып. 62(124). – С.67-84.

2. Чувашина, И.Е. Корреляционный метод определения климатических границ сезонов года / И.Е. Чувашина // Труды ГГО имени А.И. Воейкова. – 1976. – Вып. 367. – С. 68-80.

3. Кобышева, Н.В., Наровлянский, Г.Я. Климатологическая обработка метеорологической информации / Н.В. Кобышева, Г.Я. Наровлянский. – Л.: Гидрометеоиздат, 1978. – 295 с.

4. Будыко, М.И. Тепловой баланс земной поверхности: монография. – Л.: Гидрометеоиздат, 1956. – 256 с.

5. Кобышева, Н.В., Костин, С.И., Струнников, Э.А. Климатология: учебник. – Л.: Гидрометеоиздат, 1980. – 344 с.

6. Мещерская, А.В. и др. Естественные составляющие метеорологических полей: монография. / А.В. Мещерская, Л.В. Руховец, М.И. Юдин, Н.И. Яковлева. – Л.: Гидрометеоиздат, 1970. – 199 с.

7. Пановский, Г.А., Брайер, Г.В. Статистические методы в метеорологии / Г.А. Пановский, Г.В. Брайер. – Л.: Гидрометеоиздат, 1967. – 242 с.

# CLASSIFICATION OF NATURAL CLIMATIC SEASONS OF YEAR ON THE BASIS OF THE ANALYSIS OF TEMPORARY RANKS OF AVERAGE DAILY AIR TEMPERATURE

**Alyokhin S.G.[1], Chernyshev S.V.[1], Ivanov R.D.[1]**

[1] – *Military space academy of A.F. Mozhaysky, St. Petersburg, Russia, vka@mil.ru*

**Abstract.** Traditional calendar division of year into four seasons not always meets requirements of practice. On average calendar seasons the spring, summer, fall, winter truly reflect the annual course of the major meteorological and climatic factors, however during the providing some branches of economy and the solution of military and applied tasks quite often it is necessary to meet the requirements going to a section with distinctiveness of calendar seasons as they with each width circle significantly differ from natural climatic seasons of year. In the presented work approach to classification of natural climatic seasons of year is offered, some regularities in their distribution depending on the latitude of the study area are noted.

Keywords: seasons of the year, climate, average daily air temperature, time series, correlogram.

# ВЛИЯНИЕ СТРАТОСФЕРНЫХ ВОЛН НА БЛОКИРУЮЩИЕ СИТУАЦИИ В ТРОПОСФЕРЕ

**Анискина О.Г.[1], Винокурова Е.В.[1], Моцаков М.А.[1], Погорельцев А.И.[1]**

*[1] – Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия, olga.aniskina@mail.ru*

**Аннотация.** Рассматривается влияние планетарных стратосферных волн на циркуляцию тропосферы, в частности на блокирующие ситуации.

Ключевые слова: Стратосферно-тропосферное взаимодействие. Блокирующие ситуации. Планетарные волны.

Планетарные стратосферные волны играют значительную роль в тропосферных процессах [1]. Для исследования этого влияния проанализированы распространяющиеся вниз планетарные стратосферные волны по данным о полях гепотенциальной высоты на 37 поверхностях от 1 гПа до 1000 гПа с шагом по горизонтали $1^0$ , полученные из реанализа ERA-Interim. Была исследована циркуляция на территории Российской Федерации с декабря по апрель за период 1979-2017 гг.

Для определения динамической связи между полями геопотенциальной высоты в стратосфере и тропосфере использовался SVD анализ со сдвигом по времени. Для определения связанных мод анализировалась пространственно-временная структура поля аномалий геопотенциальной высоты. Ковариация определялась по временным рядам двух полей на разных высотах в разные моменты времени ($H_1(x,t)$ и $H_2(x,t)$). Основываясь на подходе, предложенном в [2,3], поля геопотенциальной высоты на различных уровнях раскладывались в ряд по естественным ортогональным функциям

$$H_1(x, t) = \Sigma\, u_n(x)\, a_n(t)$$

$$H_2(x, t) = \Sigma\, v_n(x)\, b_n(t + \tau)$$

Ковариация между коэффициентами разложения $a_n(t)$ и $b_n(t + \tau)$ является $n$-ым сингулярным числом ковариационной матрицы между полями геопотенциальной высоты $H_1$ и $H_2$ в моменты времени $_t$ и $t + \tau$.

Общий квадрат ковариации между двумя полями определялся по формуле

$$SC = \Sigma\, s_n^2,$$

где $s_n^2$- квадрат $n$-го сингулярного числа ковариационной матрицы между $H_1(x,t)$ и $H_2(x,t)$ – созданный путем расчета ковариационной матрицы между двумя коэффициентами разложения $a(t)$ и $b(t + \tau)$.

Самый верхний уровень 1 гПа, а SVD-анализ проводился сверху вниз от 1 гПа до 1000 гПа при различном временном сдвиге (τ) от -30 до +30 дней, то есть всего использовался 61 момент времени. На верхнем уровне временной интервал с 1 декабря по 30 апреля был фиксирован; тогда как на других высотах был сдвиг по времени на –30 до 30 дней с интервалом в 1 день. Таким образом, положительный сдвиг указывает на то, что стратосфера является ведущей, а в тропосфере наблюдалось запаздывание и наоборот.

Для того чтобы понять вклад волновых процессов и зонального среднего поля, был проведен SVD-анализ между зонально осредненными полями, полями флуктуаций (т. е. отклонением между зональным средним) и полями двух первых планетарных волн.

До SVD анализа из полей геопотенциальной высоты был исключен сезонный цикл, учтено изменение плотности с высотой и изменение площади ячеек от экватора к полюсу.

В результате исследований получено, что наблюдается четко выраженная связь между распространением сверху вниз планетарных стратосферных волн с волновыми числами 1 и 2и циркуляцией тропосферы. В разные годы эта связь проявляется с различными задержками по времени (3 и 30 суток), но в среднем максимальная ковариация проявляется при запаздывании около 15 суток.

**Литература**

1. Гечайте И., Погорельцев А.И., Угрюмов А.И. Волновое взаимодействие стратосфера-тропосфера как предвестник аномальных похолоданий в восточной части балтийского региона / Ученые записки РГГМУ. 2016, № 43 - С. 129-139.
2. Perlwitz, J., and N. Harnik, 2003: Observational evidence of a stratospheric influence on the troposphere by planetary wave reflection. J. Climate, 16, 3011–3026.
3. Perlwitz, J., and N. Harnik, 2004: Downward coupling between the stratosphere and troposphere: The relative roles of wave and zonal mean processes. J. Climate, 17, 4902–4909.

## THE IMPACT OF STRATOSPHERIC WAVES ON A BLOCKING SITUATION IN THE TROPOSPHERE

**Aniskina O.G.[1], Vinokurova E.V.[1], Motsakov M.A.[1], Pogoreltsev A.I.[1]**

[1] – *Russian State Hydrometeorological University, Saint-Petersburg, Russia, olga.aniskina@mail.ru*

**Abstract.** The influence of planetary stratospheric waves on the circulation of the troposphere, in particular, on blocking situations, is considered.

Keywords: stratospheric-tropospheric interaction, blocking situations, planetary wave.

# О ВОПРОСЕ ПРИМЕНЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАБОТ ПО АКТИВНОМУ ВОЗДЕЙСТВИЮ НА ОБЛАКА И ТУМАНЫ

**Антонов С.В.[1], Бычков А.А.[1], Сергеев Б.Н.[1], Частухин А.В.[1], Корнеев В.П. [1], Щукин Г.Г.[2]**

*[1] – АНО «Агентство атмосферных технологий», г. Москва, attech@mail.ru*
*[2] – ВКА имени. А.Ф. Можайского, г. Санкт-Петербург*

**Аннотация.** В докладе приводятся результаты теоретических исследований по оценке возможности применения беспилотных летательных аппаратов при проведении работ по активному воздействию на облака.

Ключевые слова: активные воздействия, беспилотные летательные аппараты, пограничный слой атмосферы, низкая облачность, переохлажденный туман.

Активные воздействия (АВ) на различные формы облачности и туманы в интересах тех или иных отраслей экономики по-прежнему представляют собой одно из востребованных направлений деятельности. При реализации существующих технологий АВ основным способом воздействия является доставка в облака льдообразующих аэрозолей или хладореагентов, которые при попадании в переохлажденную часть облака приводят к формированию в нем дополнительных ледяных кристаллов, которые в дальнейшем служат зародышами дополнительных осадков. Разработанные технологии позволяют проводить работы по АВ с целью:

- искусственного регулирования осадков (ИРО), включающие работы по искусственному увеличению осадков (ИУО) в интересах гидроэнергетики и сельского хозяйства, по борьбе с лесными пожарами, работы по искусственному уменьшению или предотвращению летних и зимних осадков;
- искусственного рассеяния туманов в аэропортах и на автодорогах.
- защиты сельскохозяйственных культур от градобитий.

В настоящее время наряду с применением самолётной технологии, при проведении работ по АВ с целью ИРО и предотвращения града в мире все чаще используются наземные аэрозольные генераторы (НАГ). Результаты теоретических и экспериментальных исследований показали, что важнейшими параметрами, определяющими эффективность работ с помощью НАГ, являются вертикальный профиль скорости и направления ветра в пограничном слое атмосферы. Оперативно получаемая информация о профиле ветра в пограничном слое атмосферы необходима для определения мест установки генераторов и режимов их работы как на этапе планирования, так и для контроля результатов выполнения работ по АВ на облака.

В докладе приводятся результаты экспериментальных исследований применения беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) в работах по АВ для получения вертикального профиля ветра в пограничном слое атмосферы с помощью сбрасываемого с борта БПЛА дропзонда. Результаты выполненных экспериментов показали, что использование БПЛА позволяет дополнить существующие способы измерения поля ветра в пограничном слое атмосферы, получаемых с помощью дистанционных и инструментальных методов, что позволяет повысить оперативность управления НАГ.

По мнению авторов перспективным является использование БПЛА является для проведения работ по искусственному рассеянию переохлажденных туманов и низкой облачности.

Представленные результаты теоретических исследований по оценке эффективности воздействий льдообразующими реагентами с борта БПЛА на переохлаждённый ту-

ман и низкую облачность, показали, что воздействия на переохлаждённый туман с использованием пиротехнических генераторов AgI и современного наноразмерного льдообразующего реагента LN-212 с борта БПЛА позволяют осуществить искусственное рассеяние тумана с высокой степенью эффективности.

**Литература**

1. Колосков Б.П., Корнеев В.П., Щукин Г.Г. Методы и средства модификации облаков, осадков и туманов. // Монография. – Санкт-Петербург. – 2012. – 341 с.
2. Бычков А.А., Сергеев Б.Н., Щукин Г.Г. Оценка эффективности искусственного увеличения осадков с использованием легких летательных аппаратов / // Научно-теоретический журнал «Учёные записки Российского государственного гидрометеорологического университета». – 2017. – № 47. – С. 68-77.
3. Частухин А.В., Сергеев Б.Н., Колосков Б.П. Моделирования рассеяния переохлажденного тумана с использованием трехмерной численной модели Fog Seeding // Научно-теоретический журнал «Учёные записки Российского государственного гидрометеорологического университета». – 2017. – № 49. – С. 47-57.
4. Бычков А.А., Корнеев В.П., Колосков Б.П., Частухин А.В., Петрунин А.М. Перспективы использования беспилотных летательных аппаратов в работах по воздействию на облака и туманы // Доклады Всероссийской конференции по физике облаков и активным воздействиям на гидрометеорологические процессы, посвящённой 80 – летию Эльбрусской высокогорной комплексной экспедиции АН СССР. - Нальчик, 2015 г., ч 2, с. 58-66.
5. Бычков А.А., Колосков Б.П., Корнеев В.П., Щукин Г.Г., Петрунин А.М., Частухин А.В., Мельник С.В. Использование данных о вертикальном профиле ветра в работах по активному воздействию на облака наземными аэрозольными генераторами // Материалы III Всероссийской научной конференции «Экология и космос» имени Академика К.Я.Кондратьева, посвященной году экологии в Российской Федерации, ВКА имени А.Ф.Можайского, Санкт Петербург, 2017
6. Антонов С.В., Бычков А.А., Сергеев Б.Н., Щукин Г.Г., Частухин А.В. Теоретическое обоснование применения беспилотных летательных аппаратов в работах по воздействию на переохлажденные туманы // Труды Военно - космической академии имени А.Ф. Можайского, Вып. № 662, - Санкт Петербург, 2018 г., с. 13-18.

## ON THE ISSUE OF THE USE OF UNMANNED AERIAL VEHICLES FOR SUPPORT OF WORKS ON ACTIVE IMPACT ON CLOUDS AND FOG

**Antonov S.V.[1], Bychkov A.A.[1], Sergeev B.N.[1], Chastuchin A.V.[1], Korneev V.P.[1], Shchukin G.G.[2]**

*[1] – The Autonomous Nonprofit Organization «Agency of Atmospheric Technologies», Moscow, attech@mail.ru*
*[2] – Mozhaisky Air&Space Akademy, Saint Petersburg, Russia*

**Abstract.** The report analyse existing methods and means of wind sensing of the atmosphere boundary layer. The results of sounding of the atmospheric boundary layer by the method of radiosonde discharge from the UAV Board are presented.

Keywords: unmanned aerial vehicles, sensing of the atmospheric boundary layer, work on the active effect on supercooled fog.

# ПРОГРАММНОЕ РЕШЕНИЕ ОЦЕНКИ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ

**Афанасьева Ю.С.[1], Белоусова Л.Ю.[1], Рустамов Ю.М.[1]**

*[1] – Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации, Санкт-Петербург, Россия, spbguga-af-julia@yandex.ru*

**Аннотация.** Рассматриваются результаты исследований по идентификации различных опасностей и определений их качественных и количественных характеристик в целях сокращения ущерба от опасных явлений и принятия превентивных мер.

Ключевые слова: опасные явления погоды, анализ рисков, управление рисками, вероятность возникновения опасных явлений.

Деятельность человека и развитие антропосферы из года в год оказывают все более негативное влияние на окружающую среду, что приводит к изменению климата, нарушая периодичность повторяемости опасных погодных явлений и усложняя тем самым их прогнозирование.

В целях сокращения ущерба от опасных явлений погоды, необходимо рассчитывать вероятность их возникновения с большей заблаговременностью, чем в настоящее время это позволяют используемые прогностические методики. Для принятия превентивных мер от негативного воздействия гидрометеорологических явлений требуются долгосрочные планы действий, основанные на научно обоснованных перспективных оценках изменения климата, включая оценки изменения статистики экстремальных погодных явлений. [1]

Повысить эффективность и объективность анализа риска можно с помощью исследований по идентификации различных опасностей и определений его качественных и количественных характеристик. Для того, чтобы обеспечить процесс управления риском необходимой информацией, требуется сравнение рисков разной природы, оценка их последствий и величины, а также систематизация и классификация возможных рисков.

Одним из методов анализа частот для оценки вероятности возникновения нежелательных событий в виде опасных погодных явлений является использование соответствующих статистических данных для идентификации события или ситуации, произошедших в прошлом и допускающих возможность экстраполяции вероятности их появления в будущем. [2]

Для более точного статистического анализа повторяемости явлений погоды с учетом их продолжительности авторами было разработано программное решение, позволяющее загружать данные массива наблюдений за явлениями погоды с указанием времени их начала и окончания с 1977 по 2015гг из базы данных [3] в текстовом формате, расшифровывать их для возможности работать с информацией без специальных знаний, производить расчет годового и суточного хода повторяемостей явлений погоды с расчетным интервалом для годового хода в 1 месяц, а для суточного – 30 минут.

Данное программное решение дает возможность проанализировать вероятность возникновения явлений погоды в различное время года и суток и оценить, связанные с ними риски в виде экономических потерь. Это позволяет дополнить информацию о фактической погоде и прогнозах еще и информацией о метеорисках и принимать более взвешенные решения, необходимые для снижения уровня ущерба от негативных последствий опасных гидрометеорологических явлений.

Учёт влияния метеорологических рисков необходим при решении различных экономических задач. Разработанная методика является универсальной и позволяет рассчитать возможные экономические потери для любой сферы деятельности человека и для любого явления погоды.

**Литература**

1. Росгидромет «Экстремальные погодные явления возглавили список глобальных рисков». URL: http://www.meteorf.ru/press/news/13145/?sphrase_id=153742

2. ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010—2011. Менеджмент риска. Методы оценки риска. Введ. С 01.12.2011г. – Москва: Стандартинформ, 2012.

3. Булыгина О.Н., Веселов В.М., Александрова Т.М., Коршунова Н.Н. «Описание массива данных по атмосферным явлениям на метеорологических станциях России.» Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2015620081. URL: http://meteo.ru/data/345-atmosfernye-yavleniya-sroki#описание-массива-данных.

## SOFTWARE SOLUTION FOR METEOROLOGICAL RISK ASSESSMENT

**Afanasieva Y.S.[1], Belousova L.Y.[1], Rustamov Y.M.[1]**

*[1] – St. Petersburg state University of civil aviation, St. Petersburg, Russia, spbguga-af-julia@yandex.ru*

**Abstract.** Human activities and the development of the anthroposphere lead to climate change, disrupting the frequency of occurrence of dangerous weather events and thereby complicating their prediction.

Keywords: the frequency of weather phenomena, economic losses from the negative impact of weather phenomena.

# СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА В АБХАЗИИ

**Ахсалба А.К.[1, 2], Дбар Р.С.[1], Экба Я.А.[2]**

*[1] – Институт экологии Академии наук Абхазии, Сухум, Абхазия, ieana-abkhazia@mail.ru, Asida_cen@mail.ru*
*[2] – Абхазский государственный университет, Сухум, Абхазия*

**Аннотация.** Рассмотрены современные проблемы изменения регионального климата. Изменение климата ведет к изменениям в частоте, интенсивности, пространственных масштабов, продолжительности и сроках экстремальных метеорологических и климатических явлений.

Ключевые слова: региональный климат, температура поверхностного слоя воздуха, атмосферные осадки, шквал, наводнения, склоновые процессы.

Территория республики Абхазия как горная территория весьма восприимчива к процессам глобального изменения климата, которые приводят к возрастанию частоты и интенсивности опасных явлений погоды в горных регионах. Устойчивое развитие таких территорий диктует потребность в создании и совершенствовании методов прогноза регионального климата на разных временных масштабах в целом, и опасных погодных явлений в частности [1,2].

На территории Абхазии установлены 3 автоматизированные метеорологические станции серии Vantage Pro2, а также наблюдателями ведутся станционные измерения метеоэлементов на гидрометеорологической станции «Сухумский Маяк».

Результаты исследования содержат изучение региональных особенностей проявлений изменчивости климата. В рамках данного направления рассчитаны тенденции межгодовой изменчивости характеристик периодов на основе нескольких индикаторных параметров. За весь период наблюдений (1904-2018 гг.) температура приземного слоя воздуха (ПСВ) имеет тенденцию к повышению, с максимумом среднегодовой температуры 2010 г. (18,6°С) (рис.1).

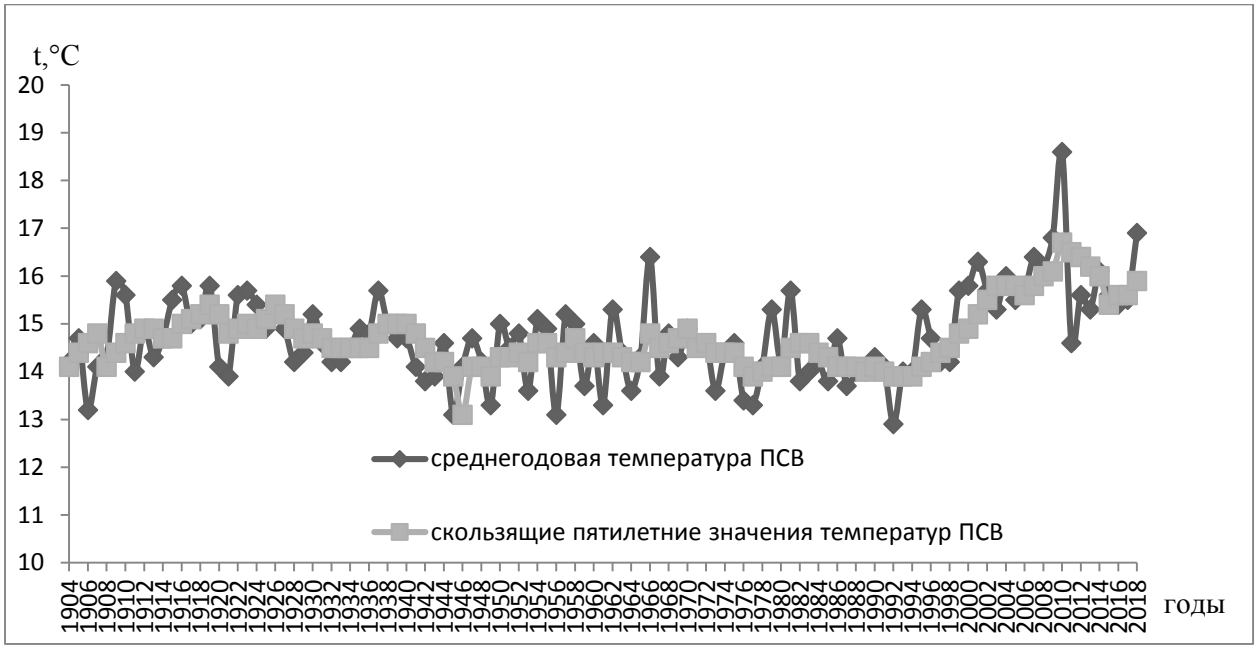



Рис. 1. Годовая изменчивость температуры ПСВ за период 1904-2018 гг. по данным гидрометеостанции «Сухумский маяк».

Прирост приземной температуры воздуха характерен для всех сезонов года. При этом, повышение температур наблюдается во всех сезонах с максимумом в летний период на 2,2°С. В летний период изменения среднемесячных значений значительны. Самым теплым месяцем года является август, что связано с максимальным прогреванием морской воды. относительно базовой климатической нормой за последующие два тридцатилетия температура ПСВ повышается.

В отличие от глобальной ситуации, среднегодовой тренд температуры в Абхазии формируется не за счёт повышения минимальных температур в холодное время года, а в результате повышения максимальных температур в летнее и осеннее время. Анализ многолетних данных по температуре воздуха за более чем вековой период, показал, что существенное повышение температур для прибрежной зоны Абхазии наблюдается с 1993 г. по настоящее время.

Характерной чертой внутригодового распределения атмосферных осадков является неравномерность. В этом отношении имеется большое различие между северной и южной частями побережья и между низменной и высокогорной зонами. Наблюдается увеличение годовых сумм осадков, максимальное количество атмосферных осадков выпало в 2016 г., превышающие 3400мм. За последние десятилетия относительно базовой климатической нормы (за период 1961-1990 гг.) годовые суммы осадков увеличились в два раза (норма 1500 мм).

Потепление климата привело к усилению контраста метеоявлений: т.е. увеличиваются периоды засухи в летнее время и период избыточных осадков осенью, что отрицательно влияет на интенсивность вегетации фитоценозов весной, созревание и уборке урожаев осенью. Наблюдаются случаи, когда за несколько дней выпадает месячная норма осадков. В ряде районов происходят оползни. Участились случаи затопления прибрежных зон Абхазии из-за выпадения месячных норм осадков в отдельные сутки. Из-за сильных ливней к критическим отметкам подбирается уровень воды в некоторых реках Абхазии.

В последнее десятилетие участились резкие колебания направления и скорости ветра, именуемые порывами ветра, а особенно сильные из них – шквалами. При шквале ветер в один момент и краткосрочно (пару минут) резко усиливается (нередко до штормового) и потом слабеет. При всем этом, обычно, изменяется и его направление. Отметим, что порывы шквальных ветров наносят существенный урон экономике республики Абхазии.

Таким образом, состояние прибрежных экосистем Черноморского региона вызывает серьезную тревогу, порожденную не только антропогенными, но и природными причинами (экстремальными метеорологическими явлениями), а также и частотой их повторения. Особенно это актуально для Республики Абхазия, с акватории которой происходит трансграничный перенос вод, речных плюмов, взвешенного вещества и загрязнений. Увеличение концентрации взвешенного вещества в прибрежных водах также может быть следствием сильного ветрового волнения, вызванного сильным штормом.

**Литература**

1. Ахсалба А.К., Экба Я.А., Марандиди С.И. Особенности формирования температуры приземного слоя воздуха на территории Абхазии и Ставропольского края. Доклады Международной научной конференции с элементами научной школы «Инновационные методы и средства исследований в области физики атмосферы, гидрометеорологии, экологии и изменения климата». Ставрополь, 2018 г.С.213-216.

2. Лебедев С.А., Костяной А.Г., Беданоков М.К., Берзегова Р.Б. Ахсалба А.К. Климатические изменения температуры поверхности и уровня Черного моря по данным дистанционного зондирования у побережья Краснодарского края и республики Абхазия. - Материалы IV Междуна-

родной научно-практической конференции. Часть 2. - Майкоп: Изд-во «ИП Кучеренко В.О.», 2017. - С. 35-42.

## CURRENT TRENDS IN CLIMATE CHANGE IN ABKHAZIA

**Akhsalba A.K.[1, 2], Dbar R.S.[1], Ekba Y.A.[2]**

*[1] – Institute of ecology, Academy of Sciences of Abkhazia. Sukhum. Abkhazia.*
*ieana-abkhazia@mail.ru, Asida_cen@mail.ru*
*[2] – Abkhazian state university. Sukhum. Abkhazia*

**Abstract**. The article deals with the modern problems of change regional climate. Climate change leads to changes in frequency, intensities, spatial extent, duration and timing extreme weather and climate events.

Key worlds: regional climate, surface layer temperature of air, precipitation, squall, floods stone processes.

# АЛГОРИТМ ЛИДАРНОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФОНОВОЙ ЗАСВЕТКИ И КОЭФФИЦИЕНТА ОСЛАБЛЕНИЯ СЛАБО ЗАМУТНЕННОЙ АТМОСФЕРЫ БЕЗ ИТЕРАЦИОННОГО ПРОЦЕССА

**Бобровский А.П.[1], Дьяченко Н.В.[1], Егоров А.Д.[1], Косцов[1] В.В., Калиничев Д.В.[1], Куклин О.А.[1], Михтеева Е.Ю.[1], Потапова И.А.[1], Скобликова А.Л.[1], Хлябич П.П.[1], Яковлева Т.Ю.[1]**

*[1] – Российский государственный гидрометеорологический университет, г. Санкт-Петербург, Россия, potapovaira@yandex.ru, egorovad@rambler.ru*

**Аннотация.** Предложен новый метод обработки лидарных данных без использования итераций. Сформулированы алгоритмы определения фоновой засветки и коэффициента ослабления.

Ключевые слова: фоновая засветка, слабо замутненная атмосфера, обратное рассеяние.

Использование лидаров обеспечивает оперативное выполнение измерений характеристик атмосферы. Вместе с тем, она предполагает решение проблемы интерпретации лидарной информации, которая усложняется при зондировании слабо замутненной атмосферы. В частности, при измерении и интерпретации сигналов обратного рассеяния малой мощности существенно возрастает роль фоновой засветки.

Целью настоящей работы является развитие методов, изложенных в [1], необходимых для обработки эхо-сигналов при зондировании атмосферы повышенной прозрачности.

Обработка лидарных данных выполняется на основе решения лидарного уравнения, которое связывает сигнал обратного рассеяния с коэффициентом ослабления и коэффициентом обратного рассеяния.

В случае слабо замутненной оптически однородной атмосферы, когда коэффициенты ослабления и обратного рассеяния постоянны вдоль трассы зондирования, лидарное уравнение можно записать в виде:

$$P_i = P_* + \frac{B}{R_i^2}\exp\left(-2\sigma R_i\right), \tag{1}$$

где

$$B = A\beta. \tag{2}$$

$A$ – постоянная лидара, $\beta$ – коэффициент обратного рассеяния, $\sigma$ – коэффициент ослабления. $P$ – мощность сигнала обратного рассеяния, $P_*$ – мощность солнечного излучения, рассеянного атмосферой в направлении на приемное устройство лидара, $R$ – расстояние между лидаром и $i-$м рассеивающим элементом.

Задача состоит в том, чтобы найти неизвестные постоянные $P_*$, $B$, $\sigma$.

Для обработки эхо-сигналов без итерационного процесса предлагается наряду с уравнением (1) рассмотреть уравнения

$$P_{i+1} = P_* + \frac{B}{R_{i+1}^2}\exp\left(-2\sigma R_{i+1}\right), \tag{3}$$

$$P_{i+2} = P_* + \frac{B}{R_{i+2}^2}\exp\left(-2\sigma R_{i+2}\right). \tag{4}$$

С учетом уравнений (1), (3), (4) можно получить:

$$\frac{(P_i - P_*)R_i^2}{(P_{i+1} - P_*)R_{i+1}^2} = \frac{(P_{i+1} - P_*)R_{i+1}^2}{(P_{i+2} - P_*)R_{i+2}^2} = \exp\left(2\sigma h\right), \tag{5}$$

где $h$ - шаг,

$$h = R_{i+1} - R_i . \tag{6}$$

С учетом уравнений (5), вместо суммы (1) можно минимизировать сумму

$$\delta_*^2 = \sum_1^n a_i P_*^2 + b_i P_* + c_i , \tag{7}$$

где

$$a_i = R_{i+1}^4 - R_i^2 R_{i+2}^2 , \tag{8}$$

$$b_i = (P_i + P_{i+2}) R_i^2 R_{i+2}^2 - 2 P_{i+1} R_{i+1}^4 , \tag{9}$$

$$c_i = P_{i+1}^2 R_{i+1}^4 - P_i P_{i+2} R_i^2 R_{i+2}^2 . \tag{10}$$

При этом для расчета фоновой засветки получается уравнение

$$P_*^3 + a P_*^2 + b P_* + c = 0, \tag{11}$$

где

$$a = \frac{3\sum_1^n a_i b_i}{2\sum_1^n a_i^2}, \qquad b = \frac{\sum_1^n (2c_i + a_i) a_i}{2\sum_1^n a_i^2}, \quad c = \frac{\sum_1^n b_i c_i}{2\sum_1^n a_i^2}. \tag{12}$$

Решение Кардано уравнения (11):

$$P_* = a_* + b_* - \frac{a}{3}, \tag{13}$$

где

$$a_* = \sqrt[3]{-\frac{q}{2} + \sqrt{Q}}, \qquad b_* = \sqrt[3]{-\frac{q}{2} - \sqrt{Q}}, \tag{14}$$

$$Q = (\frac{p}{3})^3 + (\frac{q}{2})^2, \qquad p = -\frac{a^2}{3} + b, \quad q = 2(\frac{a}{3})^3 - \frac{ab}{3} + c. \tag{15}$$

Результаты определения фоновой засветки для $R_0 = 2{,}5 км$ представлены в таблице 1.

**Таблица 1** – Результаты определения фоновой засветки для $R_0 = 2{,}5 км$

| $\Delta R, км$ | 1 | м | м | м |
|---|---|---|---|---|
| $P_*$ /10 шум | 38,06 | 37,65 | 37,15 | 37,12 |

Результаты определения фоновой засветки для $R_0 = 10{,}5 км$ представлены в таблице 2.

**Таблица 2** – Результаты определения фоновой засветки для $R_0 = 10{,}5 км$

| $\Delta R, км$ | 0,5 | 1 | 2 | 2,5 |
|---|---|---|---|---|
| $P_*$ /10 шум | 36,97 | 36,99 | 36,99 | 36,99 |

Следует отметить наличие систематической погрешности для $R_0 = 2{,}5 км$ и ее отсутствие для $R_0 = 10{,}5 км$.

В настоящей работе предложен метод, повышающий скорость обработки лидарных данных. Метод основан на возможности сформулировать задачу, которая имеет аналитическое решение, не требующее выполнения итераций. Задача решена для фоновой засветки.

**Литература**

1. Yegorov A.D., Potapova I.A., Rzhonsnitskaya Yu.B., Sanotskaya N.A., Shchadin A.V. Atmospheric aerosol measurements and reliability problem: new results/ International Journal of Remote Sensing, 2014, 35, 5750-5765.

## TRANSPARENT METRY WEAKLY TURBID ATMOSPHERE USING LIDAR SYSTEMS

**Bobrovsky A.P. [1], Dyachenko N.V.[1], Yegorov A.D.[1], Kalinichev D.V.[1], Kostsov V.V.[1], Kuklin O.A. [1], Mikhteeva E.Y.[1], Skoblikova A.L.[1], Potapova I.A.[1], Khlyabich P.P.[1], Yakovleva T.Y.[1]**

*[1] – Russian state hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia, potapovaira@yandex.ru, egorovad@rambler.ru*

**Abstract.** There is proposed the new method of lidar data processing without iterations. Algorithms for determination of power of the background light and extinction coefficient are formulated.

Key words: background light, slightly turbid atmosphere, backscattering.

# КЛИМАТ ВЕЛИКОГО НОВГОРОДА В 20 – НАЧАЛЕ 21 СТОЛЕТИЯХ

**Бойцов В.Д.**[1]

[1] – *Новгородский филиал ФБГНУ «ВНИРО» г. Великий Новгород, Россия, vboitsovd@mail.ru*

**Аннотация**. В многолетней динамике температуры воздуха Великого Новгорода выявлена длительная фаза умеренного похолодания 1900 – 1987 гг., после которого началось интенсивное потепление климата. Наибольшая скорость этого процесса наблюдалась весной и осенью.

Ключевые слова: температура воздуха, климат, потепление.

Климат Новгородской области, которая находится на северо-западе Европейской части России, является умеренно-континентальным. Его особенности определяются количеством поступающей солнечной радиации, преобладанием западного переноса воздушных масс атлантического происхождения, вторжением арктического воздуха и повышенной циклонической активностью. Заметное влияние на климат оказывает близость Балтийского моря.

Цель работы — проанализировать особенности изменений климата Великом Новгорода по данным среднегодовой температуры воздуха с 1900 по 2018 г., выделить продолжительные фазы его потепления и похолодания и определить уровень их аномальности.

Выборку температуры воздуха В. Новгорода за 119-летний период можно разделить на две части. В 1900-1987 гг. в ее изменчивости отсутствует статистически значимый тренд. Анализ аномалий относительно среднего значения за 20-е столетие, показал, что температура воздуха в течение этого периода в основном была ниже нормы и лишь в 28% случаев она ее превышала. Чаще всего это наблюдалось эпизодически и только в 1934-1938 гг. наступило относительно продолжительное повышение температуры, которое произошло в период потепления Арктики. Поэтому средняя аномалия температуры воздуха В. Новгорода в 1900-1987 гг. оказалась отрицательной (-0,41 °С), т.е. климатический фон в этот период был умеренно-холодным.

После 1987 г. началось современное потепление климата В. Новгорода и в течение 31 года температура воздуха была выше среднемноголетней величины. Только в 1996 г. она оказалась на 0,62 °С ниже нормы. В 1989, 2008 и 2014 гг. аномалия температуры превысила 2 °С, а в 2015 г. был зафиксирован ее исторический максимум (2,64 °С). В 1988-2018 гг. средняя положительная аномалия теплового состояния воздушных масс составила 1,16 °С.

По данным наблюдений температуры воздуха на четырех прибрежных станциях Балтийского моря нами также был выделен один продолжительный умеренно-холодный период, который, как и в В. Новгороде, длился с 1900 г. в течение 88 лет. Его сменила теплая климатическая фаза [3]. Температура воздуха в Баренцевом море и на северо-востоке Норвежского моря чаще всего стала превышать норму после 1987–1988 гг. [1,2]. Следовательно, одновременное начало современного потепления климата на побережье Балтийского моря и в Северо-Европейском бассейне, а также в В. Новгороде могло быть вызвано крупномасштабными процессами, например, начавшимся доминированием западного переноса воздушных масс с акватории Северной Атлантики через районы Европы и прилегающие к ней морские акватории. После окончания потепления Арктики средний индекс Северо-Атлантического колебания (САК) в декабре-феврале 1950-1988 гг. имел отрицательное значение (-0,35), что указывает на ослабление западного зонального переноса. В 1989-2018 г. индекс САК был

положительным (0,64), поэтому в этот период в приземной атмосфере наблюдалось преобладание воздушных потоков с океана в восточном направлении.

Выполнен сравнительный анализ скорости увеличения температуры воздуха в календарные сезоны в период потепления климата В. Новгорода с 1988 по 2018 г. Осенью каждые 10 лет температура повышалась на 0,83 °С, весной этот показатель составил 0,55 °С/10лет. Зимой и летом также происходило ее увеличение, однако рост был значительно меньше, 0,34 и 0,29 °С/10 лет соответственно. Скорость повышения среднегодовой температуры воздуха за этот период составила 0,48 °С/10 лет. Следовательно, наиболее интенсивное потепление в В. Новгороде наблюдалось в переходный сезон от лета к зиме. Скорость повышения температуры воздуха весной была на 34% меньше, чем осенью и в 2,4-2,9 раза меньше зимой и летом.

Для проведения сравнительного анализа интенсивности потепления климата в В. Новгороде и в других регионах Европейской части России был выбран временной диапазон с 1976 по 2017 г. (данные из «Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2017 год» [4]). Это сделано потому, что в научной литературе нам не удалось найти результаты оценок коэффициентов линейного тренда температуры воздуха других районов для 1988—2017 гг.

Скорость увеличения температуры приземного воздуха в В.Новгороде в 1976—2017 гг. была выше зимой, весной, летом и за год, чем осредненной температуры для территории Северо-Западного федерального округа и Европейской части России. Наибольшие различия имело место в холодный период (0,20-0,37 °С/10 лет), тогда как в остальные сезоны и в среднем за все месяцы они оказались менее 0,1°С/10 лет. Скорость роста температуры воздуха в В.Новгороде осенью была на 0,09 °С/10 лет меньше среднего показателя для Западного федерального округа и Европейской части России. Для периода с 1976 по 2005 г. скорость повышения среднегодовой температуры воздуха в В. Новгороде (0,65 °С/10 лет) также оказалась больше таковой, рассчитанной по средним данным для 16 метеорологических станций на Европейской части России (0,52 °С/10 лет) О.С. Крышняковой и В.Н. Малининым [5].

Поскольку изложенные выше результаты исследований были получены с использованием наиболее продолжительной выборки температуры воздуха В. Новгорода, важно было определить, являются ли они представительными и для Новгородской области в целом. Спектральный анализ данных за 1945-2018 гг. В. Новгорода и метеостанций соседних областей, расположенных вблизи границ Новгородской области и находящихся в одной климатической зоне (Тихвин, Великие Луки, Бологое), а также Старой Руссы (в этих пунктах наблюдения начались с 1945 г.) показал наличие близкой частотной структуры колебаний температуры воздуха. Кроме того между рассматриваемыми выборками существует высокая статистическая связь ($r = 0,90$ — $0,99$). Это позволило считать, что результаты исследований особенностей динамики климата В. Новгорода в 20 – начале 21 столетиях являются репрезентативными и для всей Новгородской области.

**Литература**

1. Бойцов В.Д. Возможные причины пространственных различий сроков начала современного потепления климата в Северной Атлантике и Северо-Европейском бассейне. Вопросы промысловой океанологии – М.: Изд-во ВНИРО, 2010. Вып. 7, № 1. - С. 145–159.

2. Бойцов В.Д. Межгодовые колебания гидрометеорологических характеристик в Баренцевом море, Северной Атлантике и Северном Ледовитом океане и их сопряженность// Вопросы промысловой океанологии. – М.: Изд-во ВНИРО, 2012. Вып. 9, № 2. - С. 61–95.

3. Бойцов В.Д., Педченко А.П. Долгопериодная изменчивость температуры воздуха Балтийского моря в 1900-2016 гг. Сб. материалов XIX Международного экологического Форума «День Балтийского моря» (22-23 марта 2018 г., Санкт-Петербург). СПб. Минерал. Изд-во: «Свое Издательство», 2018. - С. 219-225.

4. Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2017 год. – Москва, 2018. – 69 с.
5. Крышнякова О.С., Малинин В.Н. Особенности потепления климата Европейской территории России в современных условиях //Общество. Среда. Развитие (Terra Humana), 2008. – С. 115-124.

# CLIMATE OF VELIKY NOVGOROD IN THE 20TH – EARLY 21ST CENTURIES

**Boitsov V.D.**[1]

[1] – *Novgorod branch of FBGNU "VNIRO", Veliky Novgorod, Russia, vboitsovd@mail.ru*

**Abstract.** The long period (1900–1987) of moderate cooling was revealed in the long-term dynamics of the air temperature in Veliky Novgorod, and then intensive warming began. The highest rate of this process was observed in spring and autumn.

Key words: air temperature, climate, warming.

# МНОГОДИАПАЗОННЫЕ ЛИДАРНО-РАДАРНЫЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ ВСЕПОГОДНОГО ДИСТАНЦИОННОГО МОНИТОРИНГА МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ

**Борейшо А.С.[1, 2], Васильев Д.Н.[1, 2], Коняев М.А.[2], Морозов А.В.[1, 2], Савин А.В.[1, 2], Щукин Г.Г.[3]**

*[1] – АО «Лазерные системы», Санкт-Петербург, Россия, office@lsystems.ru*
*[2] – БГТУ «Военмех», Санкт-Петербург, Россия*
*[3] – ВКА им. А.Ф. Можайского, Санкт-Петербург, Россия*

**Аннотация.** Рассмотрены разрабатываемые, опытные и серийно производимые лидарные и комбинированные лидарно-радарные системы для дистанционного мониторинга метеорологической обстановки.

Ключевые слова: лидар, радар, дистанционный мониторинг, опасные метеоявления, сдвиг ветра, нижняя граница облачности, атмосферная турбулентность, метеорологическая дальность видимости.

Лидарные и радарные системы являются в настоящее время мощными и универсальными инструментами для дистанционного метеорологического мониторинга [1]. Поскольку их действие основано на регистрации рассеянного атмосферной средой зондирующего электромагнитного излучения, они способны, работая круглосуточно в автоматическом режиме, в реальном времени предоставлять информацию об аэрозольных образованиях, полях скорости ветра, сдвиге ветра, границах и плотности облачности, атмосферной турбулентности, опасных метеоявлениях, вихревых следах летательных аппаратов и т.п.

В работе рассмотрены разрабатываемые в АО «Лазерные системы» опытные и серийно производимые лидарные и комбинированные лидарно-радарные системы для дистанционного мониторинга метеорологической обстановки.

Импульсный ветровой лидар ИВЛ-5000 – это мощный инструмент сбора и создания базы данных для систем вихревой безопасности аэропортов, метеорологических служб и мониторинга экологической обстановки. Система регистрирует сдвиг ветра, опасные метеоявления, вихревые следы летательных аппаратов и работает в режимах Plan Position Indicator (PPI) - круговое сканирование в заданном диапазоне углов азимута с постоянным углом места, Range Height Indicator (RHI) - сканирование в вертикальной плоскости в заданном диапазоне углов места с постоянным азимутом, измерение вертикального профиля ветра, измерение профиля ветра в произвольном заданном направлении. В 2018 г. на базе ФГУП «ВНИИМ им. Д.И.Менделеева» проведены испытания ИВЛ-5000 как средства измерения в целях утверждения типа с положительными результатами. Оценка метрологических характеристик проведена на аэродинамическом стенде АДС 700/100 из состава первичного Государственного специального эталона единицы скорости воздушного потока. В июне 2017 г. был запущен в эксплуатацию комплекс из 3 лидаров ИВЛ-5000 для Университета Хангук (Сеул, Южная Корея), который успешно работает в разных частях страны в режиме 24/7. С 9 по 25 февраля 2018 г. ИВЛ-5000 были задействованы в работах по обеспечению XXIII зимних Олимпийских игры в Пхенчхане.

Ветровой лидар ПЛВ-300 (конического сканирования) служит для обеспечения информацией в режиме реального времени диспетчерской и метеорологической служб аэродромов о вертикальном профиле вектора скорости ветра (три компоненты), местоположении и динамике развития потенциально опасных метеорологических явлений, а также может применяться для задач ветровой энергетики.

Измеритель нижней границы облачности - компактный автоматический метеорологический прибор для непрерывного мониторинга облачности и осадков в диапазоне высот до 7,5 км. В основе прибора – импульсный лидар ближнего ИК диапазона. Прибор способен распознавать до трех слоев облачности. Прибор предназначен для включения в измерительные метеорологические системы.

Одним из перспективных направлений на пути совершенствования метеорологических комплексов дистанционного зондирования является комплексирование лазерных и радиолокационных систем. Моно-диапазонные метеорологические системы имеют естественные ограничения по погодным условиям. Так, для нормальной работы радиолокационных систем необходима высокая отражательная способность атмосферных объектов, поэтому измерения скорости ветра, атмосферной турбулентности, выявление эффекта сдвига ветра в ясную погоду радиолокатами невозможны [2]. В то же время для лазерного локатора оптического диапазона (лидара) ситуация обратная: поскольку длина волны зондирующего излучения порядка 1 мкм, то для ее эффективного рассеяния в атмосфере достаточно незначительного количества аэрозоля, который всегда имеется в атмосфере даже в ясную погоду [2, 3].

Двухдиапазонный лидарно-радарный комплекс, основанный на комплексировании метеорадиолокатора X-диапазона при работе с метеорологической дальностью видимости (МДВ) менее 500 м и импульсного ветрового лидара ближнего ИК диапазона для работы при МДВ более 500м [2], обеспечивает определение скорости, направления и сдвига ветра на основе измерения доплеровского смещения частоты рассеянного излучения, рассеянного атмосферной средой, а также классификацию зон облачности, осадков, опасных метеоявлений. Комплекс предназначен для всепогодного обеспечения метеорологической информацией метеослужб аэропортов, сбора данных о скорости и направлении ветра в местах установки ветровых ЭС, исследований в области аэронавигации, метеорологии и экологии. В составе комплекса: лидар с длинной волны в ИК области (1.5 мкм), радар X-диапазона и видеосистема для наблюдения за местностью. Комплекс обеспечивает всепогодную непрерывную работу при дальности зондирования до 25 км.

**Литература**

1. Щукин Г.Г., Булкин В.В. «Метеорологические пассивно-активные радиолокационные системы», Муром, 2009, 166 с.

2. Борейшо А.С., Ильин М.Ю., Коняев М.А., Михайленко А.С., Морозов А.В., Страхов С.Ю. Комплексирование в оптоэлектронных системах. ИФЖ, 89(3), 2016, с. 736-741.

3. Ахметьянов В.Р. Васильев Д.Н. Клочков Д.В. и др. «Лидарный доплеровский профилометр для измерения параметров ветра в составе наземного комплекса метеорологического обеспечения аэронавигации», Авиационное приборостроение, 2013, №9, с. 41-52.

# MULTI-WAVE LIDAR-RADAR SYSTEMS FOR ALL-WEATHER REMOTE METEOROLOGICAL MONITORING

**Boreysho A.S.[1, 2], Vasiliev D.N.[1, 2], Konyaev M.A.[2], Morozov A.V.[1, 2], Savin A.V.[1, 2], Schukin G.G.[3]**

*[1] – Laser Systems Ltd., Saint Petersburg, Russia, office@lsystems.ru*

*[2] – BSTU "Voenmeh", Saint Petersburg, Russia*

*[3] – Mozhaisky Air&Space Akademy, Saint Petersburg, Russia*

**Abstract**. Lidar and lidar-radar combined systems for remote meteorological monitoring are under consideration, which are under development as well as serially manufactured.

Key words: lidar, radar, remote sensing, dangerous meteorological phenomena, wind shift, clouds lower edge, atmospheric turbulence, meteorological visibility distance.

# МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕЗОМАСШТАБНЫХ КОНВЕКТИВНЫХ СИСТЕМ СО СМЕРЧАМИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОДЕЛИ WRF

**Быков А.В.[1], Шихов А.Н.[1], Чернокульский А.В.[2]**

*[1] – Пермский государственный национальный исследовательский университет, г. Пермь, Россия, meteo@psu.ru*
*[2] – Институт физики атмосферы им А.М. Обухова Российской академии наук, г. Москва, Россия*

**Аннотация.** Проведена сравнительная оценка успешности численного моделирования мезомасштабных конвективных систем с сильными смерчами на территории России с использованием модели WRF-ARW с применением различных начальных и граничных условий.

Ключевые слова: смерчи, мезомасштабные конвективные системы, моделирование, модель WRF

Краткосрочный прогноз возникновения конвективных опасных явлений, в частности смерчей, представляет собой одну из нерешенных проблем метеорологии. Для ее решения используются различные мезомасштабные модели атмосферы, в частности модель WRF, получившая широкое распространение благодаря открытому исходному коду. Рост вычислительных возможностей в последние годы позволяет успешно моделировать с помощью модели WRF не только возникновение суперячейковых штормов, но и сами смерчи [3]. Однако основной проблемой остается повышение точности воспроизведения траектории прохождения мезомасштабных конвективных систем со смерчами. Такой прогноз часто сопровождается значительными ошибками [1, 2]. Одним из значимых факторов, влияющих на успешность прогноза, является выбор начальных и граничных условий для запуска модели WRF.

В настоящей работе проведено моделирование с помощью модели WRF для десяти случаев смерчей и их серий с категорией интенсивности F2 и выше, наблюдавшихся в России в период 2007-2017 гг. Все случаи были выявлены или подтверждены по результатам анализа вызванных ими ветровалов по космическим снимкам. В качестве начальных условий использованы данные реанализа NCEP-GFS, NCEP-CFS (шаг сетки 0,5°) и ECMWF ERA-5 (шаг сетки 0,25°).

Для расчетов использована модель WRF с динамическим ядром ARW версии 3.9.1.1, установленная на вычислительном кластере с гибридной архитектурой «ПГНИУ-Кеплер». Расчеты с использованием в качестве исходных данных реанализа ERA-5 проведены на высокопроизводительном персональном компьютере. Использовались параметризации подсеточных процессов, рекомендованные руководством по экспликации модели для использования в умеренных широтах. Параметризация процессов конвекции не использовалась, применялось их прямое моделирование.

Результаты расчетов модели WRF обрабатывались в геоинформационной системе ArcGIS 10.x, при этом данные расчетов предварительно переводились в растровый формат в программном комплексе OpenGrADS. Мезоциклоны выделялись путем анализа полей приземного давления, завихренности (Storm relative helicity, SRH), радиолокационной отражаемости и скорости ветра в порывах. Кроме того, по данным реанализа отдельно оценены значения параметров неустойчивости, которые применяются для прогноза мезоциклонов: потенциальная доступная энергия неустойчивости (CAPE), энергии задерживающего слоя (CIN), индекса плавучести (LI), относительной завихренности (SRH), энергии завихренности (EHI), скорости восходящих потоков на изобарической поверхности 925 гПа.

Для каждого набора начальных и граничных условий удалось воспроизвести мезоциклоны в трех случаях из десяти. Отдельно стоит отметить данные реанализа ERA-5, на которых удалость воспроизвести квазилинейные системы глубокой конвекции с сильными шквалами, которые не воспроизводились с использованием других начальных и граничных условий. В целом данные реанализа ERA-5 имеют более высокое качество в сравнении с данными реанализа NCEP-CFS и NCEP-GFS.

Исследование проведено при поддержке РНФ (проект № 18-77-10076)

**Литература**

1. Калинин Н.А., Шихов А.Н., Быков А.В. Прогноз мезомасштабных конвективных систем на Урале с помощью модели WRF и данных дистанционного зондирования // Метеорология и гидрология. 2017. № 1. С. 16–28.
2. Dmitrieva T.G., Peskov B.E. Synoptic conditions, nowcasting, and numerical prediction of severe squalls and tornados in Bashkortostan on June 1, 2007 and August 29, 2014 // Russian Meteorology and Hydrology. 2016. Vol. 41(10). P. 673–682.
3. Schenkman, A.D.; Xue, M.; Hu, M. Tornadogenesis in a high-resolution simulation of the 8 May 2003 Oklahoma City supercell. J. Atmos. Sci. 2014. 71(1), 130–154.

## NUMERICAL SIMULATION OF THE MESOSCALE CONVECTIVE SYSTEMS WITH STRONG TORANADOES WITH USE WRF MODEL

**Bykov N.A.[1], Shikhov A.N.[1], Chernokulsky A.V.[2]**

[1] – *Perm State University, Perm, Russia, meteo@psu.ru*
[2] – *A.M. Obukhov Institute of Atmospheric Physics of the Russian Academy of Sciences*

**Abstract.** The comparative assessment of accuracy of the numerical simulation of mesoscale convective systems with strong tornadoes with the use of the WRF-ARW driven by various initial data was performed.

Key words: strong tornadoes, mesoscale convectives systems, simulation, WRF model

# СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ САМОЛЁТНОЙ ТЕХНОЛОГИИ АКТИВНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ

**Бычков А.А.[1], Корнеев В.П[1], Петрунин А.М.[1], Частухин А.В.[1], Щукин Г.Г.[2]**

*[1] – Автономная некоммерческая организация «Агентство атмосферных технологий», г. Москва, attech@mail.ru*

*[2] – ВКА имени А.Ф. Можайского, г. Санкт Петербург, ggshchukin@mail.ru*

**Аннотация**. Анализируется современное состояние самолётной технологии активных воздействий, применяемой при проведении работ по искусственному регулированию осадков. Рассматриваются возможные пути решения существующих проблем по применению самолётной технологии АВ, в том числе с помощью внедрения лёгких самолётов.

Ключевые слова: самолётная технология, активные воздействия, осадки, легкие самолёты

Активные воздействия (АВ) на различные формы облачности в интересах тех или иных отраслей экономики нашли в последние десятилетия достаточно широкое распространение в различных странах мира. Это, в основном, опытные и опытно-производственные проекты по искусственному регулированию осадков (ИРО) для нужд гидроэнергетики, сельского хозяйства, коммунальных служб, а также защиты от града и борьбы с лесными пожарами.

Как известно, в России в работах по ИРО в основном применяется самолётная технология засева облаков сверху посредством отстрела пиропатронов с йодидом серебра, диспергирующих льдообразующий аэрозоль и дозированного внесения хладореагентов (гранулированная углекислота, жидкий азот).

Наряду с технологией засева облаков сверху использовалась технология диспергирования льдообразующего аэрозоля в подоблачном слое. Такие работы производились Главной геофизической обсерваторией для тушения лесных пожаров.

Эффективность самолётного способа заключается в высокой мобильности в сочетании с возможностью внесения реагента в требуемую зону облака в необходимом количестве с достаточной точностью, отсутствием необходимости создания специальной инфраструктуры в районе выполнения работ по АВ на облака (на защищаемой территории), возможности оптимизации процедуры воздействий в зависимости от конкретных метеоусловий. Результаты многочисленных экспериментальных и теоретических исследований по оценке эффективности работ по АВ на облака с целью ИРО показывают, что эффективность работ с применением самолётной технологии составляет от 30 до 200 %.

Однако, в последние годы ввиду различных факторов в сфере применения самолётной технологии АВ возникли проблемные вопросы, в значительной степени влияющие на эффективность проведения таких работ, а в некоторых случаях и приводящие к невозможности их выполнения. Прежде всего к ним можно отнести вопросы технического обеспечения работ, связанные с произошедшим за последние десятилетия существенным сокращением парка используемых самолётов и вопросы обеспечения работ специализированной радиолокационной, метеорологической и другой информацией, наличие которой необходимо для принятия решения о проведении воздействий, контроля и оценки эффективности проведенных операций по воздействию на облака. Кроме того, практика проведения оперативных работ по ИРО показала, что наряду с указанными выше проблемами все более жестко проявляются противоречия в вопросах организационно – правового обеспечения работ, в значительной степени затрудняющих возможность проведения оперативных работ по ИРО с использованием самолётной технологии АВ.

В докладе в качестве основных направлений по развитию самолётной технологии предложены и обоснованы следующие пути решения:

- внедрение современных мобильных технических средств и построение на их базе мобильных комплексов управления работами по АВ, что позволит обеспечить такие работы радиолокационной, метеорологической и другой специальной информацией на всей территории РФ;
- использование в работах по АВ лёгких летательных аппаратов, оборудованных современными техническими средствами воздействия.

По мнению авторов, развитие самолётной технологии по данным направлениям позволит расширить области ее применения в оперативных работах по АВ на облака с целью ИРО в интересах сельского хозяйства, гидроэнергетики и т.д., а также при проведении работ по борьбе с лесными пожарами радом.

**Литература:**

1. Колосков Б.П., Корнеев В.П., Щукин Г.Г. Методы и средства модификации облаков, осадков и туманов. – СПб., РГГМУ, 2012, 341 с.
2. Бычков А.А., Петрунин А.М., Частухин А.В. Мобильная система активных воздействий с целью искусственного увеличения осадков // Труды Военно-космической академии имени А.Ф. Можайского. Проблемы военно-прикладной геофизики и контроля состояния природной среды, 2016, вып. 653, с. 67–70.
3. Бычков А.А., Сергеев Б.Н., Щукин Г.Г. Оценка эффективности искусственного увеличения осадков с использованием лёгких летательных аппаратов // Учёные записки Российского государственного гидрометеорологического университета, СПб., 2017, вып. № 47, с. 68-78.
4. Бычков А.А., Шаповалов В.А. Исследование на основе математического моделирования эффективности воздействия на конвективные облака льдообразующими реагентами с целью увеличения осадков // Учёные записки Российского государственного гидрометеорологического университета, СПб., 2017, вып. № 49, с. 17-31.
5. Aleksey A. Bychkov, Vitaly A. Shapovalov Formation of Bulk Electric Charges and Fields during Development of Thunderstorm Clouds // International Journal of Applied Engineering Research ISSN 0973-4562 Volume 12, Number 23 (2017) pp. 13150-13157

## MODERN CONDITION AND DEVELOPMENT PROSPECTS OF AIRPLANE TECHNOLOGY OF WORKS ON WEATHER MODIFICATION

**Bychkov A.A.[1], Petrunin A.M.[1], Chastuchin A.V.[1], Korneev V.P.[1], Shchukin G.G.[2]**

*1 – The Autonomous Nonprofit Organization «Agency of Atmospheric Technologies», Moscow, attech@mail.ru*
*2 – Mozhaisky military space academy, Saint Petersburg, ggshchukin@mail.ru*

**Abstract.** The report provides an analysis of the state of the art works on weather modification using aircraft technology. The solutions to existing problems in the use of aircraft technology of weather modification are considered, including the use of light aircraft.

Keywords: aircraft technology, works on weather modification, precipitation, light aircraft.

# ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПРОПУСКОВ В ДАННЫХ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ МЕТОДОМ АНАЛОГОВ

**Восканян К.Л.[1], Крюкова С.В.[1], Кузнецов А.Д.[1], Сероухова О.С.[1], Симакина Т.Е.[1]**

*[1] – Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия, kvosia@mail.ru*

**Аннотация.** Рассмотрена возможность использования метода поиска аналогов для восстановления пропущенных данных в измерениях метеорологических автоматических станций.

Ключевые слова: временные ряды метеорологических величин, заполнения пропусков во временных рядах, метод аналогов.

Анализ и прогноз погоды и климата базируется на данных измерений, точность которых обусловлена метрологической надежностью средств измерений. Метеорологическая техника эксплуатируется на открытом воздухе в условиях меняющейся агрессивности внешней среды [1, 2]. Сбои в работе аппаратуры приводят к «выбросам» значений временных рядов или к пропускам данных. Исключение и игнорирование пропущенных значений искажает статистические свойства выборки и, как следствие, ухудшает результаты, получаемые на ее основе [3]. С другой стороны, неудачный выбор метода заполнения пропусков может не только не улучшить, но и сильно ухудшить результаты.

Существует множество методов восстановления, базирующихся, в частности, на использовании аналитических, статистических и эвристических методов [4, 5]. В данной работе для восстановления пропусков в ряду метеоизмерений предлагается использовать метод аналогов [6]. Он заключается в поиске в пределах обучающей выборки отрезков – аналогов заданному на основе использования количественных характеристик их «близости». При этом мера сходства («похожести», «адекватности») определяется с помощью задания соответствующей метрики. В данной работе для оценки близости двух отрезков временного ряда использовались: Евклидова метрика, Манхеттенское расстояние, коэффициент корреляции, сумма относительных абсолютных отклонений и др.

Для восстановления интервала с пропусками данных в исходном ряду ищутся два аналога: первый подбирается к отрезку временного ряда, предшествующему разрыву в данных, второй - следующему за разрывом. По первому выполняется восстановление левой половины пропущенного интервала, по второму – правой. Другими словами, осуществляется прогноз вперед на пол-интервала с пропусками данных и назад на пол-интервала. Степень «похожести» аналогов эталонным отрезкам выбиралась в результате численных экспериментов с временным рядом приземной температуры воздуха, полученного автоматической метеорологической станции «Погода», установленной на территории РГГМУ [1]. При этом из целого исходного ряда температур окружающего воздуха, идущих с шагом 15 минут, удалялась серия наблюдений, количество измерений в которой варьировалось от 10 до 20. Далее методом аналогов осуществлялось восстановление пропущенных значений, которые сравнивались с результатами измерений. Наилучшие результаты были получены при использовании Манхеттенского расстояния для оценки меры близости двух отрезков временного ряда. В качестве примера в табл. 1 приведены статистические характеристики точности восстановления пропуска с использованием различных методов. Средняя ошибка восстановления, которая зависит от продолжительности пропущенного интервала и его положения во временном ряду, для разрывов длительностью в 2-3 часа колеблется от $0.03^0$C до около $0.5\ ^0$C.

Для сравнения с предлагаемым методом аналогов пропуски восстановлены методом линейной интерполяции и повторением результата последнего наблюдения. Повтор последнего измерения является по сути инерционным прогнозом. Ошибки восстановления данными методами, также приведенные в табл. 1, свидетельствуют о преимуществе метода аналогов.

Таким образом, метод аналогов рекомендуется для восстановления пропусков во временных рядах метеовеличин, измеряемых автоматическими станциями.

**Таблица 1.** Пример точности восстановления пропуска временного ряда температуры

| Показатели | Метод аналогов | Метод линейной интерполяции | Инерционный прогноз комбинированный | Инерционный прогноз (слева) | Инерционный прогноз (справа) |
|---|---|---|---|---|---|
| Среднеарифметическая ошибка восстановления, °С | 0.07 | -0.48 | -0.48 | 0.97 | -1.93 |
| СКО ошибки восстановления,°С | 0.22 | 0.34 | 1.03 | 0.79 | 0.79 |

**Литература**

1. Восканян К.Л., Кузнецов А.Д., Сероухова О.С. Автоматические метеорологические станции. Часть 1. Тактико-технические характеристики. // Учебное пособие. – СПб.: РГГМУ, 2016. – 195 с. ISBN 978-5-86813-421-0

2. Восканян К.Л., Кузнецов А.Д., Сероухова О.С. Автоматические метеорологические станции. Часть 2. Цифровая обработка данных автоматических метеорологических станций. // Практикум. — СПб.: РГГМУ, 2016. — 99 с.

3. Головкин В.В. Об истории автоматизации первичной обработки и накопления текущей режимной метеорологической информации. // Труды ВНИИГМИ-МЦД, 2000. Вып. 166. С.

4. Восканян К.Л., Дивинский Л.И., Кузнецов А.Д., Сероухова О.С., Симакина Т.Е. Применение сплайн-экстраполяции для текущего прогнозирования приземной температуры воздуха // Труды военно-космической академии им. А.Ф. Можайского, вып. 647, июнь 2015, с. 88-921.

5. Алдошкина Е.С., Кузнецов А.Д., Пугачев А.А., Сероухова О.С., Симакина Т.Е., Чукин В.В. Опыт использования аппарата нейронных сетей для анализа и прогноза временного ряда температуры воздуха // Ученые записки РГГМУ. — СПб: изд-во РГГМУ, 2009. — №11. — С. 91–100.

6. Восканян К.Л., Кузнецов А.Д., Сероухова О.С., Симакина Т.Е. Текущее прогнозирование экологических измерений на основе поиска аналогов // Сборник тезисов XI научно-практической международной конференции «Естественные и антропогенные аэрозоли», СПб., 16-18 октября 2018, с.16, ISBN 978-5-00045-613-2

## RECOVERY OF GAPS IN THE DATA OF METEOROLOGICAL STATIONS USING THE ANALOG METHOD

**Voskanyan K.L.[1], Kryukova S.V.[1], Kuznetsov A.D.[1], Serouhova O.S.[1], Simakina T.E.[1]**

*[1] – Russian State Hydrometeorological University, Saint-Petersburg, Russia, kvosia@mail.ru*

**Abstract:** the possibility of using the analog search method for recovering missing data in measurements of meteorological automatic stations is considered.

Key words: time series of meteorological variables, filling gaps in the time series, the method of analogues.

# ИССЛЕДОВАНИЕ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ И ПОГРЕШНОСТИ ТРАНСМИССОМЕТРОВ

**Григоров Н.О.[1], Никитина В.С.[1]**

*[1] – Российский Государственный Гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия, grigorov46@mail.ru.*

**Аннотация.** На основе уравнений Кошмидера и Бугера-Ламберта рассчитывается зависимость трансмиссометров от длины базы и метеорологической дальности видимости. Зависимость имеет максимум, положение которого зависит как от МДВ так и от длины базы. Получены соотношения между этими величинами. Это дало возможность рассчитать погрешности трансмиссометра и оптимальную длину базы.

Ключевые слова: трансмиссометры, метеорологическая дальность видимости, чувствительность, погрешность.

На основе уравнений Кошмидера и Бугера-Ламберта легко вывести формулу для чувствительности трансмиссометра – прибора для определения метеорологической дальности видимости [1]:

$$S = \frac{d\frac{J}{J_0}}{dL} = \frac{d}{dL}\left(\varepsilon^{\frac{l}{L}}\right) = -\varepsilon^{\frac{l}{L}} \cdot \ln\varepsilon \cdot \left(\frac{l}{L^2}\right) \quad (1)$$

где $J$ – измеренная яркость светового луча, $J_0$ – исходное значение яркости луча, вышедшего из источника, $l$ – расстояние до базы (в данном случае имеется в виду расстояние, проходимое лучом света в мутной атмосфере, т.е. вдвое большее, чем расстояние между фотометрическим блоком и отражателем), $\varepsilon$ – порог контрастной чувствительности глаза, в исследованиях принятый равным 0.03, $L$ – метеорологическая дальность видимости [2].

По формуле (1) были проведены вычисления чувствительности для $l$ от 1 до 500 м и для $L$ = 30 м, 50 м, 100 м, 200 м, 500 м, 1000 м, 2000 м, 5000 м, 10000 м. По результатам вычислений были построены графики. Установлено, что при $L$ = 30 м максимум чувствительности наблюдается, когда $l$ = 8 м, чувствительность равна 0.12 м$^{-1}$, а при $L$ = 10000 м максимум чувствительности наблюдается, когда $l$ = 2858 м, чувствительность равна $3.6 \cdot 10^{-5}$ м$^{-1}$. Иными словами, при увеличении МДВ максимальная чувствительность снижается и наблюдается при большем значении длины базы.

Далее по формуле (1) были проведены расчёты чувствительности в зависимости от МДВ в диапазоне $L$ от 1 до 5000 м и $l$ = 10 м, 20 м, 50 м, 100 м, 200 м, 500 м. По результатам вычислений установлено, что при $l$ = 10 м максимум чувствительности наблюдается, когда $L$ = 20 м, чувствительность равна 0.02 м$^{-1}$, а при $l$ = 500 м максимум наблюдается, когда $L$ = 730 м, чувствительность равна 0.000298 м$^{-1}$. Сделан вывод, что при увеличении расстояния до базы максимум чувствительности сдвигается в сторону увеличения МДВ.

Для более тщательного изучения соотношения между длиной базы и МДВ были найдены максимумы функций *S(l)* и *S(L)*:

$$\frac{dS}{dl} = \ln\varepsilon \cdot \varepsilon^{\frac{l}{L}} \frac{1}{L^4}\left(\frac{\ln\varepsilon \cdot l}{L} + 1\right) = 0 \quad (2)$$

$$\frac{dS}{dL} = \ln\varepsilon \cdot \varepsilon^{\frac{l}{L}} \frac{1}{L^3}\left(\ln\varepsilon \cdot \frac{l}{L} + 2\right) = 0 \quad (3)$$

Из уравнений (2) и (3) было получено соответственно:

$$L = 3.5l \quad (4)$$

$$L = 1.75l \quad (5)$$

Данные соотношения подтверждают расчёты, сделанные по формуле (1).

Полученные значения чувствительности позволили рассчитать погрешность трансмиссометра. За основу были взяты опубликованные технические характеристики ФИ-4 [3] и с их помощью рассчитана абсолютная погрешность измерения светового потока фотометра, которая в дальнейшем считалась постоянной. С учётом значений чувствительности и её зависимости от МДВ, была рассчитана абсолютная погрешность измерения дальности видимости.

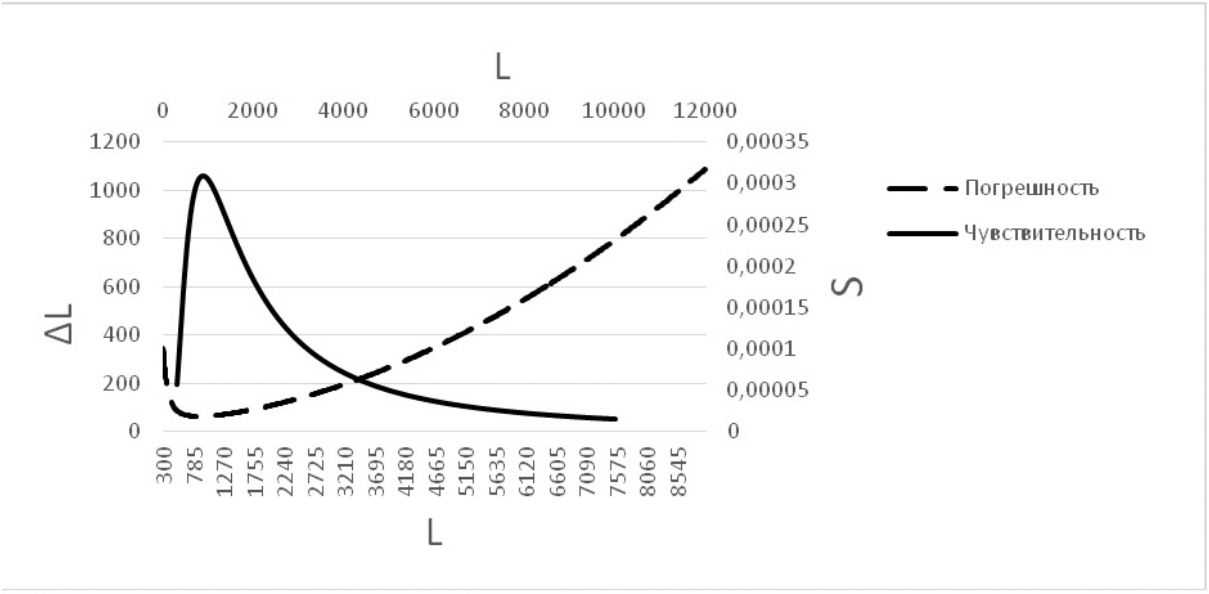



Рис. 1. Зависимость чувствительности трансмиссометра S и погрешности измерения дальности видимости ΔL от МДВ при постоянной базе 200 м.

**Литература**

1. Григоров Н.О., Никитина В.С. Чувствительность трансмиссометров как функция измерительной базы. Southern Almanac of Scientific Reseach, http://yunia.ru/article/4-3

2. Григоров Н.О., Восканян К.Л., Саенко А.Г. Методы и средства гидрометеорологических измерений. Метеорологические приборы. Санкт-Петербург: РГГМУ, 2012 г. - 306 с.

3. https://all-pribors.ru/opisanie/49487-12-fi-4-52445 Технические характеристики ФИ-4.

## INVESTIGATION OF TRANSMISSOMETERS' SENSIBILITY AND ERRORS

**Grigorov N.O.[1], Nikitina V.S.[1]**

[1] – *Russian State Hydrometeorological University, Saint-Petersburg, Russia, grigorov46@mail.ru.*

**Abstract**. Sensibility of transmissometers versus visibility and light trajectory distance was calculated at the base of Coshmider and Bouguer-Lambert equations. The sensibility has maximum. The position of maximum depends on MVA and distance between light source and receiver. Relationships of these variables were calculated too. It made possible to find transmissometers' errors and the best distance between light source and receiver.

Keywords: transmissometers, meteorological visibility range, sensibility, errors.

# ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ПРОВЕРКА РАДИОЛОКАЦИОННОГО МЕТОДА ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПРОФИЛЯ ВЕТРА

**Денисенков Д.А.[1], Жуков В.Ю.[1], Щукин Г.Г.[1]**

*[1] – Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского, Санкт-Петербург, Россия, dimasden@yandex.ru, vuzhukov2002@list.ru, ggshchukin@mail.ru*

**Аннотация:** Описывается эксперимент по подтверждению возможности восстановления профиля ветра радиолокационным методом, основанным на анализе карт распределения ширины спектра радиальных скоростей гидрометеоров. Приводится методика эксперимента и основные полученные результаты.

Ключевые слова: метеорологическая радиолокация, сдвиг ветра, профиль ветра, ширина спектра сигнала, слой Экмана.

Введение. В предыдущих работах авторов [1,2] описывался новый метод обнаружения такого опасного явления погоды, как сдвиг ветра. В его основе лежит анализ пространственного распределения ширины спектра отражений от гидрометеоров, принимаемых радиолокатором. Главное достоинство этого метода состоит в том, что для его реализации не требуется изготовления специальных дорогостоящих устройств типа профайлеров. Достаточно использовать стандартно получаемые современным метеорологическим радиолокатором данные совместно с новым блоком, добавляемым в штатную систему вторичной обработки информации. При этом фиксируется суммарная величина сдвига, зависящая от изменений ветра как по величине, так и по направлению.

Основная часть. Следующим шагом в начатом исследовании должно стать построение алгоритма восстановления вертикального профиля ветра, для чего достаточно разделить влияние градиентов величины и направления вектора скорости частиц с последующим определением величины упомянутых градиентов. Возможность выделить одну из данных составляющих дает появление на карте ширины спектра радиальных скоростей частиц спирали малых значений данного параметра [3,4,5]. Скорость ее вращения в большинстве случаев зависит только от сдвига ветра по направлению и связана линейной зависимостью со скоростью поворота исследуемого вектора [6].

Данный теоретический вывод нуждается в проверке на практике. Наиболее простое решение при этом – сравнение получаемых данных с данными аэрологического зондирования. Однако тот факт, что зонды запускаются только два раза в день, значительно уменьшает размер подлежащей анализу выборки [7,8,9]. Поиск альтернативных вариантов построения эксперимента заставил обратить внимание на существование в интересующем нас участке атмосферы слоя Экмана, внутри которого вектор движения частиц поворачивается на 60 градусов с известной скоростью [10]. Таким образом, у нас фактически имеется эталон, по которому можно проверить теоретические выкладки. Трудность здесь заключается в том, что изменение величины вектора начинается с нуля, что не позволяет игнорировать его влияние на формирование спирали и делает возникающие при этом зависимости параметров нелинейными. Положение спасает то, что вращение происходит в пределах 60 градусов. Это дает возможность линеаризовать наблюдаемые процессы без существенных отклонений от реальности.

На основе сделанных расчетов была разработана методика извлечения практических данных и сравнения их с теоретическими. Полученные результаты показали хорошее их совпадение [11].

Заключение. Таким образом, доказана линейная зависимость между скоростью «завития» спирали малых значений параметра на карте ширины спектра радиальных

скоростей частиц и скоростью вращения вектора скорости ветра с высотой. Это открывает возможность вычленить влияние сдвига ветра по направлению из суммарного воздействия градиентов величины и направления данного вектора и перейти от простого обнаружения рассматриваемого опасного явления к оцениванию его параметров и восстановлению вертикального профиля ветра.

**Литература**

1. Метод обнаружения сдвига ветра при помощи доплеровского метеорологического радиолокатора / Д.А. Денисенков, В.Ю. Жуков, Р.В. Первушин, Г.Г. Щукин // Радиотехнические и телекоммуникационные системы. – 2016. – № 3 (23). – С. 68–73.
2. Денисенков Д.А. Обнаружение сдвига ветра на основе анализа карт ширины спектра сигнала, принимаемого метеорологическим радиолокатором / Д.А. Денисенков, В.Ю. Жуков // Вестник РосНОУ. – 2015. – № 10. – С. 10–13.
3. Денисенков Д.А., Жуков В.Ю. Определение величины сдвига ветра по направлению с помощью карт ширины спектра радиолокационного сигнала // Сборник трудов VII Всероссийских Армандовских чтений «Современные проблемы дистанционного зондирования, радиолокации, распространения и дифракции радиоволн». – Муром: ВлГМУ, 2017. – С. 402–406.
4. Денисенков Д.А., Жуков В.Ю. Метод восстановления профиля ветра по оценкам ширины спектра радиолокационного сигнала // Сборник трудов VIII Всероссийских Армандовских чтений «Современные проблемы дистанционного зондирования, радиолокации, распространения и дифракции радиоволн». – Муром: ВлГМУ, 2018. – С. 315–318.
5. Радиолокационные исследования поля ветра в атмосфере / Д.А. Денисенков, В.Ю. Жуков, Д.М. Караваев, Г.Г. Щукин // Известия высших учебных заведений. Физика. – 2016. – № 12/2. – С. 15–19.
6. Восстановление поля скорости воздушных потоков в метеорологической доплеровской радиолокации / А.М. Девяткин, Д.А. Денисенков, В.Ю. Жуков, Ю.В. Кулешов, С.В. Чернышев, Г.Г. Щукин // Метеорология и гидрология. – 2018. – № 1. – С. 107–115.
7. Верификация метода обнаружения сдвига ветра по оценкам ширины спектра радиолокационного сигнала / Д.А. Денисенков, В.Ю. Жуков, О.А. Сивак, Г.Г. Щукин // Труды Военно-космической академии им. А.Ф. Можайского. – 2016. – № 2 (653). – С. 159–163.
8. Исследование эффективности метода обнаружения сдвига ветра по оценкам ширины спектра радиолокационного сигнала. / Д.А. Денисенков, В.Ю. Жуков, О.А. Сивак, Г.Г. Щукин // Ученые записки РГГМУ. – 2016. – № 42. – С. 109–116.
9. Экспериментальная проверка метода определения сдвига ветра по ширине спектра радиолокационного сигнала. / Д.А. Денисенков, М.А. Жданова, В.Ю. Жуков, Г.Г. Щукин // Ученые записки РГГМУ. – 2016, – № 45, С. 113–118.
10. Руководство по сдвигам ветра на малых высотах. Руководящий документ РД. Монреаль: Международная организация гражданской авиации, 2008. – 258 с.
11. О возможности измерения сдвига ветра по направлению в доплеровском метеорологическом радиолокаторе / Д.А. Денисенков, В.Ю. Жуков, Г.Г. Щукин // Труды Военно-космической академии им. А.Ф. Можайского. – 2018. – № 4 (662). – С. 124–128.

## THE EXPERIMENTAL TO CONFIRM OF THE METHODS OF RECONSTRUCTION THE WIND'S PROFILE BY RADAR

**Denisenkov D.A.[1], Zhukov V.Y.[1], Shchukin G.G.[1]**

*[1] – Mozhaisky Military Aerospace Academy, Saint-Petersburg, Russia, dimasden@yandex.ru, vuzhukov2002@list.ru, ggshchukin@mail.ru*

**Abstract.** An experiment is described to confirm the possibility of reconstruction the wind's profile by radar based on the analysis of the spectral width of radial velocities of the particles. Presents the methods of the experiment and main results obtained.

Keywords: meteorological radar, wind shear, wind profile, spectrum width of signal, the Ekman layer.

# ЖИЗНЕННЫЙ ПУТЬ ДОКТОРА ГЕОГРАФИЧЕСКИХ НАУК, ПРОФЕССОРА ВОРОБЬЕВА В.И. И ЕГО ВКЛАД В РОССИЙСКУЮ МЕТЕОРОЛОГИЮ.

**Дмитриева М.А.**[1]

[1] – *РГГМУ, Санкт-Петербург, Россия, margarita108dmitrieva@gmail.com*

**Аннотация.** В статье рассматривается жизненный путь, научные интересы, основные направления исследований, вклад в отечественную метеорологию доктора географических наук, профессора В.И. Воробьева.

Ключевые слова: В.И. Воробьев, жизненный путь, научные интересы, метеорология, струйные течения, высотные фронтальные зоны, синоптическая метеорология, Академия им. Можайского, РГГМУ.

Воробьев Валерий Игоревич родился в сибирском городе Омске, 20 октября 1922 год. История его научного пути началась с тяжелых лет Великой Отечественной Войны. Поступив в 1940 году в ряды Красной Армии, он служил на западном фронте в должности командира взвода войсковой разведки. В 1944 году, после второго ранения на фронте, которое оказалось тяжелым, Валерий Игоревич был направлен железнодорожным эшелоном на восток страны. Вспоминая тот эпизод своей жизни, он отмечал, что, проезжая мимо родного Омска, ему понадобилось много природной дипломатии, чтобы убедить начальника эшелона, также в звании капитана, в целесообразности остаться в местном военном госпитале. После прохождения им положенного курса лечения он явился в военный комиссариат для дальнейшего прохождения службы. Однако, из-за полученного им тяжелого ранения попасть обратно на фронт он уже не смог, и военком предложил ему продолжить службу, будучи студентом Военного гидрометеорологического института (ВГМИ) в Ленинграде.

В ВГМИ он учился 5 лет, до 1949 г., получил воинское звание майор, и по окончании вуза стал начальником курса слушателей. Валерий Игоревич продолжил службу на Метеорологическом факультете ВГМИ, который позже был переименован в Ленинградскую Краснознаменную Военно-воздушную инженерную академию (ЛКВВИА) имени А.Ф. Можайского. В стенах академии Валерий Игоревич начал заниматься наукой. Его исследования проходили в области прикладной метеорологии, а именно планетарных высотных фронтальных зон (ПВФЗ) и планетарных струйных течений в высоких слоях атмосферы. Он изучал их движение, причины их возникновения и особенности развития на разных высотах верхней тропосферы и нижней стратосферы в зависимости от состояния атмосферы в разное время года, неоднократно показывал связь струйных течений с ПВФЗ. В 1960 г. Валерий Игоревич защитил докторскую диссертацию на тему «Высотные фронтальные зоны и струйные течения северного полушария».

С 1972-1975гг. Валерий Игоревич служил в должности начальника кафедры Авиационной метеорологии ЛКВВИА, а после увольнения в запас с 1976-1991гг. работал заведующим кафедрой метеорологических прогнозов ЛГМИ. С 1991г. являлся профессором кафедры РГГМУ. Читал лекции по курсу «Синоптическая метеорология», продолжал заниматься научными исследованиями в области краткосрочного и долгосрочного прогнозирования, перерабатывал и дополнял учебные пособия, стараясь сделать изложение материала комплексным и более доступным. Им были опубликованы первые отечественные монографии с изложением результатов исследований планетарных высотных фронтальных зон и планетарных струйных течений в верхней тропосфе-

ре и нижней стратосфере, а также облачного покрова Северного полушария по данным метеорологических ИСЗ. Круг его современных научных интересов составляли вопросы повышения успешности краткосрочных прогнозов погоды, а также проведение оценки влияния облачности на эффективность использования спутниковых оптических систем обзора земной поверхности для проведения мониторинга.

Среди трудов Валерия Игоревича можно особо отметить учебники по краткосрочному и долгосрочному прогнозированию, которые используются студентами до сих пор.

Монография «Высотные фронтальные зоны северного полушария» рассматривает характеристики системы тропосферных планетарных высотных фронтальных зон и струйных течений северного полушария по сезонам и типам макросиноптических процессов. По проведенным исследованиям, автором предлагается метод прогноза положения осей планетарных высотных фронтальных зон и планетарных струйных течений умеренных широт с трехсуточной заблаговременностью. До выхода монографии исследования по данному вопросу в основном проводились с целью «выявления роли высотных фронтальных зон в развитии атмосферных процессов с целью диагноза и прогноза возникновения и эволюции циклонов и антициклонов, их роли в преобразовании типов циркуляции и т.д. Сама система термобарического поля ВФЗ детальному изучению не подвергалась» [3, с. 6]. Валерий Игоревич отмечал, что в зарубежных исследованиях по данному вопросу в тот период не уделялось достаточного внимания связи струйных течений с высотными фронтальными зонами, в результате чего струйные течения представлялись скорее как отдельный макросиноптический объект.

Труд «Прогнозируемые режимы ветра в верхней тропосфере и нижней стратосфере» является продолжением ранее начатого исследования планетарных высотных фронтальных зон и планетарных струйных течений, и предлагает новый подход и новые научные результаты, имеющие значение для практики метеорологического обеспечения народного хозяйства.

В монографии «Макроструктура облачного покрова северного полушария» приведены комплексные характеристики облачного покрова северного полушария, выявленные в ходе проведения исследования на основе использования спутниковых данных; проведена новая классификация форм облаков с физически более обоснованных позиций, впервые дана оценка влияния каждой группы форм в формировании сезонных и средних годовых полей облачности.

Доктор географических наук, профессор Воробьев Валерий Игоревич удостоен высокого звания Заслуженного деятеля науки РФ и почетного работника ВПО. Воинские заслуги полковника-инженера Воробьева В.И. отмечены 2 орденами Красной звезды, Отечественной войны 1 степени, за службу Родине в ВС СССР, медаль за отвагу, за победу над Германией, за боевые заслуги и др.

**Литература**

1. Струйные течения в высоких и умеренных широтах / В.И. Воробьев. - Ленинград: Гидрометеоиздат, 1960. - 233 с. : ил. - Библиогр.: с. 208-214.

2. Высотные фронтальные зоны северного полушария / В.И. Воробьев. - Ленинград: Гидрометеоиздат, 1968. - 231 с. : ил., табл. - Библиогр.: с. 215-221.

3. Макроструктура облачного покрова северного полушария / В.И. Воробьев ; Ленингр. гидрометеорол. ин-т. - Ленинград : Изд-во ЛГУ, 1990. - 216, [1] с. : ил. ; 20 см. - Библиогр.: с. 213-215 (41 назв.). - 400 экз. - ISBN 5-288-00421-8.

# LIFE PATH OF DOCTOR OF GEOGRAPHICAL SCIENCES, PROFESSOR VOROBYOV VI AND HIS CONTRIBUTION TO RUSSIAN METEOROLOGY

**Dmitrieva M.A.**[1]

[1] – *RSHU, Saint-Petersburg, Russia, margarita108dmitrieva@gmail.com*

**Abstract.** The article deals with the way of life, scientific interests, the main directions of research, the contribution to the national meteorology doctor of geographical Sciences, Professor VI Vorobyov.

Key words: V.I. Vorobiev, life path, scientific interests, meteorology, jet streams, high-altitude frontal zones, SYNOPTIC meteorology, Academy Mozhayskiy, Russian state hydrometeorological University.

# ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТОДА Н.А. ЛЕБЕДЕВОЙ ДЛЯ ПРОГНОЗА СКОРОСТИ ВЕТРА В Г. ОРСК И В Г. ПЕТРОПАВЛОВСК

**Дробжева Я.В.[1], Выходцева Е.А.[2], Новикова Н.А.[1], Топтунова О.Н.[1]**

*[1] – Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия, ydrobzheva@mail.ru*
*[2] – Центральная дирекция инфраструктуры - филиал ОАО РЖД - южно-уральская дирекция инфраструктуры - центр диагностики и мониторинга устройств инфраструктуры, Сектор гидрометеорологии, Челябинск, Россия*

**Аннотация.** Результаты анализа прогнозов скорости и ветра и расчёт критериев успешности прогнозирования за период 2010 - 2017 гг. для г. Орска и г. Петропавловска, показывающих эффективность метода Н.А. Лебедевой.

Ключевые слова: ветер, метод, прогноз, успешность

Решение многих текущих и перспективных задач железнодорожной отрасли требует использования специализированной гидрометеорологической информации. Точный прогноз скорости и направления ветра играет важную роль в обеспечении безопасности и экономической эффективности как пассажирских, так и грузовых перевозок. Результаты проведенного статистического исследования позволили выделить область Южно-Уральской железной дороги, которая наиболее подвержена влиянию приземного ветра и его усилениям до опасных градаций. В работе рассматривается возможность использования метода Н.А. Лебедевой для прогноза сильного (более 20 м/с) ветра в районе городов Орска и Петропавловска на полигоне Южно-Уральской железной дороги. Метод основан на использовании прогностической карты $AT_{850}$ и позволяет разрабатывать прогноз с заблаговременностью до 24 часов.

Оценка успешности прогнозов скорости штормового ветра производилась по оперативным данным метеостанций г. Орска и г. Петропавловска. Всего было рассмотрено по 2922 ежедневных прогноза для обеих станций за период 2010 – 2017 гг. Результаты приведены в таблице 1.

**Таблица 1.** Матрица сопряженности прогнозов штормового ветра

| Осуществилось | Сильный ветер прогнозировался Орск/Петропавловск | Сильный ветер не прогнозировался Орск/Петропавловск | Σ Орск/ Петропавловск |
|---|---|---|---|
| Сильный ветер наблюдался | 44 / 61 | 9 / 18 | 53 / 79 |
| Сильный ветер не наблюдался | 113 / 126 | 2756 / 2717 | 2869 / 2843 |
| Σ | 157 / 187 | 2765 / 2735 | 2922 / 2922 |

Метод прогноза штормового ветра можно рекомендовать для дальнейшего использования в практической работе, а также, дополнительно проанализировав случаи неоправдавшихся прогнозов, учесть синоптические ситуации, ошибочно принятые за безопасные.

**Литература**
1. Секерина Г.Г. (1997). Климатическая характеристика Южно-уральской железной дороги. — Челябинск. 149 с.
2. Хандожко Л.А. (1988). Региональные синоптические процессы. — Л.: изд. ЛГМИ. 102 с.
3. Дробжева Я.В., Волобуева О.В. (2016). Метеорологические прогнозы и их экономическая полезность. Учебное пособие. — СПб.: Адмирал. 116 с.
4. Хандожко Л.А. (2005). Экономическая метеорология. — СПб.: Гидрометеоиздат. 490 с.
5. Зябриков В.А., Кобышева Н.В., Циркунов В.С. (2000). Климат и железнодорожный транспорт. — М.: Метеоагентство Росгидромета.187 с.

# EFFICIENCY OF USING THE METHOD N.A. LEBEDEVA TO PREDICT OF WIND SPEED IN ORSK AND PETROPAVLOVSK

**Drobzheva Y.V.[1], Vykhodtseva E.A.[2], Novikova N.A.[1], Toptunova O.N.[1]**

*[1] – Russian State Hydrometeorological University, Saint-Petersburg, Russia, drobzheva@mail.ru*
*[2] – Central Infrastructure Directorate, branch of JSC RZD-South Ural Infrastructure Directorate - center for diagnostics and monitoring of infrastructure devices, Hydrometeorology Sector, Chelyabinsk, Russia*

**Abstract.** The results of the analysis of wind speed forecasts in Orsk and Petropavlovsk, based on N.A. Lebedeva method. Criteria of success of wind forecasting for the period 2010 - 2017 are calculated.

Keywords: wind, method, forecast, success

# ПРОЯВЛЕНИЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ ВЕТРОВОГО РЕЖИМА НА ТЕРРИТОРИИ КРЫМА

**Евстигнеев В.П.[1, 3], Лемешко Н.А.[2], Наумова В.А.[3]**

*[1] – Севастопольский государственный университет, Севастополь, Россия, vald_e@rambler.ru*
*[2] – Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия*
*[3] – Севастопольский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, Севастополь, Россия*

**Аннотация.** Исследовано влияние изменения ветрового климата на оценки наибольших скоростей ветра, ветровых нагрузок и ветроэнергетического потенциала на основе данных метеорологических станций Крыма.

Ключевые слова: скорость ветра, ветроэнергетический потенциал, ветровая нагрузка, изменение климата

Основной целью исследования ветрового режима в Азово-Черноморском регионе традиционно служит необходимость углубленного изучения механизмов развития штормов в регионе. Однако в последние годы интерес к ветровым условиям в регионе актуализировался благодаря растущей потребности в оценке потенциала ветра как альтернативного источника энергии. Но как в глобальном масштабе, так и на региональном уровне характеристики ветровых полей подвержены существенным климатическим изменениям. Оценка запасов возобновляемой энергии ветра, как, впрочем, и характеристик ветрового воздействия на объекты строительства, может существенно зависеть от фазы эволюции глобальной климатической системы. По этой причине акцент в климатических исследованиях последних десятилетий сместился в сторону изучения устойчивости таких оценок в условиях меняющегося климата.

Целью настоящей работы является исследование влияния изменения ветрового климата на оценки наибольших скоростей ветра, ветровых нагрузок и ветроэнергетического потенциала на территории Крыма. Использованы данные наблюдений на 19 метеорологических станций Крыма за максимально доступный период времени вплоть до 2013 года.

На первом этапе проведена методическая работа по восстановлению однородности рядов характеристик ветра по метеорологическим станциям региона на основе метаданных об условиях выполнения работ, смене положения метеоплощадок и прочего. Кроме того, процедура восстановления однородности рядов скорости ветра позволила определить период, когда ряд можно считать однородным и использовать для наиболее надежной оценки ветрового режима в регионе с середины 1950-х годов.

На следующем этапе произведен расчет норм скорости ветра по двум смежным климатическим периодам (1954-1983 гг. и 1984-2013 гг.) и выявлено значимое различие между среднемноголетними скоростями ветра для большинства метеорологических станций. Эти различия подтверждаются расчетом линейных трендов (с помощью робастной оценочной функции Тейла-Сена) среднегодовой скорости ветра за период 1954-2013 гг., которые для всех метеорологических станций в регионе имеют отрицательный знак и являются значимыми ($\alpha = 1\%$) за исключением метеорологической станции Нижнегорск.

Для расчета наибольших скоростей ветра редкой повторяемости использован закон распределения экстремальных значений (GEV) в стандартной форме, а также в форме нестационарной модели. Сравнение численных оценок по стационарной и нестационарной моделям выявило значимое влияние нестационарности на параметр положения экстремума модели GEV для трети метеорологических станций региона.

Отмеченная полувековая тенденция в рядах скоростей ветра вносит систематическую погрешность в оценках величин, используемых в инженерно-технических изысканиях. Так, согласно известным представлениям, величина нормативной ветровой нагрузки P на здания и сооружения пропорциональна квадрату скорости ветра $P \propto v^2$ (в нормативных документах рассматривается скорость повторяемостью 1 раз в 50 лет). В энергетике в качестве характеристики ветроэнергетического потенциала используется удельная мощность воздушного потока $N$ в условиях рассматриваемой местности, которая оценивается пропорционально третьей степени скорости ветра $N \propto v^3$. Приблизительный анализ показал, что относительные изменения в оценках $N$ и $P$, связанные с климатическими изменениями ветрового режима для территории Крыма, могут варьировать в пределах 5-40% и 10-60%, соответственно.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ и г. Севастополь в рамках научного проекта № 18-48-920021.

## CONSEQUENCES OF WIND CLIMATE CHANGE IN THE CRIMEA

**Evstigneev V.P.[1, 3], Lemeshko N.A.[2], Naumova V.A.[3]**

[1] – *Sevastopol State University, Sevastopol, Russia, e-mail: vald_e@rambler.ru*
[2] – *Saint-Petersburg State University, Saint-Petersburg, Russia*
[3] – *Sevastopol center for hydrometeorology and environmental monitoring, Sevastopol, Russia*

**Abstract.** Influence of wind climate change on wind speed extremum, wind load and wind energy potential calculations were studied using Crimean meteorological stations as an example.

Keywords: wind speed, wind energy potential, wind load, climate change

# ОЦЕНКА ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТИ ПРИЕМА СПУТНИКОВОЙ МЕТЕОИНФОРМАЦИИ АППАРАТУРОЙ «СЮЖЕТ-МБ»

**Евстафиев Ф.А.[1], Герасимов А.А.[1]**

*[1] – ВУНЦ ВВС «ВВА им проф. Жуковского и Ю.А. Гагарина», Воронеж, Россия, evfeal@mail.ru*

**Аннотация.** Целью данной работы является оценка помехоустойчивости (качества) приема спутниковой метеоинформации в аналоговом и цифровом режимах и установление градаций качества принимаемой информации.

Ключевые слова: относительная ошибка фильтрации, вероятность искажения, помеховая обстановка.

При аналоговой передаче метеоинформации используется двойная амплитудно-частотная модуляция (АМ - ЧМ). При этом вначале первичным видеосигналом, отображающим изменение яркости или температурных контрастов передаваемого изображения осуществляется амплитудная модуляция (АМ) на низкой поднесущей частоте, а затем АМ сигналом осуществляется частотная модуляция на несущей частоте.

Помехоустойчивость штатной аппаратуры типа «СЮЖЕТ-МБ» в аналоговом режиме определяется, главным образом, помехоустойчивостью частотного детектирования.

Используя известный подход к решению подобных задач, получим выражение для оценки помехоустойчивости приема спутниковой метеоинформации в виде относительной ошибки фильтрации соответствующих аналоговых сигналов.

При частотной модуляции принимаемый радиосигнал имеет следующий вид:

$$u_1[t,\lambda_1(t)] = U_1 \cos\{\omega_1 t + \psi[t,\lambda_1(t)]\} + n_1(t), \quad (1)$$

где $U_1$ и $\omega_1$ – соответственно, амплитуда и несущая частота сигнала; $\psi[t,\lambda_1(t)]$ – случайный процесс, обусловленный полезной модуляцией $\lambda_1(t)$, представляющей собой АМ сигнал; $n_1(t)$ – аддитивный белый шум.

Если в качестве информационного сигнала принять гауссовский экспоненциально-коррелированный процесс, что практически часто имеет место то, опуская промежуточные преобразования, можно показать, что относительная ошибка фильтрации (детектирования) ЧМ сигнала будет равна:

$$\delta^2_{чм} = \frac{1}{2h^2\beta^2}\left(1 + 2\beta\sqrt{h^2} - \sqrt{1 + 4\beta\sqrt{h^2}}\right)\sqrt{1 + 4\beta\sqrt{h^2}}\,, \quad (2)$$

где $h^2 = U_1^2 / 2\Delta f_1 N_1$ – отношение мощности сигнала к мощности шума со спектральной плотностью $N_1$ в полосе частот $\Delta f_1$ АМ сигнала; $\beta = \sqrt{D}/\Delta f_1$ – индекс частотной модуляции с дисперсией частотного отклонения $D$.

Проведенный анализ полученной спутниковой метеоинформации, методом экспертных оценок, позволил установить следующие ее градации при аналоговом приеме в зависимости от относительной ошибки фильтрации информационного сигнала $\delta^2_{чм}$. При индексе частотной модуляции $\beta = 10$, который используется в данной аппаратуре, качество принимаемой информации оценивается на «отлично», если $\delta^2_{чм} < 0{,}28$ ($h^2 > 25$); на «хорошо», если $0{,}28 \le \delta^2_{чм} < 0{,}31$ ($17 < h^2 \le 25$); на «удовлетворительно», если $0{,}31 \le \delta^2_{чм} \le 0{,}35$ ($10 \le h^2 \le 17$); на «неудовлетворительно», если $\delta^2_{чм} > 0{,}35$ ($h^2 < 10$).

Анализ тракта приема и обработки информационных сигналов в аппаратуре «СЮЖЕТ-МБ» при цифровой передаче свидетельствует, что в ней используется клас-

сический или близкий к нему алгоритм приема и обработки радиосигналов. В частности, входной высокочастотный радиосигнал в первичном устройстве обработки (ресивере) переносится на соответствующую постоянную промежуточную частоту, на которой далее осуществляется квадратурная некогерентная обработка сигнала с принятием решения по каждому информационному символу с последующей регенерацией импульсного цифрового потока.

В качестве информационных сигналов при цифровой передаче в данной аппаратуре используются двоичные ортогональные (или квазиортогональные) сигналы, преимущественно, с частотной манипуляцией. Для таких сигналов при некогерентном приеме в литературе приводятся соответствующие выражения для расчета помехоустойчивости приема информации в виде вероятности ошибки на один двоичный символ.

Так, при медленных релеевских замираниях, обусловленных многолучевым распространением радиоволн, когда разность между задержками крайних радиолучей $\Delta\tau << 1/F$, где $F$ – ширина спектра сигнала, нижняя граница вероятности ошибки определяется выражением:

$$P_{ош} = \frac{1}{2}\left[1 - \frac{h_0^2\sqrt{1-\rho^2}}{\sqrt{\left(h_0^2+2\right)^2 - h_0^4\rho^2}}\right], \qquad (3)$$

где $h_0^2$ – среднее значение отношения сигнал-шум; $\rho$ – коэффициент взаимной корреляции между сигналами:

$$\rho \le \frac{2}{\left|\left(\omega_2 - \omega_1\right)\right| T_c}, \qquad (4)$$

где $\omega_1$, $\omega_2$ – частоты сигналов; $T_c$ – длительность сигнала.

Анализ данного выражения свидетельствует, что замирания сигналов, в особенности, релеевские, резко снижают качество приема информации. При этом увеличение мощности радиопередатчика слабо влияет на повышение помехоустойчивости. Кроме того, вероятность ошибки зависит от степени ортогональности сигналов, которую можно обеспечить соответствующим разносом их частот, но при этом потребуется расширение полосы частот канала связи.

По результатам теоретических и экспериментальных исследований помехоустойчивости приема метеоинформации в цифровом режиме методом экспертных оценок получены следующие градации ее качества в зависимости от отношения сигнал-шум и вероятности ошибки в канале связи. Принимаемая информация оценивается на «отлично», если вероятность ошибки $P_{ош} < 3\cdot10^{-4}$ ($h^2 > 20$); на «хорошо», если $3\cdot10^{-4} \le P_{ош} \le 10^{-3}$ ($13 \le h^2 \le 20$); на «удовлетворительно», если $10^{-3} \le P_{ош} \le 2\cdot10^{-2}$ ($8 \le h^2 < 13$); на «неудовлетворительно», если $P_{ош} > 2\cdot10^{-2}$ ($h^2 < 8$).

Полученные результаты, как в аналоговом так и в цифровом режимах передачи, можно использовать в автоматизированных системах сбора, обработки и идентификации метеорологической информации при прогнозировании качества ее приема в зависимости от текущего состояния помеховой обстановки в выделенных радиоканалах связи.

**Литература**

1. Тихонов В.И. Оптимальный прием сигналов. М.: Радио и связь, 1983. 319 с.
2. Защита от радиопомех. Под ред. М.В. Максимова. М.: Сов. радио, 1976. 496 с.
3. Финк Л.М. Теория передачи дискретных сообщений. М.: Сов. радио, 1970. 726 с.

# EVALUATION OF THE NOISE IMMUNITY OF SATELLITE WEATHER INFORMATION RECEPTION EQUIPMENT "SYUZHET-MB"

**Evstafiev F.A.[1], Gerasimov A.A.[1]**

[1] – *Military Air Force Academy, Voronezh, Russia, evfeal@mail.ru*

**Abstract.** The purpose of this work is to estimate the noise immunity (quality) of satellite weather information reception in analog and digital modes and to establish gradations in the quality of received information.

Keywords: relative filtering error, probability of distortion, interfering conditions.

# МОДЕЛЬ РАСЧЕТА ОПТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК КРИСТАЛЛОВ ЛЬДА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕОРИИ МИ, С ПРИМЕНЕНИЕМ ЯЗЫКА ПРОГРАММИРОВАНИЯ PYTHON

**Егоров А.Д.[1], Косцов В.В.[1], Калиничев Д.В.[1], Куклин О.А.[1], Потапова И.А.[1], Хлябич П.П.[1]**

*[1] – Российский государственный гидрометеорологический университет, г. Санкт-Петербург, Россия, egorovad@rambler.ru*

**Аннотация.** В основе модели лежат уравнения расчета показателей преломления, поглощения, объемных коэффициентов поглощения и рассеяния кристаллов льда, а также готовые модели, которые реализованы на языке программирования Python. Выполнен сравнительный анализ данных.

Ключевые слова: модель, оптика, зондирование, Python, теория Ми, аэрозоль, кристаллы льда.

Проблема определения дальности видимости и повышения безопасности полетов является одной из основных задач. Поэтому разработка программ, решающих поставленную задачу на современных языках программирования, достаточно важна. Атмосферный воздух, представляет собой аэрозоль и рассеяние света его дисперсной фазой, которая играет в оптике атмосферы важную роль. Эти частицы рассматриваются как центры кристаллизации. Таким образом, зная концентрацию кристаллов в атмосферном воздухе, можно определить концентрацию загрязняющих частиц. В статье рассмотрено применение аэрозольной модели восстановления оптических свойств кристаллов льда по теории Ми. Для этой модели была разработана программа ЯП Python, примененной для вычисления и реализации расчета оптических характеристик.

Численная модель диэлектрических свойств льда позволяет осуществить расчет показателя преломления и показателя поглощения электромагнитных волн в диапазоне частот от 0 до $6.7 \cdot 10^{15}$ Гц. Показатель преломления электромагнитных волн определяется выражением:

$$n = \left\{ \frac{\left[ (\varepsilon`)^2 + (\varepsilon``)^2 \right]^{0.5} + \varepsilon`}{2} \right\}^{0.5}$$

а показатель поглощения электромагнитных волн определяется выражением:

$$a = \left\{ \frac{\left[ (\varepsilon`)^2 + (\varepsilon``)^2 \right]^{0.5} - \varepsilon`}{2} \right\}^{0.5}$$

где, $n$ – показатель преломления электромагнитных волн, $a$ – показатель поглощения электромагнитных волн, $\varepsilon'$ –- действительная часть комплексной диэлектрической проницаемости, $\varepsilon''$ – мнимая часть комплексной диэлектрической проницаемости.

В диапазоне частот от 0 до $3.49 \cdot 10^7$ Гц значения относительной диэлектрической проницаемости рассчитываются с помощью теории Дебая по формуле:

$$\varepsilon' = \varepsilon_\infty + \frac{\varepsilon_s - \varepsilon_\infty}{1 + (2\pi f \tau_p)^2}$$

где $\varepsilon'$ – действительная часть комплексной диэлектрической проницаемости, $\varepsilon_\infty$ – относительная диэлектрическая проницаемость на высоких частотах, для льда равная 3.1, $\varepsilon_s$ – относительная диэлектрическая проницаемость на низких частотах, $f$ – частота электромагнитного поля, Гц, $\tau_p$ – время релаксации диэлектрической проницаемости.

Значение $\varepsilon''$ в соответствии с теорией Дебая рассчитывается по формуле:

$$\varepsilon'' = \frac{(\varepsilon_s - \varepsilon_\infty) \cdot 2\pi f \tau_p}{1 + (2\pi f \tau_p)^2}.$$

Для математического описания взаимодействия излучения с отдельными аэрозолями они моделируются геометрическими телами. Простейшая – однородный шар. Для расчета характеристик взаимодействия электромагнитных волн используется теория Ми. Поэтому, для получения всех необходимых оптических характеристик шара достаточно задать лишь отношение

$$y = 2\pi r / \lambda ,$$

где $r$ – радиус шара, $\lambda$ – длина волны излучения, а также комплексный показатель преломления (КПП) вещества шара $m$.

Здесь вещественная часть КПП – это относительный показатель преломления, а мнимая часть КПП соответствует поглощению излучения веществом.

В процессе работы формулы теории Ми были преобразованы к удобному виду для вычислений. Важно, что реально частицы в атмосфере имеют существенно разные размеры и разную концентрацию по ним [1, 3]. Следовательно, необходимо ввести характеристику аэрозоля, связывающую концентрацию и радиус.

С учетом выше сказанного, была разработана программа на ЯП Python для вычисления и реализации расчета оптических характеристик, с получением результатов детерминированного и стохастического моделирования.

Результатом данной модели является расчет КПП при температуре 273.15 К и длин волн лежащих в диапазоне от 0.3 до 15 мкм, так как в этом диапазоне происходит энергетическое ослабление оптических волн. На основе полученных результатов были построены графики зависимости КПП от длины волны. Получены зависимости коэффициентов показателей преломления и поглощения кристаллов льда от длины волны. Полученные данные совпадают в пределах погрешности с результатами моделей, полученных с помощью различных программных кодов. При написании кода, разница между полученными данными составляет погрешность порядка 0.001% [2].

Используя параметры КПП мнимой и вещественной частей, а также параметры функции распределения частиц по размерам были рассчитаны объемные коэффициенты.

В заключение можно утверждать, что разработанная программа более простая и скоростная, по сравнению с ее аналогами, а модель адекватна и применима для определения загрязнения атмосферы.

**Литература**

1. Довгалюк Ю.А., Ивлев Л.С. Физика атмосферных аэрозольных систем. — СПб.: НИИХ СПбГУ, 1999. — 194с.
2. Зуев В.Е., Креков Г.М. Оптические модели атмосферы. Ленинград Гидрометеоиздат, 1986. – 253 с.
3. Тимофеев Ю.М., Васильев А.В. Основы теоретической атмосферной оптики – СПб., 2007. – 152 с.

# MODEL FOR CALCULATING OPTICAL OF ICE CRYSTALS USING THE MIE THEORY, USING THE PYTHON PROGRAMMING LANGUAGE

**Yegorov A.D.[1], Kalinichev D.V.[1], Kostsov V.V.[1], Kuklin O.A.[1], Potapova I.A.[1], Khlyabich P.P.[1]**

[1] – *Russian state hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia, egorovad@rambler.ru*

**Abstract.** The model is based on the equations of calculation of refractive indices, absorption, volume absorption and scattering coefficients of ice crystals, as well as ready-made models that are implemented in the Python programming language. A comparative analysis of the data of the model is performed.

Key words: model, optics, sensing, Python, Mie theory, aerosol, ice crystals.

# ОПАСНЫЕ ДЛЯ ОТРАСЛЕЙ ЭКОНОМИКИ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН ЯВЛЕНИЯ ПОГОДЫ, ОБУСЛОВЛЕННЫЕ ЮЖНЫМИ ЦИКЛОНАМИ

**Ильин В.Г.[1], Волобуева О.В.[1], Горохольская В.З.[2]**

[1] – *РГГМУ, Санкт-Петербург, Россия, vadya.ilin.1997@mail.ru*
[2] – *ФГБУ «Башкирское УГМС», Уфа, Россия*

**Аннотация.** Работа посвящена изучению такого синоптического процесса, как выход южных циклонов на территорию Республики Башкортостан и явлений погоды, связанных с южными циклонами на отрасли экономики республики.

Ключевые слова: южный циклон, сильный ветер, осадки, отрасли экономики

Значительное влияние на народнохозяйственную деятельность предприятий и организаций Республики Башкортостан оказывают сопутствующие циклонам явления погоды такие, как: усиление ветра (энергетика, речной транспорт, строительство), сильные снегопады (дорожное хозяйство), сильные осадки (подъем уровня рек, нарушение в работе ЖКХ), авиация (отмены и задержки рейсов, нарушение работы аэропорта (расчистка взлетно-посадочной полосы) и т. д. Зарождаясь в более низких широтах, циклоны несут с собой значительные запасы тепла и влаги в более северные широты. Это, так называемые, «южные» циклоны, которые на территорию Европы приходят в основном с районов Средиземного моря, Чёрного и Каспийского морей, а на юг Дальнего Востока — с районов Желтого моря. Эти циклоны имеют ярко выраженную температурную асимметрию: зимой с ними связаны снегопады и метели, летом — обильные дожди, грозы, ливни.

Исследуя архивные данные гидрометцентра Башкирского УГМС, были отобраны случаи вторжения южных циклонов на исследуемую территорию. Период исследования: с 1993 года по 2018 год. Также проанализированы данные карт ЕСП (Естественный синоптический период), которые включают в себя 2 вида: среднюю АТ-500 и приземную. В приземной карте фиксируются данные о формирование циклонов и антициклонов и их перемещение, а также значения о минимальном и максимальном давлении во время их передвижения за определенный промежуток времени. Карта АТ-500 включает высотные центры барических образований на высоте 5,5 км и траекторию их движения.

Во время проведенных исследований было выявлен 31 случай выхода циклонов из районов Средиземного, Адриатического, Чёрного, Каспийского и Аральского морей, которые оказали непосредственное влияние на погоду региона.

По данным повторяемости выходов южных циклонов за исследуемый период больше половины (35%) наблюдалось весной. Это объясняется тем, что в переходные периоды обостряются атмосферные процессы и происходят более частое и быстрое перемещения барических образований.

По районам зарождения и перемещениям циклона до республики выделены 2 типа:

1) Движение с юго-западного направления. К ним относятся циклоны, образовавшиеся над Средиземными, Адриатическими и Чёрными морями.

2) Передвижение с южной зоны, т. е. продвигающиеся на северное направление.

Особенность прохождения циклона по территории Республики определяется, прежде всего, географическим положением и преобладающими направлениями воздушных потоков как на уровне земной поверхности, так и на высотах.

Был проведен анализ того, как повели себя южные атмосферные вихри, которые уже попали в зону республики. Экспериментально выбраны 3 случая прохождения циклонов на рассматриваемую территорию: это, так называемые, «северные» и «южные» ворота». «Северные ворота» – циклон доходит до территории республики, и приближаясь к Уральским горам, смещается на северо-восток, при «южных воротах» – циклон соответственно смещается на юго-восток, захватывая при этом южные территории республики.

**Литература**

1. https://www.bashkortostan.ru/republic/
2. Погосян Х.П. Циклоны. – Л.: Гидрометеоиздат, 1976. – 147 с.
3. Зверев А.С. Синоптическая метеорология. Издание второе, переработанное и дополненное [Текст] / А.С. Зверев – Л.: Гидрометеоиздат, 1977. – 711 с.
4. https://www.syl.ru/article/364482/chto-takoe-tsiklon-deystvie-i-harakteristika-atmosfernogo-tsiklona
5. Горохольская В.З., Волобуева О.В. Сильные ветры и метели на территории Республики Башкортостан. - Метеорология и гидрология, 2006, № 7, с. 49-55.

## WEATHER PHENOMENA CAUSED BY SOUTHERN CYCLONES THAT ARE DANGEROUS FOR INDUSTRIES OF THE REPUBLIC OF BASHKORTOSTAN

**Ilyin V.G.[1], Volobueva O.V.[1], Goroholskaya V.Z.[2]**

[1] – *RSHU, St. Petersburg, Russia, vadya.ilin.1997@mail.ru*
[2] – *Bashkir UGMS, Ufa, Russia*

**Abstract.** The work is devoted to the study of such a synoptic process as the emergence of southern cyclones on the territory of the Republic of Bashkortostan and weather phenomena associated with southern cyclones on the branches of the republic's economy.

Key words: southern cyclone, strong wind, precipitation, branches of the economy

# КРАТКОСРОЧНЫЙ ПРОГНОЗ ЛИВНЕВЫХ ОСАДКОВ В ПЕРМСКОМ КРАЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОДЕЛИ WRF

**Калинин Н.А.[1], Шихов А.Н.[1], Быков А.В.[1], Тарасов А.В.[1]**

*[1] – Пермский государственный национальный исследовательский университет, г. Пермь, Россия, kalinin@psu.ru*

**Аннотация.** Проведена сравнительная оценка успешности численного прогноза сильных конвективных осадков в Пермском крае в августе 2016 года с использованием модели WRF-ARW с применением различных схем параметризации конвекции и в режиме ее прямого моделирования.

Ключевые слова: конвективные осадки, модель WRF, параметризации конвекции, Пермский край

Повышение точности прогноза сильных ($\geq 15$ мм/12 ч) и очень сильных ($\geq 50$ мм/12 ч) осадков является одной из наиболее значимых и до конца не решенных проблем в краткосрочном прогнозировании погоды.

Для территории Урала ранее изучалась возможность прогноза возникновения и эволюции мезомасштабных конвективных систем (МКС) [4, 5], а также отдельных случаев возникновения шквалов, крупного града и смерчей [3, 5]. В то же время оценка качества прогнозов сильных ливневых осадков с помощью модели WRF в основном выполнялась для центральной части Европейской России [1, 2]. Для территории Урала подобные исследования не проводились.

Целью настоящей работы является получение сравнительной оценки успешности численного прогноза сильных конвективных осадков в Пермском крае в августе 2016 года с использованием модели WRF-ARW с применением различных схем параметризации конвекции и в режиме ее прямого моделирования.

Для составления прогнозов использовалась модель WRF с динамическим ядром ARW версии 3.8.1. Детальное описание современной версии модели приведено в работе [7]. Программный комплекс модели WRF установлен на многопроцессорном вычислительном комплексе с гибридной архитектурой «ПГНИУ-Кеплер».

Анализ результатов численных экспериментов позволяет сделать следующие выводы:

В зависимости от выбора способа моделирования конвекции (напрямую или с использованием параметризации) по модели WRF с шагом сетки 7,2 км, полученное распределение количества осадков существенно различается. При прямом моделировании воспроизводятся локальные зоны интенсивных осадков, связанные с прохождением МКС. Максимальная интенсивность осадков оказывается близкой к фактическим значениям, а площадь зон умеренных осадков сравнительно невелика. Следует отметить, что возможность получения правдоподобных результатов при прямом моделировании конвекции на сравнительно грубых сетках (5–10 км) обсуждалась в ряде зарубежных работ, например, [6] хотя полноценное облако-разрешающее моделирование возможно при шаге сетки 3 км и менее. Основной проблемой при этом является возможность существенного смещения прогностических зон осадков относительно их фактического положения.

При моделировании с использованием любой параметризации конвекции в модели WRF площадь зон осадков существенно завышается, а максимальная интенсивность занижается. Исключением является схема Каина-Фритша, которая успешно воспроизводит сильные ливни, но при этом дает большое число ложных тревог. Из результатов

расчета индекса критического успеха *CSI* следует, что наиболее успешные прогнозы сильных конвективных осадков были получены с применением параметризации Беттса-Миллера-Янича (BMJ).

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект № 17-45-590850 р_а).

**Литература**

1. Алексеева А.А., Лосев В.М. Прогноз сильных летних осадков на основе выходных данных региональной модели Гидрометцентра России // Труды Гидрометцентра России. 2014. Вып. 351. С. 35–50.
2. Вельтищев Н.Ф., Жупанов В.Д., Павлюков Ю.Б. Краткосрочный прогноз сильных осадков и ветра с помощью разрешающих конвекцию моделей WRF // Метеорология и гидрология. 2011. № 1. С. 5–18.
3. Калинин Н.А., Ветров А.Л., Свиязов Е.М., Попова Е.В. Изучение интенсивной конвекции в Пермском крае с помощью модели WRF // Метеорология и гидрология. 2013. № 9. С. 21–30.
4. Калинин Н.А., Шихов А.Н., Быков А.В. Прогноз мезомасштабных конвективных систем на Урале с помощью модели WRF и данных дистанционного зондирования // Метеорология и гидрология. 2017. № 1. С. 16–28.
5. Шихов А.Н., Быков А.В. Оценка качества прогноза мезомасштабных конвективных систем на Западном Урале с помощью модели WRF и спутниковых данных MODIS // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из Космоса. 2016. Т. 13. № 1. С. 137–148.
6. Hong S.-Y., Dudhia J. Next-generation numerical weather prediction. Bridging parameterization, explicit clouds, and large eddies // Bull. Amer. Met. Soc., 2012, vol. 93, pp. ES6–ES9.
7. Powers J.G. et al. The Weather Research and Forecasting Model: Overview, System Efforts, and future directions // Bull. Amer. Met. Soc., 2017, vol. 98, pp.1717–1737.

## SHORT-TERM FORECAST OF CONVECTIVE PRECIPITATIONS IN PERM KRAI WITH USE OF THE WRF MODEL

**Kalinin N.A.[1], Shikhov A.N.[1], Bykov A.V.[1], Tarasov A.V.[1]**

[1] – *Perm State University, Perm, Russia, kalinin@psu.ru*

**Abstract.**The comparative assessment of success of the numerical forecast of strong convective rainfall in Perm Krai in August 2016 with use of the WRF-ARW model with application of various of parametrization of convection and also in the mode of explicit convection modeling is carried out.

Key words: convective precipitations, WRF model, convection parametrization schemes, Perm Krai

# МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ТРОПОСФЕРЫ В УСЛОВИЯХ «ХОРОШЕЙ ПОГОДЫ»

**Кашлева Л.В.[1], Баранова М.Е.[1], Михайловский Ю.П.[1]**

*[1] – Российский Государственный Гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия, kashleval@yandex.ru*

**Аннотация.** Рассматривается возможность моделирования электрической структуры атмосферы по данным натурных измерений.

Ключевые слова: электрическая структура атмосферы, концентрация ионов

В докладе предложена одномерная модель электрической структуры атмосферы в условиях «хорошей погоды». Эта модель позволяет рассчитывать электрические параметры тропосферы. Были получены вертикальные профили напряженности электрического поля, проводимости атмосферы, концентрации и подвижностей ионов, их подвижностей, плотности объемного заряда атмосферного воздуха, распределение по высоте объемного заряда вертикального столба атмосферы единичного сечения тропосферы и плотность поверхностного заряда Земли. Показано, что проведенные расчеты согласуются с имеющимися данными, представленные в литературе. Это позволяет использовать представленную модель для построения профилей электрических параметров тропосферы в условиях «хорошей погоды».

# SIMULATION OF F ELECTRICAL STRUCTURE OF TROPOSPHERE IN THE CONDITIONS OF “FAIR WEATHER”

**Kashleva L.V.[1], Baranova M.E.[1], Mikhailovskii Yu.P.[1]**

*[1] – Russian State Hydrometeorological University, Saint-Petersburg, Russia, grigorov46@mail.ru.*

**Abstract.** The one-dimension model of electric structure of atmosphere in the conditions of “fair weather” is presented in the report. There were calculated the following parameters: electric field strength, conductivity of the atmosphere, ions concentrations and mobility, the volume density of the air. It is shown that the results of calculations agree with data of observations.

Keywords: electric structure of atmosphere, ions concentrations.

# ФРАКТАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ОБЛАЧНОЙ КОНВЕКЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДРОБНЫХ ИНТЕГРАЛЬНЫХ И ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ ОПЕРАТОРОВ

**Кирносов С.Л.**[1]

[1] – *ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», г. Воронеж, Российская Федерация, slk_met@mail.ru*

**Аннотация**. В работе рассмотрены особенности построения модели генезиса конвективных облачных систем с учетом фрактальных свойств и свойства эредитарности атмосферы.

Ключевые слова: эредитарность, дробные производные, конвективные облака, метеорологические условия, авиационные задачи.

Несмотря на совершенствование современной авиационной техники, метеорологические условия продолжают оказывать существенное влияние на эффективность и безопасность полетов авиации. Так, значительную негативную роль играют опасные явления погоды конвективного происхождения. Существующие прогностические модели и методики ограничены термодинамическими аспектами процессов вертикального смешивания в условиях горизонтально-однородных характеристик. В рамках этих одномерных моделей скорость ветра, крупномасштабная дивергенция и адвективные изменения метеовеличин рассматриваются в качестве входных параметров, имеющих постоянное значение. В то же время взаимодействие между динамическим и термодинамическим полями в рамках этих моделей практически не учитывается. Также в вышеуказанных моделях не учитываются фрактальные свойства и генезис образования облачных систем, а также свойства эредитарности (т.е. свойства сохранения памяти о предыдущих состояниях) атмосферы в целом [1, 2].

Необходимо отметить, что эредитарность в широком смысле является антонимичным понятием по отношению к понятиям фрактальность и хаотичность. Действительно, траектории хаотической системы не зависят от начального состояния, в то же время, как показывают многочисленные наблюдения, динамические свойства локальных атмосферных образований существенно зависят от своей предыстории [3]. Таким образом, учет свойства эредитарности, а также его влияния на динамику атмосферных процессов, может быть произведен посредством модернизации классических моделей с помощью предположения о фрактальности.

Целью работы является повышение качества прогностической метеорологической информации об опасных явлениях погоды на основе разработки фрактальной модели конвективных облачных структур с использованием аппарата дробного интегро-дифференцирования.

Значительное количество существующих реальных метеорологических процессов не укладывается в стандартные представления механики сплошной среды и требует привлечения новых сведений о фрактальной природе среды, в которой эти процессы происходят. К схожим процессам относятся, например, диффузия примесей в грунте, распространение тепла в аэрозолях и т.д. Для их модельного описания привлекается модифицированный соответствующим образом закон Фика (Фурье), что требует, в свою очередь, использования математического аппарата дробного интегро-дифференциального исчисления.

Существует несколько неэквивалентных подходов к определению дробных интегральных и дифференциальных операторов; наибольшее распространение среди них, однако, получили односторонние операторы Римана-Лиувилля. Дробные интегралы Римана-Лиувилля порядка $\alpha$ определяются выражениями

$$(I_{a+}^{\alpha} f)(x) = \frac{1}{\Gamma(\alpha)} \int_a^x f(\xi)(x-\xi)^{\alpha-1} d\xi,\ x > a\ ,$$
$$(I_{b-}^{\alpha} f)(x) = \frac{1}{\Gamma(\alpha)} \int_x^b f(\xi)(\xi-x)^{\alpha-1} d\xi,\ x > b\ . \qquad (1)$$

Здесь и далее $\Gamma(\alpha)$ – стандартное обозначение для интеграла Эйлера второго рода (гамма-функция). Первый из них называется левосторонним, второй – соответственно, правосторонним. Эти конструкции, очевидно, определены для функций из пространства абсолютно интегрируемых на отрезке [*a*, *b*], существуя почти всюду [1, 2].

Дробные производные Римана-Лиувилля определяются соотношениями

$$(D_{a+}^{\alpha} f)(x) = \frac{1}{\Gamma(n-\alpha)} \frac{d^n}{dx^n} \int_a^x f(\xi)(x-\xi)^{n-\alpha-1} d\xi\ ,$$
$$(D_{b-}^{\alpha} f)(x) = \frac{(-1)^n}{\Gamma(n-\alpha)} \frac{d^n}{dx^n} \int_x^b f(\xi)(\xi-x)^{n-\alpha-1} d\xi, \qquad (2)$$

где $n = [\alpha] + 1$. Представленные конструкции являются аналитическими продолжениями дробных интегралов в область $\alpha < 0$.

Физический смысл дробного дифференцирования и уравнений, содержащих производные нецелого порядка, зависит от конкретной физической системы и задачи на рассмотрение □роцесссов в ней. Однако общим свойством всех систем, описываемых посредством дифференциальных уравнений дробного порядка, является наличие свойства эредитарности (наличие памяти).

В модели генезиса конвективных облачных систем, учитывающая фрактальные свойства атмосферы на основе аппарата дробного интегро-дифференцирования горизонтальная компонента вектора градиента давления является одним из базовых параметров, определяющих фрактальные свойства облачных образований, в том числе – и над поверхностью океана. Конвективно-неустойчивый приповерхностный слой моделируется либо как прозрачный смешанный слой, либо как слой, заполненный облачными образованиями. Положения модели для прозрачного смешанного слоя отвечают классической парадигме: импульс и консервативные термодинамические параметры предполагаются либо постоянными, либо слабо зависящими от вертикальной координаты. Таким образом, условия на верхней границе приповерхностного слоя могут быть относительно легко идентифицированы. Соответствующая горизонтальная компонента градиента давления в верхней части приповерхностного слоя может быть получена с использованием гидростатического соотношения. Эта трактовка свободной атмосферы связана с необходимостью учета фрактальных свойств поля распределенной плотности в приповерхностном слое и, в свою очередь, влияние этой характеристики на горизонтальную компоненту градиента давления [1, 2].

Таким образом, учет фрактальной структуры кучевых облаков на модельном уровне (с использованием техники дробного интегро-дифференцирования) позволяет достаточно точно и адекватно описывать генезис облачных структур, и, как следствие – заблаговременно предсказывать опасные явления погоды на мезомасштабном уровне, диагностировать и идентифицировать основные динамические параметры таких структур, а также анализировать их влияние на условия полетов.

**Литература**

1. Нахушев А.М. Дробное исчисление и его применение. М.: Физматлит, 2003. 272 с.
2. Учайкин В.В. Метод дробных производных. Ульяновск: Издательство «Артишок», 2008. 512 с.

3. Михайлов В.В., Семенов М.Е., Кирносов С.Л. Учет фрактальных свойств при функционировании авиационной системы поддержки принятия метеозависимых решений. Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. № 1, 2015. С. 12-18.

# THE FRACTAL MODEL OF CLOUD CONVECTION USING FRACTIONAL INTEGRAL AND DIFFERENTIAL OPERATORS

**Kirnosov S.L.**[1]

[1] – *Air Force Academy named after professor N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin, Voronezh, Russian Federation, slk_met@mail.ru*

**Abstract.** The paper discusses the peculiarities of constructing a model of the genesis of convective cloud systems, with regard to fractal properties and the properties of hereditarily atmosphere.

Key words: hereditament, fractional derivative, convective clouds, meteorological conditions, aviation tasks.

# ИЗМЕНЧИВОСТЬ СИНОПТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В НИЖНЕМ ПОВОЛЖЬЕ НА ФОНЕ ГЛОБАЛЬНЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ТЕНДЕНЦИЙ

**Кононова Н.К. [1], Морозова С.В. [2], Полянская Е.А.[2]**

*[1] – Институт географии РАН, Москва, Россия, NinaKononova@yandex.ru*
*[2] – Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского, Саратов, Россия, swetwl@yandex.ru*

**Аннотация.** Рассмотрена повторяемость синоптических процессов в Нижнем Поволжье в периоды климатической изменчивости. Обнаружено уменьшение повторяемости полярно-фронтовых циклонов и рост числа вторжений арктических антициклонов во вторую волну потепления.

Ключевые слова: типизация синоптических процессов, региональный климат

Известно, что глобальные климатические тенденции по-разному проявляются в различных регионах. Так, например, в Нижнем Поволжье совершенно не проявилась первая волна глобального потепления, известная как «потепление Арктики». Вторая волна глобального потепления в континентальном климате юго-востока ЕЧР началась не с середины семидесятых, как в среднем по полушарию, а примерно на десять лет позже [2].

Климатические условия отдельных регионов складываются под влиянием протекающих над ним синоптических процессов. В настоящей работе рассматривается повторяемость различных типов синоптических процессов в два климатических периода – период стабилизации и вторую волну глобального потепления. Синоптические процессы рассматривались согласно региональной типизации В.Л. Архангельского – Е.А. Полянской [3]:

I. Циклоническая деятельность на арктическом фронте.
II. Воздействие арктического антициклона.
III. Воздействие зимнего азиатского антициклона.
IV. Воздействие субтропического антициклона.
V. Малоградиентные поля повышенного и пониженного давления.
VI. Циклоническая деятельность на полярном фронте.
VII. Деформационное поле.

Повторяемость синоптических процессов определялась на двух интервалах. Первый - с 1949 по 1969 гг., который соответствует периоду стабилизации; второй - с 1988 по 2007 гг., приходящийся на вторую волну глобального потепления. В таблице приведена годовая повторяемость семи типов синоптических процессов для трех пунктов региона - г. Самара, г. Волгоград, г. Астрахань.

**Таблица** - Среднее число дней с синоптическими процессами в Нижнем Поволжье (год)

| Тип процесса | Период. гг. | Среднее число дней с процессом | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Самара | Волгоград | Астрахань | Среднее |
| I | 1949-1969 | 84,2 | 56,5 | 42,1 | 60,9 |
| | 1998-2007 | 95,4 | 63,5 | 43,6 | 67,4 |
| II | 1949-1969 | 73,2 | 61,9 | 58,8 | 64,6 |
| | 1998-2007 | 105,6 | 103,0 | 100,0 | 102,9 |
| III | 1949-1969 | 40,9 | 33,8 | 35,6 | 36,8 |

| Тип процесса | Период. гг. | Среднее число дней с процессом | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Самара | Волгоград | Астрахань | Среднее |
| | 1998-2007 | 36,2 | 30,5 | 32,1 | 32,9 |
| IV | 1949-1969 | 38,0 | 56,5 | 62,4 | 52,9 |
| | 1998-2007 | 21,0 | 32,5 | 35,9 | 29,8 |
| V | 1949-1969 | 23,7 | 25,9 | 30,6 | 26,7 |
| | 1998-2007 | 51,4 | 64,4 | 87,3 | 67,7 |
| VI | 1949-1969 | 84,5 | 111,4 | 95,4 | 97,1 |
| | 1998-2007 | 34,3 | 51,1 | 42,5 | 42,6 |
| VII | 1949-1969 | 17,8 | 19,2 | 28,8 | 21,9 |
| | 1998-2007 | 21,0 | 20,2 | 23,2 | 21,5 |

Из анализа таблицы можно заключить, что по сравнению с периодом стабилизации во вторую волну глобального потепления в Нижнем Поволжье возросла повторяемость циклонической деятельности на арктическом фронте. Вместе с этим отмечаем существенный рост числа вторжений холодного воздуха из Арктики (II тип). Влияние на Нижнее Поволжье западной периферии зимнего Азиатского антициклона во второй исследуемый период оказалось меньше, чем в первый, но не существенно (33 и 37 случаев соответственно). Особенно интересным оказывается резкое (почти в два раза!) снижение влияния на регион в период потепления субтропического максимума и почти во столько же раз рост повторяемости малоградиентных полей повышенного и пониженного давления. Во вторую волну глобального потепления реже выходят на регион полярнофронтовые циклоны, чем в период стабилизации. Частота появления над регионом деформационных полей существенно не изменилась от периода к периоду. Заметим, что устойчивая тенденция присутствия над регионом деформационного поля позволило выделить регион Нижнее Поволжье по циркуляционным признакам [3]. Также оказывается интересным тот факт, что в период стабилизации частота выхода на регион циклонов, развитых на арктическом и полярном фронтах, была примерно одинаковой, в то время как в период потепления полярнофронтовые циклоны стали выходить на регион почти в два раза реже, чем циклоны, развитые на арктическом фронте.

Таким образом, из анализа годовой повторяемости синоптических процессов можно заключить, что в период стабилизации пониженный температурный режим зимой в регионе определялся вторжениями арктических антициклонов и распространением западной периферии зимнего Азиатского антициклона при условии ее пополнения свежими арктическими ядрами [3]. Повышенный температурный фон летом формировался преимущественно под влиянием отрогов субтропических максимумов. Смягчению температурного режима зимой и летом способствовали полярнофронтовые циклоны, повторяемость которых в этот период времени превышала повторяемость циклонов, развитых на арктическом фронте.

Во вторую волну глобального потепления температурные условия в регионе смягчали преимущественно циклоны, развитые на арктическом фронте. Сильные морозы и летние интенсивные волны тепла формируются под влиянием вторжения в регион холодного сухого арктического воздуха и его трансформации. Поэтому увеличение числа арктических вторжений впоследствии предполагается рассматривать дифференцированно. Однако увеличение в последнее время морозных зим свидетельствует о росте числа вторжений из Арктики. В то же время в [1] указывается, что в последнее время возрастает не повторяемость засух, а их интенсивность. Этот факт объясняется характером перестройки атмосферной циркуляции и ростом числа вторжений из Арктики, на что указывается в настоящей статье.

**Литература**
1. Второй Оценочный доклад Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Общее резюме. М.: 2014. 60 с.
2. Левицкая Н.Г., Морозова С.В., Орлова И.А. Климатические изменения в Нижневолжском регионе на фоне глобального потепления (на примере Саратова) // Изв. Сарат. ун-та. Новая серия. Том 13. Серия Науки о Земле. Вып. 1. 2013. С. 45-50.
3. Полянская Е.А. Синоптические процессы и явления погоды в Нижнем Поволжье. Саратов: Изд-во Сарат. ун-та. 1986. 208 с.

## VARIABILITY OF SYNOPTIC PROCESSES IN THE LOWER VOLGA REGION OF THE BACKGROUND GLOBAL CLIMATIC TRENDS

**Kononova N.K.[1], Morozova S.V.[2], Polyanskaya E.A.[2]**

*[1] – Institute of Geography RAS, Moscow, Russia, NinaKononova@yandex.ru*
*[2] – Saratov State University, Saratov, Russia, swetwl@yandex.ru*

**Abstract.** The recurrence of types of synoptic processes in the Lower Volga region during periods of climatic variability is considered. A decrease in the frequency of occurrence of polar-front cyclones and an increase in the number of anticyclones from the Arctic into the second warming wave were found.

Key words: classification of synoptic processes, regional climate

# ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПОЛЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ЭЛЕКТРОНОВ В ИОНОСФЕРЕ НА НАКЛОННЫХ ТРАССАХ ПО ДАННЫМ РАДИОНАВИГАЦИОННЫХ ИЗМЕРЕНИЙ

**Корыстин А.А.[1], Мешков А.Н.[1]**

*[1] – Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского, Санкт-Петербург, Российская Федерация, geoalex2003@mail.ru*

**Аннотация**. Рассматриваются теоретические вопросы использования данных двухчастотных радионавигационных измерений в интересах восстановления значений концентрации электронов на заданных наклонных трассах в ионосфере на основе метода регуляризации Тихонова

Ключевые слова: обратная задача, ионосфера, концентрация электронов, двухчастотные измерения, радионавигация

Одним из практических применений сведений о концентрации электронов в ионосфере является оценивание условий распространения радиосигнала на наклонных трассах между наземным пунктом и заданными объектами в околоземном космическом пространстве [1]. Одним из способов получения информации о содержании электронов на наклонных трассах является трансионосферное зондирование сигналами спутниковых радионавигационных систем на двух частотах [2], позволяющее получить интегральную характеристику содержания электронов вдоль трассы от приемника до навигационного космического аппарата (НКА). При этом для оценивания условий распространения радиоволн важно знать закон изменения концентрации электронов на заданных трассах распространения, поскольку от этого зависит величина рефракции радиоволн, которая на различных участках пути распространения может быть как положительной, так и отрицательной.

Для восстановления поля концентрации электронов на заданных трассах распространения радиосигнала в ионосфере, предлагается:

– выбрать и адаптировать модель ионосферы к текущим геофизическим условиям по данным двухчастотных измерений времени запаздывания радионавигационного сигнала на трассах его распространения от навигационных космических аппаратов (НКА) до места расположения приемника;

– при адаптации модели варьировать несколькими исходными параметрами (например, уровнем солнечной активности и другими), отражающими влияние различных факторов на значения концентрации электронов;

– при адаптации модели учитывать закономерности пространственного изменения концентрации электронов в ионосфере.

Таким образом, необходимо решить задачу восстановления поля концентрации электронов на заданных трассах распространения радиосигнала в ионосфере в следующей постановке:

а) известны:

– спрогнозированные или рассчитанные априорные начальные значения исходных параметров модели ионосферы (индексов солнечной активности и др.);

– геодезические координаты расположения установленной навигационной аппаратуры потребителя;

– массив топоцентрических сферических координат расположения НКА, находящихся в зоне видимости в фиксированные моменты времени;

– массив значений ионосферных задержек радионавигационных сигналов на нескольких трассах приемник-НКА в различные моменты времени;

– топоцентрические сферические координаты расположения заданных объектов в пространстве.

б) требуется найти значения концентрации электронов в ионосфере вдоль трасс распространения радиосигнала между заданным объектом и приемником.

Задача представляет собой обратную задачу, в которой по известным данным измерений интегральных характеристик (полного электронного содержания на наклонных трассах) ионосферы необходимо определить неизвестные ее дифференциальные параметры – значения концентрации электронов вдоль лучей на заданных направлениях.

Задача является некорректно поставленной и предполагает множество решений. Для ее решения предлагается использовать метод регуляризации Тихонова [3] решения некорректно поставленных задач, позволяющий найти приближенное решение за счет привлечения дополнительной информации об ионосфере. В нашем случае этой дополнительной информацией является модель ионосферы, отражающая некоторые пространственно-временные закономерности изменения концентрации электронов.

Предлагается метод, суть которого заключается в составлении и решении системы линейных алгебраических уравнений (СЛАУ), описывающих закономерности изменения концентрации электронов вдоль трасс распространения радиосигнала в ионосфере. Решение СЛАУ ищется в виде вектора параметров модели ионосферы, который обеспечил бы минимум невязки модельного описания полного электронного содержания (ПЭС) ионосферы на трассах приемник-НКА. Отличием от предложенных ранее методов [4] является адаптация модели ионосферы к текущим условиям по нескольким параметрам.

Как показывает практика, в зоне видимости, ограниченной верхней полусферой, находится порядка 9-10 НКА ГЛОНАСС/GPS. Измерения ПЭС на разных трассах приемник-НКА позволяют построить СЛАУ, решение которой обеспечивает восстановление поля концентрации электронов в ионосфере и оценивание условий распространения радиосигнала на заданных наклонных трассах.

**Литература**

1. Девяткин А.М., Корыстин А.А., Краснов В.М., Кулешов Ю.В. Учет влияния атмосферы на работу РЛС путем использования оперативной геофизической информации. // Радиопромышленность, 2014. № 1. С. 89-112.

2. Афраймович Э.Л., Перевалова Н.П. GPS-мониторинг верхней атмосферы Земли. Иркутск: ГУ НЦ РВХ ВСНЦ СОРАМН, 2006. 480 с.

3. Тихонов А.Н., Арсенин В.Я. Методы решения некорректных задач. М.: Наука, 1979. 283 с.

4. Кулешов Ю.В., Краснов В.М., Корыстин А.А., Мешков А.Н., Бережная К.С. Определение ионосферного индекса солнечной активности на основе измерений градиентов полного электронного содержания и модели IRI-2012. // Известия высших учебных заведений. Физика, 2016. Т. 59, № 12-2. С. 66-70.

## RECOVERY OF THE ELECTRON CONCENTRATION FIELD IN THE IONOSPHERE ON OBLIQUE PATHS ACCORDING TO RADIO NAVIGATION MEASUREMENT DATA

**Korystin A.A.[1], Meshkov A.N.[1]**

[1] – *Mozhaisky Military Space Academy, Saint Petersburg, Russia, geoalex2003@mail.ru*

**Abstract.** Theoretical issues of using data of two-frequency radio navigation measurements in the interest of recovering electron concentration values on given inclined paths in the ionosphere are considered on the basis of Tikhonov's regularization method

Key words: inverse problem, ionosphere, electron concentration, dual-frequency measurements, radio navigation

# ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПРОГНОЗА ПРИЗЕМНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СИНОПТИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ ПО ДАННЫМ МОДЕЛЕЙ ЧИСЛЕННОГО ПРОГНОЗА ПОГОДЫ РАЗЛИЧНОГО МАСШТАБА

**Костарев С.В.[1], Русин И.Н.[1]**

*[1] – Санкт-Петербургский государственный университет, г. Санкт-Петербург, Россия, attilachucy@gmail.com*

**Аннотация.** Рассматриваются результаты исследования качества прогноза приземной температуры в летний период для территории Пермского края по моделям GFS и WRF-ARW. Выявлено улучшение качества прогнозов для различных частей циклонов и ухудшение - для малоградиентных полей давления, а также для периферий и центров антициклонов.

Ключевые слова: численный прогноз погоды, оценка качества прогноза, синоптическая ситуация.

Практическую значимость для оперативного прогнозирования представляет оценка качества воспроизведения полей метеовеличин глобальными и мезомасштабными моделями численного прогноза погоды (ЧПП) в зависимости от наблюдаемых синоптических ситуаций. В настоящее время для территории РФ выполнено небольшое число исследований по данной теме, которые, как правило, представляют собой анализ одного или нескольких случаев, чаще всего при возникновении опасных или неблагоприятных метеорологических явлений [2].

Цель работы - оценка качества прогнозов приземной температуры воздуха для территории Пермского края в летний период по моделям ЧПП GFS (NCEP, США) и WRF-ARW (NCAR, США) в зависимости от типа синоптической ситуации и по всей выборке случаев (комплексно).

Гидродинамическая модель GFS (с горизонтальным разрешением 0,5°) - глобальная, спектральная, с полунеявной схемой интегрирования по времени и редуцированной широтно-долготной сеткой. Модель WRF-ARW (версия 3.8.1) - мезомасштабная гидродинамическая модель атмосферы, созданная с целью оперативного прогнозирования и решения исследовательских задач. Программный комплекс модели реализован на многопроцессорном вычислительном комплексе (МВК) с гибридной архитектурой «ПГНИУ-Кеплер». Инициализация модели WRF-ARW производилась с использованием результатов объективного анализа и прогноза GFS. Расчетная область составляла 278×278 узлов с горизонтальным разрешением 7200 м и центром в г. Пермь.

Для анализа использовались ежедневные прогнозы обеих моделей от 00 ч ВСВ на срок до 24 ч с временным шагом 3 ч в период от 01.07.2017 до 31.07.2017 г. Для сопоставления прогностических и фактических значений приземной температуры воздуха привлекались данные 23 метеостанций Пермского края. В процессе оценивания использовались следующие метрики: $\delta$ - средняя абсолютная ошибка, $\sigma$ - среднеквадратическая ошибка, $\delta'$ - средняя систематическая ошибка прогноза, $\varepsilon$ - средняя относительная ошибка прогноза. Обработка выходной продукции моделей с целью получения прогностических значений приземной температуры в точках расположения метеостанций включала в себя присвоение значений из ближайшего узла расчётной сетки (для WRF-ARW), а также билинейную интерполяцию значений из узлов сетки (для GFS). Процедуры были реализованы на языке Python.

**Таблица 1** – Обобщенные характеристики качества прогноза температуры по моделям GFS и WRF-ARW

| Модель ЧПП | δ, ° | σ, ° | δ', ° | ε |
|---|---|---|---|---|
| GFS | 1,5 | 2,0 | −0,2 | 0,69 |
| WRF-ARW | 1,8 | 2,3 | −1,1 | 0,83 |

Результаты комплексного оценивания (табл. 1) позволяют сделать выводы о лучшем качестве прогнозов и целесообразности применения глобальной модели GFS для прогноза приземной температуры в летний период. Прогнозы модели GFS характеризуются меньшими значениями средней абсолютной и среднеквадратической ошибки, а также большей степенью значимости по сравнению с инерционным прогнозом температуры. Обе модели занижают приземную температуру, но особенно велико систематическое занижение температуры моделью WRF-ARW (в среднем на 1,1° за весь период исследования). Таким образом, применение мезомасштабной модели WRF-ARW, требующей значительных вычислительных ресурсов, для прогноза приземной температуры воздуха летом представляется нецелесообразным. Установлено, что основные характеристики качества прогноза приземной температуры по моделям GFS и WRF-ARW в Пермском крае в летний период находятся в удовлетворительном соответствии с оценками, полученными ранее для ЕТР [1].

**Таблица 2** – Характеристики качества прогноза температуры по моделям GFS и WRF-ARW в зависимости от синоптической ситуации

| Тип синоптической ситуации | δ, ° | | δ', ° | |
|---|---|---|---|---|
| | День | Ночь | День | Ночь |
| | GFS/WRF | GFS/WRF | GFS/WRF | GFS/WRF |
| Центр циклона в сочетании с фронтом окклюзии | 1,2/1,5 | 1,4/1,6 | −0,3/−1,0 | −1,0/−1,3 |
| Передняя часть циклона в сочетании с теплым фронтом | 1,7/1,6 | 1,5/1,7 | 0,8/−0,7 | −0,2/−0,4 |
| Теплый сектор циклона | 1,3/1,8 | 1,6/1,7 | 0,2/−1,1 | −0,8/−0,7 |
| Тыл циклона в сочетании с холодным фронтом | 1,6/1,7 | 1,5/2,0 | 0,5/−0,6 | −1,2/−1,7 |
| Малоградиентное поле пониженного давления | 1,4/1,9 | 2,0/1,9 | 0,5/−1,6 | −1,7/−1,5 |
| Центр антициклона | 1,6/2,3 | 1,8/1,8 | −0,1/−1,6 | −1,0/−1,1 |
| Восточная/южная периферия антициклона | 1,5/2,1 | 2,0/2,6 | 0,3/−1,4 | −1,4/−2,1 |
| Северная/западная периферия антициклона | 1,5/1,7 | 1,9/1,9 | 0,3/−0,8 | −1,1/−1,2 |
| Малоградиентное поле повышенного давления | 1,3/1,9 | 1,5/1,9 | 0,3/−1,2 | 0,3/0,2 |

Обнаружена зависимость качества прогноза приземной температуры (табл. 2) по моделям GFS и WRF-ARW от синоптической ситуации. Для обеих моделей в летний период более успешны прогнозы температуры для различных частей циклонов (за исключением тыловой части), менее успешны - для малоградиентных полей давления, а также для периферий и центров антициклонов. В целом более успешными являются прогнозы температуры на дневные сроки (03, 06, 09, 12, 15 ВСВ), чем на ночные сроки (18, 21, 00 ВСВ). Отмечено существенное занижение (на 1,2…2,1°) прогностической температуры в ночные часы в тылу циклонов и в холодных частях антициклонов (восточная и южная периферия). В описанных ситуациях более выражено занижение температуры по модели WRF-ARW, чем по GFS. Полученные результаты дают почву для продолжения исследований с целью выявления механизмов возникновения данной систематической ошибки.

**Литература**
1. Багров А.Н. (2011). Сравнительная оценка успешности прогнозов элементов погоды ряда отечественных и зарубежных моделей атмосферы различного масштаба (в период с 1 мая по 30 сентября 2010 г.) // Результаты испытания новых и усовершенствованных технологий, моделей и методов гидрометеорологических прогнозов. № 38. С. 14–27.
2. Пищальникова Е.В., Калинин Н.А., Шихов А.Н., Свиязов Е.М., Ветров А.Л. (2017). Зависимость успешности численного прогноза обильных снегопадов по модели WRF от синоптической ситуации. / В сб.: Современные проблемы географии и геологии к 100-летию открытия естественного отделения в Томском государственном университете: материалы IV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. С. 315–318.

# THE ASSESSMENT OF THE QUALITY OF 2-METER AIR TEMPERATURE FORECASTS FROM NWP MODELS WITH VARIOUS SPATIAL RESOLUTION IN ACCORDANCE WITH SYNOPTIC SITUATION

**Kostarev S.V.[1], Rusin I.N.[1]**

[1] – *Saint Petersburg State University, Saint Petersburg, Russia, attilachucy@gmail.com*

**Abstract.** The research is devoted to the assessment of the quality of 2-meter air temperature forecasts from GFS and WRF-ARW numerical weather prediction (NWP) models during the summer season in Perm region. The improvement of quality is observed for both NWP models in different parts of cyclones while the decline in quality is noted in low-gradient pressure fields as well as peripheries and central parts of anticyclones.

Key words: numerical weather prediction, forecast quality assessment, synoptic situation.

# ПРОВЕРКА ТОЧНОСТИ РАСЧЕТА ТРОПОСФЕРНОЙ ЗАДЕРЖКИ СИГНАЛА НКА ГЛОНАСС ПО МОДЕЛИ, РАЗРАБОТАННОЙ В ВКА ИМЕНИ А.Ф. МОЖАЙСКОГО

**Краснов В.М.[1], Милосердова Е.Ю.[1], Чернова Е.А.[1], Шабалина А.Н.[1], Яблонская В.П.[1]**

*[1] – Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского, Санкт-Петербург, Россия, vmkrasnov@yandex.ru*

**Аннотация.** Данные радиозондов за 2014 и 2018 г использовались для проверки модели для регионов: Вашингтона, Сирии, Новосибирска и Японии. Расчеты по модели проводились как с коррекцией профилей по данным наземных наблюдений, так и без коррекции профилей.

Ключевые слова: тропосфера, радиоволна, модель, данные радиозондов.

В Военно-космической академии имени А.Ф. Можайского создана модель для расчета тропосферной задержки сигналов навигационных космических аппаратов (НКА) ГЛОНАСС [1]. Модель является улучшенным вариантом модели Международного союза электросвязи МСЭ-RP.835-5 (02/2012). В частности, при расчете температуры и плотности атмосферы вместо Стандартной атмосферы США 1976 г. используется модель NRLMSISE-00, а влажность рассчитывается на основе стандарта ГОСТ 26352-84. В этом стандарте, в отличие от МСЭ-RP.835-5, осредненные профили влажности для широт: 10°, 30°, 50° и 70°с.ш. даны для четырех различных меридианов: 0º, 80º, 180º и 280ºВ.Д. Модель позволяет производить расчеты задержки навигационного сигнала в тропосфере для любой точки земного шара и для произвольных траекторий радиолучей. Задержки сигнала НКА в тропосфере определяется профилями диэлектрической проницаемости (ε) вдоль траектории радиоволны $\varepsilon = 1 + \frac{1.552 \cdot 10^{-4}}{T}\left(p + \frac{4810e}{T}\right)$, где $T$ - температура, К; $p$ - давление, гПа; $e$ – парциальное давление водяного пара, гПа.

Целью настоящей работы являлось проверить точность расчета тропосферной задержки сигналов НКА для регионов: Вашингтона, Сирии, Новосибирска и Японии. Для проверки модели использовались данные шаров–зондов (профили давления, температуры и влажности) за 2014 и 2018 годы. Задержка сигналов в тропосфере при вертикальном распространении радиоволн от спутника к приемнику рассчитывалась по формуле $\Delta s = \int \sqrt{\varepsilon} ds - s$, где $s$ – геометрический путь радиоволны в тропосфере. Расчеты тропосферной задержки проводились отдельно: по модели и экспериментальным данным шаров-зондов. Затем вычислялась разница в расчетах, которая для каждого дня 2014 и 2018 г.г. осреднялась помесячно.

Модель предусматривает также возможность корректировать профили на основе данных наземного наблюдения давления, температуры и влажности. Для этого случая также проводилось сравнения результатов расчета по модели и экспериментальным данным.

В таблице 1 представлены максимальные значения ошибок расчета задержки сигналов НКА ГЛОНАСС в тропосфере и соответствующие им среднеквадратичные отклонения для исследуемых регионов, в частности: $m_1$ и $\sigma_1$ - для модельных расчетов без коррекции профилей; $m_2$ и $\sigma_2$ - для модельных расчетов с коррекцией профилей по данным наземных наблюдений.

**Таблица 1 -** Максимальные значения ошибок расчета тропосферной задержки и соответствующие им среднеквадратичные отклонения (см)

| Регион | 2014г | | | | 2018г | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $m_1$ | $\sigma_1$ | $m_2$ | $\sigma_2$ | $m_1$ | $\sigma_1$ | $m_2$ | $\sigma_2$ |
| Вашингтон | 5.7 | 5.8 | 2 | 4 | 11.6 | 7.4 | 5 | 5.1 |
| Сирия | 17 | 3 | 12.2 | 3.3 | 16.6 | 2.3 | 11.9 | 3.4 |
| Новосибирск | 14.3 | 3.5 | 6.4 | 3 | 15.4 | 3.4 | 7.3 | 1.3 |
| Япония | 22 | 5 | 17.7 | 6.1 | 20 | 5 | 16.9 | 2.1 |

Видно, что коррекция модели с помощью результатов наземных измерений увеличивает точность расчета тропосферной задержки. Сезонный ход ошибок расчета оказался различным для различных регионов. Максимальные ошибки расчетов мало меняются при сравнении результатов за 2014 и 2018 г.г. для регионов: Сирии, Новосибирска и Японии - и почти в два раза возросли для региона Вашингтона.

**Литература**

1. Готюр И.А., Караваев Д.М., Краснов В.М., Кулешов Ю.В., Лебедев А.Б., Мешков А.Н., Щукин Г.Г. Оценка влажной компоненты тропосферной задержки радиоволн на основе модели и данных микроволновой радиометрии. Известия высших учебных заведений. Радиофизика. Нижний Новгород, 2017. Том: 60, № 3, С. 223-230.

# ESTIMATION OF TROPOSPHERIC DELAY OF RADIO WAVE OF GLONASS SYSTEM BASED ON MODEL DEVELOPED IN A.F. MOZHAISKY MILITARY SPACE ACADEMY AND RADIOSOUNDE DATA

**Krasnov V.M.[1], Miloserdova E. Yu.[1], Chernova E.A.[1], Shabalina A.N.[1], Yablonskaya V.P.[1]**

*[1] – Mozhaisky Military Space Academy, Saint Petersburg, Russia, vmkrasnov@yandex.ru*

**Abstract.** Radiosounde data during 2014 and 2018 years were used to test the model for regions: Washington, Syria, Novosibirsk and Japan. We conducted the calculations with correction of the model using data of ground equipment and without correction of the model.

Key words: troposphere, radiowave, model, radiosounde data.

# МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭВОЛЮЦИИ ВОДНОСТИ В КУЧЕВО-ДОЖДЕВОМ ОБЛАКЕ ПРИ АКТИВНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ

**Крюкова С.В.[1], Восканян К.Л[1]., Симакина Т.Е.[1]**

*[1] – Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия, tatiana.simakina@gmail.com*

**Аннотация.** Выполнено моделирование водности по сечению кучево-дождевого облака при изменении высоты уровня интенсивной кристаллизации, вызванным активным воздействием.

Ключевые слова: моделирование водности, уровень интенсивной кристаллизации, активные воздействия на облака.

Целенаправленное экологически безопасное управление атмосферными процессами требует понимания и прогнозирования динамики термодинамических параметровэтих процессов. Численные эксперименты позволяют изучить особенности конкретных методов воздействия[1-4].

Определяющим для понимания физики явлений в облакеявляется распределение по вертикали и горизонтали жидкокапельной водности, от которой зависят размеры и концентрация градин в кучево-дождевом облаке. Для ее расчетав данной работе использовалась струйная модель облачной конвекции[5].Распределение водности по горизонтали от центра струи и по высоте облака аппроксимировано выражениями[6]:

$$q_r = \frac{3}{2} \cdot q_z \left(1 - \frac{r^2}{R^2}\right)^{1/2}$$

$$q_z = \beta \cdot \rho_{вх} \cdot z^{1/2} \exp\left[-\left(\frac{z - h_0}{h_{ик} - h_0}\right)^{\varepsilon}\right],$$

где$R$-радиус струи, $r$ - расстояние от оси, $h_0$ - высота нулевой изотермы в облаке, $h_{ик}$ - высота уровня интенсивной кристаллизации; $\beta$ и $\varepsilon$ - параметры, индивидуальные для каждого облака, $\rho_{вх}$ – плотность воздуха, $z$ – высота в метрах.

Радиус струина каждой высоте вычислялся по формуле:

$$R_i = R_{i-1} \sqrt{\frac{w_{i-1}}{w_i} \exp\left(C \frac{h_i}{R_{i-1}}\right) \exp\left(10^{-4} h_i\right)}$$

где $w$ – вертикальная скорость в облаке, $C$ – постоянная вовлечения (С = 0,22).

Воздействие на облако кристаллизующим реагентом промоделировано изменением высоты интенсивной кристаллизации $h_{ик}$. Параметр $h_{ик}$ отражает естественный процесс замерзания капель, он зависит от скорости вертикальных токов и распределения капель по размерам[6].

Моделирование проводилось при следующих исходных данных:$h_0$ = 2000 м, $R$ = 4000 м, $\beta$ = 0,0001, $\varepsilon$ = 2, $h_i$ = 500 м, высота верхней границы облака – 10 км, высота нижней границы облака – 500 м.

В результате проведенных расчетов получены двумерные массивы распределения водности по сечению облака для высоты $h_{ик}$ в интервале 5500 – 8000 м с шагом 500 м. В табл. 1 представлены высота расположения максимума водностив каждом массиве, значение максимальной водности и объем области с водностью больше 8 г/м$^3$.

При уменьшении высоты уровня интенсивной кристаллизации, вызванным активным воздействием, наблюдается уменьшение значений водности, понижение высоты и уплощение области в центре облака с наибольшей водностью.

Для наглядности влияния активного воздействия на эволюцию водности на базе массивов сформированы изображения, на которых область наибольшей водности при понижении высоты интенсивной кристаллизации опускается, меняя форму и цвет.

**Таблица 1** – Результаты моделирования водности при изменении высоты уровня интенсивной кристаллизации

| $h_{ик}$, км | $q_{max}$, г/м$^3$ | $h_{qmax}$, км | V_q>8,км$^3$ |
|---|---|---|---|
| 8 | 10,1 | 4,5 | 27,1 |
| 7,5 | 9,9 | 4 | 25,4 |
| 7 | 9,6 | 3,5 | 24,0 |
| 6,5 | 9,4 | 3,5 | 21,9 |
| 6 | 9,1 | 3,5 | 20,1 |
| 5,5 | 8,8 | 3 | 18,3 |

Распределения вертикальной скорости и водности облака с высотой могут быть далее использованы при численном моделировании процессов осадкообразования.

**Литература**

1. Кузнецов А.Д., Крюкова С.В., Симакина Т.Е. Анализ хладореагентов при искусственных воздействиях на облака // Труды ГГО им. А.И. Воейкова, 2015. - вып. 578. - С. 47-58.
2. Крюкова С.В., Симакина Т.Е. К вопросу о фазе гомогенно образующихся зародышей при активных воздействиях на облака. // Общество. Среда. Развитие. – 2018. - №2. – С. 113-116.
3. Крюкова С.В. Физические основы воздействия на атмосферные процессы. Учебное пособие. – СПб.: Астерион, 2018. – 60 с.
4. Бекряев В.И., Крюкова С.В. К вопросу о гомогенной нуклеации при фазовых превращениях воды в атмосфере. // Современные проблемы науки, образования и производства. Материалы Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов, специалистов, преподавателей и молодых ученых: 29 мая 2009г. - Нижний Новгород: НФ УРАО. – 2009. - том. 2. - С. 418-419.
5. Бекряев В.И. Некоторые вопросы физики облаков и активных воздействий на них. – СПб: РГГМУ, 2007. – 337 с.
6. Бекряев В. И. Практикум по курсу "Физические основы воздействия на атмосферные процессы" Л.: Гидрометиздат, 1991. – 144 с.

## SIMULATION OF THE WATER CONTENTEVOLUTION IN A CUMULONIMBUS AT ARTIFICIAL CLOUD MODIFICATION

**Kryukova S.V.[1], Voskanyan K.L.[1], Simakina T.E.[1]**

*[1] – Russian State Hydrometeorological University, Saint-Petersburg, Russia, tatiana.simakina@gmail.com*

**Abstract**:The water content over the cross section of a cumulonimbus cloud with a change of the intense crystallization level height caused by the artificial cloud modification was simulated.

**Key words**: water content simulation, intensive crystallization level, artificial cloud modification.

# ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ И МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ АНОМАЛЬНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ ВО ВРЕМЕННЫХ РЯДАХ, ПОЛУЧЕННЫХ С ПОМОЩЬЮ АВТОМАТИЧЕСКИХ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ

**Кузнецов А.Д.[1], Восканян К.Л.[1], Ефременко Д.С.[1], Сероухова О.С.[1], Солонин А.С.[1]**

*[1] – ФГБОУ ВПО Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия, kvosia@mail.ru*

**Аннотация.** Рассмотрена возможность использования различных алгоритмов для поиска аномальных наблюдений во временных рядах, полученных с помощью автоматических метеорологических станций, и проведена оценка параметров таких алгоритмов, обеспечивающих их эффективную работу.

Ключевые слова: временные ряды метеорологических величин, поиска аномальных наблюдений во временных рядах.

В процессе работы с метеорологическими данными от автоматических метеорологических станций часто возникает потребность в их предварительной обработке [1-3]. В данной работе мы рассматриваем этап, который относится к контролю качества данных, который подразумевает различные проверки исходных метеорологических параметров. В качестве данных мы рассматриваем временные ряды температуры, атмосферного давления и относительной влажности, полученные от автоматической метеорологической станции РГГМУ.

Классификация методов определения аномальных наблюдений. В настоящее время, контроль качества данных проводится практически во всех отраслях и для всех видов человеческой жизнедеятельности, где происходит накопление, промежуточное хранение, использование и реализация цифровых данных, представленных в виде результатов измерений. В течении последних нескольких десятилетий эта область науки развивалась значительными темпами. На текущий момент существует вполне определенная классификация методов определения выбросов, среди которых можно выделить статистические, data mining - аналитические методы определения выбросов и графические методы, которые, в свою очередь, присутствуют, как по отдельности, так и в каждом из предыдущих классов методов определения аномальных значений.

Графические методы включают в себя непосредственный визуальный анализ распределения как самого временного ряда во времени, так и его характеристик.

Статистические методы основаны на предположении, что исследуемый временной ряд подчиняется тому или иному закону распределения и имеет соответствующие ожидаемые величины статистических характеристик. Для таких распределений справедливы основные теоремы, леммы и неравенства теории вероятностей. В статистических методах также применяется и графический метод определения выбросов, исходя из графика исследуемого временного ряда вместе с нанесенным на него теоретическим распределением, линией регрессии, автокорреляционной функцией и другими параметрами.

Аналитические методы определения выбросов, включают в себя элементы математического анализа, вычислительной и аналитической геометрии, эвристические методы. Как правило, в качестве определяющего конечного критерия — относить ли наблюдение к выбросу или нет, применяются классические статистические характеристики. Но, в отличие от статистических методов, вначале проводятся определенные аналитические операции.

Исследуемые методы определения аномальных наблюдений. В данной работе в качестве методов выявления аномальных наблюдений исследовались следующие [4-12]: критерий Ирвина, метод сигм или метод Z-Score, метод MAD (median absolute deviation - абсолютное отклонение медианы), метод Boxplot, метод LOCI (Local correlation integral) с использованием Евклидовой метрики, метод, ABOD (Angle-Based outlier detection), метод LDOF (Local Distance-Based Outlier Detection), метод DBSCAN (Density-based spatial clustering of applications with noise).

В данной работе производились исследования методов определения выбросов на временных рядах температуры, атмосферного давления и относительной влажности, для дискретностей рядов - 15* минут, за четыре сезона 2015 и 2016 года. А именно - за январь, апрель, июль и октябрь. Длительность каждой выборки составляет 7 суток. Методы применялись на рядах с искусственными ошибками. Искусственные ошибки моделировались в различных участках временных рядов - на "подъемах", "спусках", в экстремумах и медианах, а также, на стабильных отрезках временного ряда, где нет сильных перепадов величин. Величины ошибок моделировались в зависимости от статистических и средних соседних значений от точки, где моделировался искусственный выброс. На основе анализа наибольшего числа верно детектированных выбросов в рассматриваемых выборках определялись оптимальные параметры (если это возможно) или диапазоны параметров для рассматриваемых методов, в зависимости от рассматриваемой метеорологической величины, времени года (сезона) измерения и места появления выброса. Эффективность метода рассчитывается для оптимальных коэффициентов, при которых детектировано наибольшее число присутствующих выбросов, по следующей формуле:

$$Э_{факт} = \frac{N_{true}}{N} 100\%,$$

где $N_{true}$ – число верно определённых выбросов; $N$ – число попыток определения выбросов.

**Литература**

1. Восканян К.Л., Кузнецов А.Д., Сероухова О.С. Автоматические метеорологические станции. Часть 1. Тактико-технические характеристики. Учебное пособие. – СПб.: РГГМУ, 2016. – 195 с., ISBN 978-5-86813-421-0

2. Восканян К.Л., Кузнецов А.Д., Сероухова О.С. Автоматические метеорологические станции. Часть 2. Цифровая обработка данных автоматических метеорологических станций. Учебное пособие. Санкт-Петербург, РГГМУ, 2015. – 80 с., ISBN 978-5-86813-423-4

3. Малинин В.Н. Статистически методы анализа гидрометеорологической информации. – СПб.: Изд. РГГМУ, 2008. – 407 с.

4. IEEE 19th International Conference on Data Engineering (ICDE'03), Bangalore, India, March 5-8, 2003, LOCI: Fast Outlier Detection, Using the Local Correlation Integral.

5. A New Local Distance-Based Outlier Detection Approach for Scattered Real-World, from arxiv, 0903.3257.pdf.

6. M. Ester, H. Kriegel, J. Sander, X. Xu A Density-Based Algorithm for Discovering Clusters in Large Spatial Databases with Noise (Institute for Computer Science, University of Munich Oettingenstr. 67, D-80538 Miinchen, Germany, @informatik.uni-muenchen.de).

7. http://d-scholarship.pitt.edu/7948/1/Seo.pdf (A Review and Comparison of Methods for Detecting Outliers in Univariate Data Sets).

8. H. Kriegel, M. Schubert, A. Zimek. Angle-Based Outlier Detection in High-dimensional Data. Ludwig-Maximilians-Universität München, Oettingenstr. 67, 80538 München, Germany, http://www.dbs.ifi.lmu.de.

9. D. Hawkins. Identification of Outliers. Chapman and Hall, London, 1980.

10. V. Barnett and T. Lewis. Outliers in Statistical Data. John. Wiley&Sons, 3rd edition, 1994.

11. https://elki-project.github.io ELKI Data Mining Framework.

12. https://cran.r-project.org/ - The Comprehensive R Archive Network.

# INVESTIGATION OF ALGORITHMS AND METHODS FOR DETERMINING ANOMALOUS OBSERVATIONS IN TIME SERIES OBTAINED USING AUTOMATIC METEOROLOGICAL STATIONS

**Kuznetsov A.D.[1], Voskanyan K.L.[1], Efremenko D.S.[1], Seroukhova O.S.[1], Solonin A.S.[1]**

[1] – *Russian State Hydrometeorological University, Saint-Petersburg, Russia, kvosia@mail.ru*

**Abstract**. The possibility of using various algorithms to search for anomalous observations in the time series obtained using automatic meteorological stations was considered, and the parameters of such algorithms ensuring their efficient operation were evaluated.

Keywords: time series of meteorological variables, search for anomalous observations in time series.

# ОЦЕНКА ПРОГНОСТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА ПАРАМЕТРОВ АТМОСФЕРЫ В ЗАДАЧЕ ПРОГНОЗА СУТОЧНЫХ ОСАДКОВ ПО ТЕРРИТОРИИ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА В ХОЛОДНЫЙ ПЕРИОД ГОДА

**Куликова Л.А.[1], Еремина А.В.[1]**

*[1] – федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный гидрометеорологический университет», Санкт-Петербург, Россия, kulikova.45@mail.ru*

**Аннотация.** В исследовании проводится анализ потенциальных предикторов для прогноза суточных осадков по территорию Санкт-Петербурга.

Ключевые слова: суточные осадки, Санкт-Петербург, прогноз, предикторы, приземное атмосферное давление, температура воздуха

В связи с глобальным изменением климата и развитием Санкт-Петербурга (СПб) [1, с.140-147] для организации и планирования работы служб жилищно-коммунального хозяйства, МЧС, подразделений «Водоканала», необходима информация о распределении и прогнозе осадков по территории СПб. Источником информации являются данные суточного количества осадков по 34 метеопунктам СПб, организованным службами «Водоканала» в 16 районах СПб, в период с июня 2014 г. по февраль 2015 г.

Анализ данных суточных норм осадков в СПб показывает, что наибольшее количество осадков за сутки выпадает в прибрежных районах Наименьшее количество суточных осадков выпадает в центральных районах, наиболее удаленных от источников влаги. На северо-востоке СПб отмечается незначительный рост осадков, возможно, связанный с влиянием Ладожского бассейна. Изменчивость суточных осадков (относительно нормы) по территории СПб изменяется в пределах от 176 до 248 %.

В качестве потенциальных предикторов для прогноза суточных осадков по территории СПб рассматриваются атмосферное давление и температура приземного воздуха как факторы наибольшего влияния на режим осадков.

Общий подход к задаче оценки климатически значимого влияния атмосферного давления на режим осадков предусматривает ранжирование рядов суточных осадков СПБ с выделением 3 равновероятных градаций: B – ниже нормы; N – около нормы; A – выше нормы. Дни с осадками из градации «B» идентифицируются как сухие, дни с осадками из градации «A» - как влажные.

Прогностический потенциал приземного атмосферного давления воздуха оценивается по разности при разных градациях суточного количества осадков. При наличии существенных различий при противоположных режимах увлажнения приземное давление можно рекомендовать в качестве потенциального предиктора прогноза суточного количества осадков, при этом существенными считаются различия давления, превышающие $0{,}67 \cdot \sigma_p$, где $\sigma_p$ – среднеквадратическое отклонение давления [3].

В таблице 1 приведены результаты оценки прогностического потенциала приземного атмосферного давления воздуха для решения задачи прогноза суточных осадков по постам СПб.

Разности давления, удовлетворяющие критерию выделены цветом. Приземное давление как потенциальный предиктор прогноза суточного количества осадков наиболее надежно работает в декабре и январе.

В качестве дополнительного предиктора для прогноза суточных осадков в СПб рассмотрена температура приземного воздуха. Оценка прогностического потенциала

температуры воздуха проведена по алгоритму, аналогичному оценке прогностического потенциала приземного давления. Результаты расчетов приведены в таблице 2.

Аналогично давлению температурные разности в таблице 2, удовлетворяющие критерию, выделены цветом. Наиболее надежные результаты по прогнозу суточных осадков в СПб отмечаются в январе.

**Таблица 1** – Разность давления (в гПа) для противоположных градаций суточных осадков по районам Санкт-Петербурга

| Пост | Месяц | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Ноябрь | Декабрь | Январь | Февраль |
| 1 | – | 10,9 | 29,4 | – |
| 2 | 11,46 | 5,94 | 25,54 | 7,79 |
| 3 | 0,36 | 10,29 | 26,3 | 1,01 |
| 4 | 6,84 | 9,82 | 25,19 | 6,56 |
| 5 | 7,84 | 10,26 | 31,18 | 3,79 |
| 6 | 2,34 | 12,96 | 26,36 | 3,82 |
| 7 | 4,01 | 9,21 | 26,23 | 8,41 |

**Таблица 2** – Разность приземной тепературы воздуха (в $^{o}$C) для противоположных градаций суточных осадков по районам Санкт-Петербурга

| Пост | Месяц | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Ноябрь | Декабрь | Январь | Февраль |
| 1 | – | 4,27 | 5,93 | |
| 2 | 2,50 | 4,12 | 5,49 | 0,15 |
| 3 | 1,70 | 4,60 | 6,13 | 0,68 |
| 4 | 1,10 | 1,69 | 4,51 | 0,95 |
| 5 | 0,34 | 2,04 | 6,64 | 2,27 |
| 6 | 3,79 | 3,19 | 4,94 | 0,29 |
| 7 | 0,55 | 0,12 | 3,70 | 0,54 |

Выводы:

Полученные предикторы для прогноза суточных осадков по определенным районам СПб, в число которых входят приземное давление и температура приземного воздуха, позволяют повысить эффективность прогноза и мобилизовать службы реагирования на погодные катаклизмы.

Для повышения качества прогноза суточных осадков по районам СПб в дальнейшем необходимо увеличить количество данных по отмеченным предикторам и дополнить их количество более надежными и устойчвыми предикторами, в число которых могут быть включены данные по направлению и скорости ветра и по характеристикам термической стратификации.

**Литература**

1. Ученые записки РГГМУ, № 43, с. 285, 2016
2. Юл Дж. Э., Кендэл М.Дж. Теория статистики. – М.:Госстатиздат, 1960. – 778 с.
3. Хромов С.П. Основы синоптической метеорологии. – Л.: Гидрометиздат, 1948. – 696 с.

# ASSESSEMENT OF PROGNOSTIC POTENTIAL OF THE ATMOSPHERIC PARAMETERS IN THE FORECAST TASK OF DAILY PRECIPITATION ON THE TERRITORY OF SAINT-PETERSBURG IN THE COLD SEASON

**Kulikova L.A.[1], Eremina A.V.[1]**

[1] – *Russian State Hydrometeorological University, Saint-Petersburg, Russia, kulikova.45@mail.ru*

**Abstract:** The analysis of potential predictors for the forecast of daily precipitation on the territory of Saint-Petersburg is carried out in the study.

Key words: daily precipitation, Saint-Petersburg, forecast, predictors, surface atmospheric pressure, air temperature

# ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО И СИНОПТИЧЕСКОГО ПРОГНОЗА ПРИЗЕМНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ И ОСАДКОВ ДЛЯ ТЕРРИТОРИИ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

**Ладохина Е.М.[1], Анискина О.Г.[2]**

*[1] – Северо-Западное управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, Санкт-Петербург, Россия, katur.job@mail.ru*

*[2] – Российский Государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия*

**Аннотация.** Выполнена верификация синоптических и гидродинамических прогнозов приземной температуры воздуха и количества выпавших осадков для периодов различной заблаговременности за 2018 г. Произведено сравнение гидродинамического и синоптического методов прогноза.

Ключевые слова: верификация, синоптический прогноз, гидродинамический прогноз, WRF, осадки, приземная температура, Санкт-Петербург.

В настоящее время происходит интенсивное развитие гидродинамического моделирования с целью прогноза погоды: тенденции к уменьшению горизонтального шага сетки, увеличению заблаговременности прогноза и лучшему описанию физических процессов за счет появления высоких вычислительных мощностей значительно повысили качество прогноза. Несмотря на это, определяющую роль в составлении прогноза представляет синоптик, для которого результаты гидродинамического моделирования являются важным вспомогательным материалом наравне с картами погоды.

В данном исследовании результаты гидродинамического прогноза представлены оперативной моделью WRF-ARW (Сулейман Мостаманди) с заблаговременностью 84 часа, с основной сеткой с шагом 9 км с параметризованной конвекцией и вложенной сеткой с шагом 3 км с конвекцией, заданной явным образом. Результаты синоптического прогноза представлены оперативными синоптическими прогнозами Северо-Западного УГМС для территории Ленинградской области и Санкт-Петербурга. В качестве фактических данных использовались данные наблюдений с АМК и автоматизированной информационной системы учета осадков, состоящей из 34 осадкомеров.

Методы исследования. Для оценки качества прогноза температуры использовалась методика, введенная в практику Росгидрометом, согласно которой допустимое отклонение, не отражающееся на проценте качества прогноза, составляет ±2˚ [1]. Для оценки качества прогноза осадков использовался метод категорийной верификации, который подразумевает установление соотношений между прогнозируемыми и наблюдаемыми событиями [2]. В качестве событий было использованы следующие градации выпавших осадков: небольшие осадки (0 - 3 мм/12ч), умеренные осадки (4 - 14 мм/12ч), сильные осадки (15 - 49 мм/12ч), очень сильные осадки (>= 50 мм/12ч), без осадков (0 мм/12ч). Так как поля конвективных осадков обладают большой изменчивостью в пространстве, а также в связи с наличием достаточного количества пунктов наблюдений, с помощью методов кластерного анализа территория Санкт-Петербурга была разделена на 3 района в соответствии со схожестью характера выпадения осадков.

Выводы. Модель WRF корректно прогнозирует осадки обложного характера, преобладающие в зимний и осенне-весенний периоды. Ливневые осадки, в связи с их большой зависимостью от подсеточных процессов, прогнозируются хуже, однако успешность прогноза осадков в летний период также высокая. Синоптический прогноз

температуры воздуха имеет высокую степень оправдываемости, наблюдается всего несколько случаев аномального отклонения прогноза от фактических данных.

**Литература**

1. Наставление по краткосрочным прогнозам погоды общего назначения. Руководящий документ РД 52.27.724-2009: угв. и введ. 25.12.09. Обнинск: ИГ-СОЦИН, 2009. - 50 с.
2. Ebert E. E. Methods for verifying satellite precipitation estimates //Measuring precipitation from space. – Springer, Dordrecht, 2007. – С. 345-356.

## QUALITY EVALUATION OF HYDRODYNAMIC AND SYNOPTIC FORECASTS OF SURFACE TEMPERATURE AND PRECIPITATION FOR THE ST. PETERSBURG TERRITORY

**Ladohina E.M.[1], Aniskina O.G.[2]**

[1] – *North-West Administration on Hydrometeorology and Environmental Monitoring of the Russian Federation, St Petersburg, Russia, katur.job@mail.ru*
[2] – *Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg Russia*

**Abstract.** Verification of synoptic and hydrodynamic forecasts of surface air temperature and amount of precipitation for different lead time periods for 2018 has been performed. Hydrodynamic and synoptic forecasting methods have been compared.

Key words: verification, synoptic forecast, hydrodynamic forecast, WRF, precipitation, temperature on 2 m, Saint-Petersburg.

# О СООТНОШЕНИИ АМПЛИТУД ГОДОВЫХ КОЛЕБАНИЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА И ТЕМПЕРАТУРЫ ПОЧВЫ НА ПОВЕРХНОСТИ

**Лапина Л.Э.[1], Успенский И.М.[2]**

*[1] – Институт водных проблем РАН, Москва, Россия, l.e.lapina@yandex.ru*
*[2] – Физико-математический институт Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар, Россия*

**Аннотация.** Анализируются данные температуры воздуха и температуры почвы на 12 метеостанциях в период с 1970-2015гг, большая часть которых расположена на территории Республики Коми. Показано, что отношение амплитуд годовых колебаний находятся в различных интервалах на разных метеостанциях и находятся в пределах от 0.7 до 1.05.

Ключевые слова: Температура воздуха, температура почвы на поверхности, амплитуда годовых колебаний.

Данные были получены из открытых источников информации [1]. Полученные данные аппроксимировались функцией вида:

$$y = Asin(\omega t + \varphi) + B,$$

где y - данные наблюдений, A – амплитуда годовых колебаний температуры воздуха ($A_T$) и температуры почвы на поверхности ($A_{D0}$), ω - частота годовых колебаний, выраженная в часах, φ - фазовый сдвиг, B – среднегодовая температура ($B_T$ для воздуха и $B_{D0}$ для температуры почвы на поверхности). Расчеты проводились следующим образом: при фиксированном φ параметры A и B рассчитывались методом наименьших квадратов, который сводится к решению системы двух линейных уравнений, решаемая методом Крамера. Затем среди всех рассчитанных вариантов отбирался вариант с наименьшей среднеквадратической ошибкой. Начало года брался за начало отсчета времени. Результаты расчетов для части рассмотренных метеостанций за весь период измерений представлен в таблице 1.

Также проводился сравнение среднемноголетних среднегодовых значений температуры воздуха и температуры почвы на поверхности в периоды с 1970 по 1999 и с 1986-2015 гг. Отмечено, что на ряде метеостанций отмечено не только повышение среднегодовых температур, но и понижение среднегодовых температур почвы на поверхности, измеренной в 15 часов. Также сравнивается динамика амплитуд во времени на рассмотренных метеостанциях, что, возможно, связано со снижением амплитуды годовых колебаний температуры почвы.

**Таблица 1** – Отношение амплитуд годовых колебаний для различных метеостанций за период наблюдений 1970-2015 гг

| | Min $A_T/A_{D0}$ Max | Max$A_T/A_{D0}$ |
|---|---|---|
| Диксон | 0.71 | 0.98 |
| Мезень | 0.78 | 0.94 |
| Архангельск | 0.81 | 0.92 |
| Петрунь | 0.86 | 0.91 |
| Сыктывкар | 0.71 | 0.86 |
| Печора | 0.84 | 0.91 |
| Троицко-Печорск | 0.87 | 0.93 |
| Усть-Цильма | 0.86 | 0.97 |
| Усть-Уса | 0.85 | 0.91 |
| Онега | 0.81 | 0.91 |
| Нарьян-Мар | 0.84 | 0.93 |
| Якутск | 0.89 | 1.05 |

**Литература**
1. http://aisori.meteo.ru/ClimateR Специализированные массивы для климатических исследований

# ON THE RATIO OF THE AMPLITUDES OF ANNUAL FLUCTUATIONS IN AIR TEMPERATURE AND SOIL TEMPERATURE AT THE SURFACE

**Lapina L.E.[1], Uspensky I.M.[2]**

[1] – *Institute of Water Problems, Moscow, Russia, l.e.lapina@yandex.ru*
[2] – *Institute of Physics and Mathematics of FRC Komi SC of UrD of RAS, Syktyvkar, Russia*

**Abstract.** The data of air temperature and soil temperature at 12 meteorological stations in the period from 1970-2015, most of which are located on the territory of the Komi Republic, are analyzed. It is shown that the ratio of the amplitudes of annual fluctuations are in different intervals at different meteorological stations and are in the range from 0.7 to 1.05.

Key words: Air temperature, soil temperature at the surface, the amplitude of annual fluctuations.

# СОВРЕМЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ЗНАЧЕНИЙ ПРИЗЕМНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА

**Лемешко Н.А.[1], Евстигнеев В.П.[2]**

*[1] – Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия, n.lemeshko@spbu.ru*
*[2] – Севастопольский государственный университет, Севастополь, Россия*

**Аннотация.** Исследованы особенности температурного режима и экстремальности температуры воздуха в последние десятилетия для северо-запада Европейской территории России.

Ключевые слова: глобальное потепление, абсолютный минимум температуры воздуха, оттепель, вегетационный период.

Изменения климата является одной из важнейших глобальных проблем XXI века, которая затрагивает экологические, экономические и социальные аспекты устойчивого развития стран и отдельных регионов. Закономерности современного глобального потепления проявляются в неравномерности изменения температуры воздуха в разных климатических зонах и характеризуются значительными внутригодовыми особенностями. В последние десятилетия наблюдается рост изменчивости метеорологических параметров, в том числе температуры воздуха на фоне изменения климата. Такие изменения приводят к увеличению числа погодных аномалий, которые оказывают негативное воздействие на окружающую среду, а также на социально - экономическую деятельность.

На основе данных метеорологических станций северо-запада Европейской территории России проведен анализ средних и экстремальных значений температуры воздуха.

Изменение средних климатических значений может существенно повлиять на природу и экономику, но еще большее влияние могут оказать изменения минимальных и максимальных значений температуры воздуха. Повышение максимальной температуры зимой увеличивает частоту и продолжительность оттепелей, что приводит к таянию снега и льда и возникновению наводнений. Повышение температуры летом приводит к более частым засухам и пожарам.

Повышение температуры воздуха наблюдается по всему региону в течение года, во все сезоны и почти во все месяцы. Оценки линейных трендов среднегодовой температуры воздуха достигли +2°С за последние три-четыре десятилетия. Основной вклад в положительные тенденции температуры воздуха зимой вносят два месяца - январь и февраль, а весной – март и апрель. Наиболее заметное повышение температуры отмечается в северной части региона (2,5-2,8°С/35 лет).

Эмпирические данные показывают, что зимы стали «мягче», уменьшилось число дней с аномально низкой температурой воздуха, а минимальные температуры воздуха увеличивались (уменьшались по абсолютной величине).

С 1980-х годов количество теплых зим значительно увеличилось, причем самые теплые зимы отмечались в 1981-1984, 1989, 1993, 1994, 1998, 2001, 2005, 2007, 2008 годах. Абсолютный минимум температуры зимой был снижен по сравнению с климатической нормой на 3-13°С, а такие низкие температуры, как в 1961-1990 годах, не наблюдались в последние годы. Также на 2-3 дня сократился период непрерывных сильных морозов с температурой воздуха ниже -25°С. Потепление привело к увеличению на 3-5 дней количества дней с оттепелью, а теплый и вегетационные периоды уве-

личились на 7-10 дней. Летом средние абсолютные минимумы температуры снизились с 6,7°С до 5,8°С только в июле.

Если потепление будет прогрессировать, то по расчетам с использованием климатических моделей для исследуемой территории ожидается повышение температуры воздуха зимой на 2-4°С. Летом температура воздуха повысится не более чем на 1-2°С. Таким образом, до 2030-2050 ожидается повышение температуры воздуха, особенно сильно зимой и чуть меньше летом. Также увеличится изменчивость температуры воздуха и частота возникновения таких явлений, как оттепель зимой и весенние заморозки. Летом повысится пожароопасность в лесах. Чтобы избежать негативных последствий изменения климата в будущем, необходимо принять меры по их смягчению и адаптации. На основе наших исследований предложены меры по адаптации для сельского хозяйства, строительной и транспортной отраслей, водных ресурсов и лесного хозяйства в будущем.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-05-01073.

## RECENT CHANGES IN SURFACE AIR TEMPERATURE EXTREMES

**Lemeshko, N.A.[1], Evstigneev V.P.[2]**

[1] – *Saint-Petersburg State University, Saint- Petersburg, Russia, n.lemeshko@spbu.ru*
[2] – *Sevastopol State University, Sevastopol, Russia*

**Abstract.** The features of the temperature regime and extreme air temperature in recent decades for the North-West of the European territory of Russia are investigated.

Key words: global warming, absolute minimum air temperature, thaw, vegetation period

# ЦИКЛИЧЕСКИЕ И СТУПЕНЧАТЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА

**Лобанов В.А.[1], Маммедов С.А.[1], Наурозбаева Ж.К.[1], Фань Сяо Цинь[1]**

*[1] – Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия, lobanov@EL6309.spb.edu*

**Аннотация** Основные факторы формирования климата приходящая радиация и адвекция проявляются во временных рядах климатических характеристик в виде циклических колебаний и ступенчатых изменений. Методы анализа, моделирования и полученные результаты обсуждаются.

Ключевые слова: колебания климата, цикличность, ступенчатость, методы, модели, результаты

Климат на Земле в течение всей ее истории постоянно изменялся за счет естественных причин. В 20-ом веке к этим естественным изменениям добавились еще и антропогенные воздействия за счет дополнительной эмиссии парниковых газов. Чтобы разделить естественные и антропогенные вклады в изменение климата, надо понять, каким образом изменяется климат и как эти изменения проявляются во временных рядах климатических характеристик, например, температуры воздуха. В работе предлагается и проверяется гипотеза, о том, что изменения климата проявляются в двух основных видах колебаний: циклические и ступенчатые. Эти два вида колебаний соответствуют проявлению двух основных процессов формирования климата: за счет солнечной радиации (радиационная составляющая климата) и за счет циркуляции атмосферы (составляющая адвекции).

Внешние или космические факторы, формирующие радиационную составляющую климата, имеют циклический характер колебаний. Примеры циклических колебаний климата в прошлом показаны на данных палеотемператур: в Антарктике за 850 тысяч лет, в Гренландии за последние 40 тысяч лет, в Европе за последние 2000 лет. Для разделения композиции циклических процессов разных временных масштабов на однородные составляющие разработаны новые статистические методы: метод срезки и метод сглаживания амплитуд циклов. Эффективность методов проверена на модельных примерах и результаты приложения методов к анализу и выявлению закономерностей палеоклимата и современного климата обсуждаются. В частности, показано, что циклические колебания климата межгодового и десятилетнего масштабов имеют случайный характер, что проявляется в случайности колебаний таких основных параметров циклов как периоды и амплитуды.

Атмосферная циркуляция на планете также изменяется, но не циклически, а ступенчато при переходе от одних квазистационарных условий к другим. И если существенные изменения климата за счет колебаний космических факторов можно считать, как переход с одного атрактора на другой, то изменение циркуляции – это переход с одной траектории на другую внутри атрактора. Такое ступенчатое изменение циркуляции проявляется и в ступенчатом изменении основных климатических характеристик, особенно в температуре воздуха. Для выявления ступенчатых изменений были разработаны соответствующие статистические модели и показано, что эти модели ступенчатых изменений эффективнее, чем применяемые в настоящее время модели тренда для нестационарных условий. На многочисленных примерах многолетних рядов наблюдений за температурой воздуха в течение последних 100 лет показано, что переход от одних стационарных условий (траектории климата) к другим произошел в конце 1980х годов. Для территории Европы причиной является аналогичное ступенчатое изменение в индексе Северо-Атлантического колебания (САК).

# CYCLIC AND STEPPED CLIMATE CHANGES

**Lobanov V.A.[1], Mammedov S.A.[1], Zhanar K. Naurozbaeva Zh.K.[1], Fan Xiao Qin[1]**

[1] – *Russian State Hydrometeorological University, St.Petersburg, Russia, lobanov@EL6309.spb.edu*

**Abstract** The main factors of climate formation are incoming radiation and advection in the time series of climatic characteristics in the form of cyclical fluctuations and step changes. Methods of analysis, modeling and the results obtained are discussed.

Keywords: climate fluctuations, cyclicity, step changes, methods, models, results

# ЗАДАЧИ, МЕТОДЫ И МОДЕЛИ РЕГИОНАЛЬНОЙ КЛИМАТОЛОГИИ

**Лобанов В.А.[1], Шадурский А.Е.[1], Тощакова Г.Г.[1], Шукри О.А.[1], Кириллина К.С.[1], Маммедов С.А.[1], Наурозбаева Ж.К.[1], Фань Сяо Цинь[1]**

*[1] – Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия, lobanov@EL6309.spb.edu*

**Аннотация** Современное изменение климата проявляется по-разному в разных регионах Земли, что повышает значимость и эффективность региональных исследований. Рассматриваются задачи, методы и модели региональной климатологии и полученные результаты.

Ключевые слова: региональная климатология, задачи, методы, модели, результаты

Региональная климатология в отличие от глобальной изучает климат не всей планеты, а отдельных ее территорий. Для людей, проживающих в конкретной местности и для региональной экономики интерес представляет не глобальная температура и циркуляция атмосферы всей планеты, а локальные климатические условия, особенности их распределения по территории и изменения во времени. Поэтому региональная климатология, как одно из направлений общей климатологии, имеет не только большое познавательное, но и практическое значение. Это значение многократно возрастает в современных условиях изменяющегося климата, когда, хотя глобальная температура и растет, но изменения в регионах могут отличаться от глобальных и даже весьма значительно.

К основным задачам, которые решает региональная климатология относятся:
- определение параметров климатических характеристик (среднее, СКО), расчетных значений редкой повторяемости и установление их пространственных закономерностей и взаимосвязей;
- оценка климатических изменений и их обобщение по территории;
- выбор эффективной климатический модели для региона и определение на ее основе сценарных значений климатических характеристик;
- оценка проявления изменения климата в климатических индикаторах и установление региональных взаимосвязей между климатическими характеристиками и климатическими индикаторами для оценки их возможных изменений в будущем.

В настоящее время в основе изучения глобального изменения климата лежат физико-математические методы и получаемые на их основе трехмерные модели общей циркуляции атмосферы и океана. В эти модели также включают биологический и химический блоки, что позволяет осуществлять комплексное описание климатический системы и получить модели системы Земли. В отличие от глобального изменения климата на региональные изменения оказывают влияние местные факторы, вклад которых может быть значительным. При переходе от глобальных моделей к региональным в них в явном виде должны учитываться подсеточные процессы, что приводит к определенным проблемам наличия детальной информации об этих процессах. Такая последовательность исследования соответствует методологическому принципу «от общего к частному».

Вместе с тем, имеет место и другой подход («от частного к общему»): исследование индивидуальных особенностей и изменений климата в отдельных точках (станциях) и дальнейшее обобщение результатов по региону с целью выделения региональных закономерностей и локальных климатических особенностей. Предлагаемый подход основан на статистических методах анализа и моделирования временных рядов климатических характеристик. Для стационарных условий математической моделью является функция распределения, представленная параметрами и расчетными климатическими

характеристиками. В случае нестационарных условий – это основные виды нестационарых моделей: тренда и ступенчатых изменений, их параметры и показатели нестационарности. Статистические модели также позволяются достаточно эффективно параметризовать функцию внутригодовых изменений, а пространственные их версии – определить такие эффективные параметры как градиент поля, среднее региональное значение и показатель внутрирегиональной неоднородности, исследовать их изменения во времени и установить пространственные взаимосвязи параметров.

Предлагаемый подход региональной климатологии реализован для моделирования и исследований климатических характеристик как в стационарных, так и в нестационарных условиях в разных регионах Земли, среди которых:
- территория Якутия как один из самых холодных регионов Земли с известными температурными локальными аномалиями в виде «полюсов холода»;
- Аравийский полуостров как пример наиболее жаркого и сухого региона планеты;
- Костромская область как пример небольшого региона, но детально совещенного метеонаблюдениями;
- вся территория России для исследования и сопоставления изменений климата в разных ее частях;
- внутренняя территория Азиатского континента, как пример локального резко континентального климата;
- регион Каспийского моря как пример неоднородного климата, сформированного воздушными массами западного переноса и внутриконтинентальными.

## TASKS, METHODS AND MODELS OF REGIONAL CLIMATOLOGY

**Lobanov V.A.[1], Shadursky A.Ye.[1], Toschakova G.G.[1], Shukri O.A.[1], Kirillina K.C.[1], Mammedov S.A.[1], Naurozbaeva Zh.K.[1], Fan Xiao Qin[1]**

*[1] – Russian State Hydrometeorological University, St.Petersburg, Russia, lobanov@EL6309.spb.edu*

**Abstract** Modern climate change manifests itself in different ways in different regions of the Earth, which increases the importance and effectiveness of regional climate studies. The tasks, methods and models of regional climatology and the results obtained are considered.

Keywords: regional climatology, tasks, methods, models, results

# КЛИМАТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ КУРСКОЙ ОБЛАСТИ: ДИНАМИКА ИЛИ СТАБИЛЬНОСТЬ

**Лукашова О.П.[1], Гонеев И.А.[1]**

[1] – *Курский государственный университет, Курск, Россия, olga_lukashova@mail.ru*

**Аннотация.** Климат и климатические условия являются жизненно необходимыми сложными комплексами природных ресурсов. Их учет играет важную роль в разработке стратегии устойчивого развития планеты в целом и отдельных ее территорий.

Ключевые слова: климат, климатические ресурсы.

Климатические условия являются жизненно необходимыми сложными комплексами природных ресурсов. Человеческая деятельность может влиять (и уже влияет) на состояние компонентов климатической системы, например, на состояние почвы в условиях малоснежных зим, на снижение биопродуктивности при увеличении содержания диоксида серы и углекислого газа в атмосфере и др. Это влияние распространяется и на климатические условия или климат, складывающиеся как в целом на планете, так и в отдельных регионах. Таким образом, компоненты глобальной климатической системы и порождаемые происходящими в них процессами глобальный и региональный климат или климатические условия, сохраняя за собой функцию жизнеобеспечения, становятся под действием антропогенных факторов (человеческой деятельности) исчерпаемыми или частично невозобновляемыми ресурсами в долгосрочной перспективе. Поэтому проблема изучения климатических ресурсов становится особо актуальной для прогнозирования устойчивого роста экономики региона.[1]

Изучению климатических изменений в прошлом, настоящем и будущем в нашей стране и за рубежом уделяется серьезное внимание. Интерес к проблеме обострился во второй половине XX века, когда мировая метеорологическая сеть зафиксировала глобальное потепление климата, теоретически предсказанное ранее российским академиком М.И. Будыко. Структура интегральных климатических ресурсов Курской области и сопредельных территорий представлена в табл. 1

Для территории Курской области, агроклиматические ресурсы играют наиболее значимую роль, так как сельскохозяйственное производство занимает ключевые сектора в экономике региона.

**Таблица 1** – Составляющая (% от КРП) интегральных климатических ресурсов Черноземья

| Субъект РФ | строительно-климатические ресурсы | КР коммунального хозяйства | транспортно-климатические ресурсы | биоклиматические ресурсы | агроклиматические ресурсы | энерго-климатические ресурсы | нефиегазовые климатические ресурсы | лесохозяйственные КР | интегральный КРП у.е. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Белгородская | 12.2 | 12.1 | 10,9 | 11.5 | 16.3 | 12.1 | 13.6 | 11.3 | 12.0 |
| Воронежская | 12.7 | 12.3 | 11.5 | 11.5 | 15.8 | 10.9 | 13.7 | 11.5 | 11.8 |
| Курская | 12.5 | 12.5 | 10,4 | 12.0 | 16.7 | 10.0 | 13.3 | 12.6 | 11.8 |

В географическом изучении агроклиматических ресурсов большой интерес представляет агроклиматическое районирование. С позиции агроклиматического районирования Курская область относится к умеренному поясу, где теплообеспеченность изме-

няется в пределах от 2000 до 4000 °С, а продолжительность вегетационного периода колеблется от 60 до 200 дней, что создает возможности для массового земледелия с широким набором культур. Этот пояс подразделяется на два подпояса – типично умеренный и теплоумеренный. Курская область относится ко второму подпоясу.

Для оценки агроклиматических ресурсов важно понимание уровня влагообеспеченности или влагонедостаточности территории. Мы рассмотрели это условия на основе гидротермического коэффициента. Он (гидротермический коэффициент увлажнения Селянинова) широко используется для общей оценки климата и выделения зон различного уровня влагообеспеченности с целью определения целесообразности выращивания тех или иных сельхозкультур.

Согласно Селянинову, северная граница степной полосы определяется изолинией К = 1. И территория Курской области расположена вблизи этой границы и, следовательно, испытывает на себе последствия даже незначительного изменения этого показателя.

Анализ показателей, определяющих величину показателя ГТК (табл.2) позволил определить, что в целом, значение коэффициента остается достаточно стабильным, несмотря на изменения суммы активных температур и количества осадков за вегетативный период.

**Таблица 2.** Показатели ГТК и его определяющих в период 2007 – 2016гг. по станции Курск

| Год | Сумма активных темп. | сумма осадков апр. – окт | ГТК | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | апрель | май | июнь | июль | август | сентябрь | октябрь | средний |
| 2007 | 3136°С | 340 | 0,5 | 0,6 | 0,8 | 2 | 0,9 | 0,4 | 0,4 | 0,8 |
| 2008 | 3167°С | 378 | 0,9 | 4,0 | 1,3 | 0,9 | 1,5 | 0,7 | 0,6 | 1,6 |
| 2009 | 3143°С | 411 | 0,6 | 1,0 | 1,5 | 1,2 | 1,8 | 0,5 | 1,2 | 1,1 |
| 2010 | 3636°С | 134 | 0,5 | 1,2 | 0,6 | 0,7 | 0,6 | 1.0 | 2,4 | 0,9 |
| 2011 | 3052°С | 320 | 0,5 | 1,3 | 0,8 | 1,2 | 0,9 | 0,7 | 1,4 | 1 |
| 2012 | 3402°С | 342 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 1,2 | 0,9 | 1,8 | 0,9 | 1 |
| 2013 | 3116°С | 378 | 0,9 | 0,6 | 1,2 | 1,2 | 1,6 | 1,0 | 1,4 | 1,1 |
| 2014 | 3432°С | 328 | 0,5 | 0,6 | 0,8 | 1,1 | 1,8 | 1,1 | 1,5 | 1 |
| 2015 | 3254°С | 360 | 0,7 | 0,6 | 1,0 | 1,2 | 0,9 | 1,2 | 1,4 | 1 |
| 2016 | 2981°С | 428 | 0,6 | 0,9 | 1,8 | 1,2 | 1,9 | 2,7 | 2,6 | 1,6 |

Минимальные значения ГТК совпадают с периодом минимального количества осадков и максимальных температур. В июле-августе значение гидротермического коэффициента было минимальным в период 2008 и 2010гг. Максимальный показатель этого периода 2009г. и 2013 – 2016гг. Дефицит влажности в июле-августе 2010 г. был максимальным за последние 10 лет. Значения превышали средние показатели в 2008 и 2016 гг. Сравнение с фоновыми значениями показывает, что за исследуемый период в центральной части области произошло снижение показателей от умеренно-влажной зоны к неустойчиво влажной зоне.

Таким образом, отдельные показатели климатических ресурсов (температура) имеют тенденцию к росту, а отдельные (природная влагообеспеченность) – к снижению.

**Литература**

1. Глобальное изменение климата и экономическое развитие. Учебное пособие. Электронный ресурс. Режим доступа - http://www.studfiles.ru/preview/3300649/ (Дата обращения 25.03.2017г).

2. Лебедева М.Г., Крымская О.В. Экология региона. Ч.3. Экологическая климатология и климатические ресурсы Центрально-Черноземного региона. Учебное пособие. /Под ред. А.Н.Петина. – Белгород: Изд-во БелГУ, 2008. – 196с.
3. Смольянинов В.М., Стародубцев П.П. Комплексная мелиорация и орошение земель в Центрально – Черноземном регионе: Состояние, условия развития. Воронеж: Истоки, 2011. 179 с.

## CLIMATIC RESOURCES OF KURSK REGION: DYNAMICS OR STABILITY

**Lukashova O. P.[1], Goneev I.A.[1]**

[1] – *Kursk state University, Kursk, Russia, olga_lukashova@mail.ru*

**Abstract.** Climate and climatic conditions are essential in complex systems of natural resources. Their consideration plays an important role in the development of a strategy for the sustainable development of the planet as a whole and its individual territories.

Key words: climate, climatic resources.

# ОСОБЕННОСТИ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПОВТОРЯЕМОСТИ СИЛЬНЫХ ГРОЗ ПО ДАННЫМ АМРК «МЕТЕОР - МЕТЕОЯЧЕЙКА» АЭРОПОРТА «ПУЛКОВО»

**Лялюшкин А.С.[1], Михайлушкин С.Ю.[2], Тетерин Е.А.[1]**

*[1] – ООО «Институт Радарной Метеорологии»*
*[2] – ООО «АПБ».*

**Аннотация.** Исследована повторяемость сильных гроз по радиолокационным данным.
Ключевые слова: гроза, автоматизированный метеорологический радиолокационный комплекс, АМРК, отражаемость, аэропорт, прогноз погоды, наукастинг.

Представлены результаты исследования пространственного распределения повторяемости гроз (вероятность более 70%) по информации, поступившей от автоматизированного метеорологического радиолокационного комплекса (АМРК) «Метеор - Метеоячейка» аэропорта «Пулково» (Санкт-Петербург). Из архива АМРК были отобраны данные круглосуточного зондирования с периодом полного обзора 10 минут за пять расширенных летних сезонов (март-сентябрь) с 2014 по 2018 год. Выявлено неравномерное распределение повторяемости гроз в зоне обзора локатора. Обнаружена область концентрации очагов гроз в виде полосы шириной до 30 километров, которая начинается от группы островов Мощный – Сескар в Финском заливе, уходит на Восток – Северо – Восток через створы Ермилово – Зелёная Роща, Заходское – Зеленогорск, Лемболово – Токсово и Ладожское озеро в дельту реки Свирь. Очаги опасных явлений затухают после выхода в Ладожское озеро и возобновляют активность в дельте реки Свирь.

Пятилетний период, согласно рекомендациям ИКАО, позволяет использовать результаты обработки данных для метеообеспечения полётов гражданской авиации, например, в системе оперативного прогноза погоды (наукастинг).

# FEATURES OF THE SPATIAL DISTRIBUTION OF REPEATABILITY OF STRONG THREATS ACCORDING TO AMRK "METEOR-METEWELL" OF PULKOVO AIRPORT

**Lyalyushkin A.S.[1], Mikhayushkin S.Yu.[2], Teterin E.A.[1]**

*[1] – LLC "Institute of Radar Meteorology"*
*[2] – LLC "APB".*

**Abstract.** The results of the study of the recurrence of thunderstorms (probability more than 70 percents) are presented. Research data were obtained from automated weather radar (AWR) which was located in “Pulkovo” airport of St. Petersburg, Russia.
Keywords: thunderstorm, automated weather radar, AWR, reflectivity, airport, ATM/ATC, weather forecast, nowcasting.

# РЕГИОНАЛЬНЫЕ ПРОЯВЛЕНИЯ ГЛОБАЛЬНОГО ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА

**Макеева В.В.[1], Задорожная Т.Н.[1], Закусилов В.П.[1]**

[1] – *ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», г. Воронеж, Россия, zakusilov04@yandex.ru*

**Аннотация**. Исследован тренд в рядах температуры воздуха в секторе 40-60° с. ш., 0-60° в.д. Показаны особенности, как локального тренда температуры, так и интегральных трендов, полученных по сглаженным значениям температуры по широтам и долготам рассматриваемого сектора.

Ключевые слова: тренд, температура воздуха, осредненные значения, тенденция, широта, долгота.

Глобальные и региональные климатические перемены существенным образом влияют на изменение окружающей среды, природные условия функционирования хозяйственного комплекса, на динамику и структуру экономического роста, развитие базовых отраслей и регионов страны. Изменение климата может оказывать негативное влияние на различные аспекты существования человеческого общества и природных систем [1]. Одним из главных параметров климата является температура воздуха, по которой и можно судить об его изменениях.

Для минимизации ущерба от возможных негативных последствий изменения климата при развитии конкретного сценария климатических изменений разрабатываются стратегии по адаптации всесторонней деятельности населения, рекомендации по оптимизации и охране окружающей среды конкретных территорий. В целях выработки практических рекомендаций по принятию верных решений в конкретных географических районах, необходим постоянный мониторинг изменения температуры.

Целью работы явился мониторинг температуры воздуха над европейской территорией за последние десятилетия. Информационной базой исследования служили данные реанализа NCAR/NCEP [2] о температуре в узлах регулярной сетки с шагом 2,5° за центральный зимний месяц – январь. Границы исследуемой территории: по долготам 0–60° в. д., по широтам 40–60° с. ш. Период наблюдений: с 1958 по 2017 годы. Показателем величины и знака тенденции служил угол наклона линейного тренда, который описывает направление и скорость изменения в ходе температуры.

Исследуя многолетний ход температуры воздуха для узла с координатами 60° с. ш. 0° в. д. (крайний северо-запад) выявлено, что в течение рассматриваемого промежутка времени был отмечен положительный линейный тренд, указывающий на то, что в многолетнем ходе температуры наблюдается повышение среднемесячной температуры воздуха. Однако, изменение температуры происходило не монотонно. На фоне повышения наблюдались декадные колебания, которые удалось апроксимировать полиномом 6-ой степени. Это позволило выявить во временном ряду гармонические колебания с периодом, примерно, 24–25 лет. Особенно четко это проявляется по экстремальным минимумам температуры. Аналогичный результат был получен и обоснован авторами в работе [3].

Таким образом, в общем, температура воздуха с течением времени растет на фоне возрастающей синусоиды. Поэтому ориентироваться только на рост температуры, не совсем правильно, так как, наряду с длительным периодом повышения температуры (с 1963 по 1975 годы), наблюдался длительное время отрицательный тренд, то есть, температура преимущественно понижалась, хотя в целом средняя скорость повышения температуры составила 0,37 °С/10 лет.

Далее были выявлены изменения в скорости и направлении тенденции изменения температуры в других района исследуемой территории (на меридианах рассматриваемой широтной зоны). Выявлено, что в среднем, на всех меридианах знак тренда положительный, то есть температура воздуха растет, однако скорость изменения ее различна. Максимальная скорость повышения температуры отмечается в секторе от 25° до 45° в. д. (скорость роста температуры превышает 0,5 °С/10 лет). Экстремальные значения приходятся на долготу 30° в. д. с величиной до 0,6 °С/10 лет. В западных районах скорость повышения температуры меньше, и составляет лишь 0,18 °С/10 лет, на крайнем востоке – 0,25 °С/10 лет.

Описанное распределение линейных трендов дает усредненное представление о вероятном фоне изменения температуры на конкретном меридиане. В тоже время, анализ изменений температуры в индивидуальных узлах, показал, что на различных широтах скорости изменения температуры разные.

Для узлов, расположенных на широте 60° с. ш., скорость роста температуры колеблется от 0,24 °С/10 лет на долготе 17,5° в. д., до 0,94 °С/10 лет, на долготе 35° в. д. Максимальное повышения температуры на этой широте отмечается между меридианами 32,5 – 35° в. д.

Скорости роста температуры в центральных широтах, по сравнению с северными, становится ниже. В секторе 25–30° в. д., она составляет 0,60 °С/10 лет. Наиболее высокие значения скорости роста отмечаются на широте 47,5°с. ш., достигая 0,7 °С/10 лет. На западе центральных широт величина изменения находится в пределах 0,2–0,3 °С/10 лет. На восточной окраине региона отмечается значительный разброс (от 0 до 0,55 °С /10 лет).

На южных широтах, на западе района ($\lambda$ = 12,5° в.д.), линейный тренд имеет однородный ход, с минимальными значениями на долготе 0°, где скорость изменения близка к 0. В восточном направлении ход трендов имеет значительный разброс. На широте 40° с.ш., тренд скорость роста положительный и составляет 0,2 °С/10 лет на долготе 25° в.д., величина линейного тренда на долготе 32,5° в.д. меняет знак на противоположный, а на долготе 37,5° в.д. принимает отрицательные значения до –0,3°С/10 лет. То есть в этих районах имеет место многолетнее понижение температуры, что является исключением на общем фоне повышения температуры. Еще восточнее, на долготе 60° в.д. имеет место с ростом температуры, скорость которого 0,65 °С/10 лет. Максимальные скорости роста температуры в южных широтах отмечается на широте 45° с.ш. В секторе долгот 27,5 – 40° в.д. они достигают значений 0,55 °С/10 лет, а начиная с меридиана 42,5° в.д. величина линейного тренда быстро уменьшается.

Таким образом, дифференцированный подход позволил обнаружить в широтных зонах районы с преобладанием отрицательных трендов (характерно для широты $\varphi = 40°$ с.ш.).

Дополнительно были рассмотрены изменения трендов на фиксированных широтах в целом, путем осреднения данных. В результате выявлено, что в среднем по широтам рассматриваемого сектора отмечаются положительные тренды. Наибольшие их значения наблюдаются в северных широтах с экстремальным значением на $\varphi = 60°$ с.ш. Средняя скорость изменения температуры составляет на этой широте 0,58 °С/10 лет. Минимум отмечен на широте $\varphi = 40°$ с. ш., где значение линейного тренда менее 0,10 °С/10 лет. В средних широтах ($\varphi = 50°$ с. ш.) величина тренда составляет 0,42 °С/10 лет.

Проведенный всесторонний анализ временных рядов позволил выявить определенные закономерности, полученные для конкретного сектора территории. Их результаты полезно использовать в практической деятельности при планировании различных видов мероприятий, зависящих от погодных условий, и при принятии решений в качестве предварительных прогностических рекомендаций, а также в качестве дополнения к основному прогнозу.

**Литература**
1. Оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации, 2008. т. 1. Изменения климата. М., Росгидромет, 227 с.
2. NCEP/DOE AMIP II Reanalysis [Электронный ресурс]. URL: http://
www.esrl.noaa.gov/pcd/data/gridded/data.ncep.reanalysis2.html (дата обращения: 22.11.2018).
3. Задорожная Т.Н., Закусилов В.П. Современные пространственно-временные тенденции изменения глобальной температуры воздуха северного полушария // Навигация и гидрография. – 2017. – № 47. – С. 60-66.

# REGIONAL MANIFESTATIONS OF GLOBAL AIR TEMPERATURE CHANGE

**Makeeva V.V.[1], Zadorozhnaya T.N.[1], Zakusilov V.P.[1]**

*[1] – MESC AF «N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy», Voronezh, Russia, zakusilov04@yandex.ru*

**Abstract**. We investigated the trend in the air temperature lines in sector 40-60°n.l, 0-60°e.l. peculiarities, as the local temperature trend and the integral of the trends obtained for the smoothed values of temperature on the latitudes and longitudes of the considered sector.

Keywords: trend, air temperature, averaged values, trend, latitude, longitude.

# МОДЕЛЬ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ В ЗАДАЧАХ СБОРА И ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ О СОСТОЯНИИ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

**Мешков А.Н.[1], Готюр И.А.[1], Рудь М.Ю.[1], Яременко И.А.[1]**

*[1] – ВКА имени А.Ф. Можайского, г.Санкт-Петербург, Россия, aleks.meshkov@gmail.com*

**Аннотация.** В докладе приведено описание модели представления гидрометеорологических данных, рассмотрен вариант ее применения при построении системы сбора и обработки гидрометеорологической информации.

Ключевые слова: модель представления данных, метеорология, автоматизированная система, Google Protocol Buffers, PostgreSQL, MongoDb.

На сегодняшний день сложилась ситуация, когда, с одной стороны, квалифицированный специалист в области метеорологии для решения стоящих перед ним задач использует большое количество разнообразных технических и программных средств, а с другой – состав и качество таких средств у каждого метеоролога индивидуальный и не в полной мере удовлетворяет его требованиям. Такая ситуация сложилась, помимо прочего и по причине большого разнообразия информации о состоянии природной среды. Это обстоятельство обуславливает необходимость разработки модели представления гидрометеорологических данных, которая, во-первых, позволила бы описать все многообразие метеорологических величин и явлений, а во-вторых, ее использование обеспечило бы возможность создания автоматизированных систем сбора и обработки гидрометеорологической информации, удовлетворяющей современным требованиям.

В докладе сформулированы требования к модели представления гидрометеорологических данных, приведено описание разработанной модели и рассмотрен вариант ее применения при построении системы сбора и обработки гидрометеорологической информации. В частности, рассмотрены сервис-ориентированная архитектура автоматизированной системы на основе библиотеки «Google Protocol Buffers»и модели баз данных в СУБД Postgresql и СУБД MongoDb.

По результатам проведенных численных экспериментов сделан вывод о способах и границах применимости разработанной модели.

**Литература**

1. Руководство по практическим работам метеорологических подразделений авиации вооруженных сил: Под ред. И.П.Егоровой. – М.: Изд-во Воениздат, 1992. – 488 с.
2. Наставление по Глобальной системе телесвязи: ВМО № 386. – Женева ВМО, 2009. Т. 1. – 310 с.
3. Наставление по кодам. Международные коды: ВМО № 306. – Женева ВМО, 2012. Т. 1-2. – 898 с.
4. PostgreSQL 9.4 Documentation: Электронный ресурс. URL: https://www.postgresql.org/docs/9.4/index.html.
5. MongoDb Guides: Электронный ресурс. URL: https://docs.mongodb.com/guides.

# THE MODEL FOR A PRESENTATION OF METEOROLOGICAL DATA IN PROBLEMS OF CAPTURING AND PROCESSING INFORMATION ON THE STATE OF THE ENVIRONMENT

**Meshkov A.N.[1], Gotur I.A.[2], Rud M.U.[2], Yaremenko I.A.[2]**

*[1] – Mozhaysky Military Space Academy, s. Saint-Petersburg, Russian Federation, aleks.meshkov@gmail.com*
*[2] – Mozhaysky Military Space Academy, s. Saint-Petersburg, Russian Federation*

**Abstract.** The report describes the model for a presentation of meteorological data and shows its use case at development of meteorological information collecting and processing system.

Key words: model for a presentation of information, meteorology, automated system, Google Protocol Buffers, PostgreSQL, MongoDb.

# МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ ДАННЫХ РАДИОМЕТРА МТВЗА-ГЯ СО СПУТНИКОВ СЕРИИ "МЕТЕОР-М № 2"

**Митник Л.М.[1], Кулешов В.П.[1], Митник М.Л.[1]**

*[1] – Тихоокеанский океанологический институт им. В.И, Ильичева ДВО РАН, Владивосток, Россия, mitnik@poi.dvo.ru*

**Аннотация.** Данные микроволнового радиометра МТВЗА-ГЯ использованы при анализе морских погодных систем, наводнений в бассейне Амура, при изучении Гренландии, Антарктиды и внезапных стратосферных потеплений, при оценке температуры земных покровов и воздуха у поверхности.

Ключевые слова: ДЗЗ, Метеор-М № 2, МТВЗА-ГЯ, микроволновая радиометрия, приложения, алгоритмы восстановления параметров,

Микроволновый (МВ) радиометр МТВЗА-ГЯ на борту спутников серии "Метеор-М № 2" сканирует Землю по конусу под углом падения 65 º в полосе шириной 1500 км на 29 каналах в диапазоне 10-190 ГГц. Измерения сканерных каналах выполняются на частотах ν = 10,6, 18,7, 23,8, 31,5, 36,5, 42,0, 48,0 и 91,65 ГГц и используются для определения параметров атмосферы, океана и земных покровов. Измерения на каналах зондировщика ведутся в диапазонах 52-58 и 176-191 ГГц и предназначены для восстановления вертикальных распределений температуры и влажности воздуха [1-3].Численные эксперименты с моделью переноса излучения в системе атмосфера - подстилающая поверхность позволили оценить изменчивость яркостных температур уходящего излучения Земли Тя(ν) в различных физико-географических условиях, выработать критерии и области для внешней калибровки сканерных каналов МТВЗА-ГЯ и разработать алгоритмы для восстановления геофизических параметров. При моделировании в качестве входной информации были взяты показания метеостанций и океанографических буев и радиозондовые данные.

В докладе приведены расчетные спектры, а также рассмотрены глобальные поля Тя(ν) на вертикальной и горизонтальной поляризациях, измеренные МТВЗА-ГЯ в различные сезоны. Приведены примеры применения данных, полученных со спутников "Метеор-М № 1" и "Метеор-М № 2", совместно с данными МВ радиометров AMSR2 (спутник GCOM-W1), GMI (спутник GPM), скаттерометров ASCAT и OSCAT и другой сопутствующей информацией для изучения паросодержания атмосферы, водозапаса облаков, осадков и приводного ветра в тропических, внетропических и полярных циклонах над Тихим, Атлантическим и Южным океанами.

По временным рядам Тя(ν), полученным МВ радиометрами МТВЗА-ГЯ и AMSR2 над Восточной Антарктидой (район станции Concordia), Гренландией (район станции Summit), высотными обсерваториями ATTO (тропические леса Амазонки) и ZOTTO (север Красноярского края) и др., рядам температуры и влажности воздуха на метеостанциях, паросодержания атмосферы и температуры стратосферы по данным аэрологического зондирования выполнен совместный анализ сезонной, синоптической и суточной изменчивости процессов в атмосфере и у поверхности. Рассмотрены возможности дистанционной оценки температуры воздуха у поверхности и индикации внезапных стратосферных потеплений по данным МВ спутникового зондирования на каналах сканера и зондировщика МТВЗА-ГЯ.

Важным приложением данных МВ спутникового зондирования является обнаружение очагов интенсивных осадков и оценка динамики наводнений. Приведены примеры анализа полей яркостных температур и сопутствующей информации во время катастрофического наводнения в бассейне Амура в 2013 г. и наводнений в 2016 и 2017 гг.

Для эффективного использования измерений МТВЗА-ГЯ со спутника "Метеор-М

№ 2-2" и с последующих спутников этой серии должна быть сформирована неформальная группа исследователей, проекты которых будут отобраны по конкурсу. Темы конкурсных проектов (например: моделирование переноса излучения на частотах каналов МТВЗА-ГЯ, калибровка данных, стандартные и перспективные алгоритмы восстановления параметров, валидация продуктов и т.п.). могут быть сформулированы Госкомгидрометом по согласованием с Роскосмосом. Количество проектов должно быть не меньше 20, что вполне обоснованно, если учесть ограниченный объем сведений о зондирования на частотах 42 и 48 ГГц, о свойствах различных видов поверхностей при угле падения 65 º и высокие технические характеристики радиометра, измерения которого позволяют восстанавливать параметры поверхности, тропосферы и стратосферы и который проработал в космосе около трех лет. Проекты должны финансироваться. Они могут быть начаты с 1 января 2020 г. (через полгода после запуска спутника 27 июня 2019 г.) и заканчиваться через 2 года с возможностью продолжения на 1-2 года.

**Литература**

1. Асмус В. В., Загребаев Л. А., Макриденко О. Е. и др. Система полярно-орбитальных метеорологических спутников серии "Метеор-М" // Метеорология и гидрология. 2014. № 12. С. 5–16.
2. Митник Л.М., Митник М.Л. Калибровка и валидация - необходимые составляющие микроволновых радиометрических измерений со спутников серии Метеор-М № 2 // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2016. Т. 13. № 1. С. 95-104.
3. Barsukov I., Cherniavsky G., Cherny I., Mitnik L., Kuleshov V., Mitnik M. New Russian meteorological satellite Meteor-M N 2: Sensing of the subsurface, surface and atmospheric characteristics by MTVZA-GY microwave imager/sounder // Proc. IGARSS 2016, Beijing, China. P. 5528-5531.
4. Mitnik L., Kuleshov V., Mitnik M., Streltsov A.M., Cherniavsky G., Cherny I. Microwave scanner sounder MTVZA-GY on new Russian meteorological satellite Meteor-M N 2: modeling, calibration and measurements // IEEE J. Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing. 2017. Vol. 10. N. 7. P. 3036-3045.
5. Чернявский Г.М., Митник Л.М., Кулешов В.П., Митник М.Л., Черный И.В. Микроволновое зондирование океана, атмосферы и земных покровов по данным спутника Метеор-М № 2 // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2018. Т. 15. № 4. С. 78-100.
6. Mitnik L.M., Kuleshov V.P., Mitnik M.L., Baranyuk A.V. Passive microwave observations of South America and surrounding oceans from Russian Meteor-M No. 2 and Japan GCOM-W1 satellites // Intern. J. Remote Sensing. 2018. Vol. 39. No. 13. P. 4513-4530.
7. Mitnik L.M., Kuleshov V.P., Pichugin M.K., Mitnik M.L. Sudden stratospheric warming in 2015-2016: Study with satellite passive microwave data and reanalysis // Proc. IGARSS 2018. Valencia. Spain. P. 5560-5563.
8. Митник Л.М., Митник М.Л., Чернявский Г.М., Чёрный И.В., Выкочко А.В., Пичугин М.К. Приводный ветер и морской лёд в Баренцевом море по данным микроволновых измерений со спутников Метеор-М № 1 и GCOM-W1 в январе-марте 2013 г. // Исслед. Земли из космоса. 2015. № 6. С. 36-46.
9. Митник Л.М., Кулешов В.П., Митник М.Л. Сезонная, синоптическая и внутрисуточная изменчивость микроволновых яркостных температур земных покровов и приземной температуры воздуха по измерениям радиометра AMSR2 со спутника GCOM-W // Тезисы Всероссийской Открытой конф. "Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса." С. 45.

# METEOROLOGICAL APPLICATIONS OF MTVZA-GY RADIOMETER DATA FROM "METEOR-M N 2" SERIES SATELLITES

**Mitnik L.M.[1], Kuleshov V.P.[1], Mitnik M.L.[1]**

*[1] – V.I. Il'ichev Pacific Oceanological Institute FEB RAS, Vladivostok, Russian Federation, lm_mitnik@mail.ru*

**Abstract.** Data obtained by MTVZA-GY radiometer were used to analyze the marine weather system, Amur River flooding, to study Greenland, Antarctica and sudden stratospheric warmings, to estimate the land surface temperature and air surface temperature.

Key words: remote sensing, Meteor-M No. 2, MTVZA-GY, microwave radiometry, applications, algorithms for parameter retrievals.

# О ПРОГНОЗЕ И ДИАГНОЗЕ ОПАСНЫХ ЯВЛЕНИЙ ПОГОДЫ ПО ДАННЫМ ДИСТАНЦИОННЫХ РАДИОФИЗИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ

**Михайловский Ю.П.[1, 2], Синькевич А.А.[1], Абшаев А.М.[3], Кашлева Л.В.[2]**

*[1] – Главная геофизическая обсерватория им. А.И. Воейкова, С-Петербург, Россия, yupalych@ya.ru*
*[2] – Российский Государственный Гидрометеорологический университет, С-Петербург, Россия*
*[3] – Высокогорный геофизический институт, Нальчик, Россия*

**Аннотация:** Представлены результаты экспериментальных исследований грозоградовых облаков с опасными явлениями погоды с использованием метеорологических локаторов МРЛ-5 и ДМРЛС, систем грозопеленгации АЛВЕС, BLITZORTUNG и LS8000, аппаратуры SEVERI спутника METEOSAT.

Ключевые слова: облака, опасные явления погоды, радиолокатор, молнии, отражаемость, грозопеленгация, радиометр.

Представлены результаты экспериментальных исследований грозоградовых облаков с опасными явлениями погоды с использованием метеорологических локаторов МРЛ-5 и ДМРЛС, систем грозопеленгации АЛВЕС, BLITZORTUNG и LS8000, аппаратуры SEVERI спутника METEOSAT.

Анализируются особенности изменения контролируемых параметров и их взаимосвязей при различных опасных явлениях погоды, обусловленных грозоградовыми облаками (гроза, град, ливневые осадки, шквалы, смерч). Рассмотрены особенности формирования некоторых опасных явлений в одноячейковых и многоячейковых облаках. Рассматриваются также особенности развития грозоградовых облаков в различных климатических зонах (Северный Кавказ и Северо-Запад России).

Работа выполнена при финансовой поддержке грантов РФФИ (17-05-00965 и БРИКС 18-55-80020).

# ABOUT THE FORECAST AND DIAGNOSIS OF DANGEROUS WEATHER PHENOMENA ACCORDING TO REMOTE RADIOPHYSICAL MEASUREMENTS

**Mikhailovskiy Yu.P.[1, 2], Sinkevich A.A.[1], Abshaev A.M.[3], Kashleva L.V.[2]**

*[1] – Main Geophysical Observatory. A.I. Voeikov, S-Petersburg, Russia, yupalych@ya.ru*
*[2] – Russian State Hydrometeorological University, S-Petersburg, Russia*
*[3] – High Mountain Geophysical Institute, Nalchik, Russia*

**Abstract**. The results of Cu experimental studies, using meteorological radars MRL-5 and DFSR, lightning detection systems ALVES, BLITZORTUNG and LS8000, SEVERI instrument, installed on METEOSAT satellite, are presented.

Key words: clouds, dangerous weather phenomena, radars, lightning detection systems, flash, reflectivity

# ВОЛНОВЫЕ ПРОЦЕССЫ В АТМОСФЕРЕ КАК ИНДИКАТОР ПОГОДНО-КЛИМАТИЧЕСКОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ

**Морозова С.В.**[1]

[1] – *Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского, Саратов, Россия, swetwl@yandex.ru*

**Аннотация.** Рассматривается характер барического поля АТ-500 в различные климатические периоды. По характеру изменений поля геопотенциала высказывается предположение о будущих тенденциях изменения регионального климата на юго-востоке ЕЧР.

Ключевые слова: климатическая изменчивость, региональный климат, циркуляция атмосферы

Развитие процессов синоптических масштабов определяет погоду и характер ее изменения на временных масштабах, соизмеримых с продолжительностью естественных синоптических периодов. Повторяемость синоптических процессов на временных масштабах, соответствующих масштабам климатических осреднений, определяет изменчивость климатическую. Разработанная для Нижнего Поволжья региональная типизация синоптических процессов [3] позволяет рассчитать их повторяемость в различные климатические периоды. Однако остается открытым вопрос о будущих тенденциях изменчивости регионального климата. Известные климатические сценарии позволяют обрисовать черты предстоящих климатических изменений в масштабах земного шара без необходимой региональной детализации. В настоящей статье предлагается физико-статистический подход по оценке предстоящей климатической изменчивости в масштабах регионов. Для этого автором рассмотрены барические поля на среднем уровне тропосферы в различные интервалы климатической изменчивости, выделяемые по ходу средней полушарной температуры воздуха: 1) период стабилизации; 2) активная фаза второй волны глобального потепления; 3) фаза замедления второй волны глобального потепления. Обоснование для выделения периодов можно найти, например, в [1,2].

Объектом исследования стали барические поля поверхности АТ-500, осреднённые на выделенных временных промежутках. Средний уровень тропосферы является наиболее показательным при изучении региональной климатической изменчивости, так как является не только средним энергетическим уровнем тропосферы, но и хорошо отражает развитие волновых возмущений в нижней тропосфере и характер реально текущих синоптических процессов. Выявляя тенденции изменения поля геопотенциала от одного естественного климатического периода к другому можно предварительно оценить основные черты предстоящих климатических изменений в отдельных регионах.

Рассмотрим тенденции региональных климатических изменений на примере центрального месяца летнего сезона - июля. На рисунке 1 а-в представлены поля отклонений геопотенциала от среднеширотных значений в выделенные интервалы климатической изменчивости.

Как видно из рисунка, поля изаномал геопотенциала, отражающее перестройку барического поля на среднем уровне тропосферы, существенно различны в различные климатические периоды. Так в период стабилизации (1956 – 1970 гг.) над Северной Атлантикой выявляется довольно обширная область отрицательных значений отклонений геопотенциала. В этот период оказалась хорошо выраженной антициклоническая ось смыкания, направленная с района Азорских островов на Арктику. Именно она определяла фон повышенного давления над Западной Европой (за исключением ее северной

Рис. 1 Среднее многолетнее поле изаномал геопотенциала поверхности 500 гПа, июль: а) 1956 – 1970 гг., б) 1971 – 1995 гг., в) 1996 – 2010 гг.

части), ЕТР и Западной Сибирью. Над югом Европейской территории России и Средней Азией выделяется обширная область отрицательных отклонений. В первую (активную) фазу второй волны глобального потепления (1971–1995 гг.) структура поля отклонений сохранилась, но с одной существенной поправкой – резко активизировалась - выдвинулась к западу – Азиатская термическая депрессия, в результате чего антициклоническая ось Азоры – Арктика оказалась разомкнутой, а над Западной Европой и югом ЕТР стали преобладать ложбины. При этом усилилось влияние Арктики на Европейскую часть России и Западную Сибирь. Область отрицательных отклонений над Атлантикой существенно расширилась по площади.

В фазу замедления потепления (1998–2010 гг.) снова произошла резкая перестройка поля геопотенциала; Область пониженных значений геопотенциала (соответствует Исландскому минимуму) продвинулась к югу и заняла всю исследуемую часть Атлантики, в результате чего Азорский гребень оказался над Средиземным морем и сомкнулся с антициклоном, расположенным на юго-востоке ЕТР. Вероятно, этот антициклон проявился как результат взаимодействия Азорского и Арктического центров действия атмосферы. Таким образом над Средней и Нижней Волгой оказался очаг положительных отклонений геопотенциала, что говорит о частом проникновении в этот промежуток времени на юго-восток ЕТР арктических ядер, способствовавших формированию блокингов и сильных засух. Отметим, что в период 2011–2018 гг. средняя месячная температура воздуха в июле в половине годов была выше климатической нормы для этого месяца.

Таким образом, в летний сезон на фоне естественной климатической изменчивости проявились индивидуальные особенности перестройки барических полей на среднем уровне тропосферы. На основании выше представленного материала можно указать на некоторые тенденции изменения регионального климата, а именно увеличение повторяемости засушливых явлений летом в Поволжье.

Климатически значимым выводом также может стать предположение, что в дальнейшем при возможном росте средней глобальной температуры вклад температур летних сезонов, вызванный прогревом в условиях антициклона, должен стать более значимым. Если во вторую волну глобального потепления повышение температуры определялось, в основном, ростом температур в холодную часть года, то в будущем заметный вклад в это повышение могут внести и летние сезоны, что не является характерным для процессов, происходящих в земной климатической системе.

**Литература**

1. Морозова С.В. Характер циркуляции атмосферы в атлантико-евразийском секторе полушария как индикатор климатических изменений на Русской равнине (на примере зимы) // Изв. Сарат. ун-та. Новая серия. Том 12. Серия Науки о Земле. 2012. Вып. 2. С. 34-37.

2. Морозова С.В. Физико-статистический анализ современных климатических изменений в Атлантико-Евразийском секторе зимой (на примере января) // Труды ГМЦ. 2015. Вып. 358. С. 88-98.
3. Полянская Е.А. Синоптические процессы и явления погоды в Нижнем Поволжье. Саратов: Изд-во Сарат. ун-та. 1986. 208 с.

# WAVE PROCESSES IN THE ATMOSPHERE AS AN INDICATOR WEATHER AND CLIMATE VARIABILITY

**Morozova S.V.**[1]

[1] – *Saratov State University, Saratov,Russia, swetwl@yandex.ru*

**Abstract.** The nature of the AT-500 baric field is considered in different climatic periods. By the nature of the changes in the geopotential field, a suggestion is made about future trends in regional climate change in the southeast of the EPR.

Key words: climate variability, regional climate, atmospheric circulation.

# ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ТОЛЩИНУ ЛЬДА СЕВЕРНЫХ РЕГИОНОВ КАСПИЙСКОГО МОРЯ

**Наурозбаева Ж.К.[1], Лобанов В.А.[1]**

*[1] – Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия, naurozbaeva.zhanar@mail.ru*

**Аннотация.** Анализируются климатические изменения максимальной толщины льда в пунктах измерений на акватории Северного Каспия и в одном пункте в дельте Волги. Установлены влияющие метеорологические факторы на основе построенных зависимостей между максимальной толщиной льда и температурой воздуха.

Ключевые слова: Каспийское море, толщина льда, климатические изменения.

Как известно Каспийское море относится к частично замерзающим морям. В его северовосточной части, как и на всем Северном Каспии ежегодно устанавливается устойчивый ледяной покров, отличающийся большой динамичностью. Он препятствует нормальному судоходству, способствует разрушению береговых гидротехнических сооружений. Ледовые условия оказывают влияние не только на многие морские отрасли хозяйства, но и на экологическую ситуацию в регионе, например, смещение сроков ледовых явлений оказывает влияние на биологические циклы в экосистемах, что отражается, в свою очередь, на рыбопродуктивности.

Современное потепление климата проявляется во многих природных факторах, в том числе и в инерционных характеристиках криосферы, к которым относится морской и речной лед.

Анализируются климатические изменения максимальной толщины льда в пунктах измерений на акватории Северного Каспия и в одном пункте в дельте Волги. Установлены влияющие метеорологические факторы на основе построенных зависимостей между максимальной толщиной льда и температурой воздуха. Получено, что максимальная толщина льда уменьшается на всех станциях, но в большей степени на северовостоке, в меньшей на северо-западе, а на южных станциях уже достигает критических значений, при которых лед в отдельные годы не формируется. Основной причиной является уменьшение сумм отрицательных температур воздуха за холодный период и повышение температуры в марте, в то время как температура в остальные месяцы холодного периода пока изменяется мало

Цель настоящей работы заключается в оценке изменений максимальной толщины льда в северной части Каспийского моря и изучении климатических факторов, которые эти изменения определяют.

Для оценки территориальных изменений климата в районе северной и центральной части Каспийского моря была привлечена дополнительная информация — многолетние ряды среднемесячной температуры воздуха на 21 метеостанции вблизи рассматриваемой акватории моря.

В ходе работы выполнены следующие задачи:

- сформирована база данных по многолетним рядам наблюдений за толщиной льда и другими характеристиками ледового режима на 10 станциях Северного Каспия (российский и казахстанский сектора) и в дельте Волги (Астрахань);
- построены эмпирические зависимости между толщиной льда и факторами, которые позволили в качестве климатических характеристик выбрать среднемесячные температуры воздуха с октября по март и суммы отрицательных температур за зимний период;
- сформирована база данных по температурам воздуха на метеостанциях в районе Северного Каспия и осуществлено восстановление пропусков наблюдений и приведение

рядов толщин льда и температур к одинаковому многолетнему периоду по уравнениям связи с аналогами и факторами;
- осуществлено статистическое моделирование временных рядов максимальных толщин льда и их климатических факторов, установлены преобладающие виды нестационарных моделей и определены годы, в которые ступенчато повышалась температура и уменьшались толщины льда;
- получены количественные оценки изменения норм для модели ступенчатых изменений и скоростей изменения для модели линейного тренда в рядах максимальных толщин льда и температур воздуха.

## INFLUENCE OF CLIMATE CHANGE TO THE ICE THICKNESS ON THE NORTHERN CASPIAN

**Naurozbayeva Zh.K.[1], Lobanov V.A.[1]**

[1] – *Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia, naurozbaeva.zhanar@mail.ru*

**Abstract.** It is obtained that the maximum thickness of ice decreases at all stations, but to a greater extent in the northeast, to a lesser extent in the northwest, and at the south station it already reaches critical values at which ice does not form in same years.

Keywords: Caspian Sea treats, ice cover, climatic changes.

# ОЦЕНКА АГРОКЛИМАТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ И КЛИМАТИЧЕСКИХ РИСКОВ ПРИ ИЗМЕНЕНИИ КЛИМАТА НА ТЕРРИТОРИИ ЗЕМЛЕДЕЛЬЧЕСКОЙ ЗОНЫ РФ

**Павлова В.Н.[1], Долгий-Трач В.А.[1]**

*[1] – ФГБУ ВНИИ сельскохозяйственной метеорологии (ВНИИСХМ) Обнинск, Россия; vnp@bk.ru*

**Аннотация.** В докладе рассматриваются вопросы, связанные с оценкой воздействий наблюдаемых изменений климата на агроклиматические ресурсы и климатические риски при производстве сельскохозяйственных культур на территории земледельческой зоны РФ.

Ключевые слова: изменения климата, воздействие на агроклиматические ресурсы, урожайность.

Рассматриваются вопросы, связанные с оценкой воздействия наблюдаемых изменений климата с 1976 г. по настоящее время на агроклиматические ресурсы и производство зерновых культур на территории земледельческой зоны России.

Представлена система показателей, характеризующих теплообеспеченность и увлажненность территории. Показано, что теплообеспеченность на ЕТ России растет, но вместе с тем отмечается увеличение степени засушливости и связанное с этим снижение урожайности, в первую очередь яровых зерновых культур.

Для выявления тенденций показателей продуктивности, наблюдаемых при современных изменениях климата, рассчитаны оценки линейных трендов рядов урожайности зерновых культур за период с 1986 по 2017 г. Максимальные оценки трендов фактической урожайности озимой пшеницы наблюдаются на территории Южного ФО и Центрального ФО (в центрально-черноземных областях).

Глобальное потепление, по существующим оценкам (IPCC, 2013–2014), охватит территорию зернового пояса России, что, вероятно, увеличит уязвимость сельского хозяйства России и волатильность его продукции.

Представлены оценки рисков для яровой и озимой пшеницы, полученные с использованием данных наблюдений метеостанций и постов Росгидромета, расположенных на рассматриваемой территории. Расчеты показали, что зона высоких рисков неурожаев яровой пшеницы (более 50 %) охватывает территорию крайнего юго-востока Приволжского ФО, которая относится к зоне недостаточного увлажнения. В целом в Приволжском ФО риски крупных неурожаев яровой и озимой пшеницы, осредненные с учетом посевных площадей, составляют 23% и 18%, соответственно. Полученные оценки рисков достаточно тесно связаны с агроклиматическими особенностями этих регионов и позволяют объективно учитывать природно-экономические условия территории в процессе принятия агротехнологических решений в сельскохозяйственной практике.

Представлены оценки степени неблагоприятности территорий субъектов РФ для производства сельскохозяйственной продукции, рассчитанные по данным за 1998-2017 гг. Рассмотрены два опасных агрометеорологических явления – «засуха» и «переувлажнение», для определения которых использовался гидротермический коэффициент Г.Т. Селянинова (ГТК), рассчитанный за периоды с мая по август и с августа по сентябрь. Разработана технология построения картосхем и расчёта площадей территорий по заданным критериям условий засушливости и переувлажнения, реализованная на основе геоинформационной системы QGIS.

**Литература**

1. FAO, 2016. FAOSTAT Data. Food and Agric. Org. United Nations, Rome. http://www.fao.org/faostat, accessed 15 July 2017

2. USDA-FAS, 2016. Grain: World Markets and Trade. United States Department of Agriculture, Foreign Agricultural Service. http://www.fas.usda.gov, accessed 15 July 2017.

# ASSESSMENT OF AGROCLIMATIC RESOURCES AND CLIMATIC RISKS UNDER CLIMATE CHANGE ON THE TERRITORY OF THE RUSSIAN FEDERATION AGRICULTURAL ZONE

**Pavlov V.[1], Dolgii-Trach V.[1]**

*National Research Institute of Agricultural Meteorology (NRIAM), Obninsk, vnp@bk.ru*

**Absract** The role of weather conditions as a major yield-affecting factor is substantial in Russia (up to 90-95% in some areas). Crop farming in Russia is notably vulnerable to seasonal droughts and heat waves. This dependence on weather conditions results in variability (volatility) of crops production (FAO, 2016; USDA-FAS, 2016). The report examines the impact of recent changes in climatic conditions on water and thermal regime, grain crops yield and climatic risks in crop production in the agricultural zone of the Russian Federation.

Keywords: changes in climatic conditions, yield-affecting factor, grain crops yield, agricultural zone.

# СОВРЕМЕННЫЕ КЛИМАТИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ И ИХ ПРОЯВЛЕНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ ПРИВОЛЖСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА

**Переведенцев Ю.П.[1], Вильфанд Р.М.[2], Шанталинский К.М.[1], Гурьянов В.В.[1], Николаев А.А.[1], Исмагилов Н.В.[1], Аухадеев Т.Р.[1]**

*[1] – Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, Россия*
*[2] – Гидрометеорологический научно-исследовательский центр Российской Федерации, г. Москва, Россия, ypereved@kpfu.ru*

**Аннотация.** Рассматриваются изменения ряда климатических показателей в тропо-стратосфере Северного полушария в период 1979-2016 гг. и долгопериодные изменения приземной температуры воздуха Северного полушария и в Казани (XIX-XXI века). Выявлена тенденция роста температуры воздуха в регионе на фоне глобального потепления климата.

Ключевые слова: климат, реанализ, индексы циркуляции, температура воздуха.

Цель доклада обобщить основные результаты исследований за последние годы в области изучения изменений современного климата от поверхности Земли до уровня 0,1 гПа (~64 км) на территории Среднего Поволжья в условиях глобального потепления климата.

Мониторинг современных глобальных изменений климата и изменений климата Приволжского федерального округа (ПФО) выполнен с привлечением данных приземной температуры воздуха (ТВ) по всему Земному шару (1850-2016 гг.) университета Восточной Англии (CRU), для анализа процессов в тропо-стратосфере использовались данные NCEP/NCAR реанализа о температуре воздуха в Северном полушарии (СП) за период 1948-2016 гг., данные реанализа NCEP/DOE – II за период 1979-2016 гг. и данные реанализа ERA-Interim за тот же период. Кроме того, использовались данные 117 метеостанций ПФО (1955-2009 гг.) из фонда ВНИИГМИ-МЦД и результаты многолетних метеорологических наблюдений (1828-2017 гг.) в МО Казанского университета (КУ) и на ряде станций, расположенных на территории Татарстана, а также данные проекта CMIP 5.

Многолетние ряды исходных данных подвергались сглаживанию с использованием фильтра Поттера, что позволило выделить в нем низкочастотные компоненты (НЧК), содержащие колебания с периодом более 10 и 30 лет. Данные реанализов использовались для нахождения средних значений, средних квадратических отклонений (СКО), коэффициентов наклона линейного тренда ТВ (КНЛТ) на 26 изобарических поверхностях в тропо-стратосфере (до уровня 0,1 гПа), корреляционных связей между ТВ и индексами атмосферной циркуляции, автокорреляционных связей в поле температуры по вертикали. Рассматривались зимние стратосферные потепления, а также весенние и осенние перестройки циркуляции в стратосфере.

Анализ результатов комплексного исследования позволил сделать ряд выводов:

1. Изменения приповерхностной температуры воздуха Северного полушария в период 1850 – 2016 гг. испытывают неравномерный ход, определяемый 60 – 70 – летним колебанием естественного происхождения. Тем не менее ярко выражена общая тенденция потепления климата, согласно кривой НЧК, с 1970 года среднегодовая ТВ повысилась на 0,8°С.

2. В период 1828–2017 гг. среднегодовая температура воздуха по данным длиннорядной станции Казань, университет повысилась более чем на 4 °С. При этом изменения ТВ в годовом ходе происходят неравномерно: в период 1928–2017 гг. зимняя температура выросла на 4,7 °С, а летняя на 2,2 °С. Вклад глобальных процессов в из-

менчивость ТВ Казани составил зимой 37 %, а летом 23 %. Согласно расчетам по 7 моделям CMIP 5 в конце 21 века по сценарию RCP 8,5 температура воздуха в Казани может повыситься в январе примерно на 8 °С, а в июле на 4 °С.

3. Отмечается заметная изменчивость характеристик вегетационного периода на территории Татарстана: увеличивается продолжительность теплого периода, при этом растет сумма температур превышающих 0 °С, переход через 0 °С весной начинается раньше (скорость А = -1,4 дня/10 лет), а осенью позже (А = 3,2 дня/10 лет).

4. Построена эмпирико-статистическая модель распределения температуры, СКО, КНЛТ на 26 изобарических уровнях (до высоты 64 км) для Поволжья на базе данных реанализа ERA-Interim за 1979–2016 гг. Построен вертикальный разрез распределения аномалий температуры воздуха, содержащий данные об их интенсивности, продолжительности жизни и вертикальной протяженности.

5. Выявлены слои в тропо-стратосфере, где корреляционные связи между ТВ и арктической осцилляцией наиболее тесные (приземный слой, слои 300–200 и 7–3 гПа).

6. Выявлено существенное различие между зимой и летом в вертикальном распределении температуры воздуха: так на уровне 12–13 км зимой отмечается наибольшее потепление, а летом, наоборот, заметное похолодание. В стратосфере в слое 35–40 км зимой и в слое 35–45 км летом происходит наибольшее охлаждение воздуха.

7. Выявлен характер вертикальных корреляционных связей в поле температуры: связи между слоями резко ослабевают в районе тропопаузы как зимой, так и летом. В летний период между тропосферой и нижней стратосферой устанавливаются отрицательные связи, свидетельствующие о противофазном характере изменения температуры.

8. В верхней стратосфере и нижней мезосфере по результатам анализа первых разностей НЧК с периодом более 10 лет зимой отмечаются очаги роста или понижения температуры с цикличностью 8–10 лет.

9. На основе корреляционного анализа показано, что стратосферные потепления приводят к повышению температуры в нижней половине стратосферы и к понижению в верхней. Установлены вертикальные корреляционные связи между уровнями тропосферы и стратосферы в зависимости от сезона года. Дана оценка дат весенних и осенних перестроек циркуляции на уровне 10 гПа в период 1979–2017 гг.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (гранты 18-05-00721 и 18-45-160006).

## MODERN CLIMATIC CHANGES AND THEIR MANIFESTATIONS IN THE VOLGA FEDERAL DISTRICT TERRITORY

**Perevedentsev Y.P.[1], Vilfand R.M.[2], Shantalinsky K.M.[1], Guryanov V.V.[1], Nikolaev A.A.[1], Ismagilov N.V.[1], Auhadeev T.R.[1]**

*[1] – Kazan (Volga Region) Federal University, Kazan, Russia*
*[2] – Hydrometeorological Research Center of the Russian Federation, Moscow, Russia, ypereved@kpfu.ru*

**Abstract.** Changes in a number of climatic indices in the trophotostratosphere of the Northern Hemisphere in the period 1979–2016 and long-term changes in the surface temperature of the Northern Hemisphere and in Kazan (XIX-XXI centuries) are considered. The trend of rising air temperature in the region against the background of global warming has been revealed.

Key word: climate, reanalysis, climatic indices, air temperature.

# АНАЛИЗ ЭКОНОМИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА ИНФОРМАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ

**Рыбанова А.Ю.[1], Фокичева А.А.[2], Воробьева Л.Н.[1], Коршунов А.А.[1]**

*[1] – ВНИИГМИ-МЦД, г. Обнинск, Россия, aribanova@meteo.ru*
*[2] – РГГМУ, г. Санкт-Петербург, Россия*

**Аннотация.** Приведены результаты расчета экономического эффекта за 2009-2018 годы, полученного от гидрометеорологического обслуживания отраслей экономики подразделениями Росгидромета. Дана оценка экономической эффективности по официальным данным за 2015 год.

Ключевые слова: экономический эффект, экономическая эффективность, социально-экономическая система, опасные гидрометеорологические явления.

Последние десятилетия характеризуются возрастающим интересом к проблеме зависимости хозяйственной деятельности от погодных и климатических условий, что обуславливает признание «Экономической метеорологии» в качестве научной области исследований [1].

Из-за постоянного увеличения разнообразия и масштаба негативных проявлений погоды и климата социально-экономические системы сталкиваются с проблемой обеспечения устойчивого функционирования и развития в условиях возрастающих издержек, обусловленных зависимостью экономической и социальной деятельности от окружающей природной среды. Все более актуальными становятся исследования и оценка экономической полезности информационной деятельности национальных гидрометеорологических служб.

В настоящее время полезность использования в производственно-хозяйственной деятельности гидрометеорологических прогнозов, климатической информации и данных, полученных со станций наблюдений может оцениваться посредством таких параметров как экономический эффект, экономическая эффективность, экономическая выгода от использования гидрометеорологической информации, предотвращенные потери, показатель адаптации отраслей экономики к неблагоприятным условиям погоды. Для макроэкономической оценки результативности информационной деятельности Росгидромета и ее вклада в устойчивое развитие экономики используются показатели экономического эффекта и экономической эффективности.

Особенности интерпретации экономического эффекта связаны с производством гидрометеорологической информации на бюджетные средства и возможностью восприятия ее как частного и общественного блага.

Расчеты, которые ежемесячно производятся специалистами территориальных управлений Росгидромета и подтверждаются различными отраслями экономики, собираются, обобщаются и анализируются во Всероссийском научно-исследовательском институте гидрометеорологической информации – Мировом центре данных (ВНИИГМИ-МЦД). Эти обобщения утверждаются Росгидрометом, после чего принимают статус официальных и достоверных данных.

В таблице 1 представлена статистика по экономическому эффекту за 2009-2018 годы в ценах текущего года. Там же приведены значения экономического эффекта в ценах базового 2009 года, рассчитанные через индекс дефлятор (по данным Росстата). Индекс дефлятор за 2018 год является оценкой. В дальнейших исследованиях он будет уточнен.

Из приведенных данных видно, что экономический эффект за последнее десятилетие вырос в 3,7 раза (в базовых ценах 2009 года). Это увеличение обусловлено не только ростом цен, но и расширением круга потребителей, подтверждающих экономи-

ческий эффект, совершенствованием методик расчета экономического эффекта по наиболее значимым видам экономической деятельности и рядом других факторов.

Экономическая эффективность информационной деятельности, выраженная в терминах «экономический эффект — затраты на гидрометеорологическое обеспечение» для России в 2009—2010 гг. оценивалась значением 1:5,2 (по данным ВНИИГМИ-МЦД и Всемирного банка реконструкции и развития). В 2010-2011 гг. экономическая эффективность деятельности метеорологических и гидрометеорологических служб мира в целом оценивалась Всемирной метеорологической организацией значением 1:(7,0…10,0). Эффективность деятельности Китайской гидрометеорологической службы оценивалась ее специалистами значением 1:35 (по всем трем оценкам; см., например, [2]).

**Таблица 1.** Обобщения экономического эффекта за 2009-2018 годы в ценах текущего года и в базовых ценах 2009 года

| | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Экономический эффект в ценах текущего года (млн. руб.) | 22415,5 | 23726,1 | 25176,9 | 27606,4 | 28208,9 | 29504,1 |
| Экономический эффект в базовых ценах 2009 года (млн. руб.) | 22415,5 | 27047,8 | 33233,5 | 39753,2 | 42595,4 | 48681,8 |
| Индекс дефлятор | 1,0 | 1,14 | 1,32 | 1,44 | 1,51 | 1,65 |

| | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 |
|---|---|---|---|---|
| Экономический эффект в ценах текущего года (млн. руб.) | 32781,0 | 35075,7 | 37368,9 | 39663,6 |
| Экономический эффект в базовых ценах 2009 года (млн. руб.) | 58350,2 | 64188,5 | 70742,3 | 83690,2 |
| Индекс дефлятор | 1,78 | 1,83 | 1,92 | 2,11 |

Выполненные расчеты показали, что экономическая эффективность гидрометеорологического обслуживания потребителей организациями Росгидромета в 2015 году составила 1:5,8.

Необходимо отметить, что значения экономического эффекта в ценах текущего года за последнее десятилетие в полном объеме приведены впервые. Экономический эффект в базовых ценах 2009 года рассчитан также впервые. Оценка экономической эффективности обновлена и в дальнейшем будет уточняться (по итогам информационной деятельности за 2019 год), а ее исследования будут развиваться.

**Литература**

1. Хандожко Л.А. Экономическая метеорология. СПб: Гидрометеоиздат, 2005. 490 с.

2. Коршунов А.А., Рыбанова А.Ю., Фокичева А.А., Шаймарданов М.З. Анализ интенсивности воздействия опасных условий погоды на социально –экономическую систему. – Ученые записки № 53. – Научно-теоретический журнал. – СПб: Изд-во РГГМУ, 2018, с. 18-33.

## ANALYSIS OF ECONOMIC BENEFITS FROM INFORMATION WORK OF THE HYDROMETEOROLOGICAL SERVICE

**Rybanova A.Yu.[1], Fokicheva A.A.[2], Vorobyeva L.N.[1], Korshunov A.A.[1]**

*[1] – All Russian Research Institute of Hydrometeorological Information – World Data Centre (RIHMI-WDC), Obninsk, Russian Federation, e-mail: aribanova@meteo.ru*

*[2] – Russian State Hydrometeorological University (RSHU), Saint Petersburg, Russian Federation*

**Abstract.** Results of estimation of economic benefits from information work of the Hydrometeorological Service undertaken in 2009-2018 to support the economy are given. Estimation of cost efficiency is provided according to the official data for 2015.

Key words: economic benefits, cost efficiency, socio-economic system, hazardous hydrometeorological events.

# АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ КОМПЛЕКС ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ГРАНИЧНЫХ ДАТ КЛИМАТИЧЕСКИХ СЕЗОНОВ

**Рыкин И.С.[1], Паниди Е.А.[1]**

*[1] – Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия, ivan.rykin94@gmail.com*

**Аннотация.** Представлен автоматизированный комплекс по сбору и обработке спутниковой информации, позволяющий определять граничные даты климатических сезонов. Индикатором климатических изменений выступает NDWI растительного покрова.

Ключевые слова: климатические изменения, климатические сезоны, NDWI.

Современное состояние климата на стадии динамического изменения, вызванного усиливающимся влиянием антропогенных и природных факторов.

Существует множество методик, позволяющих определять и анализировать климатические изменения. К основным методам получения информации о состоянии климата относятся наземные и дистанционные наблюдения, данные получаемые с гидрометеорологических станций и спутников, соответственно.

В качестве исследуемой территории выбрана республика Коми, Россия. Территория исследования была выбрана из-за наличия большого количества региональных климатообразующих факторов (сложная орография, близость морей, густая речная сеть, наличие болот).

В данной работе рассмотрена часть научного исследования, посвященная автоматизации процессов по обработке и анализу ежедневных данных дистанционного зондирования Земли полученных с научно-исследовательского спутника TERRA [1].

В качестве индикатора климатических изменений выступает нормализованный разностный водный индекс (Normalized Difference Water Index – NDWI) [2 – 6], рассчитываемый на каждый день за период с 2000 по 2019 год.

Рассчитанные суточные значения NDWI используются для определения граничных дат климатических сезонов [7 – 8].

На данный момент разработан автоматизированный комплекс, способный получать и обрабатывать большие массивы спутниковых данных.

Благодаря накопленному архиву спутниковых данных, который регулярно обновляется, исследование является актуальным и имеет особое значение для территорий, где особым образом стоит проблема разреженности гидрометеорологической сети или ее полное отсутствие.

## Литература

1. LAADS DAAC MODIS DATA STORAGE [Электронный ресурс]. Режим доступа – https://www.ladsweb.modaps.eosdis.nasa.gov/search (дата обращения 10.02.2019).
2. Gao B.C. NDWI A Normalized Difference Water Index for Remote Sensing of Vegetation Liquid Water From Space. Remote Sensing of Environment. Vol. 58 (3). 1996. Pp. 257 –266.
3. Jia G.J., Epstein H.E., Walker D.A. Vegetation greening in the Canadian Arctic related to decadal warming. Journal of Environmental Monitoring, 2009. No. 11. Pp. 2231–2238.Д
4. Goetz S.J., Mack M.C., Gurney K.P., Randerson J.T., Houghton R.A. Ecosystem responses to recent climate change and fire disturbance at northern high latitudes: observations and model results contrasting northern Eurasia and North America. Environmental Research Letters, 2007. Vol. 2, No. 4. 045031. 9 p. doi:10.1088/1748-9326/2/4/045031.Д
5. Krankina O.N., Pflugmacher D., Hayes D.J., McGuire A.D., Hansen M.C., Elsakov V., Nelson P. Vegetation Cover in the Eurasian Arctic: distribution, monitoring, and role in carbon cycling. Chapter 5. Eurasian arctic land cover and land use in a changing climate. Springer, 1st edition, 2010. 7908 p.

6. Wookey P.A., Aerts R., Bardgett R.D., Baptist F., Brathen K.A., Cornelissen J.H.C., Gough L., Hartley I.P., Hopkins D.W., Lavorel S., Shaver G.R. Ecosystem feedbacks and cascade processes: understanding their role in the responses of Arctic and alpine ecosystems to environmental change. // Global Change Biology, 2009. Vol. 15. pp. 1153–1172.
7. Panidi E., Tsepelev V. NDWI-based technique for detection of change dates of the growing seasons in Russian Subarctic // The International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, XLII-3/W2, 2017. pp. 179–182.
8. Panidi E., Rykin I., Nico D., Tsepelev V. Toward Satellite-based Estimation of Growing Season Framing Dates in Conditions of Unstable Weather. Advances in Remote Sensing and Geo Informatics Applications, Advances in Science, Technology and Innovation. https://doi.org/10.1007/978-3-030-01440-7_31. pp. 131–133.

# AN AUTOMATED COMPLEX FOR DETERMINING THE DATES OF CLIMATIC SEASONS

**Rykin I.[1], Panidi E.A.[1]**

[1] – *Saint Petersburg University, Saint Petersburg, Russia, ivan.rykin94@gmail.com*

**Abstract.** The automated complex for the collection and processing the satellite data is presented, that allows determining the dates of climatic seasons. The climate change indicator is the normalized difference water index (NDWI) of vegetation cover.

Keywords: climate change, climate seasons, NDWI.

# ИССЛЕДОВАНИЕ ЦИРКУЛЯЦИИ ТРОПОСФЕРЫ В ПЕРИОДЫ ЗИМНИХ СТРАТОСФЕРНЫХ ПОТЕПЛЕНИЙ

**Сабанчиева М.Х.[1], Куважукова К.М.[1]**

[1] – *ФГБУ «Северо-Западное УГМС», г. Санкт-Петербург, Россия, mado_sabanchy@mail.ru*

**Аннотация:** Анализ влияния зимних стратосферных потеплений на погодные аномалии в тропосфере, а также, анализ зимних стратосферных потеплений.

Ключевые слова: циркуляция, атмосфера, тропосферно-стратосферные взаимодействия; circulation, atmosphere, troposphere-stratosphere interaction.

Аномалии атмосферных процессов в тропосфере продолжительностью 5-7 дней складываются под влиянием внешних воздействий: это может быть влияние внешних источников тепла, связанных, например, с океаном, а может осуществляться и динамическое воздействие на тропосферу вышележащих слоев. В последнее время пришло осознание важности влияния на тропосферные процессы стратосферы, циркуляция которой сильно отличается от тропосферной. При разработке долгосрочных прогнозов погоды, необходимо учитывать изменения стратосферной циркуляции на процессы в тропосфере.

Одной из важных особенностей стратосферной циркуляции являются зимние стратосферные потепления (ЗСП), когда планетарный циклонический вихрь разрушается на некоторое время (от 2 дней до нескольких недель), а затем снова восстанавливается.

В исследованиях взаимодействия стратосферы и тропосферы [7] отмечается, что в нижних слоях атмосферы, одновременно с ЗСП или с некоторым запаздыванием, происходят крупномасштабные изменения циркуляции, которые вызывают аномалии погоды на обширных территориях. Теоретически установлено [7], что наиболее заметной реакцией тропосферы на зимние стратосферные потепления должны быть вторжения арктических антициклонов в средние широты.

Зимние стратосферные потепления проходят примерно по одной схеме - внезапное продвижение антициклонов, возникших над морской поверхностью, к полюсу, раздвоение циркумполярного вихря, перемещение циклонов к югу и установление на некоторое время циркуляции, характерной для лета.

Автором описаны результаты исследования связи синоптических процессов в тропосфере с зимними стратосферными потеплениями.

По данным реанализа ERA interim и архивам синоптических карт были проанализированы повторяемость и интенсивность зимних стратосферных потеплений и их связь с барическими образованиями в тропосфере за период с 1992 по 2007 гг.

Наиболее сильные потепления за этот период наблюдались в 1992, 1993, 1994, 1995, 1997, 2006 и 2007гг. А наиболее слабые потепления наблюдались в 1996, 1998, 1999, 2002, 2004 и 2005 г.

Анализ приземных карт распределения показал, что в периоды зимних стратосферных потеплений действительно отмечает вторжения арктических антициклонов в умеренные широты. Рассмотрим один из таких случаев. Одно из выраженных стратосферных потеплений наблюдалось с 5 по 11 февраля 2007 года.

Приведенный пример иллюстрирует первый тип антициклогенеза в умеренных широтах, представляющий собой вторжение арктических антициклонов по меридиональным траекториям. Однако наблюдается и иная реакция тропосферы на стратосферные потепления. Мы назвали ее вторым типом антициклогенеза. Это формирование антициклона на юге умеренных широт без предварительного арктического вторжения.

Общее число исследованных потеплений с 1992 г. по 2007 г. составило 23 случая. Анализ карт установил, что вторжения происходили в 1992, 1994, 1995, 2006 и 2007 годах. Из них с северными вторжениями были 1992, 1994, 2006 и 2007 гг. Можно оценить, что северные вторжения случались в 30% случаев, а формирование антициклонов на юге умеренных широт случались в 17% случаев. Общее число случаев антициклогенеза в периоды зимних стратосферных потеплений можно оценить в 47% от всех случаев потеплений.

Таким образом, в ходе исследования было выделено 23 зимних стратосферных потепления за период с 1992 по 2007 гг. и изучена реакция тропосферной циркуляции на зимние стратосферные потепления, которая заключается в формировании двух типов антициклогенеза в умеренных широтах: арктические вторжения и образование антициклонов непосредственно на юге умеренных широт.

**Литература**

1. Багров Н.А., Кондратович К.В., Педь Д.А.,Угрюмов А.И. Долгосрочные метеорологические прогнозы.- Л.: Гидрометеоиздат, 1985.
2. Кац А.Л. Циркуляция в стратосфере и мезосфере. - Л.: Гидрометеоиздат, 1968.
3. Погосян Х.П. Общая циркуляция атмосферы. - Л.: Гидрометеоиздат, 1972.
4.Угрюмов А.И. Квазидвухлетняя цикличность весенне-летней циркуляции атмосферы. - Л.: Гидрометеоиздат, - 1971.

## STUDY OF THE CIRCULATION OF THE TROPOSPHERE DURING PERIODS OF WINTER STRATOSPHERIC WARMING

**Sabanchieva M.H.[1], Kuvazhukova K.M.[1]**

*[1] – Federal State Budgetary Institution «North-Western UGMS», St. Petersburg, Russia, mado_sabanchy@mail.ru*

**Abstract:** Analysis of the influence of winter stratospheric warming on the weather anomalies in the troposphere, as well as analysis of winter stratospheric warming.

Keywords: circulation, atmosphere, tropospheric-stratospheric interactions; circulation, atmosphere, troposphere-stratosphere interaction

# ИЗУЧЕНИЕ ТРАНСМИССОМЕТРА ПО ЕГО ВИРТУАЛЬНОЙ МОДЕЛИ

**Саенко А.Г.[1], Симакина Т.Е.[1]**

*[1] – Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия, tatiana.simakina@gmail.com*

**Аннотация.** Построена модель трансмиссометра на базе программной платформы LabVIEW. Выполнен анализ зависимости погрешности измерения дальности видимости от чувствительности трансмиссометра

Ключевые слова: метеорологическая дальность видимости, трансмиссометры, чувствительность, измерительная база, виртуальная лабораторная установка

Трансмиссометры (ТМ) используются для измерения метеорологической дальности видимости (МДВ) в большинстве аэропортов. Исследование трансмиссометров в данной работе преследует две задачи – научную и образовательную. В рамках образовательной задачи создана модель ТМ по типу ФИ [1], включающая осциллограф, который позволяет исследовать все структурные блоки прибора. Модель создана в среде программирования LabVIEW (Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench), разработанной фирмой National Instruments [2].

Созданная модель позволяет задавать прозрачность атмосферы, удаление отражателя от источника света и уровень освещенности фона.

Научная задача заключалась в исследовании зависимости погрешности измерения МДВ трансмиссометром от его чувствительности. Вывод формулы чувствительности ТМ приведен в работе [3].

$$S = \frac{d\frac{J}{J_0}}{dL} = \frac{d}{dL}(\varepsilon^{\frac{l}{L}}) = -\varepsilon^{\frac{l}{L}} \cdot \ln\varepsilon \cdot (\frac{l}{L^2})$$

где $L$ –метеорологическая дальность видимости, $J_o$, $J$ - исходный и принятый световой сигнал, $\varepsilon$ – порог контрастной чувствительности глаза, $l$ – расстояние, который проходит свет от источника до приемника.

Для конкретной МДВ можно найти расстояние $l_{Smax}$ между приемником и источником, на котором чувствительность ТМ максимальна, приравняв производную от $S$ по $L$ нулю:

$$\frac{dS}{dL} = \ln\varepsilon \cdot \varepsilon^{\frac{1}{L}} \cdot \frac{1}{L^4}(l \cdot \ln\varepsilon + 2l)$$

С увеличением МДВ значение максимума чувствительности снижается, а длина базы, на которой максимум будет достигнут, растет. Значения максимумов чувствительности и соответствующие им длины базы при различных МДВ приведены в табл. 1.

**Таблица 1** – Результаты моделирования ТМ

| МДВ, км | $S_{max}$ | $l_{Smax}$, м | $\Delta L$ при $l$=200 м, м | $\Delta L$ при $l$=40 м, м |
|---|---|---|---|---|
| 0.1 | 3.08 | 45 | - | 0,8 |
| 0.2 | 1.52 | 60 | -30,5 | 0,8 |
| 0.5 | 0.7 | 98 | -2,1 | 0,7 |
| 0.6 | 0.54 | 100 | -1,4 | 0,5 |
| 1.0 | 0.26 | 590 | 5,9 | 6,8 |
| 1.5 | 0.23 | 600 | 2,5 | 3,0 |
| 4 | 0.09 | 950 | 1,1 | 1,3 |

Таким образом, для ожидаемых значений МДВ $l_{Smax}$ - наилучшее значение длины базы. В случае отличия длины измерительной базы $l$ от найденного расстояния $l_{Smax}$, возникает мультипликативная погрешность ТМ $\Delta L$:

$$\Delta L = \varepsilon^{-\frac{l_{S\max}}{L}} - \varepsilon^{-\frac{l}{L}}$$

В табл. 1 представлена погрешность, рассчитанная для стандартных значений путей прохождения светового сигнала. В комплекте фотометра ФИ-1 [1] дальний отражатель установлен на расстоянии 100 м от фотометрического блока, ближний – на расстоянии 20 м, соответственно измерительная база в первом случае составляет 200 м, во втором 40 м. Наибольшая погрешность в 6-7 м при использовании стандартных отражателей получена при измерении МДВ в начинающемся тумане (около 1000 м).

Таким образом, установление погрешности измерения МДВ трансмиссометром, связанной с изменением его чувствительности, имеет практическое и образовательное значение.

**Литература**

1. Григоров, Н. О. Восканян, К. Л. Саенко, А. Г. Методы и средства гидрометеорологических измерений. Метеорологические приборы. Санкт-Петербург: РГГМУ, 2012 г. -306 с.

2. Саенко А.Г., Симакина Т.Е. Дистанционное изучение метеорологической техники на базе технологии виртуальных инструментов. //Ученые записки Российского государственного гидрометеорологического университета. 2017. № 47. С. 118-125.

3. Чувствительность трансмиссометров как функция измерительной базы. Григоров Н.О., Никитина В.С. //SOUTHERN ALMANAC OF SCIENTIFIC RESEARCH. Издательство: Общество с ограниченной ответственностью "ГЛОБАЛ ТРЭЙД ЭНД СЕРВИС" (Севастополь) № 4 - 2017 С. 46-50.

## STUDY OF TRANSMISSOMETER BY ITS VIRTUAL MODEL

**Saenko A.G.[1], Simakina T.E.[1]**

*[1] – Russian State Hydrometeorological University, Saint-Petersburg, Russia, tatiana.simakina@gmail.com*

**Abstract.** A model of transmissometer based on LabVIEW software platform was built. The analysis of the dependence of the measurement error of the range of visibility on the sensitivity of the transmissometer

Key words: meteorological visibility range, transmissometers, sensitivity, measuring base, virtual laboratory installation

# ОСОБЕННОСТИ СУБТРОПИЧЕСКОГО КЛИМАТА СЕВЕРНОЙ БЕРЕГОВОЙ ЗОНЫ СРЕДИЗЕМНОМОРЬЯ

**Сергин С.Я.[1], Цай С.Н.[1], Магулян А.О.[1]**

*[1] – Филиал ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет» в г. Туапсе, Россия, s.sergin@bk.ru*

**Аннотация.** Проводится сравнение климатических условий приморских районов северного Средиземноморья. С этой целью используются продольные профили климатических показателей, включая индекс зональности климатов.

Ключевые слова: Средиземноморский регион, климатические условия Средиземноморья, индекс зональности климатов.

Среди рекреационно-курортных регионов мира доминирующее значение имеет Средиземноморье. Главным фактором его притягательности для жителей европейских и многих других стран мира является субтропический климат. Восточная окраина Средиземноморья охватывает бассейны Чёрного и Каспийского морей. Там располагается несколько рекреационных районов России, включая Ялтинский, Сочинский, Прикаспийский.

Целостное описание климатических условий региона пока не проведено. Такое обобщение представляет интерес в научном плане, а также для более полного понимания конкурентных преимуществ каждого рекреационно-курортного района.

В данной работе мы рассматриваем северную береговую зону Средиземноморья в широтной зоне 41-44° с.ш. Общепринятые климатические показатели дополняются показателем режима выпадения осадков - индексом годового распределения осадков ($И_н$). Этот индекс предложен в [1] и определяется по формуле:

$$И_н = (P_{тп} – P_{хп}) / P_г ,$$

где $P_{тп}$ и $P_{хп}$ – осадки за теплое и холодное полугодия, $P_г$ – осадки за год.

В многообразии климатов земного шара $И_н$ находится в пределах от +1 до –1. В областях с умеренным климатом $И_н > 0$, поскольку там преобладают летние осадки. В средиземноморских субтропиках, где преобладают зимние осадки, $И_н < 0$. На переходе от умеренного климата к средиземноморскому $И_н \approx 0$ [1, 2]. Учитывая способность индекса $И_н$ отображать зональные особенности климата, ему можно дать название «индекс зональности климатов».

Имеющиеся климатические данные (таблица 1) позволяют сопоставлять климатические условия районов северного Средиземноморья по продольным профилям. Профили начинаются от восточного берега Атлантического океана (Ла-Корунья) и проходят до восточного берега Каспия (Карабогаз).

**Таблица 1 –** Климатические показатели по метеостанциям северного Средиземноморья

| Метеостанция | $Т_г$, °С | $Т_я$, °С | $Т_и$, °С | $Р_г$, мм | $Р_т$, мм | $Р_х$, мм | $И_н$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ла-Корунья | 14,8 | 10,8 | 19,0 | 1014 | 343 | 682 | -0,33 |
| Марсель | 15,2 | 6,7 | 24,7 | 588 | 225 | 363 | -0,23 |
| Генуя | 15,7 | 8,5 | 24,1 | 894 | 270 | 624 | -0,40 |
| Пиза | 15,0 | 6,8 | 23,1 | 886 | 337 | 549 | -0,24 |
| Римини | 13,1 | 3,7 | 23,0 | 707 | 343 | 364 | -0,03 |
| Сплит | 16,1 | 7,8 | 25,7 | 831 | 312 | 519 | -0,25 |
| Салоники | 15,0 | 5,0 | 25,0 | 445 | 183 | 262 | -0,18 |
| Бургас | 12,7 | 1,8 | 23,1 | 561 | 259 | 302 | -0,08 |

| Метеостанция | $T_г$, °С | $T_я$, °С | $T_и$, °С | $P_г$, мм | $P_т$, мм | $P_х$, мм | $И_н$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ялта | 13,2 | 4,4 | 24,1 | 565 | 236 | 329 | -0,16 |
| Сочи | 14,2 | 6,1 | 23,2 | 1514 | 618 | 896 | -0,18 |
| Махачкала | 12,4 | 1,2 | 24,7 | 332 | 161 | 171 | 0,03 |
| Карабогаз | 14,2 | 1,2 | 27,9 | 129 | 48 | 81 | -0,26 |

Здесь используются следующие обозначения:

$T_г$, $T_я$, $T_и$, – температура воздуха за год, январь и июль;

$P_г$, $P_т$, $P_х$ – количество садков за год, теплое и холодное полугодия;

$И_н$ – индекс годового распределения осадков (индекс зональности климатов).

Ла-Корунья и Карабогаз включены в регион, можно сказать, условно.

Согласно данным таблицы, районы северного Средиземноморья заметно различаются между собой по всем климатическим показателям. Однако, они взаимно подобны по отрицательным значениям индекса зональности климата. Имеется тенденция изменения индекса от -0,3…-0,4 в западной части региона до значений около -0,1 в восточной части. Курортам Ялта и Сочи свойственны значения индекса -0,16…-0,18. Они отличаются от значений для типичных условий средиземноморских субтропиков.

**Литература**

1. Сергин С.Я., Земцов Р.В. Индекс годового хода осадков как количественный критерий климатического зонирования. / Климатология и гляциология Сибири. Материалы междунар. научн. конфер. Томск, 2015. – С. 128-130.

2. Сергин С.Я., Цай С.Н., Магулян А.О., Земцов Р.В. Умеренный и субтропический климаты Азово-Черноморского бассейна. / Ученые записки РГГМУ. – 2018. – Вып. 51. – С. 58-62

## FEATURES OF THE SUBTROPICAL CLIMATE OF THE NORTHERN COASTAL ZONE OF THE MEDITERRANEAN

**Sergin S.Ya.[1], Tsai S.N.[1], Magulyan A.O.[1]**

*[1] – Branch of the Federal State Budget Educational Institution of Higher Education «Russian State Hydrometeorological University» in Tuapse, Russia, s.sergin@bk.ru*

**Abstract.** The climatic conditions of the coastal areas of the Northern Mediterranean are compared. For this purpose, longitudinal profiles of climatic parameters, including the zoning index of climates, are used.

Key words: Mediterranean region, the climatic conditions of the Mediterranean, climate zoning index.

# ВЫБОР АНСАМБЛЯ МОДЕЛЕЙ ОБЩЕЙ ЦИРКУЛЯЦИИ АТМОСФЕРЫ И ОКЕАНА ПРОЕКТА CMIP-5 ДЛЯ ОЦЕНКИ БУДУЩИХ ИЗМЕНЕНИЙ СТОКА НА ЕВРОПЕЙСКОЙ ТЕРРИТОРИИ РОССИИ

**Сидорова М.В.**[1]

[1] – *Институт Географии РАН, Москва, Россия, sidorova@igras.ru*

**Аннотация.** Оценено воспроизведение ряда климатических характеристик моделями общей циркуляции атмосферы и океана проекта CMIP-5 для Европейской территории России и выбран оптимальный ансамбль для оценок возможных изменений характеристик речного стока.

Ключевые слова: изменение климата, воспроизведение климатических характеристик, осадки.

Для количественных оценок изменения климата в XXI веке наиболее перспективным и динамично развивающимся инструментом являются МОЦАО (модели общей циркуляции атмосферы и океана). В настоящее время, они активно используются для оценки изменений климата и характеристик речного стока.

Априорное суждение о том, какие модели «лучше» или «хуже», вряд ли возможно. В нашей стране большинство исследователей идут по пути предварительного отбора моделей, на основе сравнения характеристик наблюденного и модельного климата для какого-либо региона (Кислов, Бабина, 2008; Кокорев, Анисимов, 2013 и многие другие). Для повышения устойчивости результатов и оценки достоверности принято использовать ансамбль моделей.

В качестве характеристики современного климата в работе были использованы данные архива CRU TS3.21 (Climatic Research Unit TimeSeries Version интерполированные станционные данные) за период 1961-1990 гг.

Проведена оценка качества 37 моделей проекта CMIP-5 с точки зрения оптимального воспроизведения характеристик на Европейской территории России (ЕТР). При формировании оптимального ансамбля для дальнейшей оценки изменений характеристик речного стока основной климатической характеристикой для отбора являлось воспроизведение осадков холодного периода, как важного предиктора половодья. Также учитывалось воспроизведение годовых осадков. Характеристики поля температур воспроизводятся всеми моделями достаточно надежно, так что лимитирующим фактором были выбраны именно осадки.

Для каждой модели рассчитаны ошибка воспроизведения средних значений, среднеквадратических отклонений и площади совпадения трендов осадков за период 1961-1990 гг. Также оценено качество воспроизведения коэффициентов вариации годовых осадков и осадков холодного периода. Затем отобраны модели по критерию наименьшей осредненной по территории ЕТР ошибки.

Поскольку осреднение ошибки по исследуемой территории не описывает всей картины качества воспроизведения, по каждой модели для исследуемых характеристик были построены карты пространственного распределения ошибок воспроизведения характеристик, которые позволили экспертно оценить и отбраковать модели с низким качеством воспроизведения климатических величин.

Практически все модели (кроме CMCC-CM) завышают многолетнюю величину осадков холодного периода по сравнению с наблюденной. Ошибка среднего варьируется от -0.22 до 118,8 (BNU-ESM), при средней ошибке 31%. В качестве порогового кри-

терия были отобраны модели с ошибкой менее 30%, при этом из моделей одного института выбиралась одна наиболее качественная. Таким образом, был отобран ансамбль из 13 моделей. Средняя ошибка воспроизведения осадков холодного периода для ансамбля – 15,5%. Южнее 50° с.ш. модели воспроизводят характеристику несколько хуже и с явным завышением.

Среднемноголетнее значение годовой суммы осадков модели воспроизводят более качественно, чем зимние осадки. Ошибка среднего изменяется от - 15% до 46%, среднее значение по всем моделям – 12,9%. Южнее 50° с.ш. ошибка возрастает. Для отобранного ансамбля значения изменяются от -9 до 21%, среднее 3,14%.

Воспроизведение моделями тренда осадков довольно неустойчиво, т.к. при незначительных изменениях буквально одно значение может поменять знак тренда. Для каждой точки сетки проводилась проверка совпадения знака тренда с наблюденным и можно сделать вывод, что тренды как зимних, так и годовых осадков воспроизводятся неудовлетворительно – среднее значение площади с совпадающим трендом составляет менее 50%. Максимальное значение площади совпадения знака тренда – 87,9% исследуемой территории, минимальное менее 10%.

Модели проекта CMIP-5 достаточно хорошо воспроизводят коэффициент вариации осадков: в среднем по 37 моделям ошибка воспроизведения Cv годовых осадков – 13%, (на юге ЕТР – 15%); Cv осадков холодного периода в среднем по ансамблю 13 моделей составляет 11%, на юге ЕТР – 2,5%. Однако, те модели, которые показали хорошее воспроизведение сумм осадков, демонстрируют зачастую худшее воспроизведение коэффициента вариации и наоборот. Средние значения по ансамблю отобранных моделей демонстрируют худшие значения, чем осредненные по всему набору моделей. Таким образом, мы приходим к выводу, что не только для разных территорий разные модели ведут себя по-разному, но и для различных характеристик.

Ансамбль моделей довольно качественно воспроизводит стандартное отклонение зимних осадков – 23,9% для ЕТР и 22,1 для южной части. Для сумм годовых осадков ошибка стандартного отклонения в среднем по ЕТР для 37 моделей составляет 25,2%, для юга ЕТР – 23,9%, что можно считать удовлетворительным качеством. Как и в случае с коэффициентом вариации ансамбль 13 моделей демонстрирует худшее качество по сравнению с ансамблем 37 моделей. Таким образом, в дальнейшей работе в зависимости от конкретных задач, возможно использование различных ансамблей.

То, что ансамбль МОЦАО плохо воспроизводит метеорологические величины на масштабах одной элементарной ячейки, неудивительно. В работах (Торопов, 2005) было показано, что ошибка модельных результатов попадает в пределы межгодовой или межсезонной изменчивости характеристик только при осреднении по нескольким (порядка 10-15) модельным ячейкам.

**Литература**

1. Кислов А.В., Бабина Е.Д. Мезомасштабная модель атмосферной циркуляции как средство интерполяции метеорологических полей с высоким пространственным разрешением // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2008. №

2. Кокорев В.А., Анисимов О.А. Построение оптимизированной ансамблевой климатической проекции для оценки последствий изменений климата на территории России. М.: Планета, 2013. 131 с.

3. Торопов П. А. Оценка качества воспроизведения моделями общей циркуляции атмосферы климата Восточно-Европейской равнины //Метеорология и гидрология. – 2005. – №. 5. – С. 5-21.

# DEFINITION OF THE CMIP5 CLIMATE MODEL ENSEMBLE TO ASSESS FUTURE CHANGES IN RIVER FLOW IN THE EUROPEAN PART OF RUSSIA

**Sidorova M.V.**[1]

[1] – *Institute of Geography, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia, sidorova@igras.ru*

**Abstract.** The reproduction of a number of climatic characteristics by models of the general circulation of the atmosphere and the ocean of the CMIP-5 project for the European territory of Russia has been evaluated and the optimal ensemble for evaluating possible changes in the river flow characteristics.

Key words: climate change, reproduction of climatic characteristics, precipitation.

# К ВОПРОСУ ОЦЕНКИ МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ НАДЕЖНОСТИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ

**Симакина Т.Е.[1], Восканян К.Л.[1], Крюкова С.В.[1], Кузнецов А.Д.[1], Сероухова О.С.[1]**

*[1] – Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия, tatiana.simakina@gmail.com*

**Аннотация.** Изложены результаты исследований метрологической надежности сетевых автоматических экологических станций Санкт-Петербурга, приведены оценки основных показателей метрологической надежности.

Ключевые слова: метрологическая надежность, интенсивность отказов, коэффициент готовности экологических датчиков.

Датчики ЗВ эксплуатируются в условиях открытой атмосферы, зачастую в зонах загрязнения воздуха, поэтому испытывают негативное влияние на внутреннюю структуру, а иногда и химический состав, что приводит к изменению рабочих свойств, развитию необратимых процессов износа, старения, накоплению усталостных явлений и отказам [1, 2]. Отказы приводят к пропускам во временных рядах значений концентраций ЗВ. Игнорирование пропусков искажает статистические параметры ряда – среднее, дисперсию, вариацию и др.

В настоящей работе проведено исследование метрологической надежности датчиков концентраций окиси углерода, оксида и диоксида азота, твердых взвешенных частиц $PM_{10}$ на шести станциях, входящих в состав сети автоматических экологических станций Санкт-Петербурга. В исследуемых рядах длительностью 136 дней вычислены количество отказов датчиков по шести станциям и время простоя. На их основе вычислены показатели метрологической надежности, представленные в табл. 1.: средняя наработка до отказа, время восстановления, интенсивность отказов и коэффициент готовности.

**Таблица 1** – Результаты оценки надежности датчиков ЗВ

| Показатели надежности | CO | NO | NO2 | PM10 |
|---|---|---|---|---|
| Общее к-во сбоев | 166 | 278 | 153 | 73 |
| Время работы, час | 1867 | 1449 | 1796 | 1418 |
| Наработка, час | 11,2 | 5,2 | 11,7 | 19,4 |
| Инт отказов, $ч^{-1}$ | 0,089 | 0,192 | 0,085 | 0,051 |
| Время восстан., час | 8,5 | 6,6 | 9,7 | 25,4 |
| К-т готовности | 0,57 | 0,44 | 0,55 | 0,43 |

Таким образом, среднее время между отказами датчиков составило 12 час., столько же занимает процесс ремонта. В табл. 2 представлены значения количества отказов по всем датчикам на шести станциях.

**Таблица 2** – Результаты оценки надежности станций

| Станции | Адрес | Количество отказов |
|---|---|---|
| 1 | Кронштадт | 142 |
| 2 | Колпино | 165 |

| Станции | Адрес | Количество отказов |
|---|---|---|
| 3 | Ул. Карбышева | 107 |
| 4 | Малоохтинский д. 98 | 49 |
| 5 | Пр. Жукова | 220 |
| 6 | Ул. Весельная | 111 |

Представленные в таблицах значения позволяют анализировать надежность датчиков различных видов и надежность станции в целом. Так, наибольшая интенсивность отказов за рассматриваемый срок обнаружена у датчика диоксида азота – практически каждые 5 часов на одной из станций датчик $NO_2$ дает сбой. Самой ненадежной оказалась станция №5 на пр. Жукова.

**Литература**

1. Б.Л. Кожевнико. Методика формальной оценки климатических нагрузок на метеорологические приборы.

2. Крюкова С.В., Кузнецов А.Д., Симакина Т.Е. Оптимизация сети станций экологического контроля в Санкт-Петербурге. Материалы Международной научно-практической конференции «Гетерогенные системы и процессы в природных и техногенных средах. Атмосферная экология». СПб, 28-29 ноября 2017. Часть 3. СПб, 2018 37-47 с., ISBN 978-5-4268-0036-6

## TO THE QUESTION OF ASSESSING THE METROLOGICAL RELIABILITY OF ENVIRONMENTAL STATIONS

**Simakina T.E.[1], Voskanyan K.L.[1], Kryukova S.V.[1], Kuznetsov A.D.[1], Seroukhova O.S.[1]**

*[1] – Russian State Hydrometeorological University, Saint-Petersburg, Russia, tatiana.simakina@gmail.com*

**Abstract:** The results of studies of the metrological reliability of networked automatic ecological stations in St. Petersburg are presented, and estimates of the main indicators of metrological reliability are given.

Keywords: metrological reliability, failure rate, availability of environmental sensors.

# ГАЗОВЫЙ СОСТАВ АРКТИКИ И СУБАРКТИКИ В УСЛОВИЯХ МЕНЯЮЩЕГОСЯ КЛИМАТА

**Смышляев С.П.[1], Тимофеев Ю.М.[2], Виролайнен Я.А.[2], Моцаков М.А.[1], Поляков А.В.[2]**

*[1] – РГГМУ, С-Петербург, Россия, smyshl@rshu.ru*

*[2] – Санкт-Петербургский государственный университет, С-Петербург, Россия*

**Аннотация.** Результаты численного моделирования, наземные и спутниковые измерения используются для сравнения особенностей распределения стратосферных газов в Арктике и Субарктике в современном климате и климате конца XX века.

Ключевые слова: Арктика, Субарктика, стратосфера, газовый состав, численное моделирование, наземные и спутниковые наблюдения

Предметом исследования является изменчивость содержания стратосферного озона в Арктике и Субарктике в период с 1980 по 2018 годы, выявление значимости физических и химических процессов в наблюдаемой изменчивости общего содержания озона (ОСО), а также особенности изменчивости содержания озона в нижней, средней и верхней стратосфере. Особое внимание обращается на характерные для всего исследуемого периода особенности сезонной изменчивости общего содержания озона и его содержания на разных высотах, а также на наблюдаемые отклонения от средней изменчивости в отдельные годы. Для углубленного анализа особенностей отклонения изменчивости ОСО в отдельные годы были выбраны зимы 1981-1982, 1996-1997, 2010-2011 и 2015-2016 годов, соответствующие началу климатического периода, а также для которых было характерно наличие периодов необычного изменения ОСО по сравнению со средней изменчивостью за исследуемый период 1980-2018 годы. Для анализа воздействия влияющих факторов рассматривалось изменение общего содержания озона на арктических станциях (Печора, Тикси, Мурманск и Архангельск), а также станциях Субарктики, находящихся вблизи полярного круга и подверженных значительному воздействию полярных процессов (Ханты-Мансийск, Тура, Санкт-Петербург) и в Москве, с целью оценки влияния полярных процессов на содержание озона в отдалении от полярного круга. Для всех этих станций анализировались результаты спутниковых измерений приборами OMI и SBUV, а также Российским прибором ИКФС-2, наземных измерений сети World Ozone and Ultraviolet Radiation Data Centre (WOUDC), а также численного моделирования с использованием модели газового состава нижней и средней атмосферы РГГМУ, а для станции С-Петербург, кроме того, учитывались результаты наземных измерений с помощью прибора FTIR Bruker IFS 125 HR.

В численной модели газового состава нижней и средней атмосферы осуществлялся расчет изменчивости концентрации озона и влияющих на него газов (всего 74 газа кислородного, азотного, водородного, хлорного, бромного, углеродного и серного семейств) в течение всего исследуемого периода с 1980 по 2018 годы. Для учета влияния динамических процессов на сезонную и межгодовую изменчивость содержания озона и связанных с ним газов в модель ассимилировались данные ре-анализа MERRA и ERA-Interim (температура, скорости горизонтального ветра, влажность воздуха и приземное давление). Использование предвычисленных данных ре-анализа позволило учесть влияние реально измеренных значений динамических параметров на содержание озона и связанных с ним газов.

Среди влияющих на содержание озона в Арктике и Субарктике процессов основное внимание обращается на роль химического разрушения озона, гетерогенных

процессов на поверхности полярных стратосферных облаков, сезонной изменчивости глобальной циркуляции Брюера-Добсона, устойчивости арктического циркумполярного вихря, а также влияния внезапных стратосферных потеплений и явления Эль-Ниньо/Ла-Нинья (Южного колебания). Для учета влияния процессов на полярных стратосферных облаках в модель газового состава нижней и средней атмосферы была включена модель процессов образования и эволюции полярных стратосферных облаков, позволяющая на основе заданной по данным ре-анализа изменчивости температуры полярной стратосферы, а также рассчитанных в модели газового состава содержания водяного пара, паров азотной и серной кислот рассчитывается площадь поверхности полярных стратосферных облаков с учетом гравитационного осаждения частиц разного размера

Для оценки степени влияния полярных стратосферных облаков на изменчивость озона в разные годы для каждой зимы модельные расчеты выполнялись по нескольким сценариям: с учетом и без учета формирования и эволюции полярных стратосферных облаков, а также с учетом и без учета сульфатного аэрозоля и химического разрушения озона, в предположении изменения содержания озона только под контролем динамических процессов. Результаты проведенных модельных экспериментов и их сравнение с результатами наземных и спутниковых измерений показывают, что химическое разрушение озона объясняет только около трети наблюдаемого уменьшения озона, тогда как даже в отсутствие процессов химического разрушения озона качественный вид наблюдаемых озоновых аномалий в зимний и начало весеннего периода сохраняется и в Арктике и в Субарктике за счет влияния только динамических условий, приводящих к формированию зон дивергенции и конвергенции потоков озона.

**Литература**

1. Смышляев С.П., Виролайнен Я.А., Моцаков М.А., Поляков А.В., Тимофеев Ю.М., Поберовский А.В. Межгодовые и сезонные вариации интегрального содержания озона в разных высотных слоях вблизи Санкт-Петербурга по данным наблюдений и численного моделирования // Известия Российской академии наук. Физика атмосферы и океана. 2017. Т. 53. № 3. С. 343-359.

2. Timofeyev, Y.M., Smyshlyaev, S.P., Virolainen, Y.A., Garkusha, A.S., Polyakov, A.V., Motsakov, M.A., and Kirner, O.: Case study of ozone anomalies over northern Russia in the 2015/2016 winter: measurements and numerical modelling, Ann. Geophys., 2018, 36, 1495-1505

3. Швед Г.М., Виролайнен Я.А., Тимофеев Ю.М., Ермоленко С.И., Смышляев С.П., Моцаков М.А., Кирнер О. Временные вариации содержания озона в субарктике по данным спутниковых измерений и моделирования // Известия РАН. ФАО. 2018. Т. 54. № 1. С. 36-44.

## GAS COMPOSITION OF THE ARCTIC AND SUBARCTIC IN A CHANGING CLIMATE

**Smyshlyev S.P.[1], Timofeyev Yu.M.[2], Virolainen Ya.A.[2], Motsakov M.A.[1], Polyakov A.V.[2]**

*[1] – Russian State Hydrometeorological University, St.Petersburg, Russia, smyshl@rshu.ru*

*[2] – St.Petersburg State University, St.Petersburg, Russia*

**Abstract.** The results of numerical simulations, ground-based and satellite measurements are used to compare the features of stratospheric gases distribution in the Arctic and Subarctic in the present climate and the climate of the late twentieth century.

Key words: Arctic, Subarctic, stratosphere, gas composition, numerical simulations, ground and satellite observations

# ОЦЕНКА ПРОГНОЗА ВОЛН В МОДЕЛЬНОЙ СИСТЕМЕ «WRF-WAVEWATCH III»

**Стригунова Я.В.**[1]

[1] – *Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия, strigunova.jana@yandex.ru*

**Аннотация.** Исследуется влияние выбора параметризации планетарного пограничного слоя атмосферы для региона Балтики на качество воспроизведения эволюции ветрового волнения. Получено, что не всегда осредненные характеристики могут давать лучшие результаты.

Ключевые слова: совместная модель, параметризация атмосферного пограничного слоя, высота доминантной волны.

Динамика атмосферной циркуляции является ключевым элементом при прогнозе погоды на разные сроки. При региональном масштабе, в отличие от глобального, следует учитывать более мелкие процессы, так как они могут быть основными над рассматриваемой территорией, особенно это касается водной поверхности (в этом случае значим перенос энергии и импульса от ветра к волнам).

На сегодняшний день этот механизм (более детальное описание указано в [1]) напрямую практически не рассматривается во многих современных совместных моделях океана и атмосферы (взаимодействие осуществляется посредством потоков импульса тепла и влаги) и все параметризуется [2].

В случае использования модели морских волн учет ветрового воздействия рассматривается как источник энергии для волн (поэтому так важно описывать поле ветра с минимальной погрешностью). Также входными данными являются поля температуры воздуха и влажностью над поверхностью. Ввиду этого, более предпочтительно задействовать модель атмосферной региональной циркуляции. Широко используемой, а соответственно и самой апробированной, можно считать модель WRF (Weather Research and Forecasting) [3]. Стоит отметить, что практически в каждом региональном центре разработана собственная модель. Например, в Европейском центре среднесрочных прогнозов внедрено несколько таких: CCLM (COSMO model in CLimate Mode), RACMO (Regional Atmospheric Climate Model), ALADIN (Aire Limitée Adaptation dynamique Développement InterNational), RegCM (Regional Climatic Model), RCA4 (Rossby Centre regional atmospheric model) и т.д.)

Ранее уже была проведена оценка чувствительности прогностической системы атмосфера/волны к выбору параметризации пограничного слоя с помощью модельной системы, состоящей из компонент WRF и WAVEWATCH [4], в ходе которой оптимальной стала схема Mellor-Yamada-Janjic (MYJ), основанная на уравнении кинетической энергии турбулентности (базисом является модель Mellor-Yamada с 1.5 порядком замыкания с использованием масштаба турбулентных образований).

Дальнейший интерес представляет сравнение результатов моделирования, полученных при включении MYJ и осредненных. Сопоставление производилось точек буев, принадлежащих FMI [5] (Finnish Meteorological Institute).

**Таблица 1** - Используемые буи для верификации

| № | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|
| Область, в которой находится буй | Центральная часть Балтийского моря | Финский залив | Ботнический залив, юг | Ботнический залив, север |
| Код буя | 134220 | 134221 | 134246 | 137228 |
| Координаты | 59°15’ с.ш. 21°00’ в.д. | 59°58’ с.ш. 25°14’ в.д. | 61°48’ с.ш. 20°14’ в.д. | 64°41’ с.ш. 23°14’ в.д. |

Сравнение производилось для двух штормовых случаев, наблюдающихся с 18 по 21 августа и с 4 по 10 октября 2014 года. В качестве характеристики оценки используется среднеквадратическая ошибка воспроизведения высоты доминантной волны. Результаты представлены в Табл. 2.

**Таблица 2** - Среднеквадратическое отклонение высоты доминантной волны для Балтийского моря

| 11-20.08.2014 | | | | 4-10.10.2014 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 134220 | | 134221 | | 134220 | | 134221 | |
| Вариант | СКО | Варианты | СКО | Варианты | СКО | Варианты | СКО |
| MYJ | 0,43 | MYJ | 0,3 | MYJ | **0,38** | MYJ | 0,38 |
| Среднее | **0,41** | Среднее | **0,28** | Среднее | 0,39 | Среднее | 0,38 |
| 134246 | | 137228 | | 134246 | | 137228 | |
| MYJ | 0,39 | MYJ | 0,36 | MYJ | **0,48** | MYJ | 0,39 |
| Среднее | **0,37** | Среднее | **0,31** | Среднее | 0,52 | Среднее | **0,32** |

Для августовского волнения осреднение дает меньшую ошибку, но различие незначительно. Однако, оно хуже для октября в 2 точках, в Финском заливе разницы нет и только для севера Ботнического залива вновь осредненная высота доминантной волны ближе к наблюдаемой. Лучшее отображение высоты доминантной волы просматривается для буя в Финском заливе в августе (0.31). Наихудшее – в октябре в южной части Ботнического залива (0.52).

В ходе исследования получено, что осредненное значение наиболее близко к наблюдаемым данным. Однако, если перед осреднением имелись уже большие отклонения, то осреднение может дать ошибки большие, чем при включении одной параметризации. К тому же, СКО осредненной величины незначительно отличается от СКО для параметризации Mellor-Yamada-Janjic.

**Литература**

1. Чаликов Д. В., Булгаков К. Ю. Ветровые волны как элемент гидродинамической системы океан–атмосфера // Известия Российской академии наук. Физика атмосферы и океана. 2015. Т. 51. № 3. С. 386-391.

2. Булгаков К. Ю., Стригунова Я. В. Схема расчета притока энергии от ветра к волнам для моделей прогноза ветровых волн // Фундаментальная и прикладная гидрофизика. 2017. Т. 10, № 2. С. 20—24.

3. Michalakes J., Dudhia J., Gill D., Henderson T., Klemp J., Skamarock W., Wang W. The Weather Reseach and Forecast Model: Software Architecture and Performance // Proceedings of the 11th ECMWF Workshop on the Use of High Performance Computing In Meteorology, 25—29 October 2004, Reading U.K. Ed. George Mozdzynski.

4. Tolman H. L. A third generation model for wind waves on slowly varying, unsteady and inhomogeneous depths and currents // J. Phys. Oceanogr. 1991. V. 21. P. 782—797**.**

5. Honkola, Maija-Liisa; Kukkurainen, Nina; Saukkonen, Lea; Petäjä, Anu; Karasjärvi, Janna; Riihisaari, Tarja; Tervo, Roope; Visa, Mikko; Hyrkkänen, Juhana; Ruuhela, Reija. The Finnish Meteorological Institute: final report for the open data project. / Finnish Meteorological Institute (Erik Palménin aukio 1), P.O. Box 503. December 2013. P. 38

## WAVE FORECAST EVALUATION IN THE MODEL SYSTEM “WRF-WAVEWATCH III”

**Strigunova I.V.**[1]

[1] – *Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia, strigunova.jana@yandex.ru*

**Abstract.** The influence of the choice of the planetary boundary layer parametrization for the Baltic Sea on the quality of evolution wind wave reproduction is investigated. It is obtained that average characteristic do not always better reproduce observations

Keywords: couple model, boundary layer parameterization, significant wave height.

# ПРОЯВЛЕНИЕ ЭКСТРЕМАЛЬНОСТИ КЛИМАТА В РАЗЛИЧНЫХ РЕГИОНАХ РОССИИ

**Суркова Г.В.[1], Кислов А.В.[1], Добролюбов С.А.[1], Архипкин В.С.[1], Фролова Н.Л.[1], Магрицкий Д.В.[1], Колтертманн К.П.[1]**

*[1] – Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, Москва, Россия, galina_surkova@mail.ru*

**Аннотация.** Исследованы региональные проявления экстремальных гидрометеорологических явлений на фоне современных и ожидаемых изменений климата.

Ключевые слова: климат, экстремальные гидрометеорологические явления, Российская Арктика.

Исследованы региональные проявления экстремальных гидрометеорологических явлений (ЭЯ) на фоне современных и ожидаемых изменений климата. С этими явлениями связаны серьезные риски и ущерб в различных отраслях человеческой деятельности, что обуславливает актуальность изучения механизмов их формирования и выработки методов долгосрочного климатического прогноза ЭЯ при стратегическом планировании развития страны. Экстремальные явления, как правило, сильно локализованы в пространстве и во времени, что усложняет задачу их моделирования. Из-за своей редкой повторяемости они плохо поддаются статистической оценке, что придает дополнительную ценность специальным экспедиционным экспериментам. Полученные региональные количественные оценки пространственно-временных особенностей современных и ожидаемых в будущем климатических изменений и связанных с ними экстремальных гидрометеорологических явлений могут служить основой для выработки рекомендаций по оптимальной адаптации к изменению климата и возможностям смягчения воздействия такого изменения.

В ходе исследования разработаны и применены новые методологии комплексного исследования экстремальных гидрометеорологических явлений. В рамках работы с применением современных океанографических, метеорологических и гидрологических численных моделей разной степени сложности, методов теории вероятностей и математической статистики, а также данных натурных измерений изучались штормовая активность, нагоны в прибрежной зоне и экстремальные скорости ветра в приземном слое атмосферы в европейских морях России и морях Российской Арктики, связанные с ними синоптические ситуации; опасные гидрологические процессы, в частности, связанные с приливными процессами в устьевых зонах рек, изменения характеристик ледового режима рек и показателей климатических ресурсов холодного периода года. Исследован генезис атмосферных экстремальных событий для индивидуальных ветровых систем. Отдельно рассмотрены метеорологические условия в температурном диапазоне около нуля градусов Цельсия. Этот диапазон является в высшей степени некомфортным и, в некоторых условиях, опасным.

Расчет штормовой активности для Черного, Каспийского, Балтийского, Баренцева морей в середине и конце XXI века по данным сценариев возможного развития климата международного проекта CMIP5 показал, что можно ожидать увеличения повторяемости синоптических ситуаций, способствующих формированию высоких значений скорости ветра и штормового волнения. Увеличению высоты волн будет способствовать общее уменьшение площади ледяного покрова морей. Для отдельных регионов проведены длительные суперкомпьютерные эксперименты с мезомасштабной атмосферной моделью COSMO-CLM, направленные на детализацию (до шага сетки в 2 км) крупно-

масштабных данных реанализа ERA-INTERIM. Расчеты, основанные для современного климата на данных станционных наблюдений, а для прогнозируемого – на сценарии RCP8.5 (CMIP5), показали, что в последние 35-40 лет направленные изменения экстремумов, в отличие от средних значений, наблюдаются далеко не везде, но при продолжении потепления к концу XXI в. они могут возрасти. По данным моделирования волнения в морях европейской России и морях Арктики РФ получены значения максимальной высоты, максимального периода и длины волн в современном климате. По результатам гидрологических исследований выявлены значительные изменения переотложения наносов и теплового стока в устьевых зонах рек, впадающих в арктические моря.

Результаты представляются важными как с фундаментальной, так и с прикладной точки зрения, а также включены в материалы для учебного процесса.

## REGIONAL FEATURES OF CLIMATE EXTREMES IN DIFFERENT RUSSIAN REGIONS

**Surkova G.V.[1], Kislov A.V.[1], Dobrolyubov S.A.[1], Arkhipkin V.S.[1], Frolova N.L.[1], Magritsky D.V.[1], Koltermann P.K.[1]**

[1] – *Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, galina_surkova@mail.ru*

**Abstract.** The regional feature of extreme hydrometeorological phenomena under influence of the current and projected climate changes are investigated. Serious risks and damages in various branches of human activity are associated with these phenomena.

Key word: climate, extreme hydrometeorological phenomena, Russian Arctica.

# ИЗМЕНЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА В ЦЕНТРАЛЬНОМ АЛТАЕ ЗА ПЕРИОД ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ

**Сухова М.Г.[1, 2], Журавлева О.В.[1], Лукашева М.[1, 3], Чернова Е.О.[2]**

*[1] – Горно-Алтайский государственный университет, Горно-Алтайск, Россия, mgs.gasu@yandex.ru*
*[2] – Институт водных и экологических проблем СО РАН, Барнаул, Россия*
*[3] – Алтайский государственный заповедник, Горно-Алтайск, Россия*

**Аннотация.** На основе анализа временного распределения температуры воздуха по данным ГМС Усть-Кан, Усть-Кокса, Онгудай установлена устойчивая тенденция к потеплению, при незначительном похолодании последнего десятилетия.

Ключевые слова: межгорные котловины, изменение климата, потепление

В качестве объектов исследования Центрального Алтая были выбраны наиболее освоенные и заселенные территории – Канская, Уймонская, Урсульская межгорные котловины. Именно на этих территориях наиболее остро ощущается воздействие климата на селькохозяйственное производство, туристко-рекреационную сферу и в целом на жизнедеятельность человека.

Динамика термических изменений изучалась на основе многолетней метеорологической информации за весь период инструментальных наблюдений в Центральном Алтае (61-летний период: с 1955 по 2016 гг.). Для корректного анализа временного распределения основных метеорологических показателей были использованы ежедневные данные наблюдений оперативно-наблюдательных подразделений Горно-Алтайского ЦГМС – филиала ФГБУ “Западо-Сибирского УГМС” по метеостанциям Усть-Кан, Усть-Кокса, Онгудай, данные, размещенные на официальном сайте ВНИИГМИ МЦД.

Проведенные расчеты годовой температуры воздуха в календарных рамках позволили установить значительный положительный линейный тренд.

По данным метеостанции Усть-Кокса, расположенной в Уймонской котловине, величина повышения среднегодовой температуры воздуха за 61 год (1955-2016 гг.), на основе линейных трендов, составила 2.3 °С, при средней многолетней температуре этого периода 0.4 °С, что на 1.5 °С выше климатической нормы по справочным данным, однако на 0.7 °С ниже аналогичного показателя за последние 30 лет.

Анализ динамики среднесезонных изменений температуры воздуха также показывает неоднородность изменений в течение года. Наибольшая положительная тенденция, отмечается в зимний период и составляет 3.1 °С. За 61 год амплитуда средних температур зимы составила 9 °С, от –19 °С до –10 °С. В период с 1990 года отклонение этого значения от средней величины фиксируются чаще, и с относительно теплой зимой может соседствовать ощутимо холодная.

Средняя температура весны также варьирует в больших пределах – от 3.5 до 11 °С. В целом за 60-летний период весной отклонение температуры воздуха от нормы в сторону повышения температур составило 1.9 °С.

Превышение температуры относительно нормы летом составляет около 1.4 °С и, в отличие от других сезонов, межгодовое распределение среднесезонных температур в целом имеет относительно плавный ход. Однако амплитуда этого значения за последнее десятилетие составила 4 °С.

Следует отметить, что с начала тысячелетия фиксируется плавный ход изменения и среднеосенних температур. В целом величина повышения среднесезонной температуры воздуха в период с 1955 по 2016 гг. составила 1.4 °С.

В Канской котловине, по данным метеостанции Усть-Кан, величина повышения среднегодовой температуры воздуха за 61 год (1955-2016 гг.), на основе линейных трендов, составила 1.8 °С. Средняя многолетняя температура этого периода – 0.1 °С, что на 1.6 °С выше климатической нормы по справочным данным, однако на 0.5 °С ниже аналогичного показателя за последние 30 лет. Таким образом, общие тенденции, зафиксированные для других межгорных котловин, наблюдаются и здесь.

Если анализировать ситуацию по сезонам года, то по сравнению с другими котловинами здесь самая маленькая величина повышения среднезимней температуры воздуха. Хотя от года к году эта величина способна меняться значительно: в 1965 году – –10 °С, а в 1968 году уже –16.5 °С. Максимальная амплитуда значений за весь описываемый период – 9.5 °С.

В поведении средних весенних температур воздуха отклонение от нормы в сторону повышения температур составило 2.1 °С. Средняя температура весенних месяцев варьирует в пределах от 1.5 до 9 °С.

Превышение температуры относительно нормы летом составляет около 1.4 °С, и как уже было отмечено для других котловин, ход графика температур плавный. Наблюдаются небольшие флуктуации (2 °С) последнего десятилетия.

Среднеосенние температуры воздуха в период с 1955 по 2016 гг. увеличились на 0.85 °С. Такая же ситуация отмечалась нами и для Урсульской котловины. Кроме того, также необходимо отметить устойчивое состояние осенней погоды последнего десятилетия.

Общие закономерности в динамике температуры воздуха по данным метеостанции Усть-Кан прослеживаются и в метеоданных МС Онгудай. Величина повышения среднегодовой температуры воздуха на основе линейных трендов за 60 лет отличается лишь на 0.1 °С составляет 1.9 °С (при средней многолетней температуре этого периода 0.4 °С, что на 1.5 °С выше климатической нормы по справочным данным, однако на 0.6 °С ниже аналогичного показателя за последние 30 лет.

Особенности среднесезонных изменений температуры воздуха также во многом идентичны тем, которые наблюдаются в Канской котловине, за исключением зимнего периода. Здесь наибольшая положительная тенденция наблюдается в зимние месяцы и составляет 2.85 °С. С середины 90-х годов XX века отмечаются значительные флуктуации значений, так, например, в 2010 году средняя температура зимы составляла – 17.5 °С, а в 2014 г. –9.1 °С.

Таким образом, проанализировав динамику изменения температуры воздуха в межгорных котловинах Центрального Алтая, мы установили устойчивую тенденцию к потеплению. Величина повышения среднегодовой температуры воздуха за период 1955-2016 гг. на основе линейных трендов составила 1.8, 1.9 и 2.3 °С соответственно в Канской, Урсульской и Уймонской котловинах. Вместе с этим необходимо отметить и тенденцию к незначительному похолоданию последнего десятилетия.

Изменение климата в Центральном Алтае сопровождаются также изменением количества и характера осадков, увеличением частоты экстремальных погодных явлений, что находит свое отражение в сокращении ледников, повышении верхней границы леса, появлении инвазивных видов растений, птиц, животных и насекомых. Кроме того, происходящие изменения свидетельствуют о значимой тенденции усиления аридизации территории, поскольку наблюдаемый прирост температур воздуха не сопровождается соответствующим увеличением атмосферных осадков.

Работа выполнена в рамках Госзадания Минобрнауки РФ № 5.5702.2017/БЧ.

# THE CHANGE IN AIR TEMPERATURE IN CENTRAL ALTAI FOR THE PERIOD OF INSTRUMENTAL OBSERVATIONS

**Sukhova M.G.[1, 2], Zhuravleva O.V.[1], Lukasheva M.[1], Chernova E.O.[2]**

[1] – *Gorno-Altai State University, Gorno-Altaisk, Russia, mgs.gasu@yandex.ru*
[2] – *Institute of Water and Ecological Problems SB RAS, Barnaul, Russia*

**Abstract.** Based on the analysis of the temporal distribution of air temperature, according to the GMS Ust-Kan, Ust-Koksa, Ongudai, a steady warming trend has been established, with a slight cooling of the last decade.

Key words: intermountain basins, climate change, warming

# ИДЕНТИФИКАЦИЯ ВЛИЯНИЯ СЛУЧАЙНЫХ ФАКТОРОВ НА ВЛАГОПЕРЕНОС В АТМОСФЕРЕ

**Ульшин И.И.[1], Семенов М.Е.[1], Ножкин В.С.[1]**

*[1] – ВУНЦ ВВС «ВВА им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», Воронеж, Россия, nozhkin-v@list.ru*

**Аннотация.** Предложен новый подход к учету турбулентных свойств атмосферы при использовании гидродинамического моделирования.

Ключевые слова: гидродинамическое моделирование, турбулентные свойства атмосферы, стохастические методы.

Гидродинамическое моделирование является основным методом прогнозирования полей метеорологических величин [1-3]. В настоящее время нерешенной остается проблема учета в рамках моделей неупорядоченных хаотических возмущений, связанных с неоднородностями в поле ветра [3]. В связи с этим целью настоящей работы является описание локальной гидродинамической модели переноса влаги, учитывающей неоднородности движения воздушных масс в рамках теории случайных процессов. Актуальность исследования обусловлена тем, что большинство опасных явлений погоды связана с повышенным влагосодержанием в атмосфере.

Представленная модель переноса влаги без стоков и источников является одномерной

$$\frac{\partial s}{\partial t} = -\varepsilon(t)\frac{\partial s}{\partial x}, \tag{1}$$

с детерминированным начальным условием:

$$s(t_0, x) = s_0(x), \tag{2}$$

где $s$ – массовая доля водяного пара; $\varepsilon(t)$ – проекция вектора скорости по направлению преимущественного переноса воздушной частицы, рассматриваемая как случайный процесс.

В данной модели компоненты вектора скорости, соответствующей преимущественному направлению переноса, трактуются как случайные процессы с известным характеристическим функционалом.

Используя стандартную технику, уравнение со стохастическими коэффициентами (1) с начальным условием (2) сводится к детерминированному уравнению с вариационной производной относительно математического ожидания решения соответствующего уравнения, в виде (3):

$$M(s(t,x)) = s_0(x) \overset{x}{*} \frac{1}{\sqrt{\pi \int_0^t \int_0^t b(\tau_1,\tau_2)\,d\tau_1 d\tau_2}} \exp\left( - \frac{\left(x - \int_0^t M(\varepsilon(\tau))d\tau\right)^2}{2\int_0^t \int_0^t b(\tau_1,\tau_2)\,d\tau_1 d\tau_2} \right), \tag{3}$$

где $\overset{x}{*}$ – знак свертки функций по $x$; $t$ – время, на котором изучается процесс.

Аналогичный прием позволяет получить уравнение относительно второй моментной функции и дисперсионную функцию вида (4):

$$D(s(t,x)) = \left( s_0^2(x) * \frac{1}{\sqrt{2\pi \int_0^t \int_0^t b(\tau_1,\tau_2) d\tau_1 d\tau_2}} \exp\left( -\frac{(x - 2\int_0^t M(\varepsilon_1(\tau)) d\tau)^2}{4\int_0^t \int_0^t b(\tau_1,\tau_2) d\tau_1 d\tau_2}. \right) \right) -$$

$$- \left( s_0(x) * \frac{1}{\sqrt{\pi \int_0^t \int_0^t b(\tau_1,\tau_2) d\tau_1 d\tau_2}} \exp\left( -\frac{(x - \int_0^t M(\varepsilon_1(\tau)) d\tau)^2}{2\int_0^t \int_0^t b(\tau_1,\tau_2) d\tau_1 d\tau_2}. \right) \right)^2 . \quad (4)$$

Получив прогноз массовой доли, с помощью установленной взаимосвязи и известных выражений (3–8) можно легко перейти к относительной влажности и к прогнозу локальных явлений погоды, связанной с ее высокими значениями.

Существует взаимосвязь между относительной влажностью и массовой долей водяного пара, которая определяется выражениями (5) – (7) [4]:

$$s = 0{,}622 \frac{e}{p}, \quad (5)$$

где $e$ – парциальное давление водяного пара; $p$ – парциальное давление.

$$f = \frac{e}{E} \cdot 100\%, \quad (6)$$

где $f$ – относительная влажность воздуха; $E$ – давление насыщенного водяного пара.

Значение давления насыщенного водяного пара определяется по формуле, предложенной Магнусом [2]:

$$E = E_0 \cdot 10^{aT_B/(b+T_B)}, \quad (7)$$

где $a$ и $b$ – коэффициенты; $T_B$ – температура воздуха; $E_0$ – давление насыщенного пара при температуре $T_{B0}$, равное 6,1078 гПа.

Таким образом, в работе получены явные формулы для математического ожидания и дисперсионной функции влагосодержания в условиях стохастичности атмосферного движения. Данная модель позволяет учитывать влияние на перенос влаги случайных факторов, в частности неконтролируемых пульсаций скорости ветра, связанных с турбулентностью.

**Литература**

1. Белов Я.Н., Борисенков Е.П., Панин Б.Д. Численные методы прогноза погоды. – Л., Гидрометеоиздат, 1989, 376 с.

2. Толстых М. А. Глобальные модели атмосферы: современное состояние и перспективы развития. – Труды гидрометеорологического научно-исследовательского центра Российской Федерации, 2016, № 359, с. 5–32.

3. Гидрометцентр России [Электронный ресурс]. URL: http://old.meteoinfo.ru/faq (Дата обращения: 13.02.2019).

4. Матвеев Л.Т. Физика атмосферы. – СПб.: Гидрометеоиздат, 2000, 778 с.

# IDENTIFICATION OF THE INFLUENCE OF RANDOM FACTORS ON MOISTURE TRANSFER IN THE ATMOSPHERE

**Ulshin I.I.[1], Semenov M.E.[1], Nozhkin V.S.[1]**

*[1] – MESC AF «N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy, Voronezh, Russia, nozhkin-v@list.ru*

**Abstract.** A new approach to accounting for the turbulent properties of the atmosphere using hydrodynamic modeling is proposed.

Key words: hydrodynamic modeling, atmospheric turbulent properties, stochastic methods.

# ОЦЕНКА ДЛИНЫ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОГО РЯДА ДЛЯ РАСЧЕТА НОРМАТИВНЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ

**Фасолько Д.В.[1], Кобышева Н.В.[1]**

*[1] – Главная геофизическая обсерватория им. А. И. Воейкова, Санкт-Петербург, Россия, dvfasolko@mail.ru*

**Аннотация:** В работе представлен метод оценки длины метеорологического ряда для расчета нормативных климатических параметров. Рассматривается обоснование его применения в прикладной климатологии.

Ключевые слова: период обработки, стационарность, прикладные задачи

В настоящее время основной задачей прикладной климатологии является включение научно обоснованной климатической информации в обслуживание всех сфер хозяйственной деятельности. В условиях меняющегося климата это особенно важно, т.к. от этого зависит качество климатологического обслуживания.

Одной из ключевых составляющих данной задачи является определение точности используемой климатической информации, которая в значительной мере зависит от размера выборки, т. е. длительности периода наблюдений.

Проблема определения длины метеорологического ряда по которому рассчитываются специализированные климатические параметры имеет длинную историю. Начиная с середины прошлого века ее активно обсуждают многие известные климатологи М. И. Будыко, Ю. А. Израэль, О.А. Дроздов и др. Однако практических рекомендаций по стандартной длине ряда для использования в системе обслуживания хозяйственной деятельности не разработано. Дело в том, что узаконить единый период обработки климатологической информации для решения прикладных задач по примеру ВМО, выделившей тридцатилетний период, не удается. Стандартный тридцатилетний период принятый ВМО предназначен в основном для оценки аномалий климата и картирования. Прикладным же климатологам приходится решать много разных задач, каждая из которых требует специального подхода.

Продолжительность периода зависит от ряда факторов:

- Метеорологического параметра (температура воздуха, скорость ветра и т.д.)
- Вида климатических показателей (средняя величина, р-квантиль и т.д.)
- Свойств исходного метеорологического ряда (стационарный или нестационарный)
- Наличия цикличности изменения климата (11-летний, 22-летний цикл и т.д.)
- Типа решаемой задачи (расчет критической атмосферной нагрузки, оценка начала отопительного периода и т.д.)

Поэтому наряду с некоторыми общими рекомендациями, необходимы методы определения периода обработки в разных конкретных случаях. Это особенно важно при анализе экстремальных величин.

Прежде всего, следует определять риск неучета климатического воздействия на конкретный хозяйственный объект (группу объектов) или процесс. При больших рисках следует использовать период с 1936 года по настоящее время (при наличии данных за этот период). При этом, поскольку с 1936 по 1965 г. метеорологические наблюдения велись в четыре синфазных срока, при их объединении с более поздними данными (наблюдения в восемь сроков) необходимо вводить поправки.

В тех случаях, когда наблюдаются приемлемые или пренебрежимые риски, а также в отсутствии длинного ряда следует проверять стационарность метеорологического процесса. Если стационарность рассматриваемого ряда подтверждается, то использует-

ся тридцатилетний ряд наблюдений. При нестационарности метеорологического процесса авторы предлагают принимать решение о длине ряда для расчета климатических параметров в каждом конкретном случае, используя следующий метод.

Исходный метеорологический ряд, имеющий тренд, разбивается на две части, используя на каждой из частей линейную регрессию.

Пусть $N_1$ — число членов первой части ряда, $N_2$ — число членов ряда второй части ряда, $N_1 + N_2 = N$.

Предположим, что $n_1$ — период осреднения первой части ряда с допустимой ошибкой $\varepsilon$.

Для того чтобы сохранить ошибку осреднения на первой части ряда при переходе на вторую часть авторы предлагают следующую формулу, которая связывает период осреднения первой части со второй:

$$n_2 = n_1\sqrt{\left|\frac{F(t_1)'}{F(t_2)'}\right|},$$

где $n_2$ — период осреднения второй части ряда;

$F(t)'$ — производная тренда $F(t)$;

$t_1 = \frac{N_1\Delta t}{2}$, $t_2 = \frac{N_2\Delta t}{2}$;

$\Delta t$ — промежуток времени между исходными членами хронологического ряда.

Таким образом, установить единый период обработки климатологической информации для решения прикладных задач не удается, так как в прикладной климатологии приходится решать много задач, каждая из которых требует отдельного подхода и разной длины метеорологического ряда. Поэтому к выбору периода осреднения следует относиться с особым вниманием и при принятии решения целесообразно учитывать вышеизложенный метод.

**Литература**

1. Кобышева Н.В., Галюк Л.П., Фасолько Д.В. (2018). Метод оценки климатических параметров в условиях нестационарности климата / Труды ГГО № 590. с. 130-143.
2. Методические рекомендации по расчету специализированных климатических характеристик для обслуживания различных отраслей экономики (2017). – СПб. 162 с.
3. Савин В.К. Строительная энергофизика. (2018). – М: Лазурь. 476 с.

## ESTIMATION OF THE DURATION OF THE PERIOD FOR THE CALCULATION OF NORMATIVE CLIMATE PARAMETERS

**Fasolko D.V.[1], Kobysheva N.V.[1]**

[1] – *Voeikov Main Geophysical Observatory, St. Petersburg, Russia, dvfasolko@mail.ru*

**Abstract.** The paper presents a methodology for estimating the duration of a calculation period for regulatory climatic parameters. The rationale for its application in applied climatology is considered.

Key words: methodology, processing period, stationarity, applied tasks

# ДЕШИФРИРОВАНИЕ «НЕВИДИМЫХ» ОРОГРАФИЧЕСКИХ ВОЛН ПО ДАННЫМ СПУТНИКОВОЙ СЪЕМКИ В КАНАЛАХ ВОДЯНОГО ПАРА

**Федосеева Н.В.[1], Ефимова Ю.В.[1], Куроплина В.И.[1]**

*[1] – РГГМУ, Санкт-Петербург, Россия, fednat@mail.ru*

**Аннотация.** Данная работа посвящена анализу синоптических условий возникновения орографических волн в условиях недостаточной влажности, обнаруживаемых по спутниковым изображениям в канале водяного пара.

Ключевые слова: орографические волны, спутниковая съемка, MODIS/Terra, Aqua.

«Невидимые» горные волны, возникающие в условиях недостаточной влажности без формирования волнистых облаков, являются особо опасным видом атмосферных возмущений, связанным с большим риском эксплуатации воздушных судов в условиях орографической турбулентности. Обнаружение таких зон осложняется тем фактом, что они не определяются даже с помощью радиолокаторов. Съемка в спектральных диапазонах, расположенных в полосе поглощения водяного пара, позволяет исследовать эти области [1-3].

Орографические волны формируются вследствие нарушения горизонтального потока воздуха горным препятствием, когда в атмосфере наблюдаются устойчивые условия. Такие волны также называют подветренными или горными.

Орографические волны, которые образуются за препятствиями, представляют собой самые распространенные в природе и хорошо изученные атмосферные гравитационные волны. Характеристики подветренных волн в целом определяются скоростью потока, ориентацией горного хребта относительно потока, стратификацией воздушной массы, высотой препятствия.

В вершинах горных волн может возникать турбулентность, при этом ее появление возможно не только в облаках, но и при безоблачном небе. Условиями, благоприятными для развития турбулентности, являются все процессы, при которых направление ветра ориентировано перпендикулярно горному хребту. Формирование облачных полос над гребнями орографических волн возможно при достаточной относительной влажности. В зависимости от высоты препятствия облачные полосы могут быть представлены слоисто-кучевыми, высоко-кучевыми, реже перистыми облаками, при этом тип облаков определяется высотой горного препятствия.

В ходе работы была проанализированы 20 снимков, полученных MODIS\Terra,Aqua. Особенностью циркуляционных условий, сопутствующих формированию орографических волн является прохождение полярной высотной фронтальной зоны (ВФЗ) в непосредственной близости от горного массива.

Наиболее часто орографические волны наблюдаются на южной стороне ВФЗ. На высоте стандартной изобарической поверхности АТ 850, в данном случае, фиксируется гребень тепла. А на приземной карте - зона высокого барического градиента, в некоторых случаях с волнообразным изгибом изобар. Следует отметить, что зона формирования орографических волн находится на границе двух обширных барических образования: антициклона – на западе и циклона на востоке. Причем, линия, соединяющая их центры, имеет широтную ориентацию.

Другая, характерная синоптическая ситуация также связана с близостью ВФЗ, однако орографические волны фиксируются на ее северной стороне. На АТ850 в данном случае наблюдается ложбина холода, причем приземные градиенты не так выра-

жены и линия соединяющая центры барических объектов ориентирована с юго-запада на северо-восток.

Единственным надежным доказательством существования горных волн даже в условиях недостаточной влажности для формирования волнистых облаков являются спутниковые снимки в полосах поглощения водяного пара.

**Литература**

1. Wimmers, Anthony; Griffin, Sarah; Gerth, Jordan; Bachmeier, Scott; Lindstrom. Observations of gravity waves with high-pass filtering in the new generation of geostationary imagers and their relation to aircraft turbulence. Weather and Forecasting , Volume preprint: 1 – Oct 30 2017.
2. D. Eckermann and D. L. Wu. Satellite detection of orographic gravity-wave activity in the winter subtropical stratosphere over Australia and Africa, GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS, 2012, 39. pp 23-27.
3. Федосеева Н.В., Ефимова Ю.В. Применение спутниковой съемки в каналах водяного пара при дешифрировании горных волн.// Материалы V научно-технической конференции «Проблемы военной геофизики и контроля состояния природной среды». СПб, 23-25 мая, 2018 г. С. 736-739.

## DETECTION OF INVISIBLE MOUNTAIN WAVES WITH SATELLITE WATER VAPOR IMAGERY

**Fedoseeva N.V.[1], Efimova Yu.V.[1] Kuroplina V.I.[1]**

[1] – *RSHMU, Saint-Peyersburg, Russia, fednat@mail.ru*

**Abstract**. This paper denotes synoptic analysis of invisible mountain wave formation observed with satellite water vapor imagery.

Key words: mountain waves, satellite imagery, MODIS/Terra, Aqua.

# ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ТЕХНОЛОГИЙ АКТИВНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА ОБЛАКА

**Частухин А.В.[1], Ким Н.С.[1], Корнеев В.П.[1], Петрунин А.М.[1], Щукин Г.Г.[2]**

*[1] – АНО «Агентство атмосферных технологий», г. Москва, Россия, attech@mail.ru*
*[2] – ВКА им. А.Ф. Можайского, г. Санкт-Петербург, Россия*

**Аннотация**. В работе исследованы экологические аспекты применения технологий активного воздействия на облака с целью искусственного регулирования осадков. На основе анализа экспериментальных материалов по загрязнению окружающей среды при проведении активных воздействий в России и за рубежом делается вывод об экологической безопасности применения используемых в этих работах реагентов.

Ключевые слова: активные воздействия, реагенты, экологическая безопасность, облака.

Экологическая безопасность применяемых при активных воздействиях (АВ) реагентов подтверждена многолетними исследованиями их влияния на окружающую среду. Однако результаты таких исследований широкой общественности мало известны. Для того, чтобы внести определенную ясность в эти проблемы, рассмотрим реагенты, используемые при проведении работ по АВ на облака, технологии проведения воздействий, а также результаты исследований, посвященные этим вопросам, полученные в специализированных НИИ России и за рубежом.

В качестве реагентов используются, в основном, вещества, обладающие высокой льдообразующей способностью в переохлажденной облачной среде - льдообразующие аэрозоли и хладореагенты. Гигроскопические реагенты используются преимущественно при воздействиях на теплые облака и в работах по АВ на территории России практически не применяются. Отдельную группу представляют порошкообразные реагенты, используемые для подавления развития (разрушения) конвективных облаков.

Существуют три основных способа доставки реагента в облака: ракетный, самолетный и посредством наземных аэрозольных генераторов.

В СССР был накоплен значительный опыт использования льдообразующих реагентов в работах по борьбе с градом с использованием противоградовых ракет. В настоящее время интенсивные работы по ИУО с использованием противоградовых ракет проводятся в Китае. В российских технологиях АВ льдообразующие реагенты вводятся в облака в основном с помощью специальных самолетных пиротехнических генераторов (патроны, шашки). В других странах (Франция, Испания, Бразилия и т.д.) для целей АВ применяют наземные генераторы, когда реагент сжигается в горючих смесях и с восходящими потоками воздуха поступает в облака.

В мировой практике АВ, включая Россию, наибольшее распространение получили льдообразующие пиротехнические составы на основе йодистого серебра (AgI). Для засева облаков по модификации осадков самолетным методом российскими предприятиями выпускаются пиропатроны двух типов: ПВ-50М калибра 50 мм и ПВ-26-01 калибра 26 мм.

В качестве хладореагентов в российских технологиях АВ используются сухой лед ($CO_2$) и жидкий азот ($N_2$).

При проведении работ по уменьшению осадков и борьбе с градом для подавления развития конвективных облаков или их разрушения применяют также грубодисперсные порошкообразные реагенты (цемент, белая глина, окись меди, песок и т.д.).

Спрогнозировать уровень загрязнения окружающей среды серебром при работах по модификации осадков можно, проанализировав данные о содержании компонентов

реагента в районах систематического и интенсивного его применения, например, в районах проведения противоградовых работах. Исследованиями установлено, что концентрация серебра в воздухе в сезоны градозащиты на Северном Кавказе составляла в среднем от $6{,}4 \cdot 10^{-5}$ до $8{,}3 \cdot 10^{-5}$ *мкг/м*$^3$ [1], в Молдавии – 0,001–0,043 *мкг/м*$^3$ [2], что на несколько порядков ниже величины предельно допустимых концентраций (ПДК = 10 *мкг/м*$^3$). В водоемах защищаемой территории за весь девятилетний период наблюдений после сезонов противоградовой защиты концентрация серебра находилась в пределах 1,7–7,4 *мкг/л*, а в водоемах контрольной территории – 0,9–4,1 *мкг/л* при ПДК серебра в воде 50 *мкг/л*. Природные источники поступления серебра в атмосферу оцениваются примерно в 70 т/год, антропогенные – в 2290 т/год.

При использовании для борьбы с градом или для увеличения осадков наземных генераторов попадание льдообразующего реагента в почву и в водоемы возможно двумя путями: при непосредственном взаимодействии аэрозольной струи из генератора с подстилающей поверхностью и выпадение реагента с осадками. Проведенные оценки [3] показали, что количество йодистого серебра, осаждаемого на поверхность земли вблизи места установки генератора пренебрежимо мало по сравнению с общим количеством иодида серебра, поступившим в атмосферу. Эти оценки подтверждаются экспериментальными данными, полученными при изучении загрязнения почвы после проведения работ по активным воздействиям на территории Греции [5], где воздействие выполнялось в основном с помощью наземных генераторов, и данными, полученными на территории Сьерра-Невады (США) [4], где также применялись наземные генераторы.

Экологическая безопасность применения при АВ хладореагентов достаточно очевидна. При использовании твердой углекислоты и жидкого азота происходит их переход в газообразное состояние и смешение с атмосферным воздухом, природными составляющими которого они являются.

При оценках возможного отрицательного влияния АВ на окружающую среду часто акцентируют внимание на применении порошкообразных реагентов, в частности, цемента. ПДК цемента в воздухе – 6,0 *мг/м*$^3$. Достаточной нормой реагента для засева облаков мощностью 1 км является 5 кг порошка, а для мощных кучевых и кучево-дождевых облаков – 25-30 кг. Анализ суммарного расхода порошкообразного реагента при проведении работ по созданию благоприятных погодных условий в мегаполисах показывает, что максимальное количество выпадающего грубодисперсного порошка на 1 км$^2$ не превышает 20-30 г за один день воздействий.

Таким образом, реализуемые проекты по активному воздействию на облака не представляют угрозы загрязнения окружающей среды используемыми реагентами в районах многолетних работ.

**Литература**

1. Воробьева Т.И. О влиянии противоградовых работ на изменение концентрации серебра на Северном Кавказе - Труды ВГИ, 1982, вып. 51, с. 127-139.

2. Потапов Е.И. Влияние долговременных работ по активным воздействиям на градовые процессы в Республике Молдова на содержание компонентов кристаллизующих реагентов в объектах природной среды и характеристики ледяных ядер // В сб.: Вопросы физики облаков. Атмосферные аэрозоли, активные воздействия. Сборник статей памяти Н.О. Плауде. – Обнинск, ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД», 2015, с. 281–303.

3. Фукс Н.А. Механика аэрозолей. Издательства АН СССР, Москва, 1955, 351 с.

4. Stone, R.H. (1986). Sierra Lakes Chemistry Study// Final Report to Southern California Edison Co., Contract No. C2755903.

5. Tsiouris E.S., A.F. Aravanopoulos, N.L. Papadoyiannis, K.M. Sofoniou, N. Polyzopoulos, M.M. Christodoulou, F.V. Samanidou, A.G. Zachariadis, H.-I.A. Constantinidou (2002α). Soil Silver Content of Agricultural Areas Subjected to Cloud Seeding with Silver Iodide//Fresenius Environmental Bulletin, 11, 697-702.

# ENVIRONMENTAL ASPECTS OF ACTIVE CLOUD IMPACT TECHNOLOGIES

**Chastukhin A.V.[1], Kim N.S.[1], Korneev V.P.[1], Petrunin A.M.[1], Shchukin G.G.[2]**

[1] – *ANO «Agency of atmospheric technologies», Moscow, Russia, attech@mail.ru*
[2] – *Mozhaisky military space academy, Saint Petersburg, Russia*

**Abstract.** Ecological aspects of weather modification technologies for the purpose of artificial regulation of precipitation are investigated. Based on the analysis of experimental materials on environmental pollution during the active actions of the Russia and abroad conclusion about the environmental safety of the use of reagents in these works.

Keywords: weather modification, reagents, ecological safety, clouds.

# ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНАЯ МЕХАНИКА ЖИДКОСТЕЙ – УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ИНСТРУМЕНТ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ И ПРОГНОЗА ИЗМЕНЧИВОСТИ ПРИРОДНЫХ СИСТЕМ

**Чашечкин Ю.Д.**[1]

[1] – *ФГБУН Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского РАН, Москва, chakin@ipmnet.ru*

**Аннотация.** Обсуждаются результаты согласованных теоретических и лабораторных исследований ряда течений. Анализируются проблемы переноса подхода на природные системы с учетом перспектив развития информационных технологий, эволюции методик контактных и дистанционных наблюдений.

Ключевые слова: атмосфера, океан, динамика, структура, фундаментальные уравнения, полные решения, численное моделирование, лабораторный эксперимент, следы, вихри, волны, лигаменты

Совершенствование вычислительных технологий, техники наблюдений и лабораторного моделирования открывает качественно новые возможности анализа состояний и прогноза изменчивости взаимодействующих природных систем – атмосферы и гидросферы Земли согласованными аналитическими и численными методами. Большие вычислительные ресурсы, позволяют проводить прямой анализ систем фундаментальных уравнений на основе законов сохранения. При этом сохраняется единое содержание используемых символов и в теории, и в эксперименте, позволяющее проводить количественное сравнение данных и оценкой погрешности [1]. Изучаемая среда характеризуется термодинамическими потенциалами и их производными – такими традиционными параметрами, как плотность, температура, давление и др., а также кинетическими коэффициентами.

Хотя все элементы набора фундаментальных уравнений были известны с середины XIX века, анализ полных решений системы на их основе с учетом условия совместности впервые был выполнен в [2]. Важное место в анализе поведения систем занимает учет процессов передачи энергии, которые могут протекать быстро (при освобождении доступной потенциальной или химической энергии), медленно (диффузионные процессы и диссипация) и с умеренными скоростями (перенос с потоком или волнами различной природы).

Масштабно и параметрически инвариантная классификация инфинитезимальных компонентов течений включает тонкоструктурные лигаменты и волны. Компоненты, свойства которых определяются характером и степенью энергонасыщенности процессов, делятся на две группы – медленные крупномасштабные волны и быстрые тонкие волокна или оболочки. Учет нелинейности, а, следовательно, и взаимодействия компонентов, дополняет классификацию вихрями. Поскольку характерные пространственные и временные масштабы волн и лигаментов, образующих две разделенные группы, не являются кратными, все виды течений, и самые медленные, и наиболее быстрые, оказываются структурированными и нестационарными.

Примеры структур течений около препятствий, рассчитанных в единой постановке для четырех видов жидкостей (сильно и слабо стратифицированной, потенциально и актуально однородной) во всем диапазоне параметров от ползучих течений, индуцированный диффузией на препятствии, до нестационарных вихревых, и их эволюции приведены в [3]. Влияние диссипативных, трансляционных и быстрых атомно-молекулярных процессов на динамику процесса растекания капли в жидкости и

перераспределение вещества прослежено в [4]. Учет энергетики и сложной внутренней структуры позволяет прослеживать взаимовлияние физических и химических процессов и в природных [5], и в лабораторных условиях формирования, эволюции и диссипации широкого класса течений – конвективных (концентрационных, тепловых, и многокомпонентных), спутных (за препятствиями различной формы), волновых (для акустических, а также гравитационных поверхностных и внутренних волн).

Большой практических интерес представляет разработка методик переноса на природные условия методов масштабно и параметрически инвариантного описания течений на основе системы фундаментальных уравнений, отдельные части которых могут тестироваться на существующих лабораторных установках.

**Литература**

1. Chashechkin Yu. D. Differential fluid mechanics – harmonization of analytical, numerical and laboratory models of flows // Mathematical Modeling and Optimization of Complex Structures. Springer Series “Computational Methods in Applied Sciences” V. 40. 2016. P. 61-91. DOI: 10.1007/978-3-319-23564-6-5
2. Chashechkin Yu.D. Singularly perturbed components of flows – linear precursors of shock waves // Math. Model. Nat. Phenom. 2018. Vol. 13. No. 2. P. 1-29. doi.org/10.1051/mmnp/2018020
3. Chashechkin Yu. D., Zagumennyi Ia. V. Formation of waves, vortices and ligaments in 2D stratified flows around obstacles // Physica Scripta. 2019. doi:10.1088/1402-4896/ab0066.
4. Чашечкин Ю.Д., Ильиных А.Ю. Полосчатые структуры в картине распределения вещества капли по поверхности принимающей жидкости // Доклады РАН. 2018. Т. 481. № 2. DOI: 10.1134/S1028335818070066
5. Чашечкин Ю.Д., Розенталь О.М. Физическая природа неоднородности состава речных вод // Доклады РАН. 2019. Том 485 № 2. С. 194-197. DOI: 10.1134/S1028334X19020107.

# DIFFERENTIAL FLUID MECHANICS – UNIVERSAL INSTRUMENT FOR ASSESSING THE STATUS AND PREDICTION OF THE OF NATURAL SYSTEMS VARIABILITY

**Chashechkin Y.D.**[1]

[1] – *Ishlinskiy Institute for Problems of Mechanics of the RAS, Moscow, chakin@ipmnet.ru, yulidch@gmail.com*

**Abstract.** The results of coordinated theoretical and laboratory studies of a number of flows including diffusion induced, convective, wavy, around obstacles, are discussed. The problems of the transfer of the approach to natural systems are analyzed taking into account the perspectives for the development of information technologies, methods for contact and remote observations.

Keywords: atmosphere, ocean, dynamics, structure, fundamental equations, complete solutions, numerical simulation, laboratory experiment, traces, jets, vortices, waves, ligaments

# К ПРОГНОЗУ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ В КАЗАНИ ДО СЕРЕДИНЫ XXI ВЕКА

**Шерстюков Б.Г.[1], Переведенцев Ю.П.[2]**

*[1] – Всероссийский Научно-исследовательский институт Гидрометеорологической Информации - Мировой центр Данных*
*[2] – Казанский (Приволжский) федеральный университет, boris@meteo.ru*

**Аннотация.** Обнаружено, что колебания температуры воздуха в Казани с запаздыванием на 35 лет повторяют с высокой достоверностью колебания ТПО, которые происходили в Южном океане в районе циркумполярного океанического течения Западных ветров.

Ключевые слова: долгосрочный прогноз, температура воздуха, Южный океан, температура поверхности океана.

С целью долгосрочного прогнозирования колебаний температуры воздуха (ТВ) в Казани в работе использовались данные наблюдений за ней на метеорологической станции Казань, университет за 1828-2016 гг. и данные о температуре поверхности океана (ТПО) в узлах географической сетки 2х2 градуса широты и долготы за 1854-2016 гг.

Вначале оценивались дальние связи по асинхронным коэффициентам корреляции между ТПО в каждом отдельном узле географической сетки и ТВ в Казани с запаздыванием от 1 до 36 лет. В каждом исследуемом узле в серии асинхронных коэффициентов корреляции ТВ с ТПО выделялся максимальный коэффициент корреляции и фиксировалась величина запаздывания колебаний ТВ, при которой была обнаружена наилучшая корреляция. Если максимальный коэффициент корреляции $R>0.4$ (вероятность случайности менее 1%), то его значение наносилось на карту. Одновременно на другую карту наносилась величина запаздывания ТВ в этом узле. После обработки данных во всех узлах географической сетки, строилась карта наилучших асинхронных коэффициентов корреляции и карта значений запаздывания колебаний ТВ в Казани относительно колебаний ТПО в каждом узле.

Анализ полученных результатов показал, что долгопериодные колебания ТВ в Казани с запаздыванием на 35 лет с высокой достоверностью повторяют те колебания ТПО, которые происходили в Южном океане в районе южного циркумполярного океанического течения Западных ветров (в районе пролива Дрейка). Нигде в Мировом океане больше нет мест со столь высокими корреляциями ТВ Казани с ТПО в узлах.

Обнаруженная тесная асинхронная корреляция позволила построить регрессионное уравнение со сдвигом на 35 лет для вычисления прогностических оценок долгопериодных изменений ТВ в Казани на предстоящие 35 лет.

Предиктором в этом уравнении является ТПО в выделенном узле в районе пролива Дрейка со сдвигом вперед на 35 лет, а предиктантом служит ТВ в Казани. После сдвига значений ТПО получены значения предиктора до 2051 года. По асинхронному уравнению вычислены ожидаемые изменения ТВ в Казани на предстоящие 35 лет.

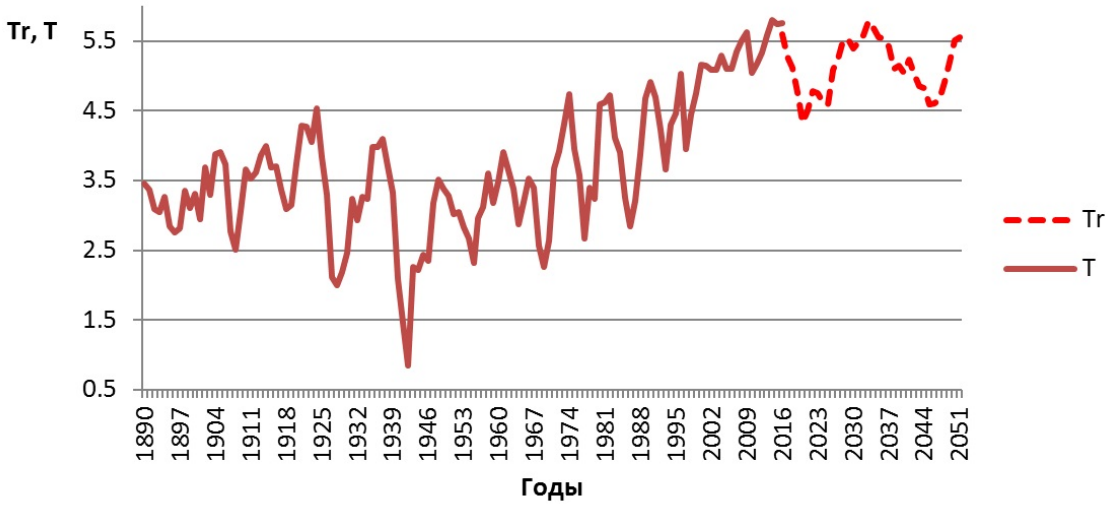



Рис. 1. Среднегодовая температура в Казани *T* по данным наблюдений за 1890-2016 гг. (сглажена по 3-летиям) и температура в Казани, вычисленная по уравнению регрессии на период до 2051 года (Tr).

Из рис. 1 видно, что в Казани с 1941 по 1969 гг. наблюдались самые холодные годы со средней годовой температурой около 3°С. Далее температура волнообразно повышалась и в последние 16 лет составила около 5°С. Вычисленные по уравнению регрессии прогностические значения показывают, что в предстоящие 35 лет будут происходить колебания температуры в Казани около среднего значения 5.1°С. Если 5.1°С принять за новую прогностическую норму, тогда, судя по графику, с учетом колебаний, в 2019–2025 гг. температура будет ниже прогностической нормы на 0.3-0.5°С, а в 2028–2037 гг. поднимется выше этой нормы на 0.4÷0.5°С. К 2045 году температура опять станет ниже нормы на 0.3÷0.4°С.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (гранты 18-05-00721 и 18-45-160006).

## ON THE FORECAST OF CLIMATIC CHANGES IN KAZAN TO THE MIDDLE OF THE XXI CENTURY

**Sherstyukov[1] B.G., Perevedentsev Yu.P.[2]**

[1] – *All-Russian Research Institute of Hydrometeorological Information - World Data Center*
[2] – *Kazan (Volga Region) Federal University, boris@meteo.ru*

**Abstract.** Analyzing the long-range asynchronous connections of long-period fluctuations of air temperature in Kazan with fluctuations of the surface temperature of the World Ocean at the geographic grid, it was found that temperature fluctuations in Kazan with a delay of 35 years repeat those variations of TPO that occurred at the Southern Ocean in the region of circumpolar ocean current of the West winds

Keywords: the long-range asynchronous connections, temperature fluctuations in Kazan, the surface temperature of the World Ocean.

# ГЕОДИНАМИКА КАК ОДНА ИЗ ПРИЧИН РОСТА ЗИМНИХ ТЕМПЕРАТУР ВОЗДУХА В БАССЕЙНЕ ВОЛГИ (НА ПРАВАХ ГИПОТЕЗЫ)

**Шумакова Е.М.[1], Трубецкова М.Д.[1]**

*[1]– Институт водных проблем РАН (ИВП РАН), Москва, Россия, spectr56@gmail.com*

**Аннотация.** Рассматривается выявленный в районе Жигулёвской ГЭС более интенсивный рост зимних температур воздуха, а также рост интенсивности уже аномально сильных вибраций грунтов, особая структура облачных полей – линейных облачных аномалий. Рассматривается гипотеза о связи аномального роста температуры воздуха с процессами зонах разлома.

Ключевые слова: температура воздуха, геодинамика, разломы земной коры.

При изучении полей геофизических характеристик в районе Жигулевской ГЭС выявлено, что здесь наблюдается более интенсивный рост зимних температур воздуха, а также рост интенсивности уже аномально сильных вибраций грунтов, особая структура облачных полей – линейных облачных аномалий (ЛОА, 2005 г., МЧС) и др. Последние два явления достоверно объясняются современной геодинамикой территории [4, 6]. Предположительно, аномальный рост температуры воздуха также может быть связан с процессами в зонах разломов.

Более интенсивный рост средней температуры воздуха в Тольятти по сравнению с Самарской областью в целом выявлен Тишкиным Н.Е. (совместно с Ефимовой О.А., ТГМО, 2006 г.). Тишкин Н.Е., затем Яковлев В.Н. (ВО ИГиРГИ) предложили связывать скорость роста температуры воздуха с активностью глубинного Жигулевского разлома, когда разуплотнение пород в разломной зоне может облегчать транспорт эндогенного тепла к поверхности [6]. Однако экспериментально проверить гипотезу о связи скорости потепления с активностью разлома не представлялось возможным. Имело место территориальное совпадение.

Позднее при изучении зимнего минимального стока рек бассейна Волги, когда по данным 88 метеостанций анализировалось изменение зимних температур воздуха за 1960 - 2010 гг., на фоне общего уменьшения скорости зимнего потепления с запада на восток проявились участки повышенного изменения температуры: районы Казани и Коломны, район Саратова-Самары [1]. Сопоставление с тектоническими картами показало, что имеет место совпадение локализации современно активных в геодинамическом отношении территорий Восточно-Европейской платформы в пределах бассейна Волги (ВО ИГ и РГИ, г. Самара) и территорий, где изменения зимней температуры воздуха происходят более интенсивно (рис. 1).

Два из трех участка аномального роста зимней температуры воздуха расположены в Среднем Поволжье [1], находящемся под влиянием местной тепловой аномалии (поднятия мантии; в районе Самары земная кора в два раза тоньше, а температура земной коры выше, чем вне мантийного купола). Современную геодинамическую активность (тектонические движения) района вызывают процессы в мантии, а также напряжения от нескольких давящих на края Русской платформы литосферных плит, которые срабатывают по глубинным разломам мантийного заложения, к которым приурочено русло Волги. Наиболее сильно современная геодинамика проявляется в Республике Татарстан (район Казани). В меньшей степени деформации осуществляются в Ульяновской, Самарской, Оренбургской, Саратовской областях [4, 6]. Расположение Казани соответствует локализации Азово-Камского разлома мантийного заложения, южное крыло которого пересекает Самарскую область [4, 6]. Всего Самарскую область пересекают четыре современно активных разлома мантийного заложения [4, 6].

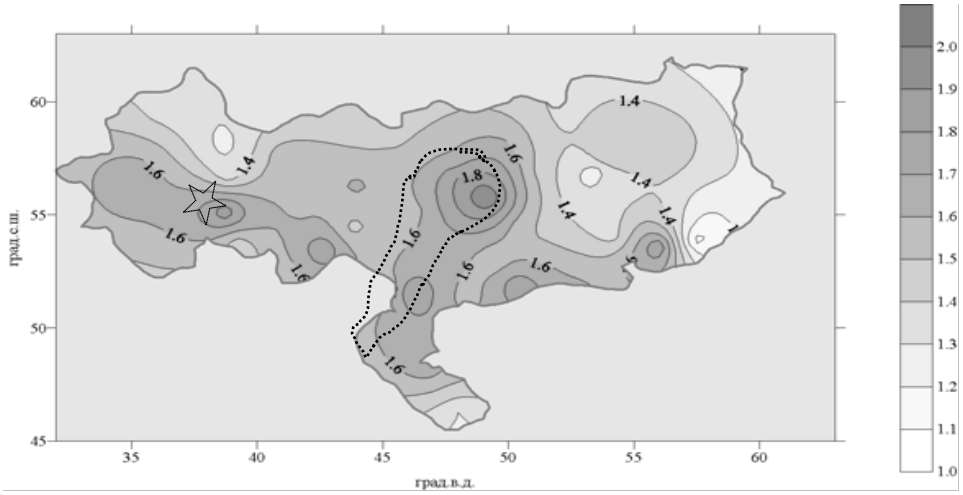



Рис. 1. Приращение к средней температуре воздуха зимних месяцев за период с 1979 по 2010 гг.; геодинамически активные территории ЕТР – ▭, ☆- Коломна

Район Коломны изучен меньше, в частности, в связи с отсутствием нефтедобычи. Однако Коломна расположена у слияния рек Москва и Ока, что уже говорит о наличии тектонически ослабленных структур; геодинамическая активность этой территории максимальна в Московской области и оценивается в 4 балла [2].

Таким образом, имеют место уже три территориальных совпадения?

Влияние эндогенных процессов на атмосферные изучено фрагментарно.

Общепринято, что: роль эндогенной энергии в тепловом балансе поверхности планеты на порядки меньше, чем роль энергия Солнца; не происходит выноса эндогенного тепла на дневную поверхность, границей взаимодействия является слой средних температур грунта, который располагается на глубинах до нескольких десятков метров; геологические процессы, сопровождающиеся выделением тепла, в основном происходят медленно (тысячелетиями).

Примером скорого эндогенного воздействия на атмосферу можно считать появление над разломом в моменты его тектонической и энергетической активности линейных (ЛОА, механизм формирования не ясен), грозовых облаков [3].

Объяснение более интенсивного потепления именно вблизи активных глубинных разломов может дать теория о единстве энергии электромагнитного и гравитационного поля, о возможности мгновенного выноса энергии по разломам на поверхность и проявления части ее в тепловом диапазоне [5].

Выводы: гипотеза о приуроченности участков более интенсивных изменений температуры воздуха в бассейне Волги к зонам геодинамической активности не противоречит существующим представлениям об эндогенных энергетических процессах, хотя механизм выноса тепловой энергии и спектр энергетического воздействия в пределах разломных зон однозначно не определен. Требуется проверка гипотезы на других объектах.

**Литература**

1. Болгов М.В., Трубецкова М.Д., Филимонова М.К., Филиппова И.А. Современные изменения климатических характеристик и вероятностная оценка изменений минимального стока в бассейне р. Волги. ВХР. Проблемы, технологии, управление. 2014, №3. С. 83-99.

2. Геодинамическое районирование территории Московской области. http://alfapol.ru/geo-dinamicheskoe-rajonirovanie-moskvy-i-moskovskoj-oblasti/ (дата обращения: 2.03.2017).

3. Морозова Л.И. Проявление геодинамической активности земной коры в облачных полях. Геология и геофизика, 2012, Т. 53, № 4.С. 541-550.

4. Огаджанов В. А. О проявлении сейсмичности в Поволжском регионе после сильных землетрясений в бассейне Каспийского моря. Физика Земли, 2002, № 4.С. 48-54.
5. Ферронский В.И. Гравитация. Инерция. Невесомость. М.: Научный мир. 2016. 308 с.
6. Яковлев В.Н., Шумакова Е.М., Трегуб Н.В. Сейсмическая активность и геодинамика Самарской области. ИСНЦРАН, 2014, Т. 16, №1.С. 27-34.

# GEODYNAMICS AS ONE OF THE REASONS FOR THE INCREASE IN WINTER AIR TEMPERATURE IN THE VOLGA RIVER BASIN (A HYPOTHESIS)

**Shumakova E.[1], Trubetskova M.[1]**

[1] – *Water Problems Institute of RAS, Moscow, spectr56@gmail.com*

**Abstract.** The paper analyzes temperature and geophysical anomalies observed near one of the Volga River hydropower plants and in the whole Volga basin. The hypothesis that the growth of winter air temperatures is connected with geodynamics of the region is discussed.

Keywords: temperature and geophysical anomalies, Volga River, geodynamics.

# Секция 2.
# ГИДРОЛОГИЯ ОТ АРКТИКИ ДО ЭКВАТОРА: ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА

## ВОДНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЕГИПТА И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

**Абозайд Ахмед Хешам А.Х.[1], Сакович В.М.[1], Сикан А.В.[1]**

*[1] – Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия, kafedra_gs@rshu.ru*

**Аннотация.** В работе исследуется динамика изменений стока реки Нил на территории Египта. Показано, что по сравнению с началом XX века сток реки снизился в 1,8 раза, что в совокупности с ростом населения страны привело к дефициту водных ресурсов. Рассматриваются возможные пути решения проблемы.

Ключевые слова: река Нил; Египет; регулирование стока; дефицит водных ресурсов.

Основным источником воды в Египте является река Нил. В настоящее время среднегодовой расход ($Q_{ср}$) Нила у города Асуан составляет 1900 м$^3$/с или 60 км$^3$ в год. Этот объем близок тому, который в соответствии с договором 1959 года должен поступать в Египет с территории Судана (55,5 км$^3$) . Однако в связи с ростом населения, в Египте наблюдается острый дефицит водных ресурсов. По информации министерства водного хозяйства и ирригации в настоящее время дефицит воды в Египте составляет 21 км$^3$ в год. При этом 85% водопотребления приходится на сельское хозяйство.

Нил является трансграничной рекой, на территории её бассейна расположены 12 стран: Бурунди, Египет, Кения, Конго, Руанда, Судан, Южный Судан, Танзания, Уганда, Центрально-Африканская Республика, Эритрея и Эфиопия. Но наибольшую зависимость от вод Нила имеет Египет, значительная часть территории которого находится в зоне тропического пустынного климата. Даже в самой влажной части Египта – на побережье Средиземного моря выпадает около 200 мм осадков в год, на остальной территории – менее 100 мм.

Развитие стран нильского бассейна и увеличение их водопотребления привело к снижению стока Нила на территории Египта. Кроме того имеют место большие потери на испарение с поверхности озера Насер (Асуанского водохранилища).

С 1870 года по настоящее время сток Нила постоянно снижался. Можно выделить три квазистационарных периода: 1870-1899 ($Q_{ср}$ = 3450 м$^3$/с); 1900-1969 ($Q_{ср}$ = 2660 м$^3$/с); и с 1970 по настоящее время ($Q_{ср}$ = 1900 м$^3$/с);. Точки перелома хорошо прослеживаются на интегральных кривых притока (рис. 1).

Проверка с использованием критериев Фишера и Стьюдента показала, что гипотеза об однородности рассмотренных рядов не опровергается по обоим критериям (табл. 1).

Таким образом, к началу XX века годовой сток Нила снизился на 25 км$^3$. После введения в эксплуатацию высотной Асуанской плотины (к началу 70-х годов XX века) годовой сток снизился еще на 24 км$^3$, примерно половину этой величины составляет испарение с озера Насер. На сегодняшний день возможности дополнительного увеличения притока воды на территорию Египта весьма ограничены.

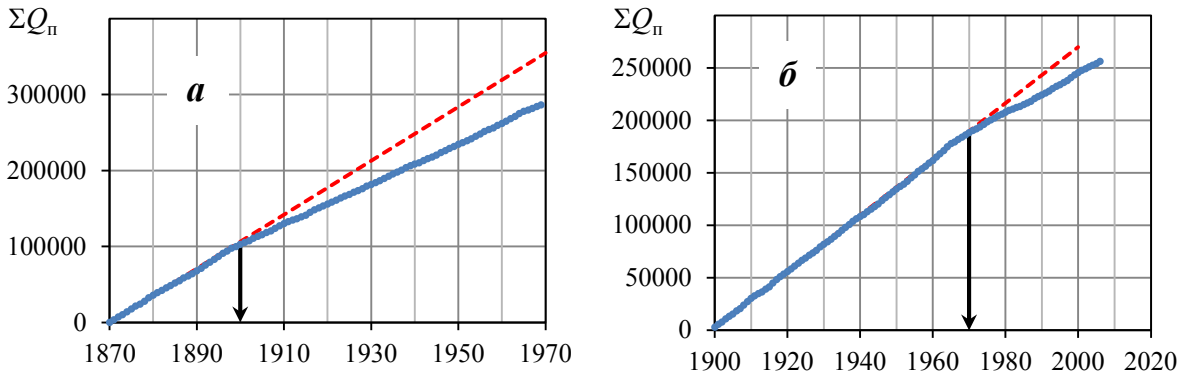



Рис. 1. Интегральные кривые среднегодовых расходов притока к створу Асуанской плотины за 1870-1970 гг. (а) и за 1900-2006 гг. (б).

Таблица 1 – Результаты проверки рядов среднегодовых расходов притока к створу Асуанской плотины на однородность при уровне значимости 2α = 5%

| *Период наблюдений* | *n* | *Критерий Стьюдента* | | | | *Критерий Фишера* | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | $\bar{Q}_1$ | $\bar{Q}_2$ | $t^*$ | $t_{2\alpha=5\%}$ | $D_1$ | $D_2$ | $F^*$ | $F_{2\alpha=5\%}$ |
| 1870-1899 | 29 | 3473 | 3425 | 0,27 | 2,05 | 190091 | 269040 | 1,42 | 3,08 |
| 1900-1969 | 70 | 2636 | 2684 | –0,46 | 2,00 | 182772 | 194216 | 1,06 | 1,98 |
| 1970-2006 | 37 | 1772 | 2018 | –1,86 | 2,03 | 141864 | 180606 | 1,27 | 2,65 |

В настоящее время в Эфиопии на Голубом Ниле построено новое крупное водохранилище с полезным объемом 74 км$^3$ [2], которое в ближайшие годы будет заполняться.

Хотя водосбор Голубого Нила составляет всего 10% от общей площади бассейна Нила, основная часть годового стока Большого Нила формируется за счет вод приносимых Голубым Нилом (в среднем около 57%). Но поступление воды из бассейна Голубого Нила происходит неравномерно, в основном в период сезона дождей, который начинается в июле и заканчивается в декабре.

Заполнение Эфиопского водохранилища продлится по разным оценкам от 5 до 15 лет. Есть опасение, что в этот период поступление воды на территорию Египта может существенно сократиться, что приведет к тяжелым последствиям для населения страны. Учитывая это, целесообразно провести заполнение водохранилища в период многоводной фазы, которая на реке Нил составляет в среднем 7-9 лет.

После ввода в эксплуатацию Эфиопского водохранилища режим поступления воды в озеро Насер изменится. Чтобы избежать водного кризиса, необходим новый полномасштабный договор о разграничении водных ресурсов Голубого Нила между Эфиопией, Суданом и Египтом.

Один из вариантов решения проблемы – использование Эфиопского и Асуанского водохранилищ в режиме каскадного регулирования. Эфиопская плотина расположена в регионе с умеренно-засушливым климатом, где испарение с водной поверхности существенно ниже, чем в Египте. Кроме того испарение с поверхности водоема будет частично компенсироваться поступающими осадками. Внутригодовое регулирование стока на Эфиопской плотине приведет к более равномерному поступлению воды в озеро Насер, что в свою очередь позволит снизить нормальный подпорный уровень последнего и уменьшить его площадь, а, следовательно, и потери на испарение, которые на сегодняшний день составляют около 10 км$^3$ в год [1].

**Литература**
1. Mohamed Hassan, Evaporation estimation for Lake Nasser based on remote sensing technology, Ain Shams Engineering Journal, Volume 4, Issue 4, 2013, Pages 593-604 [Электронный ресурс]. URL: http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2090447913000117 (дата обращения: 11.02.2019).
2. «International Panel of Experts on Grand Ethiopian Renaissance Dam Project (GERDP) – Final Report"» [Электронный ресурс]. URL: https://www.internationalrivers.org/sites/default/files/attached-files/international_panel_of_experts_for_ethiopian_renaissance_dam-_final_report_1.pdf (дата обращения: 11.02.2019).

# EGYPT'S WATER PROBLEMS AND SOLUTIONS

**Abozaid Ahmed Hesham A.Kh.[1], Sakovich V.M.[1], Sikan A.V.[1]**

*[1] – Russian state hydrometeorological university (RSHU), St. Petersburg, Russia, kafedra_gs@rshu.ru*

**Abstract.** The paper studies the dynamics of changes in the flow of the Nile River in Egypt. It is shown that compared with the beginning of the 20th century, the river flow decreased by 1.8 times, which together with the growth of the country's population led to a shortage of water resources. Possible solutions to the problem are considered.

Key words: Nile river; Egypt; river flow regulation; water shortage.

# ВОЛГО-КАСПИЙСКИЙ МОРСКОЙ СУДОХОДНЫЙ КАНАЛ И ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ЕГО РАЗВИТИЕ ПРИРОДНЫЕ И АНТРОПОГЕННЫЕ ФАКТОРЫ

**Бабич Д.Б.[1], Иванов В.В.[1], Коротаев В.Н.[1]**

[1] – *Географический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия, dmbabich@mail.ru*

**Аннотация.** Рассматриваются современные природные факторы, влияющие на динамику руслового рельефа ВКМСК. Приводятся натурные данные о грядовом рельефе дна, распределении донных отложений и кровли подстилающих их древних морских отложений.

Ключевые слова: Волго-Каспийский морской судоходный канал, подводный рельеф, занесение канала.

Волго-Каспийский морской судоходный канал (ВКМСК) представляет собой реализованную идею создания глубоководной магистрали, соединяющей Волжский, Северо-Западный и Южный бассейны с портами каспийских стран. В современном состоянии длина канала, строительство которого началось 145 лет тому назад, от административного начала в 3 км ниже истока дельтового рукава Бахтемир составляет около 188 км при ширине 120 м между проектными изобатами 4,9 м, при этом более половины канала проложено на открытом взморье, где он обвалован песчаными надводными свалками. Интенсивные дноуглубительные работы и естественное снижение уровня моря позволили создать к 1980 г. в канале транзитные глубины не менее 5,8 м, однако затем в силу как естественных причин, так и в силу резкого сокращения объемов дноуглубления и ремонтного землечерпания, на ряде участков канал стал терять свои навигационные качества, а грузооборот по нему уменьшился в 10-20 раз. В последние годы в связи со строительством нового глубоководного порта в районе с. Оля, появлением здесь ряда новых землечерпательных судов и выделением средств возникла необходимость подойти к пересмотру существующих габаритов пути и начать коренную реконструкцию канала, в которой прежде всего необходимо учитывать влияющие на его динамику современные природные и антропогенные факторы.

Основным внешним фактором, определяющим гидрологический режим рукава Бахтемир и ВКМСК являются сток воды и наносов Волги в вершине дельты, в которых можно выделить ряд маловодных и многоводных периодов, имеющих климатический генезис, а также периоды заполнения водохранилищ Волжско-Камского каскада и начавшийся в 1961 г. период зарегулированного стока воды реки. Сведения об изменениях среднего годового стока воды и наносов Волги в вершине дельты свидетельствуют о том, что а) в условиях зарегулированного режима средний сток воды по сравнению со стоком при естественном режиме изменился мало; б) в последние два десятилетия XX в. сток воды был аномально высок, однако в настоящее время он вернулся к средним значениям; в) сток взвешенных наносов после сооружения водохранилищ уменьшился приблизительно в 2 раза; г) в результате регулирования стока воды реки заметно изменилось его внутригодовое распределение, при этом в период половодья он значительно уменьшился, в межень (в особенности в зимние месяцы) – резко увеличился. Одновременно на проходящие в канале гидролого-морфологические процессы значительное влияние оказывали и колебания уровня Каспийского моря, падение которого за период 1929-1977 гг. составило около 3,2 м, после чего к 1995 г. уровень моря вновь повысился на 2,4 м, а затем вновь стал медленно понижаться.

В настоящее время морской участок канала по особенностям строения подводного рельефа, его динамике и определяющим факторам можно условно разделить на две части: обвалованную часть канала, где в прорези на расстоянии примерно 70 км сохраняется концентрированный сток речных вод посредством стеснения искусственными насыпными дамбами, и открытую часть судоходного канала, где происходит растекание речных вод на отмелом устьевом взморье и формируется морской устьевой бар в результате резкой потери транспортирующей способности потока. Если на первой части канала состояние русла находится в прямой зависимости от характера взаимодействия речного потока и вод взморья, то в открытой части канала действие оказывают преимущественно морские факторы (ветровое волнение, направление потоков вод на взморье и вдольбереговые потоки наносов). Специфика русловых деформаций в обвалованной части канала во многом определяется режимом водообмена вод канала с водами взморья через прораны. По анализу плановых очертаний микродельт, рисунка гидрографической сети микроводотоков и состояния проранов можно оценить характер водообмена между каналом и взморьем: а) растекание в обе стороны – 85-103 км и 125-137 км; б) втекание с обеих сторон – 115-117 км; в) поперечный транзит на восток – 117-125 км и 137-151 км; г) поперечный транзит на запад – 103-115 км.

Анализ данных проведённых продольного эхолотирования судоходного фарватера и гидролокационной съемки дна морской части канала показал, что в русле распространены два типа гряд: крупные гряды типа перекатов и мелкие гряды типа рифелей и дюн, размеры которых изменяются в соответствии со сменой гидравлического режима потока. Восстановление стока рукава Бахтемир за счет втекания левых ериков и проток (Собачий, Кутенок, Бакланенок, Бакланья) приводит к перестройке грядового рельефа в целую серию крупных, средних и мелких гряд длиной от 5-8 км до 100-20 м с высотами от 8-4 до 2-0,5 м (77-117 км). По мере сокращения стока вследствие растекания в боковые ерики и прораны и уменьшения среднего диаметра русловых наносов до 0,7-0,10 мм грядовый рельеф ниже о. Искусственного прослеживается на расстоянии 7 км в виде мелких гряд длиной от 100 до 20 м и высотами 0,5-1,0 м. Все крупные элементы рельефа дна канала обусловлены здесь неровностями кровли подстилающих морских глин. Динамика мелких гряд типа рифелей и дюн во многом определяется объемом переносимого речным потоком рыхлого материала, поэтому по мере уменьшения водности речного потока в прорези канала в результате оттока в боковые прораны происходит заметное уменьшение их высоты до 0,2-0,4 м, длины – от 9 до 18 м при средней глубине канала от 6,1 до 7,6 м. Постепенно микрогрядовый (рифельный) рельеф дна сменяется малоподвижным неровным дном (ниже 140 км).

Полученные данные о гранулометрическом составе руслового аллювия довольно отчетливо показывают тенденцию к общему уменьшению крупности донных грунтов на морской части канала вниз по течению от 0,42 до 0,27 мм на перекатных участках и от 0,22 до 0,14 мм в плесовых лощинах. Ниже 130 км дно канала преимущественно сложено крупным алевритом и илами. Результаты сейсмоакустического профилирования трассы канала от истока рукава Бахтемир до конца обвалованной части показали, что в пределах наземной дельты река глубоко врезалась в древние морские отложения, практически уничтожив хвалынские слои. В глубоких плесовых лощинах (более 15 м) вскрываются плотные хазарские морские глины на отметках –43 - –49 м БС. Кровля подстилающих коренных пород очень неровная (перепад высот достигает 4-10 м), что связано с блужданием динамической оси бахтемирского речного потока и различной интенсивностью глубинной эрозии. Ниже морской границы наземной дельты, где в историческое время происходило растекание вод реки и уменьшение эрози-

онной способности речного потока, амплитуды врезов заметно уменьшаются и не превышают 5 м, а сама кровля коренных пород получает тенденцию к постепенному повышению в строну открытого моря от отметок –47 м БС на 80 км до –30 м БС в районе 151 км. В этом же направлении резко сокращается мощность русловых накоплений от 14 до 2 м (от поверхности современного дна до кровли подстилающих коренных пород).

Занесение канала в настоящее время идет двумя способами: а) через прораны шириной более 500 м и с глубинами более 3 м; б) за счет аккумуляции речных наносов в зоне подпора, которая мигрирует вдоль канала в разные фазы гидрологического режима реки и моря. Наиболее уязвимой частью свалок являются участки берегов, лишенные тростниковой защиты, площади которой значительно меняются во времени и следуют за периодами колебаний стока воды реки и уровня моря, и совпадающие с дефляционными понижениями в средней части свалок (межбугровые понижения), через которые при дальнейшем подъеме уровня моря может происходить проникновение морских вод и формирование новых проранов.

## NATURAL AND ANTHROPOGENIC FACTORS DETERMINING THE DEVELOPMENT OF VOLGA-CASPIAN SHIPPING CHANNEL

**Babich D.B.[1], Ivanov V.V.[1], Korotaev V.N.[1]**

*1 – Faculty of Geography, Lomonosov Moscow State University, Russia*

**Abstract.** The current environmental factors affecting the dynamics of the Volga-Caspian shipping channel are examined. Modern data on the topography of the underwater relief, the distribution of bottom sediments and the roof of the underlying ancient marine depositions are presented.

Key words: Volga-Caspian sea shipping channel, underwater relief, channel siltation.

# ПРОЯВЛЕНИЕ 7 ЛЕТНЕГО ПЕРИОДА В КОЛЕБАНИЯХ СТОКА ОТДЕЛЬНЫХ РЕК ЗАПАДНОЙ ЕВРОПЫ

**Бабкин А.В.[1, 2], Бабкин В.И.[2]**

*[1] – Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия, bav@mail.ru*

*[2] – Государственный гидрологический институт, Санкт-Петербург, Россия*

**Аннотация.** В колебаниях стока рек Темза, Гёта-Эльв и Рейн выявлена гармоника с периодом 7 лет. Результаты поверочных прогнозов по ней с заблаговременностью 10 лет оказались лучше, чем по среднему значению их временных рядов.

Ключевые слова: речной сток, временные ряды, периодичности, долгосрочный прогноз

Временные ряды средних годовых значений стока рек Темза, Гёта-Эльв и Рейн, продолжительностью более 100 лет, проанализированы методом “Периодичностей” [1] с момента начала наблюдений по 2000 г. Последние их значения 2001 – 2010 гг. использованы для расчетов на этом интервале поверочных прогнозов и оценки их результатов.

Метод “Периодичностей” основан на аппроксимации временных рядов стока синусоидальными функциями последовательно с пошаговым изменением периода. Для каждого периода методом наименьших квадратов рассчитываются амплитуда, фаза и дополнительное слагаемое наилучшей аппроксимирующей синусоиды, а также сумма ее квадратических разностей со значениями ряда.

Признаком присутствия периодичности в колебаниях стока может быть минимум суммы квадратических разностей значений ряда и аппроксимирующей его синусоиды в зависимости от периода аппроксимации [2]. Статистическая значимость выявляемых по этому критерию синусоид часто бывает невысокой.

Гармоники можно считать более достоверными и приемлемыми для использования при прогнозировании, если их периоды выявлены не у одного, а у множества рядов стока. Достоверность таких гармоник можно оценить как еще более высокую, если их максимумы и минимумы наступают согласно закономерности их географического положения, а также, если их период равен по длине периоду колебаний какого либо известного фактора.

В колебаниях стока этих трех рек установлен период, длиной 7 лет. На присутствие этого периода в колебаниях гидрометеорологических характеристик северной полосы Евразии, наряду с кратным ему периодом, длиной 14 лет, указывалось в работе [4]. Предполагалось, что 7 летний цикл имеет приливную природу.

Период, длиной 7 лет, установлен в динамике координат географических полюсов Земли [3], и можно предположить, что 7 летняя гармоника в колебаниях стока рек Темза, Гёта-Эльв и Рейн обусловлена этим глобальным фактором. При анализе фазовых закономерностей колебаний 7 летней гармоники стока установлено, что ее максимумы всех трех рядов наступают одновременно. Минимумы этой синусоиды ряда стока реки Гёта-Эльв опережают соответствующие ее минимумы стока двух других рек на один год.

На поверочном интервале в колебаниях стока всех трех рек в 2001 г. отмечается его максимум – пиковое значение, сопоставимое по величине с абсолютным максимумом за период наблюдений. Следующий, меньший по величине и менее выраженный максимум стока этих рек, приходится на 2007 – 2008 гг. Между этими максимумами стока располагаются по 2 – 3 его значения, которые ниже среднего.

Максимум семилетних гармоник всех трех рядов по времени приходится на соответствующие их максимумы 2001 г., а следующие за ним минимумы хорошо

описывают пониженные значения стока. Максимум синусоиды 2008 г. четко по времени совпадает с максимумом стока реки Гёта-Эльв. Он наступает на один год позже соответствующих максимумов стока рек Темза и Рейн.

Сток Темзы 2008 г. также был повышенным – его значение лишь немного было меньше максимума предыдущего года. Сток Рейна 2008 г. был ниже его максимума 2007 г. Поэтому гармоника с периодом 7 лет на поверочном интервале 2001 – 2010 гг. весьма хорошо отразила колебания стока рек Гёта-Эльв и Темза, и несколько хуже Рейна. Тем не менее, результаты прогнозирования стока всех трех рек с заблаговременностью 10 лет оказались лучше, чем по среднему значению их временных рядов.

Гармоника с периодом 7 лет выявлена в колебаниях стока не одной реки, а всех трех рассмотренных рек: Темзы, Гёта-Эльв и Рейна. Выявленная синусоида обнаруживает фазовую закономерность – одновременность наступления ее максимумов и минимумов. Ее период может быть обусловлен динамикой глобального фактора – колебаниями координат географических полюсов Земли.

Результаты поверочного прогноза стока этих рек оказались лучше его оценок по средним значениям временных рядов. Поэтому представляется актуальным поиск синусоиды с периодом 7 лет в колебаниях стока других рек и развитие методологии ее использования при прогнозировании.

**Литература**

1. Бабкин А. В. Усовершенствованная модель оценки периодичности изменений уровня и элементов водного баланса Каспийского моря // Метеорология и гидрология. 2005. № 11. С. 63–73.
2. Бабкин А.В. Методика прогноза уровня воды Ладожского озера с большой заблаговременностью // Метеорология и гидрология. 2007. № 6. С. 73–83.
3. Воробьев В.Н. О возможности влияния “полюсного” и 19 летнего лунного приливов на изменчивость стока Волги. – Сб. работ “Условия формирования и методы прогноза стока Волги”, СПб.: Гидрометеоиздат, 1995, с. 27 – 37.
4. Дроздов О.А., Полозова Л.Г. Циклические колебания температуры и атмосферных осадков в современную эпоху в умеренных и высоких широтах Евразии и Северной Америки. – Тезисы чтений памяти акад. Л.С. Берга “Ритмичность природных явлений”, Л.: Гидрометеорологическое издательство, 1971, с. 50 – 52.

## THE EVIDENCE OF 7 YEAR PERIOD IN THE VARIATIONS OF RUNOFF OF SEVERAL RIVERS OF WESTERN EUROPE

**Babkin A.V.[1, 2], Babkin V.I.[2]**

[1] – *Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia, Abav@mail.ru*
[2] – *State Hydrological Institute, St. Petersburg, Russia*

**Abstract.** The harmonics with the period of 7 years was revealed in the time series of Thames, Gota-Alv and Rhine Rivers. The results of runoff training forecasts by this sine with the lead time of 10 years are better than by the mean values of the respective time series.

Key words: river runoff, time series, periodicities, long range forecast

# МЕТОДЫ РАСЧЕТОВ СКОРОСТЕЙ ПОТОКОВ В РУСЛАХ СЛОЖНЫХ ФОРМ

**Барышников Н.Б.**[1]

[1] – *Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, РФ, kafedra_gm@rshu.ru*

**Аннотация.** Приведены результаты анализа и расчетов средних и средних на вертикалях скоростей русловых составляющих потоков, находящихся под воздействием пойменных потоков. Установлено, что погрешности расчетов по этим методикам превышают допустимые приделы. Рекомендованы для расчетов эмпирические методики, разработанные в РГГМУ и основанные на учете эффекта взаимодействия потоков. В частности, впервые разработана методика, основанная на зависимости погрешности расчетов на основе формулы Шези, от угла между динамическими осями взаимодействующих потоков для условий подъема уровней.

Ключевые слова: русло, пойма, взаимодействие потоков, погрешности расчетов

Потребность в сведениях о скоростях потоков при проектировании и строительстве различных гидротехнических сооружений, особенно мостовых переходов, водозаборов и водовыпусков, велика. Однако точность расчетов желает лучшего. Действительно, контрольные расчеты по 100 потокам в руслах простых форм сечения, основанные на теории равномерного движения, т.е. формуле Шези, проведенные на кафедре гидрометрии, показали, что средние погрешности составляют 30-35% (в зависимости от используемой таблицы для определения коэффициентов шероховатости $n_р$ Карасева, В. Чоу и других). Максимальные погрешности достигают 100% и более[1,2].

Особенно обострилась эта проблема в связи с изменением климата, вследствие чего на многих реках пропуск паводков проходит в нестационарных условиях. Поэтому актуальным стало совершенствование методов расчетов максимальных расходов воды и соответствующих им скоростей на основе сведений о максимальных уровнях воды и морфометрических характеристиках по морфостворам, где так же необходимо совершенствование методики.

Расчеты обычно выполняются исходя из д еления потока на русловую $Q_р$ и пойменную $Q_п$ составляющие, т.е.

$$Q = Q_р + Q_n = F_р C_p \sqrt{h_р I_p} + F_п C_п \sqrt{h_п I_n}$$

Учитывая недостаточную точность расчетов, на кафедре гидрометрии была разработана методика расчетов средних скоростей русловой составляющей потоков, основанная на данных натурных наблюдений по 100 рекам. На их основе построена графическая зависимость вида $V_р/V_{р.б} = f(h_р/h_{р.б}, \alpha)$ [2].

Аналогичные расчеты были выполнены и по совершенствованию методики расчетов средних на вертикалях скоростей русловых потоков. В основу этой методики положено допущение о том, что на пойменных створах погрешность расчетов $\Delta V = V_{изм}\text{-}V_р$ обусловлена эффектом взаимодействия русловых и пойменных потоков.

Получены надежные зависимости $\Delta V/V_{изм} = f(\alpha)$ как для условий спада уровней ($\Delta V$ - отрицательное), так и впервые для условий подъема уровней ($\Delta V$ - положительное).

Результаты анализа применения системы уравнений неразрывности и движения потока с переменным по длине расходом воды, к сожалению, неудовлетворительные из-за отсутствия методики расчетов расстояния между расчетными гидростворами [2].

Еще сложнее расчет пойменной составляющей из-за малого объема натурной

информации и ее низкого качества и отсутствие данных измерений уклонов свободной поверхности. Более того, методика измерения последних еще не разработана.

**Литература**
1. Барышников Н.Б. Речные поймы (морфология и гидравлика). – Л.: Гидрометеоиздат, 1978. – 152 с.
2. Барышников Н.Б Динамика русловых потоков. – Спб.: издательство РГГМУ, 2016. – 341 с.

## METHODS OF CALCULATIONS OF SPEEDS OF STREAMS IN COURSES OF IRREGULAR SHAPES

**Baryshnikov N.B.**[1]

[1] – *RSHU*

**Abstract.** Results of the analysis and calculations of averages and averages are given in verticals of speeds of channel components of the streams which are under the influence of inundated streams. It is established that errors of calculations for these techniques exceed admissible side-altars. The empirical techniques developed in RGGMU and based on accounting of effect of interaction of streams are recommended for calculations. In particular, the technique based on dependence of an error of calculations on the basis of a formula Shezi from a corner between dynamic axes of the interacting streams is for the first time developed for conditions of rise in levels.

Key words: course, floodplain, interaction of streams, errors of calculations.

# ПРОБЛЕМЫ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ВОДОХОЗЯЙСТВЕННОГО КОМПЛЕКСА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Болгов М.В.**[1]

[1] – *Институт водных проблем РАН, Россия, Москва, ул. Губкина, д.3, ИВП РАН, bolgovmv@mail.ru*

**Аннотация.** Функционирование Водохозяйственного комплекса России основано на применении сложной системы технических, административных, правовых методов и моделей управления водными ресурсами и состоянием водных объектов, и требует надежного гидрометеорологического обеспечения. Это обеспечение не всегда достаточно, поэтому необходимо совершенствование и развитие как систем мониторинга и прогнозирования, так и выполнения широкого круга исследований и обобщений регионального характера, пересмотра нормативной базы инженерной гидрологии, разработки новых подходов к управлению на основе оценок риска и пр.

В соответствии с Водной Стратегией РФ, основными задачами водохозяйственного комплекса страны являются обеспечение условий сохранения и воспроизводства водных ресурсов, гарантированное обеспечение отраслей экономики и населения водными ресурсами, предупреждение и снижение негативного воздействия вод.

В докладе предлагается обсудить следующие основные проблемы гидрометеорологического обеспечения водного хозяйства:

1. Проблемы достоверной оценки водных ресурсов для широкого круга управленческих задач, в т.ч. и в условиях климатических изменений.
2. Проблемы повышения оправдываемости и заблаговременности гидрологических прогнозов.
3. Проблемы гидрологического обеспечения решения водно-экологических задач.
4. Проблемы снижения рисков опасных гидрометеорологических процессов.

Из проблем, связанны с опасными процессами следует отметить возрастание рисков наводнений. Возникновение рисков от наводнений и других негативных явлений является следствием существенной изменчивости и слабой предсказуемости развития опасных гидрометеорологических процессов, на которые накладываются последствия плохо организованной хозяйственной деятельности. Полностью устранить угрозу наводнений нельзя в силу природных особенностей функционирования гидроклиматической системы и вероятностного характера опасных гидрологических событий, но организация и проведение предупредительных, защитных и эвакуационных мероприятия, существенно снижающих риски потерь для экономики страны и населения вполне реализуемая задача.

Исходя из практического опыта, а также анализа существующей научно-методической базы, можно сформулировать основные причины возникновения значительных негативных последствий при наводнениях:

1. Недостаточный учет аномального характера гидрометеорологических явлений, в том числе и по причине антропогенных воздействий на водосбор и русло реки, климатических изменений. В долгосрочной и среднесрочной перспективе имеется неопределенность прогноза климатических изменений.
2. Значительны ошибки инженерно- гидрологических изысканий, инженерных расчетов и проектирования по причине недостаточности средств, данных гидрологического и

метеорологического мониторинга, требуемой квалификации специалистов для интерпретации результатов мониторинга и прогнозных расчетов.
4. Нарушаются условия землепользования в нижних бьефах, в том числе несанкционированная застройка вдоль побережья.

## PROBLEMS OF HYDROMETEOROLOGICAL SUPPORT FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF THE WATER SECTOR OF THE RUSSIAN FEDERATION

**Bolgov M.V.**[1]

[1] – *Institute of Water Problems of the Russian Academy of Sciences, Russia*

**Abstract** The functioning of the Water Sector of Russia is based on the use of a complex system of technical, administrative, legal methods and models for managing water resources and the state of water bodies, and requires reliable hydrometeorological support. This provision is not always sufficient, therefore, it is necessary to improve and develop both monitoring and forecasting systems, and a wide range of studies and generalizations of a regional nature, revision of the regulatory framework of engineering hydrology, development of new approaches to management based on risk assessments, etc.

# ФОРМИРОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТНОГО ТЕХНОГЕННОГО СТОКА В АКВАТОРИЮ АРКТИЧЕСКИХ МОРЕЙ

**Бродская Н.А.[1], Прокофьева Т.И.[1], Мохнач М.Ф.[1]**

*[1] – Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия.*

Одним из основных путей поступления в Арктику загрязняющих веществ является перенос по транзитным рекам с сопредельных с Арктикой территорий. Функционирование границы океан - суша изменяется во времени и пространстве. Через участки её разрыва (устья рек) происходит более или мене равномерный выброс воды в океан, на фоне которого периодически возникают значительно более интенсивные выбросы от источников техногенного загрязнения рек, влияющих на экологическое состояние, ионный и солевой сток.

Нами рассмотрена характеристика водных ресурсов и водного баланса по бассейнам наиболее крупных рек, впадающих в Белое, Баренцево, Карское, море Лаптевых, Восточно-Сибирское и Чукотское моря. Но наиболее обеспечена фактическим материалом территория Карелии и формирование стока в Белое и Баренцево моря.

Три реки, Кемь, Выг и Ковда, крупнейшие в бассейне и в Карелии, занимают более 20000 км2 (свыше 74 % территории Беломорского бассейна, 75 % от общего речного стока). Эти реки имеют площадь водосбора соответственно – 28200 км2, 27200 км2, 26100 км2. С территории Карелии в Белое море впадает 56 рек, из них западного района 27 рек протяженностью от 25 км и более. Реки южной Карелии имеют сток в Балтийское море и направлены в сторону двух больших впадин, занятых Ладожским и Онежским озерами. Реки с территории Карелии в Белое море имеют среднегодовой модуль стока 8-15 л/с с 1 км2, с озерностью 10 % и болотами до 30 %. Наличие болот и озер влияет на сток рек, характеризующийся высокой естественной зарегулированностью ($\varphi$ =0,6 - 0,8), [1].

Реки региона служат приемниками сточных вод [2]. В реку Ковда сбрасываются сточные воды ГОКа "Карелслюда" объемом 487 тыс.м3, причем без очистки [2]. Со стоками вносится органических веществ – 28 т, минеральных – 300 т, взвешенных – 160 т, азот, фосфор, тяжелые металлы. Река Кемь принимает сточные воды Юшкозерского КЛПХ и коммунально-бытовые стоки пос. Калевала – 120 тыс.м3, с которыми поступает ежегодно 77 т растворенных и 76 т взвешенных веществ, Костамукшский район загрязняет озерно-речную систему Кенто-Куйто сульфатами, азот-аммонийными веществами, калием. Суммарный химический сток промышленных и коммунальных производств экорегиона составляет 53% всех минеральных веществ, поступающих в водотоки и водоемы республики, в том числе сульфатов 86 %, хлоридов 50 %, 91 % специфических загрязняющих веществ (сероорганические соединения и сероводород, тяжелые металлы, нефтепродукты, фенолы, метанол, фториды и др.).

Формирование сточных вод и загрязнение водотоков рассмотрено на примере Костамукшского горнорудного узла на базе месторождения магнетитовых кварцитов, наиболее крупного среди железорудных месторождений Западной Карелии.

В карьерных водах отмечается превышение ПДК по SO4 в 3-7 раз, N-NH4 – в десятки и сотни раз.

Все карьеры месторождения, озерно-речная сеть, хвостохранилище и накопители сточных вод взаимосвязаны и представляют собой единую водную систему.

Оценка загрязненности техногенных вод (индекса загрязнения воды, ИЗВ) проведена нами по шести показателям – содержанию O2, Li, NO3-, K, SO42- и величины БПК5 с учетом региональных и общероссийских ПДК, согласно методическим рекомендациям.

Значения ИЗВ превышают 1 (по региональным ПДК) и до 10 (по локальным ПДК). Воды загрязненные поступают в реку Кемь, формируют специфический техногенный состав. Выявлено, что наиболее загрязненными оказались рудничные воды и воды, связанные с хвостохранилищем: в прудке хвостохранилища и фильтрационные.

Следует отметить, опробование производилось в весенний период [3]. С одной стороны, происходит в этот период разбавление талыми водами речных, а с другой – загрязнение донными осадками, выносимыми в речную сеть из озер. Данные по скважинам, свидетельствуют о направленности подземного стока от хвостохранилища к действующим карьерам, где происходит смешение поверхностных и подземных вод.

Кроме Костамукшского рудного узла, на природные водные объекты большое влияние оказывают другие крупные промышленные предприятия, например Сегежский ЦБК, Надвоицкий алюминиевый завод (НАЗ). Анализ водных проб убедительно доказывает это. Способ поступления – сточные воды. Для целлюлозно-бумажного производства характерны следующие вещества: фенол, метанол, лигнин и др. Они частично скапливаются в придонном слое озера, но основная их масса транспортируется течениями из северной части озера Выгозера через Майгубский канал, Ондское водохранилище, озеро Воицкое и реку Нижний Выг в Белое море. Для НАЗа характерен мощный техногенный поток тяжелых металлов, фтора, сконцентрировавшийся в окрестных водоемах закрытого типа.

В заключение рассмотренных материалов можно характеризовать поверхностный сток с Западной территории в бассейн Белого моря как загрязненный.

**Литература**

1. Ресурсы и геохимия подземных вод Карелии. А.В.Иешина, И.К. Полевов и др. Под ред. В.С.Самариной. Петрозаводск: Карельский филиал АН СССР, 1987. 151 с.
2. Экологическая ситуация в Карелии. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 1993. 208 с.
3. мониторинг водных объектов Костамукши (система рек Кенти, Толлайоки и Корпангийоки) КарНЦ РАН. 2007. 29 с.

# СОВРЕМЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ЛЕДОВОГО РЕЖИМА РЕК АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ РОССИИ И ЕГО ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ В XXI В

**Василенко А.Н.[1], Агафонова С.А.[1], Фролова Н.Л.[1]**

*[1] – МГУ им. М.В. Ломоносова, Географический факультет, кафедра гидрологии суши, Москва, Россия, saiiiia24@mail.ru*

**Аннотация**. Рассмотрены современные сроки наступления различных фаз ледового режима рек, показано смягчение ледового режима на всей рассматриваемой территории в последние десятилетия. Получены оценки дальнейшего смягчения ледового режима.

Ключевые слова: лед, ледовый режим рек, изменения климата, оценки будущих изменений ледового режима

Благодаря географическому положению России в северной части Евразии ледовые явления и ледяной покров характерны для абсолютного большинства рек на ее территории как минимум на протяжении одного месяца в году. На реках, протекающих севернее 60°с.ш., ледовые явления наблюдаются гораздо более продолжительное время. Ледовый режим рек должен учитываться при анализе гидрологических процессов, протекающих на реках, при хозяйственном освоении территории, в связи с тем, что ряд ледовых процессов представляет опасность для населения и экономики бассейнов рек.

Формирование ледовых явлений в значительной степени обусловливается ходом метеорологических характеристик. В первую очередь – температурой воздуха. Наблюдающееся в последние десятилетия глобальное потепление климата, особенно сильно проявившееся в Арктике [2], не могло не привести к изменениям ледового режима рек этого региона. В условиях значительных перспектив освоения ресурсной базы арктических территорий исследование изменений ледового режима приобретает высокую значимость.

Оценка изменений проведена по данным 128 гидрологических постов, расположенных по всей Арктической зоне. Выполнено сравнение средних сроков наступления различных фаз ледового режима в период 1961-1990 гг. (предыдущий базовый период климата), 1981-2010 гг. (современный базовый период климата), а также периода 1981-2016 гг., включающего наиболее современные данные о ледовом режиме рек.

Сравнения показали, что повсеместно появление льда на реках происходит с конца сентября (Таймыр и Чукотка) по середину ноября (Карелия), в последние десятилетия наблюдается смещение даты появления льда к концу календарного года на 1-4 дня в азиатской части арктической зоны и до 7-10 дней на севере Европейской территории России (ЕТР).

К более поздним срокам сместилась и дата установления ледостава (как сплошного, так и несплошного). Величина изменений на севере ЕТР составляет 3-5 дней, на севере Азиатской части России – 1-2 дня. Установление ледостава наблюдается в современных условиях с начала октября до начала декабря. Волна замерзания распространяется от Чукотки и Таймыра на запад до Уральских гор в последней декаде сентября-первой и второй декадах октября. С середины октября

ледовые явления наблюдаются на реках севера ЕТР, Кольского полуострова и Карелии. Ледостав устанавливается к концу ноября.

Волна вскрытия распространяется в обратном направлении с середины апреля в Карелии и до конца июня на Таймыре. Большинство рек севера ЕТР, Кольского полуострова и Карелии полностью очищаются ото льда к середине-концу мая. Реки севера Сибири очищаются в начале-середине июня. На конец мая-начало июня приходится очищение рек Чукотки. Позже всего очищаются реки полуострова Таймыр. Сроки очищения рек ото льда в последние десятилетия смещаются на более ранние на 1-4 дня на Чукотке, на 1-2 дня на севере Якутии и Сибири и на 3-7 дней на Севере ЕТР. При этом ледоход на большей части рек непродолжителен и составляет от 1 до 3 дней, лишь на больших реках он продолжается более недели. На многих арктических реках в последние десятилетия увеличилась повторяемость заторов льда, хотя на части рек, в основном сибирских, они стали происходить реже.

Отдельно стоит отметить, что при введении в расчет новейших данных наблюдений за ледовым режимом (до 2016 г.), наблюдается некоторое усиление тенденций сокращения периода с ледовыми явлениями. При сравнении средних сроков наступления фаз ледового режима в периоды 1961-1990 гг. и 1981-2016 гг. изменения на 1-2 дня (в сторону более поздних сроков) отмечаются на 50% гидрологических постов в период замерзания и на такое же количество дней в сторону более ранних сроков на более чем 70% постов в период очищения ото льда.

В соответствие с нашими расчетами в середине XXI в. (2041-2060 гг.) при условии реализации сценария изменения климата RCP8.5 период с ледовыми явлениями может сократиться на севере ЕТР практически вдвое, и на 3-4 месяца в азиатской части арктической зоны России.

Появление льда на реках севера ЕТР может происходить во второй половине ноября (третья декада октября в современных условиях), причем на Кольском полуострове появление ледяных образований может сместиться на более поздние сроки, по сравнению с регионом Севера. При увеличении стока рек в осенние месяцы на 50% на Кольском полуострове даты появления льда могут сместиться на первую декаду декабря. На севере ЕТР возможный рост водности не сказывается на прогнозных оценках.

Замерзание рек в будущих климатических условиях будет происходить во второй декаде ноября (как и в современных условиях) при отсутствии изменений стока воды. Смещение на более поздние даты может иметь величину от 10 дней до 3 недель. Наиболее поздние даты, также, как и в случае оценок дат появления льда, будут наблюдаться на Кольском полуострове. Увеличение стока на 50% может повлечь еще большее смещение сроков замерзания: на 3 недели-месяц с большим ростом на севере.

Начало ледохода оценивается на период конца марта – первой половины апреля. То есть при отсутствии увеличения стока наблюдается смещение на более ранние даты на 25-40 дней на севере ЕТР и Кольском полуострове соответственно, а при росте стока на 50% смещение увеличивается ещё на 3-4 дня. Близкие по величине оценки получены и для дат очищения ото льда.

Исследование выполнено при финансовой поддержке проекта РФФИ № 18-05-60021-Арктика

**Литература**

1. Faye Ellen Hicks, An Introduction to River Ice Engineering: For Civil Engineers and Geoscientists, Create Space Independent Publishing Platform, 2016

2. IPCC (2013). Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change / Edited by T. F. Stocker, D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S. K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P. M. Midgley. — Cambridge University Press. Cambridge, United Kingdom and New York, USA. 2013. 1535 p

# CURRENT CHANGES OF RIVER ICE REGIME OF RUSSIAN ARCTIC ZONE AND IT PROBABLE CHANGES DURING THE 21ST CENTURY

**Vasilenko A.N.[1], Agafonova S.A.[1], Frolova N.L.[1]**

*[1] – Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Land Hydrology, Moscow, Russia, saiiiia24@mail.ru*

**Abstract**. Dates of occurring different ice events are discussed. The mitigation of ice regime of rivers takes place during past decades all around the Arctic zone of Russia. Evaluations of ice regime characteristics reveal extension of mitigation during the 21st century.

Key words: freshwater ice, ice regime of rivers, climate changes, evaluations of future ice regime

# ПРИЧИНЫ И ПОСЛЕДСТВИЯ ПАВОДКА 2018 Г. В ЗАБАЙКАЛЬСКОМ КРАЕ

**Верхотуров А.Г.**[1]

[1] – *Забайкальский государственный университет, г. Чита, Россия, weral0606@yandex.ru*

**Аннотация.** В июле 2018 г. после длительного многолетнего засушливого периода в Забайкалье выпало 371 % от нормы осадков. Избыточное увлажненение грунтов, особенности рельефа местности, состава отложений – вот причины активизации эрозионных процессов, оползней, селей.

Ключевые слова: эрозионный процесс, осадки, оползень, сель.

Своевременное обеспечение гидрометеорологической информацией органов управления является одной из актуальных задач, в связи со значительным сокращением в 90-е годы сети гидрологических постов на реках Забайкальского края.

В июле 2018 г. после длительного многолетнего засушливого периода в г. Читае выпало 371 % от нормы осадков, которая для июля составляет 90 мм, фактически выпало 334 мм [2]. Общее количество осадков в период с мая по сентябрь составило 582 мм, что значительно выше, чем в многоводные 1937, 1947, 1990 гг., когда их количество за тот же период не превышало 450-475 мм [1].

Интенсивные ливни в Центральном Забайкалье отмечены 7 и 18 июля 2018 г., когда их интенсивность составила соответственно 59 и 53 мм/сут. (рис. 1).

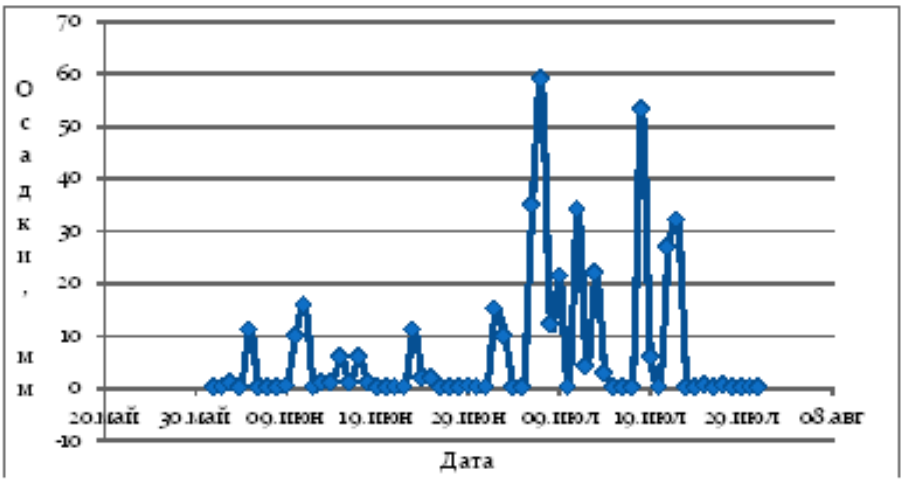



Рис. 1. Интенсивность осадков в г. Чите в июне-июле 2018 г.

Подтопление населённых пунктов в крае началось 8 июля из-за сильных дождей. Сильнее остальных пострадал город Шилка, где паводок повредил или уничтожил шесть мостов и подтопил 560 домов. В зону эвакуации попали 2 тысячи жителей. В эти же дни паводковая ситуация сложилась в Тунгокоченском, Нерчинском и Читинском районах. Информация о возможности дальнейшего подъёма уровня воды в реках обусловил то, что с 9 июля по всей территории в Забайкальском крае из-за паводков был введен режим ЧС. В Карымском районе произошел размыв дороги на 71 и 90 километрах трассы Дарасун – Солнцево. В Нерчинском районе были размыты подъезды к селам Илим, Зюльзя, затоплены дороги в Тунгокоченском районе, нарушен проезд к населенным пунктам Верх-Усугли и Вершино-Дарасунское. В г. Чита из-за подтопления было перекрыто движение под железнодорожным мостом, изменена

схема организации дорожного движения в прибрежной части. Под угрозой подтопления оказались сёла Бургень, Шишкино и многочисленные дачные кооперативы в Читинском районе. Жителям сёл предложили на один-два дня покинуть свои дома

9 июля рухнул в реку железнодорожный мост в Шилкинском районе Забайкальского края р. Кия. Интенсивные ливни в г. Чита, последовавшие один за другим через 11 дней, привели к тому, что 14 июля в г.Чите вода повредила одну опору и были разрушены два пролёта моста через р. Чита. Последствия от паводка в г. Чите были бы катастрофическими, если бы не защитная дамба по обеим берегам вдоль русла р. Чита, построенная в 2008 г. в пределах городской черты

После ливней 19 июля резко активизировались склоновые процессы, начали разрушаться горные участки дорог из-за схода оползней и небольших селевых потоков. Так 26 июля сошёл оползень, обрушивший 60-метровый участок дороги до Высокогорья, полностью отрезав спорткомплекс от г. Читы. Под действием силы тяжести водонасыщенные массы грунта сползли вниз по склону [1].

Близкий по типу оползень сформировался 25 июля на склоне в районе 17 км трассы «Амур». Водонасыщенные пески начали сползать по коренным выветрелым магматическим породам, увлекая за собой почвенный покров и деревья. Оползень на участке пересечения с дорогой, после дополнительного увлажнения грунтов, за счёт воды скопившейся в кюветах, приобрёл характер селевого потока и устремился вниз в долину ручья.

Основными ущербообразующими факторами в Забайкальском крае в июне-июле 2018 г. явились: размыв и подмыв берегов рек, опор мостов, автомобильных и железных дорог; сели, суффозия, оползневые явления. В результате аномальных осадков были разрушено и повреждено: 36 мостов, 182 км автомобильных дорог регионального и местного значения, 49 водопропускных труб. Затраты на ликвидацию последствий ЧС, связанных с экзогенными процессами, по предварительным подсчетам превысят 1 млрд рублей. Только на выплаты пострадавшим от паводка затрачено более 382 млн руб. Значительный материальный ущерб от паводка и сопутствующих экзогеннных процессов в Забайкальском крае во многом связан с игнорированием (в межпаводковый период) застройщиками требований к защите сооружений от подтопления и затопления. Паводок 2018 г. на р. Чита можно считать историческим – 1 % обеспеченности. Мосты и водопропускные трубы были построены из расчета прохождения меньших расходов воды.

Наряду с аномальными осадками свою роль сыграли и другие природные факторы. В предшествующий межпаводковый период продолжительностью около 8 лет длительное понижение уровней грунтовых и надмерзлотных вод привело к активизации лесных пожаров и, как следствие, к уничтожению значительных площадей почвенного покрова, способного удерживать большое количество выпадающих атмосферных осадков и отчасти к деградации многолетнемерзлых пород. Это привело к быстрому насыщению влагой толщ дисперсных грунтов, изменению напряженного состояния пород на склонах и их сдвижению. Быстрый подъём уровней грунтовых вод обусловил и дополнительное питание поверхностных водотоков.

Отсутствие заблаговременного предупреждения об опасности подтопления значительных территорий Забайкальского края не позволило своевременно и в полном объёме осуществить функции, возложенные на представителей МЧС и местные администрации. Для своевременного оповещения необходимо в ближайшее время расширить сеть гидрологических постов на водотоках опасных в отношении паводков для населенных пунктов.

Резкий подъём уровней и значительное пополнение запасов подземных вод зимой 2018-2019 гг. привели к интенсивному развитию процессов пучения и наледеобразования во многих районах Центрального Забайкалья.

**Литература**
1. Верхотуров А.Г. Активизация экзогенных процессов в Забайкалье как следствие аномальных ливней, дегадации криолитозоны и техногенеза // Кулагинские чтения: техника и технологии производственных процессов: XVIII Междунар. Науч.-практ. Конф.: часть 2. Чита: ЗабГУ, 2018. – С. 14-20.
2. http://www.pogodaiklimat.ru

# CAUSES AND CONSEQUENCES OF THE 2018 FLOOD IN THE TRANS-BAIKAL TERRITOR

**Verkhoturov A.G.[1]**

[1] *Transbaikal State University, Chita, Russia, weral0606@yandex.ru*

**Abstract.** In July 2018, after a long multiyear arid period, 371% of the average precipitation fell in Transbaikalia. Excessive wetting of soils, features of the terrain, composition of sediments – these are the reasons for the intensification of erosion processes, landslides, mudflows.

Keywords: erosion process, sediments, landslide, mudflow.

# ОЦЕНКА ПРИМЕНИМОСТИ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ КРАТКОСРОЧНОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РАСХОДОВ ВОДЫ

**Викторова Н.В.[1], Эспития С.Э.Ф.[2]**

*1 – Российский государственный гидрометеорологический университет (РГГМУ), г. Санкт-Петербург, Россия, nata_vic@mail.ru*
*2 – г. Богота, Республика Колумбия*

**Аннотация.** Рассматриваются различные методики краткосрочного прогнозирования расходов воды, основанные на математических моделях формирования стока. Представлен критический анализ методик, выполненный на основе апробации моделей при прогнозах стока рек Колумбии.

Ключевые слова: математические модели формирования стока, ежедневные расходы воды, краткосрочные прогнозы.

Комплексное использование водных ресурсов невозможно без заблаговременного предсказания расходов воды. Особое значение имеют краткосрочные прогнозы стока, так как они определяют управление водными ресурсами в оперативном режиме. В настоящее время разработано довольно много подходов и моделей, которые позволяют осуществлять прогнозы с различной заблаговременностью. Существующие модели можно классифицировать по различным признакам: а) на основе географического и временного масштаба, когда модели могут быть сосредоточенными или распределенными в пространстве или по времени; б) на основе способа описания происходящего процесса, когда модели либо физически описывают процесс, либо представляют из себя «черный ящик»; в) на основе математических методов, когда модели представляются в виде динамических или стохастических уравнений [1]. Выбор прогностической модели определяется целым рядом факторов [2], в числе которых выступает наличие исходной гидрометеорологической информации, требования к заблаговременности и точности представления результатов.

В докладе представлены результаты сравнительного анализа российских и зарубежные моделей (GR4J (Франция), Tank (Австралия), AWBM (Австралия), Sacramento (США) и другие) [3, 4], используемых при краткосрочном прогнозировании. Апробация моделей осуществлялась при прогнозах ежедневных расходов рек Республики Колумбия. Реки страны характеризуются сложным гидрологическим режимом, который определяется как специфическими физико-географическими особенностями – горный рельеф, так и климатическими факторами – республика расположена в пределах внутритропической зоны конвергенции.

Выбор оптимальных параметров рассматриваемых моделей проводился с использованием различных алгоритмов оптимизации в зависимости от типа модели. При параметризации использовались данные гидрометеорологических наблюдений последних двух десятилетий.

Оценка эффективности моделей осуществлялась путем проведения серий поверочных прогнозов и оценки полученных результатов с использованием российских и зарубежных критериев качества [5]. На основе проведенного анализа даны рекомендации по использованию моделей, процедуре их параметризации, а также предложены пути улучшения качества прогнозов за счет снижения неопределенности исходных данных при использовании современных методов получения информации.

**Литература**
1. Гайдукова Е.В., Викторова Н.В., Шаночкин С.В. Частично инфинитный метод краткосрочного прогнозирования речного стока // Труды Всероссийской конференции «Гидрометеорология и экология: научные и образовательные достижения и перспективы», 2017. – С. 127–129.
2. Коваленко В.В., Лубяной А.В., Хаустов В.А. Задачи по моделированию гидрологических процессов // Учебное пособие. – СПб.: изд-во РГГМУ, 1998. – С. 29.
3. Эспития Э.С.Ф., Качалова А.Е., Гайдукова Е.В., Викторова Н.В. Краткосрочные прогнозы расходов воды рек Колумбии по математическим моделям // Международный научно-исследовательский журнал, 2017, № 05 (59) Часть 2. – С. 183–189.
4. Эспития С.Э.Ф., Гайдукова Е.В., Коваленко В.В., Краткосрочный прогноз расходов воды на реках Колумбии с использованием фрактальной диагностики // Ученые записки РГГМУ, № 47, 2017. – С. 16–24.
5. Espitia E.F.S., Victorova N.V., Khaustov V.A., Gaidukova E.V. Comparison of two criteria for evaluating the efficiency of short-term runoff forecasting methods // Engineering Studies, T. 10, № 3-2, 2018 – С. 626–633.

# EVALUATION OF THE APPLICABILITY OF MATHEMATICAL MODELS FOR THE SHORT-TERM FORECASTING OF WATER DISCHARGE

**Victorova N.V.[1], Espitia E.F.S.[2]**

*[1] – Russian State Hydrometeorological University (RSHU), Russia, Saint-Petersburg, nata_vic@mail.ru*
*[2] – Bogota, Republic of Colombia*

**Abstract.** Methods of short-term forecasting of water consumption based on mathematical models of flow formation are discussed. A critical analysis of the methods based on the models approbation at the Columbia river flow forecasts is presented.

Key words: mathematical models of flow formation, daily water discharge, short-term forecasts.

# РАСЧЕТ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ЗАРАСТАЮЩИХ РЕК

**Гаврилов И.С.[1], Исаев Д.И.[1]**

*[1] – Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия, i.gavrilov@rshu.ru*

**Аннотация**. Малые, средние, а иногда и большие реки в межень зарастают водной растительностью, которая оказывает значительное дополнительное сопротивление движению руслового потока.

Ключевые слова: гидравлические сопротивления, шероховатость, пульсационные составляющие скорости, зарастание речного русла.

Известно, что одним из факторов формирования максимальных расходов воды на малых и средних реках являются дождевые паводки.

Значительная часть русел таких рек зарастает водной растительностью. Степень покрытия растительностью на Европейской территории Российской Федерации весьма различна, и изменяется от незначительного количества водной растительности по берегам до тотального зарастания русла. Такие разнообразия обусловлены различным термическим режимом водотока, стоком биогенов, интенсивностью руслового процесса, степенью освещенности, естественным химическим составом воды и др. Как известно, растительность является особым и очень сложным видом шероховатости, а это означает, что помимо вышеперечисленных факторов на гидравлические сопротивления потока в зарастающих руслах активное влияние оказывает и тип высшей водной растительности.

На кафедре гидрометрии РГГМУ ведутся исследования особенностей гидравлических сопротивлений зарастающих речных русел. По данным об измеренных расходах воды было установлено наличие циклических колебаний коэффициента шероховатости зарастающих русел с периодом 6-8 лет. Таким образом, нами предлагается вести обеспеченные значения коэффициента шероховатости в определение расчетных уровней воды по формулам равномерного движения с последующим их использованием в расчётах обеспеченных расходов воды дождевых паводков (СП 33-101-2003).

Развитие водолюбивой растительности в речных руслах при определенных условиях является одновременно благоприятным и негативным фактором. В связи с этим особую важность приобретает исследование водного потока в заросшем речном русле.

Для детального изучения скоростного поля в толще водной растительности и особенностей режимов сопротивления при различных объемах заполнения на базе учебных практик в д. Даймище был открыт полигон, на котором производится ежемесячный мониторинг состояния реки с составлением ортофотоплана по снимкам с камеры высокого разрешения. Измеряются расходы воды и уклоны свободной поверхности, ведутся непрерывные измерения уровня воды, температуры воды и воздуха. Производятся регулярные подводные съемки, исследуются турбулентные пульсации в толще растительности. Помимо этого, на экспериментальном полигоне было выполнено изучение водной растительности. В результате этого исследования была составлена карта типов водной растительности, которая насчитывает 14 типов водной растительности.

Выполняемые специальные наблюдения позволят по-новому подойти к оценке сопротивления зарастающих русел.

**Литература**
1. Барышников Н.Б. Гидравлические сопротивления речных русел. – СПб.: изд. РГГМУ, 2003 – 147 с.
2. Барышников Н.Б., Попов И.В. Динамика русловых потоков и русловые процессы. – Л.: Гидрометеоиздат, 1988. – 456 с.
3. Снищенко Б.Ф. Русловые процессы и динамика речных потоков на урбанизированных территориях. – Л.: Гидрометеоиздат, 1989. – 288 с.
4. Клавен А.Б., Копалиани З.Д. Экспериментальные исследования и гидравлическое моделирование речных потоков и руслового процесса. –СПб.: Нестор-История, 2011. – 504 с.
5. Боровков В.С. Русловые процессы и динамика речных потоков на урбанизированных территориях. – Л.: Гидрометиздат, 1989. – 286 с.

# CALCULATION OF THROUGHPUT CAPACITY OVERGROWN CHANNELS

**Gavrilov I.S.[1], Isaev D.I.[1]**

[1] – *Russian State Hydrometeorological University, St.Petersburg, Russia, i.gavrilov@rshu.ru*

**Abstract**. Small, medium, and sometimes large rivers in low water are overgrown with aquatic vegetation, which provides significant additional resistance to the movement of the channel flow.

Keywords: hydraulic resistance, roughness, pulsation component of velocity, overgrowing of river channel.

# ФРАКТАЛЬНЫЕ РАЗМЕРНОСТИ РЯДОВ РЕЧНОГО СТОКА

**Гайдукова Е.В.**[1]

[1] – *Российский государственный гидрометеорологический университет (РГГМУ), г. Санкт-Петербург, Россия, oderiut@mail.ru*

**Аннотация.** Рассчитываются фрактальные (корреляционные) размерности многолетних рядов речного стока, которые необходимы для нахождения оптимального числа фазовых переменных в математических моделях. Построены карты распределения размерностей пространства вложения.

Ключевые слова: математические модели, фрактальная размерность, фазовые переменные, размерность пространства вложения.

Определение фрактальной размерности временны*ы*х рядов необходимо для нахождения оптимального числа фазовых переменных в математической модели.

Фрактальная диагностика основана на методе расчета корреляционной размерности [1]:

$$D = \lim_{r \to 0} (\ln C(r) / \ln r),$$

где $r$ – задаваемое евклидово расстояние, в пределах которого подчитывается число парных точек; $C(r)$ – относительная доля точек, изменяющаяся при изменении $r$. Величина $C(r)$ называется корреляционной суммой (или корреляционным интегралом).

Фрактальные размерности позволяют оценить минимальное число фазовых переменных (целое число, непосредственно следующее за фрактальной размерностью – размерность пространства вложения), необходимое для надежного моделирования и прогнозирования изучаемых процессов.

Были продиагностированы ряды годового стока, минимального летне-осеннего и зимнего стока, максимального стока. Результаты в виде размерности пространства вложения представлены на рис. 1.

Фрактальные размерности рядов годового стока для Восточной Сибири меняются от 0,28 (бассейн р. Лены) до 3,80 (локальные речные бассейны) со средним значением 1,30, для Западной Сибири – от 0,26 до 3,49 со средним значением 1,44, для ЕТР – от 0,49 до 4,80 (бассейн р. Волга) с преобладающим значением 2.

На рис. 1, *а* видно, что б*о*льшая часть рассматриваемой территории имеет размерность пространства вложения равную двум, т. е. помимо стоковой характеристики при моделировании и прогнозировании следует учитывать еще испарение и/или изменение суммарных влагозапасов речных бассейнов [2, 3].

Фрактальная диагностика рядов минимального летне-осеннего стока показала, что дробная размерность для Восточной Сибири меняется от 0,21 (бассейн р. Уссури) до 2,74 (бассейн р. Лена) с преобладающим значением в пределах от 1 до 2. Для Западной Сибири – от 0,18 (нижнее и среднее течение рек Обь и Иртыш) до 2,29 (верхнее течение р. Оби) с преобладающим значением до 1. И для ЕТР – от 0,12 (бассейн р. Печоры) до 4,95 (верхнее течение р. Дона) с преобладающим значением 1,5.

Для рядов наблюдений за минимальным зимним стоком фрактальная размерность в Восточной Сибири меняется от 0,1 (бассейн р. Кан) до 2,70 (бассейн р. Тунгуска) со средним значением 0,95. Для Западной Сибири – от 0,13 до 2,24 с преобладающим значением до 1. И для ЕТР – от 0,12 (запад ЕТР) до 2,67 (бассейн р. Дона) с преобладающим значением 1.

Размерность пространства вложения не превосходит трех для зимнего минимального стока (см. рис. 1, *в*) и для территории Восточной и Западной Сибири для летне-осеннего минимального стока (см. рис. 1, *б*). При этом значительные территории

имеют размерность единица. Это, значит, что для устойчивого описания процесса формирования минимального летне-осеннего стока требуется модель из одного дифференциального уравнения первого порядка. Для территории ЕТР четкой закономерности в распределении размерностей пространства вложения не прослеживается. В некоторых бассейнах размерность вложения достигает пяти для летне-осеннего стока, но значительные территории имеют размерность не более двух.

Фрактальная диагностика рядов максимального стока выявила, что дробная размерность для Восточной Сибири меняется от 0,09 до 1,54 с преобладающим значением в пределах до 1. Для Западной Сибири – от 0,16 до 1,37 с преобладающим значением также до 1. И для ЕТР – от 0,07 до 1,99 со средним значением 0,5.

На рис. 1, *г* видно, что для максимального слоя стока весеннего половодья размерность пространства вложения не превосходит двух. При этом значительные территории имеют размерность единица. Имеются локальные бассейны, для которых размерность пространства вложения равняется двум. В основном эти бассейны находятся в Восточной Сибири и на северо-западе ЕТР. Это, значит, что для устойчивого описания процесса формирования максимального стока в таких бассейнах требуется модель, представляющая собой систему дифференциальных уравнений первого порядка [4] или модель может быть нелинейной.

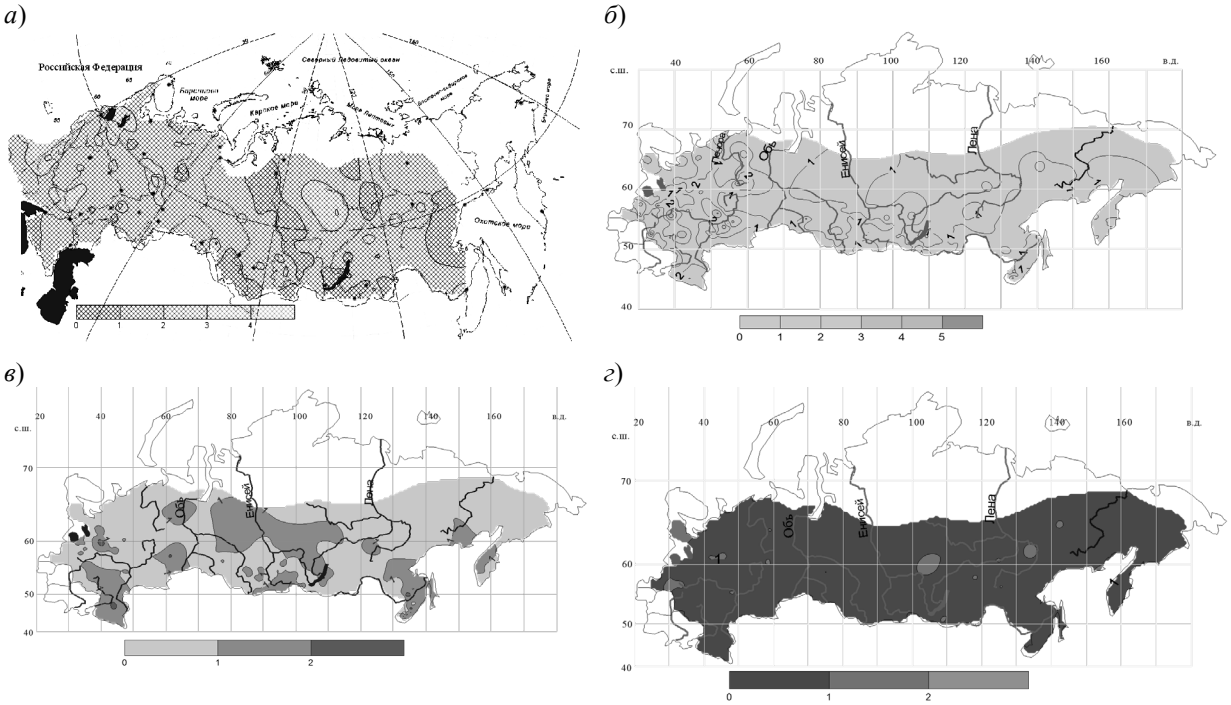



Рис. 1. Карты распределения размерностей пространства вложения для годового (*а*), минимального летне-осеннего (*б*), минимального зимнего (*в*), максимального стока весеннего половодья (*г*).

**Литература**

1. Гайдукова Е.В. Фрактальная диагностика в моделировании гидрологических процессов. – СПб.: Астерион, 2017. – 98 с.

2. Kovalenko V. V., Gaidukova E. V. The phenomenon of nonzero norm of long-term changes in the total water supply in river basins // American Journal of Environmental Sciences, Т. 11, № 2, 2015. – С. 76–80.

3. Бабкин В.И., Постников А.Н. Генезис вод и сток р. Лена в маловодные и многоводные годы // Метеорология и гидрология, № 2, 2004. – С. 96–101.

4. Гайдукова Е.В., Шаночкин С.В., Москалюк М.А. Учет испарения при математическом моделировании речного стока // Ученые записки РГГМУ, № 52, 2018. – С. 79–87.

# FRACTAL DIMENSIONS OF THE RIVER RUNOFF SERIES

**Gaidukova E.V.**[1]

*1 – Russian State Hydrometeorological University (RSHU), Saint-Petersburg, Russia, oderiut@mail.ru*

**Abstract.** The fractal (correlation) dimensions of the multi-year river runoff series are calculated, which are necessary for finding the optimal number of phase variables in mathematical models. The distribution maps of the dimensions of the embedding space are constructed.

Key words: mathematical models, fractal dimension, phase variables, nesting space dimension.

# ОСОБЕННОСТИ ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА ГОРНЫХ РЕК ЮЖНОГО УРАЛА В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

**Горбатенко А.А.[1], Мякишева Н.В.[1]**

*[1] – Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, bixtuw1997@gmail.com*

**Аннотация.** Проведен вероятностный анализ межгодовой изменчивости зарегулированного речного стока верховья р. Уфа с применением теории случайных процессов. Результаты обобщены в терминах вероятностной модели. Оценена регулирующая способность водосбора и техногенных сооружений.

Ключевые слова: речной сток, разномасштабная изменчивость, вероятностный анализ, моделирование, квантильный анализ, случайный процесс

В условиях развития экономики и роста городов в современной России изменение режима водных объектов очевидно. Также наблюдается изменение климатических условий – факторов формирования гидрологического режима. Выявление его особенностей с учетом изменений климата и определение характерных отличий, возникших при антропогенном вмешательстве в данных условиях особенно актуально.

Бассейны рек Ай и Юрюзань, протекающих по западному и восточному склонам Южного Урала и впадающих в реку Уфу, расположены в горно-лесной зоне со сложными гидрогеологическими условиями (наличие карста) на территории Челябинской области и Республики Башкортостан. Эти субъекты являются ведущими в Российской Федерации по уровню промышленного развития, что в существенной мере определяется их мощной минерально-сырьевой базой. Водоснабжение объектов экономики и населения городов производится преимущественно за счет поверхностных вод, естественный режим которых существенно изменен под воздействием водохранилищ сезонного регулирования, прудов и шахт бывших месторождений.

Сочетание естественных и антропогенных факторов формирует специфический режим рек. Временной ход слоя стока р. Ай за период после строительства водохранилищ практически повторяет все особенности временного ряда сумм осадков как по долгопериодной изменчивости, так и по чередованию выделенных циклов. По данным среднегодовых значений имеются согласованные тренды на понижение слоя стока и годовых сумм осадков. Тренд температуры воздуха на повышение имеет обратный тренду слоя стока ход, что логично: чем выше температура, тем больше испарение и меньше доля стока. Тренд снижения стока главным образом сформирован в рядах ежегодных данных за март и июль.

При анализе расходов воды р. Юрюзань в пункте после Юрюзанского пруда наблюдается значимый тренд на снижение стока. Однако квазициклы в расходах воды в пункте после пруда согласуются с квазициклами атмосферных осадков и расходов естественных притоков. Их продолжительность составляет 10-12 лет и они проявляются как периоды локальной нестационарности - повышения и понижения расходов воды в течение 5-6 лет и обусловлен он колебаниями сумм осадков. Для температуры воздуха теплого и холодного периодов характерен тренд на повышение.

Набор основных фаз водного режима и время их наступления отражают свойства рек восточно-европейского типа в соответствии с классификацией Б.Д. Зайкова.

Обобщение результатов анализа временной изменчивости речного стока в терминах вероятностной модели позволило детализировать особенности зарегулированности стока для отдельных месяцев года. Параметры определяются через компоненты матри-

цы внутригодовой и межгодовой изменчивости и характеризуют трансформацию стока в зависимости как от антропогенных, так и естественных факторов.

Сравнение параметров $\varphi_{i1}$ для атмосферных осадков и расходов воды позволяет оценить регулирующую роль водосбора, обусловленную в период летней и зимней межени действием подземных вод, а также неоднородностью гидрогеологических условий бассейна (наличие карста).

Сопоставление результатов анализа речного стока в пунктах, находящихся в естественных условиях и подверженных влиянию техногенных сооружений позволяет оценить по разности параметров внутригодовой изменчивости регулирующую роль антропогенных факторов.

1. Сочетание естественных и антропогенных факторов при формировании водного режима рассматриваемых рек проявляется по-разному. Так, на р. Ай тренды в изменении речного стока в общем соответствуют изменениям климата в бассейне. На р. Юрюзань наблюдается согласованность циклов водности и осадков, но при этом прослеживается тренд на понижение стока, отсутствующий в осадках, что, по-видимому, свидетельствует об антропогенном воздействии.

2. Для уточнения особенностей режима рек и влияния на него факторов естественного и антропогенного характера в закарстованных районах необходима дополнительная информация о гидрогеологических условиях.

**Литература**

1. Ресурсы поверхностных вод СССР. Том 11, Средний Урал и Приуралье [Текст] – Л.: Гидрометеоиздат, 1973 – 848 с.
2. Ресурсы поверхностных вод СССР. Основные гидрологические характеристики. Том 11. Средний Урал и Приуралье, Выпуск 1, Кама – Л.: Гидрометеоиздат, Л., 1967, 1975, 1979.
3. Министерство геологии СССР. Гидрогеология СССР, Том 14, Урал [Текст] – М.: Издательство «НЕДРА», 1972 – 648 с.
4. Государственный водный кадастр. Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши, Том 1, РСФСР, Выпуск 25, Бассейн реки Камы [Текст] – Л.: Гидрометеоиздат, 1988 – 706 с.
5. Гидрологический ежегодник. Бассейн Каспийского моря (без Кавказа и Средней Азии). Том 4. Выпуск 5-7, 1936-80 г.г.; Том 1 Выпуск 25, 1981-1999 г.г. Л., Свердловск, Обнинск.
6. Мякишева Н.В., Речной сток [Текст]// Гидрометеорология и гидрохимия морей. Балтийское море. Гидрометеорологические условия. – СПб.: Гидрометеоиздат, 1994. – Т.III.Вып.1. – С. 196-214
7. Мякишева Н.В., Трапезников Ю.А. Вероятностный анализ и моделирование речного стока водосборного бассейна Балтийского моря [Текст]//Режимообразующие факторы, гидрометеорологические и гидрохимические процессы в Балтийском море – Л.: Гидрометеоиздат, 1988. – С. 16-34
8. Мякишева Н.В., Второва А.И., Горбатенко А.А. Разномасштабная изменчивость водности рек России в современных условиях. I. Южный Урал. Река Ай//Естественные и технические науки, №2, 2018. - С.108-114
9. Мякишева Н.В., Второва А.И., Горбатенко А.А. Разномасштабная изменчивость водности рек России в современных условиях. I. Южный Урал. Река Юрюзань//Естественные и технические науки, №2, 2018.

# THE INTERANNUAL FLUCTUATION OF THE REGULATED RIVER FLOW OF THE UPPER REACHES OF THE RIVER UFA IN MODERN CONDITIONS

**Gorbatenko A.A.[1], Myakisheva N.V.[1]**

[1] – *Russian state hydrometeorological University, Saint Petersburg, Russia, bixtuw1997@gmail.com*

**Abstract.** The probabilistic analysis of interannual variability of regulated river flow Yuryuzan river and Ay river using the theory of random processes is carried out. The results of the analysis are generalized in terms of the probabilistic model. The regulatory capacity of the catchment area and man-made structures is estimated.

Key words: river runoff, multiscale variability, probabilistic analysis, modeling, quantile analysis, stochastic process

# УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ЗАЖОРОВ НА Р. НЕВЕ И МЕТОДИКА ПРОГНОЗА ИХ ХАРАКТЕРИСТИК

**Горошкова Н.И.**[1]

[1] – *ФГБУ «ГГИ», г. Санкт-Петербург, РФ, goroshnat@yandex.ru*

**Аннотация.** Зажоры льда при замерзании р. Нева образуются почти ежегодно и носят иногда катастрофический характер. Сочетание погодных условий осенне-зимнего периода, высота стояния уровня воды Ладоги и морфометрические особенности русла Невы способствуют формированию зажоров на участке Охтинский мост – пос. Понтонный. Подвижки льда при их образовании приводят к повреждению причалов, водозаборов, набережных. Ниже зажора уровень воды понижается, обнажая оголовки водозаборов. Предлагается методика прогноза характеристик зажоров.

За период наблюдений на Неве отмечено более 80 зажорных наводнений, с подъемами уровня до 3,0-3,5 м. Длина зажора составляет от 2 до 16 км, толщина слоя льда – от 1 до 8 м. Отмечаются зажоры продолжительностью более 30 дней. Повторяемость их на участке мост Александра Невского – с. Усть Ижора -65% (рис. 1). Благоприятствуют образованию зажоров высокая водность в период замерзания, большие скорости течения реки, частая смена волн тепла и холода.

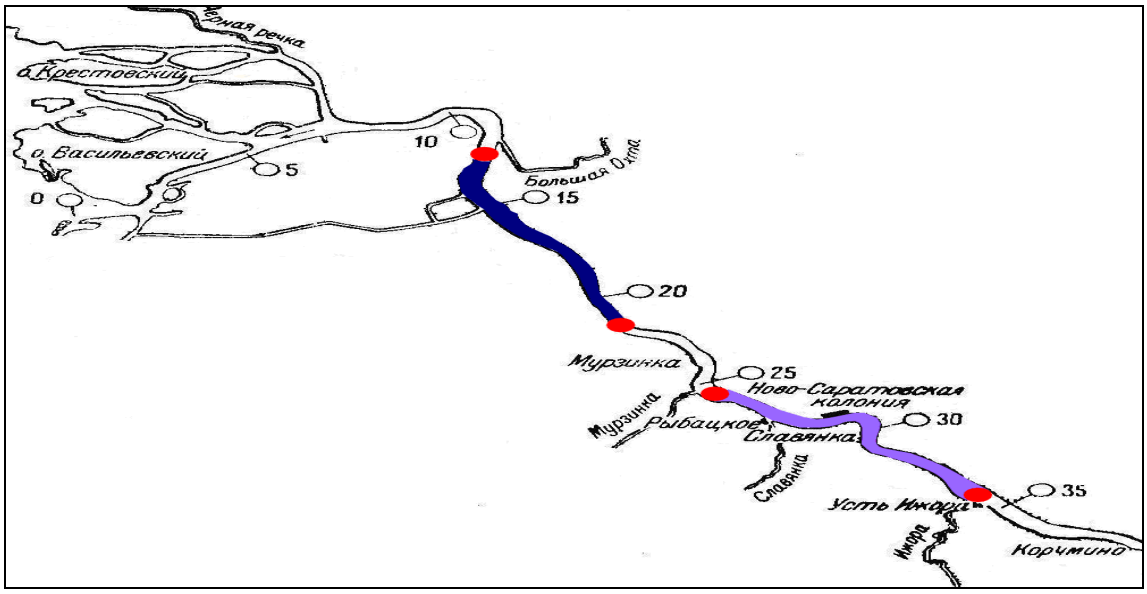



Рисунок 1 - Участки развития зажоров на р. Нева.

Зажор представляет собой скопление мелких льдин настолько прочно смерзшихся, что эта ледяная плотина является нефильтрующей. Максимальные уровни наблюдаются выше головы скопления в зоне подпора, ниже его уровни минимальные.

Зажоры выше Ивановских порогов вызывают уменьшение расходов в Неве до 800 м3/с, уровни воды падают, обнажаются водозаборы. Нарушается нормальная деятельность предприятий и городского хозяйства. Наинизшие уровни наблюдаются в период зимних ледовых явлений.

Формирование зажора и интенсивность его образования зависит от суммы отрицательных температур воздуха, накопленных к началу ледостава в устье Невы и образованию достаточного для замерзания объема льда. Процесс зажорообразования интенсифицируется при резком потеплении, когда температура с 5-7°повышается до 0°.

Восточные и северо-восточные ветры увеличивают силу воздействия на лед в направлении течения и торошение льда у его кромки. При замерзании реки при скорости ветра этих направлений 10-15 м/сек. может произойти срыв кромки льда и отступление ее вниз по реке на 4-6 км, а также дополнительное поступление льда в Неву из Ладоги. Западные и юго-восточные ветры оказывают противоположное действие [1.2].

Для образования зажора необходимо наличие выше кромки устойчивого ледяного покрова непрерывного, сплошного неподвижного или движущегося ковра из несмерзшихся кристаллов шуги и льда. Преобладанию в материале зажора внутриводного льда и шуги способствуют небольшая длина ледообразующего участка Невы и Ивановские пороги – «фабрика» шуги. Устойчивые мощные зажоры наблюдаются только в многоводные годы.

При замерзании Невы в ноябре – январе, расход воды изменяется от 800 до 3800 м/с. Влияние изменения расхода Невы от года к году используется в методиках прогнозов максимальных зажорных уровней.

Зажоры образуются не только у моста Петра Великого, Финляндского железнодорожного моста и в Кривом колене, но и там, где из-за ослабления мороза кромка ледостава двигалась медленно, и под ледяной покров уносилось много льда.

Прогноз максимальных зажорных уровней и сведения о толщине скоплений льдин и шуги и их физико-механических характеристиках необходимы для предприятий и организаций, имеющих водозаборные сооружения или ведущих строительные работы в русле и на берегах реки.

По интенсивности и повторяемости зажоров на р. Нева можно выделить два участка: 1) от устья до моста Александра Невского, 2) от моста Александра Невского до устья реки Ижоры (34,2 км от устья). На первом - преобладающее влияние на уровень воды, скорость течения и другие гидравлические характеристики оказывает Финский залив, а втором – Ладожское озеро. Накануне и во время зажоров река на первом участке часто находится в зоне подпора залива. На втором участке зажоры имеют место при большом расходе воды в период замерзания Невы.

Зажоры льда образуются на участках с повышенным уклоном водной поверхности. Река Нева имеет три перелома продольного профиля. Первый - ниже г. Петрокрепость на 70-м км от устья, второй – ниже г. Отрадный на 45-м км, наконец, третий – выше моста Александра Невского на 15 км.

Главные исходные параметры методики расчёта характеристик зажоров льда - уровни воды на гидрологических постах Новосаратовка и Петрокрепость. Для краткосрочного прогноза толщины зажорных скоплений льда на Неве у Новосаратовки необходимо иметь графики с кривыми $Q = f(Z)$, $h = f(Z)$, $B = f(Z)$ и $\eta = f(\theta)$ и значение коэффициента шероховатости русла $(n_p)$ [3]. Выпуск прогноза приурочен к первому дню устойчивого среднего или густого ледохода (шугохода). При перерыве в ледоходе из-за потепления, прогноз составляется в первый день каждого нового ледохода. *Исходные данные:* уровень воды Невы у Петрокрепости на дату выпуска прогноза и температура на 5 суток вперед по метеопрогнозу. Далее последовательно рассчитываются: дата зажора, расход воды на дату зажора, максимальный зажорный уровень воды, толщина скопления шуги и льдин. Средняя заблаговременность прогноза равна 5 суткам.

Разность максимального зажорного уровня и толщины скопления дает высотную отметку нижней поверхности льда, что важно для оценки опасности разрушения льдом оголовков водозаборных сооружений.

Потепление климата приводит к изменению характеристик зажоров, их повторяемости и величине максимальных уровней.

**Литература**
1. Бузин В.А. Зажоры и заторы льда на реках России. СПб, 2015, 240 с.
2. Нежиховский Р.А. Вопросы гидрологии Невы и Невской губы – Л., Гидрометеоиздат, 1988, 224 с.
3. Бузин В.А. Методы прогноза заторных и зажорных явлений. – Труды V гидрологического съезда, 1989, т. 7, с. 312-319.

# THE CONDITIONS OF FORMATION OF DAMPS ON THE NEVA RIVER AND THE METHOD FOR PREDICTING THEIR CHARACTERISTICS

**Goroshkova N.I.**[1]

*1 – State Hydrological Institute (SHI), Russia. St.Petersburg, goroshnat@yandex.ru*

**Abstract.** When the Neva River freezes, damps are formed almost every year, and sometimes they are catastrophic. Combination of autumn-winter weather conditions, height of the Ladoga water level and morphometric characteristics of the Neva River channel contribute to the formation of ice jams in the area between Okhtinsky bridge and Pontonny township. Movement of ice during their formation leads to damage to berths, water intakes and embankments. Lower ice jam, the water level goes down exposing the water intake. A method for predicting the damps characteristics is proposed.

# КОГДА ОБЪЕКТ ПЕРЕСТАЕТ БЫТЬ ВОДНЫМ

**Гуревич Е.В.**[1]

[1] – *Государственный гидрологический институт, Санкт-Петербург, Россия, gewita@yandex.ru*

**Аннотация.** Предметом исследования являлись западины в междуречье р. Енисея и Абакана. Закольматированные западины в виде бессточных такыровидных солончаков в зависимости от размера и количества влаги в различные периоды времени обладают двумя видами водного режима – водоема и почвогрунтов.

Ключевые слова. Водоем, почвогрунты, водный режим.

В настоящее время возникает много спорных ситуаций по вопросу отнесения малых географических объектов к водным объектам. Что объясняется несовершенством терминологического аппарата в связи с многоаспектностью классификации водного объекта. В Водном кодексе РФ отражены обязательные признаки поверхностного водного объекта, которые характерны для водоемов крупного и среднего размеров, а также выражены на некоторых малых объектах. Но существуют земноводные объекты переходного типа, которые имеют обязательные юридические признаки водного объекта (сосредоточение воды, признаки водного режима), но по дополнительным признакам они таковыми не являются.

Летом 2018 года было выполнено натурное обследование территории разработки лицензионного участка Аршановский-I Бейского каменноугольного месторождения в Хакасии. Спорная ситуация возникла по вопросу отнесения к категории водоемов небольших отрицательных форм рельефа по признаку временного скопления воды в них.

На территории распространены различные по размерам неглубокие плоскодонные депрессии – западины. Отмечается два вида таких западин – задернованных (незакольматированных) и незадернованных (закольматированных). Незадернованные западины – это такыровидные солончаки. Ложе такой западины полностью сложено уплотненным глинистым материалом. Глубина трещин усыхания достигает 18 см. В условиях наличия водоупорного слоя здесь реализуется застойно-выпотной тип водного режима почв: периодически застойный тип водного режима почв во влажный отрезок времени и вытопной режим при дефиците влаги. Поверхностный слой задернованных западин сложен мелкозернистыми песками и супесью. Структура почвенного горизонта позволяет быстро проникать влаге в грунт, а отсутствие водоупорного слоя не позволяет воде аккумулироваться. Такие условия соответствуют промывно-выпотному водному режиму почв - периодически промывному типу водного режима почв во влажный отрезок времени и вытопному режиму при дефиците влаги [1]. В незакольматированныхзападинах вода не скапливается.

Закольматированные западины в виде бессточных такыровидных солончаков в зависимости от размера и количества влаги в различные периоды времени обладают двумя видами водного режима – водоема и почвогрунта. Эта двойственность заключалась в самом предмете исследования: в одном случае природный объект является водоемом, во втором – почвенным горизонтом.

Малым западинам свойственен водный режим почвогрунтов, так как они не могут собрать достаточное количество воды при интенсивном испарении и насыщении слоя, и поэтому не успевают приобрести признаки водоема. Длительное отсутствие воды даже в закольматированных микропонижениях небольших размеров и их быстрое обезвоживание, являются свидетельствами выпотного типа водного режима почв. С увеличением размера западины возрастает и ее водовмещающий объем, на короткое

время (обильный дождевой приток, относительно большие влагозапасы в снежном покрове) может произойти задержка воды из-за наличия водоупорного слоя, что характеризует застойный тип водного режима почв. И в этом объекте на водный режим почвы накладывается водный режим водоема, но при доминировании почвенного водного режима из-за засушливых условий данной местности.

При увеличении потенциального водовмещающего объема в более крупных закольматированных западинах водное зеркало сохраняется на более длительный срок. И в этом случае водный режим водоема доминирует над водным режимом почвы.

**Литература**

1. Шишов Л.Л., Тонконогов В.Д., Лебедева И.И., Герасимова М.И. Классификация и диагностика почв России – Смоленск: Ойкумена, 2004. 341 с.

## WHEN THE OBJECT CEASES TO BE WATER

**Gurevich E.V.[1]**

[1] – *State hydrological Institute, St. Petersburg, Russia, gewita@yandex.ru*

**Annotation.** The subject of the study was the Westerners between the Yenisei and Abakan rivers. Scolytinae pits in the form of a closed takyr the salt marshes depending on the size and the amount of moisture in the different time periods have two types of water regime of the pond and soil.

Keyword. Water, soils, and water regime.

# РАСЧЁТ МАКСИМАЛЬНЫХ УРОВНЕЙ ВОДЫ НЕИЗУЧЕННЫХ ОЗЁР НА ПРИМЕРЕ ВОДОЁМОВ СЕВЕРО-ЗАПАДА РФ

**Давыденко Е.В.[1], Сикан А.В.[1]**

*[1] – Российский государственный гидрометеорологический университет, г. Санкт-Петербург, Россия, davydenko91@mail.ru*

**Аннотация.** В работе приведены результаты анализа временных рядов характерных уровней озер и полученные зависимости для выделенных районов.

Ключевые слова: озеро, амплитуда, максимальные уровни, уровенный режим, морфология.

При использовании озер в народном хозяйстве часто приходится сталкиваться с необходимостью определения максимальных значений уровней воды озера, различной обеспеченности. Расчет основывается на статистических характеристиках имеющихся рядов. Поэтому исследование этих характеристик, установление физических причин, обусловливающих закономерности их изменений, является актуальной задачей. К числу таких характеристик следует отнести основные параметры, определяющие кривую распределения и структуру ряда: дисперсию, ассиметрию, среднее значение, коэффициент автокорреляции. Одновременно следует установить степень стационарности и случайности рассматриваемых совокупностей, выявить наличие циклических колебаний, оценить их периоды, амплитуды, определить тенденцию изменения уровней и др.

Основное внимание в решении сформулированной проблемы связано с уровенным режимом озер как интегральным показателем состояния изменчивости их водного баланса.

В своде правил по проектированию и строительству СП 33-101-2003 «Определение основных расчетных гидрологических характеристик» в главе 7 для ориентировочных расчетов наивысших уровней воды проточных озер в зоне избыточного увлажнения используют зависимость (1)

$$\bar{\Delta}H = \beta(A/\Omega)^{0.5}, \quad (1)$$

где $\overline{\Delta}H$ - средний многолетний весенне-летний подъем уровня воды в озере над порогом стока, см;

$A$ - площадь водосбора озера, км;

$\Omega$ - площадь зеркала озера, км;

$\beta$ - коэффициент, определяемый по данным наблюдений на соседних озерах с близкими соотношениями морфометрических характеристик и режимом стока из водоема.

Переход от среднего многолетнего подъема уровня к подъему расчетной вероятности превышения производят по кривым обеспеченности с параметрами, установленными по данным наблюдений на соседних, изученных и морфологически однотипных озерах. Для Кольского полуострова и Карелии $\beta$ принимают равным 20, для озер северных и центральных областей европейской территории России - 32.

Согласно исследованию А.М. Догановского, предполагается, что котловины одного и того же происхождения, примерно одинакового времени эволюции должны иметь близкие относительные размеры. Например, котловины тектонического происхождения более глубокие, чем котловины ледникового происхождения и т. п. при одинаковых $\Omega$. Анализ полученных материалов позволил на территории Северо-Запада РФ установить четыре района, для каждого из которых свойственны достаточно тесные

зависимости $V=f(\Omega)$ (где $V$ – объем озера). Выделенные районы в основном соответствуют областям распространения котловин одинакового происхождения.

В качестве объекта исследования были выбраны озёра, расположенные на территориях Карелии, Ленинградской, Новгородской и Псковской областей. Для анализа многолетних колебаний уровня исследуемых озёр использовались ряды среднегодовых, максимальных и минимальных годовых уровней воды, ряды годовых амплитуд уровня, а так же морфометрические характеристики озёр и их водосборов. Для анализа использовались ряды за период с середины XX века по 1916 год.

В ходе работы были построены и проанализированы хронологические графики хода характерных уровней воды, а так же интегральные кривые для выявления дат нарушения условий формирования уровенного режима в результате природного или антропогенного влияния на водоёмы. После чего проводилось исследование рядов на однородность, стационарность и рассчитывались статистические характеристики всех рядов.

Следующим этапом работы было построение для каждого из выделенных районов зависимостей статистических характеристик исследуемых рядов от морфометрических характеристик озер и их водосборов. Анализ полученных результатов в частности показал, что параметры зависимости (1) значительно отличаются от параметров рекомендуемых СП 33-101-2003 для этих регионов.

**Литература**

1. А. М. Догановский. Уровенный режим озер – интегральный показатель климатических и экологических изменений. // Научно-теоретический журнал «Общество, среда, развитие» № 1, 2007 год, с 103–110

2. Сикан, А.В. Методы статистической обработки гидрометеорологической информации [текст] /А.В.Сикан. – СПб: изд. РГГМУ, 2007. – 279 с.

3. Свод правил по проектированию и строительству СП 33-101-2003 «Определение основных расчетных гидрологических характеристик»

# CALCULATION OF MAXIMUM WATER LEVELS OF UNEXPLORED LAKES ON THE EXAMPLE OF RESERVOIRS OF THE NORTH-WEST OF RUSSIA

**Davydenko E.V.[1], Sikan A.V.[1]**

[1] – *Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia*

**Abstract.** The paper presents the results of the analysis of the time series of characteristic lake levels and the obtained dependences for the selected areas.

Key words: lake, amplitude, maximum levels, level mode, morphology.

# МОНИТОРИНГОВЫЕ ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В НИЖНЕЙ ЧАСТИ КАМСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

**Двинских С.А.[1], Китаев А.Б.[1]**

*[1] – Пермский государственный национальный исследовательский университет, Пермь, Россия, hydrology@psu.ru*

**Аннотация.** На берегу Камского водохранилища в районе г. Добрянки предполагалось строительство ряда хозяйственных объектов. Для оценки возможного их влияния на экологическую ситуацию в водоеме были проведены мониторинговые исследования.

Ключевые слова: водохранилище; мониторинг; уровень воды; водообмен; температура.

Целью настоящей работы является оценка гидродинамической и геоэкологической обстановки на Камском водохранилище от г. Добрянки и до Камской ГЭС. Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи: 1) сбор, анализ и обобщение материалов гидродинамической изученности Камского водохранилища в районе г. Добрянка (по многолетним данным и результатам полевых исследований); 2) выполнен расчет зоны теплового влияния подогретых вод и определена зона влияния сброса теплых вод Пермской ГРЭС, сбрасываемых в водохранилище; 3) проанализирована многолетняя динамика и современный химический состав воды в исследуемом районе; 4) изучен гидробиологический режим участка по многолетним характеристикам и данным полевых исследований.

Полевые исследования проводились в различные фазы гидрологического режима по густой сети разрезов и глубин в 2006-2007 гг. по заданию Министерства природных ресурсов, лесного хозяйства и экологии Пермского края. Необходимость проведения исследований определялась возможным увеличением техногенной нагрузки на водоем.

Результаты исследований следующие:

1. Материалы многолетних наблюдений свидетельствуют, что за весь рассматриваемый период максимальные уровни воды как во время весеннего наполнения, так и во время летне-осенней стабилизации ни разу не приближались к отметке форсированного горизонта (110,20 м абс.), выше которого возможно формирование гидрологического риска, связанного с переливом воды через плотину Камской ГЭС. Отметка зимней сработки составляет 101,00 м абс. Анализ материалов многолетних наблюдений показал, что на значительной части водохранилища (от Камской ГЭС до Усть-Пожвы) возможны величины сработки водоема ниже этого значения (на 0,8–1,0 м). Это следует рассматривать как гидрологический риск в этой части водохранилища, поскольку создаются условия для массовой гибели рыбы на мелководьях, а также возникает возможность появления аварийных ситуаций в затонах и местах отстоя речного флота [1].

2. Анализ и обобщение материалов гидрометеорологической изученности исследуемой территории показал, что для изучаемого участка характерно наличие: 1) суммарных течений (скорости достигаю 30-50 *см/с),* максимум их скоростей наблюдается в верхнем 5-метровом слое воды, а минимум – в придонных слоях; 2) стоковых течений, направление которых претерпевает значительные изменения по длине водоема, из-за извилистости долины р. Камы, скорости их отличаются относительным постоянством (от 4–7 до 10–20 *см/с*) и прослеживаются от поверхности до дна, максимальные достигают 30– 70 *см/с* на глубине 5–10 *м* .3) дрейфовых течений, скорость и направление которых зависят от продолжительности воздействия ветра на водную поверхность. Максимальные их значения могут превышать 15–20 *см/с* [2].

4. Изучение внешнего водообмена и проточности показало:

- внешний водообмен исследуемого участка (Добрянка – Кам ГЭС) во все фазы водного режима водохранилища характеризуется величинами, превышающими 1, что говорит об интенсивном обмене водных масс. Поскольку объем стока воды больше объема водной массы участка, можно говорить о наличии высокой самоочищающей способности;

- величина проточности характеризуется высокими значениями, что также свидетельствует о хорошей самоочищающей способности и интенсивном обмене вод, более высоком, чем в выше и ниже расположенных участках водоема.

5. Преобладающими ветрами осенью являются юго-западные, западные и северо-западные. Наиболее часто повторяются ветры от 3 до 6 м/сек. Сильные ветры – больше 10 м/сек – сравнительно редки, а штормовые – более 20 м/сек – очень редки. Наибольшие высоты волн 1 % обеспеченности наблюдаются при скорости ветра 20 м/с: при СЗ направлении ветра (0,7 м ) от Пермской ГРЭС и до конца исследуемого участка; при СВ (высота волны 1,1-1,2 м) от впадения р. Ломоватовка и до конца исследуемого участка; при ЮВ изолиния с высотой 1,7 м проходит практически по середине изучаемого участка и при приближению к правому берегу высота волны уменьшается до 1,4 м. Довольно значительное волнение способствует формированию ветровых дрейфовых течений, участвующих в перемешивании водных масс, а, следовательно, и в процессе самоочищения. Значительную роль ветровое волнение играет в разрушении берегов.

6. В период весеннего нагревания (1 мая - 19 мая) формируется весенняя гомотермия; в период летнего нагревания (последняя декада июня - конец августа) формируется прямая температурная стратификация с температурами 15°С и более. На начальном этапе осеннего охлаждения температура воды составляет 7-8°С, в конце периода наблюдается выхолаживание поверхностного слоя и может формироваться слабовыраженная мезотермия (на поверхности и у дна температура на 0,2-0,4° ниже, чем в толще водные массы). Период зимнего охлаждения начинается с момента формирования обратной стратификации. На участке водохранилища от р. Ломоватовки до плотины Камской ГЭС осенью довольно долго наблюдается обратная стратификация и лишь к концу осени - началу зимы устанавливается гомотермия. Разность температур слоев поверхность-дно достигает наибольших значений (до 1,8-2,0°С) в середине зимы. Наблюдения показывают, что к концу зимы эти значения уменьшаются в 2 и более раза.

7. Наблюдения, проведенные в 2007 г., подтвердили выводы, сделанные по наблюдениям прежних лет: площади зон теплового загрязнения и влияния определяются количеством сбрасываемых теплых вод и зависят от метеорологического фактора – скорости, направления и продолжительности действия ветра, который определяет на этом участке основной вид течения – ветровой. Полевые исследования, проведенные показали, что при одинаковом количестве работающих энергоблоков, расходах теплых вод, но разных направлениях и скоростях ветра, температурах забираемой и сбрасываемой воды площади теплового загрязнения и теплового влияния различны и в более теплый период составляют соответственно 7 и 19 км$^2$ , а в более холодный – 1,5 и 15 км$^2$. При введении в строй новых предприятий предполагается увеличение сброса сточных вод через городской коллектор с температурой, превышающей 20°С, зона теплового влияния может увеличиться.

**Литература**

1. Двинских С.А., Китаев А.Б., Мацкевич И.К. Гидродинамический режим приплотинной части Камского водохранилища (в многолетнем аспекте и по материалам современных исследований) // Географический вестник. Пермь, 2008. №1(7). С.98-116.

2. Китаев А.Б. Режим скоростей течения в приплотинной части Камского водохранилища // Современные проблемы географии и пути их решения: мат. международной научно-прак. конф. Томск: Томский гос. ун-т, 2012. Т.282. С.331-333.

# MONITORING HYDROLOGICAL STUDIES IN THE LOWER PART OF THE KAMA RESERVOIR

**Dvinskikh S.A.[1], Kitaev A.B.[1]**

[1] – *Perm State National Research University*

**Annotation.** On the shore of the Kama reservoir near the town of Dobryanka, the construction of a number of economic facilities was proposed. To assess their possible impact on the ecological situation in the reservoir, monitoring studies were conducted.

Key words: reservoir; monitoring; water level; water exchange; temperature.

# ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ПОВЕРХНОСТНОГО СТОКА В УСЛОВИЯХ ГОРНОГО РЕЛЬЕФА

**Дзагания Е.В.**[1]

[1] – *ООО «Инжзащита», Сочи, Россия, krylenka@gmail.com*

**Аннотация.** В работе рассмотрены особенности организации поверхностного стока в условиях горного рельефа, учет которых необходим при проектировании для предотвращения затопления и подтопления территорий и преждевременного разрушения сооружений

Ключевые слова: горные водотоки, сели, водопроводящие сооружения

Цель водопропускных сооружений – организовать беспрепятственный поверхностный сток так, чтобы не происходило затопления и подтопления территории, разрушения берегов и расположенных на них объектов.

Средневзвешенные уклоны водотоков составляют 30-100 ‰ для предгорий (нижняя часть профиля в варианте а) и пойм и уклоны 200-700‰ для горных склонов. В результате эрозии крутых горных склонов в водотоки попадает значительное количество обломочного материала. При наличии в бассейне селевых очагов в период интенсивных осадков возможны сели. На лесистых водотоках наблюдается карчеход, в зимний период образуются наледи.

Движение водного потока в условиях горного рельефа является неравномерным.

Глубина потока, при которой удельная энергия сечения для заданного расхода имеет минимальное значение, называется критической глубиной $h_{кр}$, а состояние потока, в котором

$h = h_{кр}$, называется критическим.

В зависимости от соотношения глубин потоков различаются три их состояния: спокойное, критическое, бурное.

Уклон дна, при котором нормальная глубина потока равна критической (h кр), называется критическим уклоном ($i_{кр}$).

Если фактический уклон дна водотока $i < i_{кр}$, тогда $h_0 > h_{кр}$, и поток, движущийся равномерно, находится в спокойном состоянии.

Если же $i > i_{кр}$, $h0 < h_{кр}$, поток находится в бурном состоянии. При неравномерном движении независимо от величины уклона поток может находиться как в спокойном (если h > hкр), так и в бурном состоянии (если $h < h_{кр}$). При переходе потока из спокойного состояния в бурное происходит явление гидравлического водопада, а при переходе из бурного состояния в спокойное - явление гидравлического прыжка.

На перегибах рельефа в зоне переходов кинетическая энергия потока должна преобразовываться на сравнительно коротком пути, для чего применяются сопрягающие сооружения. Сопрягающие сооружение должно проектироваться таким образом, чтобы в подводящем верхнем канале не наблюдалось явлений спада воды или подпора для расчетного режима, а в нижнем – вода не должна размывать русло.

На каждом пересечении водотока железной или автомобильной дорогой, как правило, должно быть предусмотрено одно водопропускное сооружение (мост, труба, акведук).

В современной практике строительства в условиях горного рельефа иногда необоснованно применяются трубы.

Водопропускные трубы следует, как правило, проектировать на безнапорный режим работы. При этом под оголовками и звеньями следует предусматривать фундаменты, а при необходимости также противофильтрационные экраны. Кроме того,

при напорном режиме следует предусматривать специальные входные оголовки и обеспечивать водонепроницаемость швов между торцами звеньев и секциями фундаментов, надежное укрепление русла, устойчивость насыпи против напора и фильтрации.

Применять трубы не допускается при наличии ледовых явлений и карчехода, а также в местах возможного возникновения селей. Для пропуска селевых потоков следует предусматривать однопролетные мосты отверстиями не менее 4 м или селеспуски с минимальным стеснением потока

На крутых склонах, где скорости для неукрепленного русла будут размывающими (за исключением очень прочного грунта) необходимо устраивать сопрягающие верхний и нижний участки русла (канала) (рис.1).

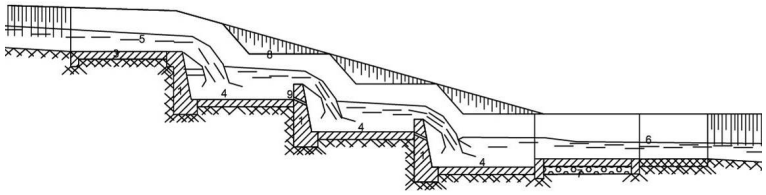


Рис.1. Многоступенчатый перепад: 1 – стенка падения; 2 – флютбет перепада; 3 – понур; 4- водобойные колодцы; 5 – вход; 6 – выход; 7 – обратный фильтр; 8 – продольная стена; 9 – сливные отверстия [1, стр.125].

Бровка земляного полотна на подходах к малым мостам и трубам должна возвышаться не менее чем на 0,5 м над отметкой подпертого уровня при безнапорном режиме и не менее чем на один метр для труб отверстием 2 м и более при напорном и полунапорном режимах.

Подводная часть береговых укреплений, подверженная затоплению должна быть надежно защищена от воздействия размывающих скоростей течений.

При пойменном расходе воды не менее 15% расчетного расхода или при средних расчетных скоростях течения воды под мостом свыше 1 м/с следует предусматривать струенаправляющие дамбы.

Размеры возвышений отдельных элементов моста над уровнем воды при одновременном наличии карчехода и наледных явлений возвышения следует увеличивать не менее чем на 0,50 м.

Возвышение высшей точки внутренней поверхности трубы в любом поперечном сечении над поверхностью воды в трубе при максимальном расходе расчетного паводка и безнапорном режиме работы должно быть в свету: в круглых и сводчатых трубах высотой до 3,0 м - не менее 1/4 высоты трубы, свыше 3,0 м - не менее 0,75 м; в прямоугольных трубах высотой до 3,0 м - не менее 1/6 высоты трубы, свыше 3,0 м - не менее 0,50 м.

Отметки лотка входного оголовка трубы следует назначать так, чтобы они были выше отметок среднего звена трубы как до проявления осадок основания, так и после прекращения этих осадок.

В природных условиях Сочинского района рекомендуется применение лотков либо труб прямоугольного (трапецеидального) сечения с обустройством сопрягающих сооружений. Использование протяженных водопроводящих сооружений закрытого типа для регулирования поверхностного стока не рекомендуется.

**Литература**
1. Замарин Е.А., Фандеев В.В. Гидротехнические сооружения. - М., Государственное изд-во Сельскохозяйственной литературы, 1954. – 560с
2. СП 46.13330.2012 . Актуализированная редакция СНиП 3.06.04-91. Мосты и трубы. - М., ОАО ЦНИИС, 2013

# FEATURES AT THE ORGANIZATION OF A DRAIN IN THE CONDITIONS OF A MOUNTAIN SURFACE

**Dzaganiia E.V.[1]**

[1] – *LLC «Engprotection, Sochi, Russia, krylenka@gmai.com*

**Abstract.** In work are considered the features of the organization of a stream in the conditions of a mountainous surface which accounting is necessary at design for prevention of flooding and destructions of constructions.

Key words: the mountain waterways, mudflow, the water carrying out constructions

# РАСЧЕТ СУДОХОДНЫХ УРОВНЕЙ Р. СЕВЕРНАЯ ДВИНА В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

**Дрегваль М.С.[1], Сикан А.В.[1]**

*[1] – Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия, msdregval@mail.ru*

**Аннотация.** В работе показаны результаты расчетов обеспеченных судоходных уровней для участка р. Северная Двина.

Ключевые слова: судоходные уровни, навигация, обеспеченные уровни воды, судовой ход.

В период спада российской экономики 1990х годов заметно ухудшилась структура внутренних водных путей вследствие многочисленных факторов из-за снижения объемов производства и потребления промышленной и сельскохозяйственной продукции. По сравнению с 1985 годом к настоящему времени около 1/3 протяженности внутренних водных путей сохранили значения гарантированных габаритов судового хода на уровне 1985 года.

Для расчетов, в качестве исследуемого объекта выбрана одна из крупнейших судоходных рек России – Северная Двина. Как показали расчеты, средняя продолжительность навигационного периода рассматриваемой реки колеблется от 170 до 190 дней.

В настоящей работе были получены расчетные судоходные уровни (РСУ) на основе использования современных данных наблюдений за водным режимом реки. При реализации методики расчета РСУ использовались среднесуточные данные об уровнях воды, за период с 1951 по 2016 гг. по трем постам. Поскольку судоходство на реках осуществляется в безледоставный период, для расчета был выбран период с апреля по октябрь.

Анализ имеющихся материалов по реке приводит к тому, что гарантированные характеристики судового хода значительно уменьшились с течением времени, но пока это не привело к изменению класса водного пути.

Отметка расчётного судоходного уровня – важнейшая характеристика, определяющая условия эксплуатации внутренних водных путей. РСУ определяют на основании статистической обработки данных водомерных постов, расположенных на исследуемом участке.

Расчёт продолжительности периода физической навигации на р. Северная Двина произведен путём обобщения сведений о датах ледовых явлений.

В работе исследовались 2 участка Северной Двины: от д. Усть-Пинега до д. Звоз и от д. Звоз-д. Сидоровская.

На выделенных участках установлены продолжительности периодов с ледовыми явлениями от 177 до 189 дней, т.е. период физической навигации составляет Т = (176-188) суток. Каждому из выделенных участков реки назначены классы водного пути. Класс водного пути определяется в зависимости от глубины судового хода: участок д. Усть-Пинега- д. Звоз – 3 класс, д. Звоз - д. Сидоровская и д. Сидоровская - д. Абрамково– 4 классы. И третий и четвертый классы являются магистральными.

Допустимая продолжительность стояния уровней для каждого поста выше РСУ рассчитана по формуле[1]:

$$t = \frac{kt}{100},$$

где k = (5-6) - коэффициент допускаемого уменьшения продолжительности физической навигации для водных путей 3-го и 4-го классов соответственно.

По данным об ежедневных уровнях на гидрологических постах определены отметки уровней Ht, превышаемых в течение 9 или 10 суток за период навигации по каждому году.

Для полученных рядов наблюдений были проведены статистические расчеты среднего значения, коэффициента вариации и коэффициента асимметрии [3]. Все три ряда имеют небольшую отрицательную асимметрии. Анализ имеющихся данных показывает, что годовой ход уровня воды р. Северная Двина в исследуемом районе имеет тенденцию на понижение. Поэтому следующим этапом была оценка значимости трендов. Результаты расчетов показали, что тренды статистически не значимы. Также была проведена проверка на однородность, показывающая что полученные ряды однородны и по среднему значению, и по дисперсии.

Для всех постов были построены эмпирические и аналитические кривые обеспеченностей. В качестве аналитической кривой использовалась кривая Крицкого-Менкеля[2]. Для примера на рисунке 1 представлена эмпирическая и аналитическая кривые для по поста д. Усть-Пинега.

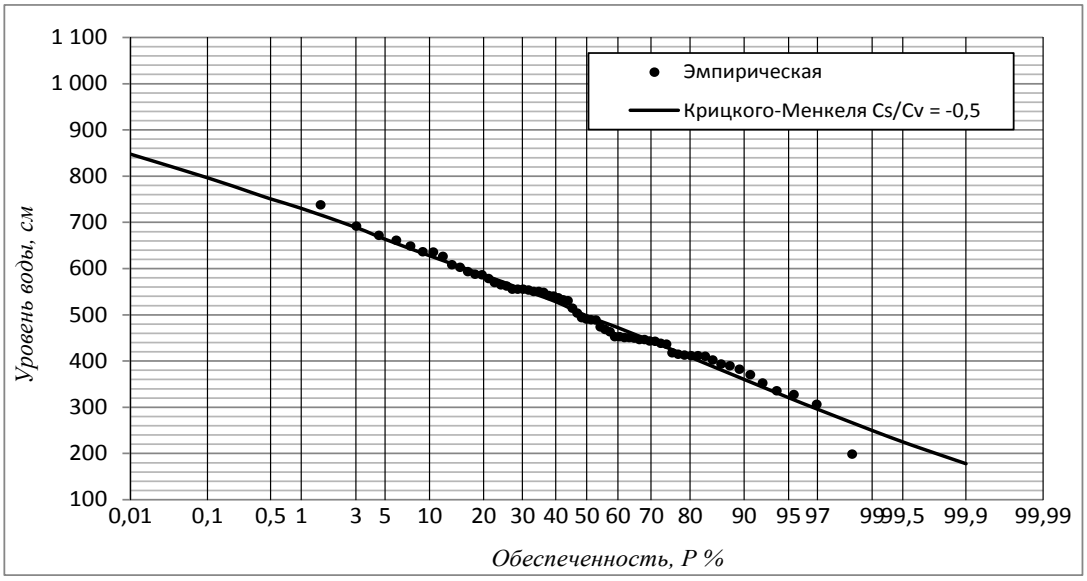



Рисунок 1. Эмпирическая и аналитическая кривые
для поста р. Северная Двина - д. Усть-Пинега

Расчетную вероятность, согласно рекомендациям «Межгосударственного стандарта», принимают равной: - для 3-го - 4%, - для 4-го класса – 5%. Сводные результаты исследования приведены в табл.1

**Таблица 1 -** Сравнение гарантированных габаритов судовых ходов в навигации 1985 и 2016 г.

| Участок | Гарантированная глубина (см) | | Гарантированная ширина (м) | | Габаритный радиус (м) | | Класс | Обеспеченный уровень |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1985 | 2016 | 1985 | 2016 | 1985 | 2016 | | |
| д. Усть-Пинега - д. Звоз | 170 | 150 | 100 | 45 | 600 | 400 | 3 | 677 |
| д. Звоз - д. Сидоровская | 170 | 150 | 100 | 45 | 600 | 400 | 4 | 1125 |
| д. Сидоровская - д. Абрамково | 170 | 120 | 40 | 30 | 300 | 300 | 4 | 809 |

**Литература**
1. ГОСТ 26775-97. Межгосударственный стандарт «Габариты подмостовых судоходных пролетов мостов на внутренних водных путях. Нормы и технические требования». – М.: Госстрой России, 1998.
2. Методические рекомендации по определению расчетных гидрологических характеристик при наличии данных гидрометрических наблюдений. – Нижний Новгород: Вектор-ТиС, 2007. – 134 с.
3. Сикан, А.В. Методы статистической обработки гидрометеорологической информации [текст]/А.В. Сикан. – СПб: изд. РГГМУ, 2007. – 279 с.

# NOTHERN DVINA NAVIGABLE WATER LEVELS CALCULATIONS IN CURRIENT CONDITIONS

**Dregval M.S.[1], Sikan A.V.[1]**

*1 – Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia, msdregval@mail.ru*

**Abstract.** The article shows the results of calculations of secured shipping levels for the Northern Dvina river section.

Key words: water levels, navigation, water levels provided ship's course.

# КОМПЛЕКСНЫЕ ИНЖЕНЕРНО-ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗЫСКАНИЯ ДЛЯ РЕКОНСТРУКЦИИ ГАЗОПРОВОДА НА УЧАСТКЕ ПОДВОДНОГО ПЕРЕХОДА ЧЕРЕЗ Р. ОХТА

**Еремеева А.О.[1], Аксянов Т.М.[1], Кучеренко О.Е.[1]**

*1 – Государственный гидрологический институт, Санкт-Петербург, Россия, eranol@mail.ru*

**Аннотация.** Представлены результаты инженерно-гидрометеорологических изысканий на участке реконструкции подводного перехода газопровода через р. Охта. Выполнен расчет основных гидрологических характеристик. Оценена продольная и поперечная деформация русла реки.

Ключевые слова: инженерно-гидрометеорологические изыскания, р. Охта, газопровод, реконструкция, максимальные и минимальные уровни и расходы воды, деформация русла.

Для реконструкции газопровода высокого давления на участке подводного перехода через р. Охту в конце 2018 г. были выполнены комплексные инженерно-гидрометеорологические изыскания. Участок изысканий расположен в нижнем течении реки Охта. Оба берега заняты городской и промышленной застройкой. В 30 метрах ниже по течению от участка реконструкции расположен ж/б мост Энергетиков, построенный в 1970-е годы. Крутая излучина реки находится в 300 м выше моста. В месте реконструкции газопровода русло реки имеет выпуклый характер в сторону правого берега. Ширина колеблется от 44 до 52 м. Мост приурочен к самой узкой части русла. Берега крутые, высотой более 6 м. Площадь водосбора р. Охты в пределах участка изысканий составляет 670 км$^2$.

Комплекс гидрологических работ включал: рекогносцировочное обследование участка изысканий; измерение морфометрических характеристик русла реки; определение уклона свободной поверхности; измерение скорости течения воды; измерение расхода воды; промерные работы для определения профиля предельного размыва; проведение топогеодезических работ. Кроме этого, были отобраны две пробы воды на гранулометрический и гидрохимический анализы.

На основе проведенных промеров построены поперечные профили в 5-ти створах. Максимальная глубина в районе реконструкции составила 3,20 м, что соответствует -2,98 м БС, средняя глубина 1,90 м. Наибольшая ширина реки – 51,65 м.

Для определения основных гидрологических характеристик стока воды р. Охты в створе перехода газопровода в качестве реки-аналога был выбран пост р. Охта – д. Новое Девяткино с площадью водосбора 340 км$^2$. Период наблюдений на гидрологическом посту составляет 67 лет с 1934 по 2013 гг.

Для расчетов использовалась сертифицированная программа «HydroStatCalk», разработанная в ФБГУ «ГГИ» для автоматизированных инженерных гидрологических расчетов. С учетом СП 33-101-2003 [1], в таблице 1-2 приведены рассчитанные максимальные и минимальные летне-осенние расходы воды в створе реконструкции газопровода р. Охта.

**Таблица 1** – Максимальный расход воды р. Охта в створе реконструкции газопровода

| Период | Средний за многолетний период | | Принятые значения | | Максимальный сток различной обеспеченности, м$^3$/с | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Q, м$^3$/с | Модуль, л/с км$^2$ | Cv | Cs/Cv | Обеспеченность % | | | |
| | | | | | 1 | 2 | 5 | 10 |
| 1934-2013 | 60,5 | 9,03 | 0,35 | 3,40 | 145 | 132 | 115 | 100 |

**Таблица 2** – Минимальный летне-осенний расход воды в створе реконструкции газопровода

| Период | Средний за многолетний период | | Принятые значения | | Минимальный летний сток различной обеспеченности, $м^3/с$ | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Q, $м^3/с$ | Модуль, $л/с\ км^2$ | Cv | Cs/Cv | Обеспеченность % | | | |
| | | | | | 80 | 90 | 95 | 99 |
| 1934-2013 | 1,12 | 1,68 | 0,56 | 1,47 | 0,60 | 0,40 | 0,25 | 0,16 |

Ориентируясь на класс капитальности реконструируемого газопровода, гидравлико-морфометрическим методом были определены максимальные уровни воды в 3-х створах р. Охта для двух расчётных случаев – 1 и 5 %-ной обеспеченности (таблица 3).

**Таблица 3** – Максимальные уровни расчетных обеспеченностей в створе газопровода

| Водоток | № створа | $F_{вдсб.}$, $км^2$ | $Q_{1\%}$, $м^3/сек$ | $H_{1\%}$, м БС | $Q_{5\%}$, $м^3/сек$ | $H_{5\%}$, м БС |
|---|---|---|---|---|---|---|
| р.Охта | 3 (газопровод) | 670 | 145 | 1,62 | 115 | 1,24 |

Уровенный режим р. Охты на участке изысканий зависит от попусков воды из водохранилища и от уровня воды р. Невы, так как находится в подпоре. Максимальный уровень в створе реконструкции не может превышать уровень «остаточных наводнений», рассчитанный для створа р. Б. Нева – Горный институт равный 1,9 м [2]. Зажоры формируются выше Большеохтинского моста. Вероятность наступления рассчитанных минимальных уровней 95 % обеспеченности, которые равны -2,35 м БС чрезвычайно мала.

При наложении картографического материала 2003 г. и спутникового снимка за 2018 г. плановые деформации на участке изысканий выявлены не были. Русло врезанное, устойчивое. Берега и склоны покрыты древесно-кустарниковой растительностью. Следы перемещения русла отсутствуют. Согласно ВСН 183-83 и СТО ГУ ГГИ 08.29-2009, расчетная минимальная отметка размыва русла ($Hmin_{ППРР}$) составила -3,65 м БС. Ширина возможной деформации русла – 69,5 м.

Вода по своему составу гидрокарбонатно-кальциево-натриевая. Агрессивности к бетону по всем химическим ингредиентам не обнаружено. Состав донных наносов представлен в основном мелкими пылевато-глинистыми фракциями, $d_{50}$ равен 0,05 мм.

*Выводы.* Реконструкция газопровода приведет к развитию эрозионных процессов на склонах в период строительства, что в дальнейшем может вызвать плановую деформацию левого берега, не укрепленного бетонным парапетом вдоль уреза воды. Склоновая эрозия правого и левого берега в местах отсутствия травянистой и древесно-кустарниковой растительности продолжится, и будет иметь эпизодический характер в периоды дождевых паводков и весеннего снеготаяния. После строительства влияние на береговую линию в створе газопровода и ниже по течению не будет. Реконструкция не окажет влияние на водный режим реки, поскольку прокладка газовых труб будет происходить ниже русла без нарушения целостности природного морфометрического профиля.

Для предотвращения глубинной эрозии дна, согласно СТО Газпром 2-2.1-249-2008, проектная отметка верха забалластированного газопровода при проектировании подводных переходов должна назначаться на 0,5 м ниже прогнозируемого предельного профиля размыва русла реки с учетом возможных деформаций русла в течение 25 лет после окончания строительства перехода, но не менее 1 м от естественных отметок дна водоема.

Максимальные уровни 1% – 1,62 м БС и 5% – 1,24 м БС обеспеченности в период строительства и эксплуатации газопровода при нормальном водном режиме будут отмечаться в пределах русла, не превышая отметок бровок.

**Литература**

1. СП 11-103-97. Инженерно-гидрометеорологические изыскания для строительства.
2. Корректировка проекта «Защита Санкт-Петербурга от наводнений». Общая пояснительная записка. ОАО Ленгидропроект. Инв. № 1747-1т, СПб., 1995, 305 с.

# INTEGRATED ENGINEERING AND HYDROMETEOROLOGICAL SURVEYS FOR THE GAS PIPELINE RECONSTRUCTION AT THE SITE OF THE UNDERWATER CROSSING THROUGH THE OKHTA RIVER

**Eremeeva A.O.[1], Aksyanov T.M.[1], Kucherenko O.E.[1], Goroshkova N.I.[1]**

[1] – *State Hydrological Institute, Saint Petersburg, Russia, eranol@mail.ru*

**Abstract.** The paper presents the results of engineering-hydrometeorological surveys at the site of reconstruction of the underwater crossing through the Okhta River for the gas pipeline. Main hydrological characteristics were calculated. The longitudinal and transverse deformations of the riverbed were estimated.

Keywords: hydrometeorological engineering survey, Okhta River, gas pipeline, reconstruction, maximum and minimum water levels and discharges, riverbed deformation.

# ИЗМЕНЕНИЕ УРОВЕННОГО РЕЖИМА РЕК СЕВЕРО-ЗАПАДА

**Задонская О.В.**[1]

[1] – *ФГБУ «ГГИ», Санкт-Петербург, Россия, ov-zadon@yandex.ru*

**Аннотация.** По данным 117 гидрологических постов, расположенных в бассейнах рек Нева, Луга и Нарва, показаны изменения экстремальных (максимальных и минимальных летних и зимних) уровней воды и времени их наступления за период измерения до 2015 г.

Ключевые слова: Уровень воды, река, Нева, Луга, Нарва, Северо-Запад, экстремум

Уровни воды в реке определяют многие процессы, происходящие как в самой реке, так и на прилегающих берегах. Максимальные значения уровня характеризуют степень затопления берегов. При повышении уровней затапливаются прибрежные территории, что ведет к смыву с них почвенных частиц, загрязняющих веществ, а значит к увеличению нагрузки загрязнения на водные объекты. Значительные климатические изменения последних десятилетий не могли не сказаться и на водности рек. В связи с этим, определенный интерес представляет анализ изменения уровенного режима рек Северо-Запада применительно к оценке качества воды.

Для анализа изменения уровенного режима рек Северо-Запада были привлечены данные по 117 гидрологическим постам (ГП), находящимся в бассейнах рек Нева (включая подбассейны р. Волхов, Онежского и Ладожского озер – 93 ГП), Луга (9ГП) и Нарва (15ГП).

Период наблюдений на изученных постах изменялся от 150 до 15 лет. Наиболее длинные ряды наблюдений имеются на постах р. Тихвинка – д. Горелуха (с 1876 г.), р. Полисть – г. Старая Русса (с 1877 г.), р. Ловать – с. Взвад (с 1878 г.), р. Нева – г. Отрадное (с 1891 г.). Доля гидрологических постов с продолжительностью наблюдений менее 30 лет составляет 5%. В единую базу были собраны средние, максимальные и минимальные уровни на реках за каждый месяц в период с 2000 по 2015 годов [1]. Кроме того, для анализа изменчивости этих рядов были собраны данные за весь период наблюдений, начиная с 1876 г. [2].

Анализ лет, в которые отмечались экстремальные (максимальный и минимальные летние и зимние) уровни воды показал следующее. Разброс лет, в которые наблюдались максимальные многолетние уровни воды, достаточно велик. Если не считать годы, в которые максимальные уровни были обусловлены заторными и зажорными явлениями, то таких лет было отмечено 41. На 5 и более постах в один год максимальные уровни наблюдались в 1956, 1966, 1997 и 1998 годах. В 1966 году максимальные уровни наблюдались сразу на 12 постах на следующих реках: на 9 постах в бассейне р. Волхов, включая реки Волхов и Мста, на левых притоках р. Невы (реки Мга и Тосна), и на р. Уница (бассейн Онежского озера).

На большинстве рек (более 80%) максимальные уровни были зафиксированы в половодье, приходящееся на апрель-май. На 13 постах (11%) самые высокие уровни были зафиксированы при летних и осенних паводках в июне-августе и в октябре. Около 8% максимальных многолетних уровней наблюдались при заторно-зажорных явлениях в зимнее время – на реках Нева, Нарва и в бассейне Ладожского и Онежского озер (реки Хревица, Шуя, Вьюн, Лососинка).

Минимальные уровни воды в период открытого русла наиболее часто (на 5 постах и более) наблюдались в 10 годах: на 5 постах – в 1963, 1964, 1996, 2006 и 2014, на 6 постах – в 1972, 1976 и 1999. В 1939 и 2002 году минимальные уровни в летний период были отмечены сразу на 8 постах. В первом случае это были реки в бассейне р. Волхов

(4 ГП), р. Нарвы (2 ГП), р. Луга и р. Паша. В 2002 г. минимальные летние уровни наблюдались на 3 ГП в бассейнах р. Волхов и р. Нарва, а также на 2 ГП в Карелии (бассейны Ладожского и Онежского озер). В целом разброс лет, в которые наблюдались многолетние минимальные уровни воды в период открытого русла, был велик – таких лет отмечено 45.

Для минимальных уровней в зимний период разброс лет был несколько меньше – 39 год. На 5 и более постах в один год минимальные зимние уровни наблюдались в 5 зимах: 1939-1940, 1951-1952, 1959-1960, 1999-2000 и 2002-2003 годов. Наиболее морозной и маловодной из них была зима 2002-2003 годов, когда на 25 постах был зафиксирован многолетний минимальный зимний уровень. Из них 11 постов находятся в бассейне Ладожского озера, включая реки Оять и Паша, 6 постов относятся к бассейну р. Волхов, 4 ГП – к бассейну Онежского озера, 3 ГП – к бассейну р. Нарвы. Преобладающее большинство минимальных уровней было зафиксировано в первой половине зимы – более 73%.

На 4 постах с наиболее длинными рядами наблюдений (с 1876 года) несколько раз в XIX веке были отмечены экстремальные уровни за весь многолетний период. Самый высокий уровень на р. Тихвинка – д. Горелуха наблюдался 2 мая 1881 г. При этом на двух других постах (р. Полисть – г. Старая Русса и р. Ловать – с. Взвад) наибольшие уровни были отмечены в 1922 году. На р. Нева – г. Отрадное максимальные уровни наблюдались в 1924 г. В целом, уровенный режим на данном ГП не является характерным для рек СЗ, так как река Нева в значительной степени зарегулирована Ладожским озером. Минимальные уровни в период открытого русла на р. Тихвинка были отмечены в 1876 г., а на реках Полисть и Ловать – в 1882 г. Также на 1882 г. пришлись минимальные зимние уровни на всех трех постах.

Сравнение характерных уровней воды в реках за период 2000-2015 годов и за многолетний период показывает, что колебания уровней в последний период составляли от 30% до 99% по годовой амплитуде от многолетних амплитуд. Более 90% амплитуды многолетних колебаний были покрыты колебаниями в период 2000-2015 годов на 23% рек. Из них большая часть расположена в бассейне р. Волхов (8 ГП), по 6 ГП – в бассейнах Ладожского и Онежского озера, 3 ГП – в бассейне р. Нарвы. Продолжительность наблюдений на этих постах составляет от 15 до 83 лет – в среднем 52 года.

При этом на некоторых постах (16 ГП) были отмечены максимальные многолетние уровни, большая часть которых пришлась на 2005 и 2015 годы. Эти посты находятся в бассейне р. Волхова и Онежского озера (по 5 ГП), а также Ладожского озера и р. Нарвы (по 3 ГП).

Минимальные многолетние уровни в период открытого русла за 2000-2015 годы отмечались на 33 постах, что значительно больше, чем в любые другие подряд идущие 16 лет предыдущего периода. Большая часть экстремумов пришлась на маловодные 2013-2015 годы. Обновились минимальные значения периода открытого русла на 9 постах в бассейнах Ладожского и Онежского озера (в каждом), на 8 ГП в бассейне р. Волхов и на 5 ГП в бассейне р. Нарвы. Практически на тех же ГП произошла смена минимальных многолетних уровней зимнего периода, особенно в зиму 2002-2003 годов.

В целом, одновременный подъем или спад уровня наиболее часто происходит в бассейнах рек Волхов и Нарва, что говорит об однородности физико-географических характеристик их бассейнов, а также о схожем изменении факторов, влияющих на формирование стока, в пределах каждого из этих бассейнов. В противоположность этому, в бассейнах Ладожского и Онежского озер экстремальные уровни на разных

реках наблюдаются в различные годы, что говорит о большом влиянии локальных факторов на формирование стока рек.

Наблюдаемые в настоящее время подьемы и спады уровней воды в реках СЗ находятся в пределах, по крайней мере, 150-летних естественных колебаний, что вытекает из анализа наиболее длинных рядов наблюдений за уровнями воды (с 1876 года)

**Литература**

1. Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Т.1, РСФСР, Вып. 5. – 1917-2015 гг.
2. Сведения об уровне воды на внутренних водных путях России по наблюдениям на водомерных постах. Том VIII. Бассейны Балтийского и Баренцева моря. 1881-1916 годы

## CHANGES IN NORTH-WEST RIVERS WATER LEVELS

**Zadonskaya O.V.**[1]

[1] – *State Hydrological Institute, S. Petersburg, Russia, ov-zadon@yandex.ru*

**Abstract.** According to 117 hydrological stations located in the watersheds of the Neva, Luga and Narva rivers, changes in extreme (maximum and minimum summer and winter) water levels and the time of their occurrence during the measurement period up to 2015 are shown.

Key words: Water level, river, Neva, Luga, Narva, North-West, extremum

# ДИНАМИКА МАКСИМАЛЬНЫХ УРОВНЕЙ ВОДЫ ПОЛОВОДЬЯ НА СРЕДНЕЙ ОБИ

**Земцов В.А.[1], Вершинин Д.А.[1], Хромых В.В.[1], Колесниченко Л.Г.[1]**

*[1] – Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск, Россия, zemtsov_v@mail.ru*

**Аннотация.** Представлены результаты статистического анализа многолетних рядов максимальных уровней воды половодья на Средней Оби между гидропостами Кругликово и Колпашево. Показаны тенденции изменения уровней воды, в основном, в сторону снижения.

Ключевые слова: Средняя Обь, половодье, максимальные уровни воды, анализ временных рядов.

Максимальные уровни воды определяют условия затопления поймы и ситуацию с наводнениями на речных берегах. Река Обь и ее крупные равнинные притоки имеют широкую пойму, затопление которой влияет на газообмен воды с атмосферой, в том числе парниковыми газами, что сказывается на характеристиках изменения климата. Обская пойма является важным источником поступления углерода в Северный ледовитый океан (Vorobyev et al., 2015).

Целью работы является анализ характера многолетней изменчивости максимальных уровней воды весенне-летнего половодья в пунктах многолетних наблюдений на Средней Оби, определение границ статистически однородных периодов колебаний максимальных уровней воды и тенденций наблюдаемых изменений уровней.

Анализ выполнен по данным наблюдений в семи пунктах на р. Обь с использованием интегральных кривых максимальных уровней, а также статистических критериев однородности Стьюдента для средних и Фишера для дисперсий с учетом асимметричности рядов и внутрирядной корреляции. В случае однородности периодов наблюдений на уровне значимости 5% получены расчетные уровни воды малой обеспеченности, значения которых затем использовались для определения зон (и глубины) затопления поймы Оби на соответствующих участках в современный период. Основные расчеты выполнены в соответствии с рекомендациями СП 33-101-2003 (Определение…, 2004), в основном, в программном пакете «Гидрорасчеты» (Лобанов, 2006).

Статистический анализ однородности выполнялся в такой последовательности:

1. По критериям Смирнова–Граббса и Диксона выявлялись годы с резко отклоняющимися экстремальными значениями максимальных уровней воды. Такие резкие отклонения на большинстве постов соответствуют весьма низкому половодью 2012 г. Поэтому данные за этот год из дальнейших расчетов исключались в соответствии с результатами анализа по критериям Смирнова–Граббса и Диксона для каждого конкретного пункта наблюдений.

2. Каждый ряд наблюдений затем разбивался на две условно однородные части: с начала наблюдений по 1958 г. и за период 1959–2016 гг., чтобы проверить на однородность (стационарность) целиком каждый из имеющихся длинных рядов по критериям Фишера и Стьюдента. При этом оказалось, что нарушение однородности с 1959 г. (начало сезонного регулирования стока Оби Новосибирской ГЭС) характерно для всех исследуемых рядов наблюдений вплоть до г. Колпашево. Такому нарушению способствовало, по-видимому, не только регулирование стока с наполнением водохранилища при прохождении половодья с верхней части бассейна Оби и усилившийся размыв дна реки непосредственно ниже плотины, способствовавший «посадке» уровней воды, а также увеличившиеся заборы воды в Новосибирске в более

поздние годы. Одной из причин такого нарушения однородности ниже по течению от устья р. Томь могло служить и прекращение образования ледовых заторов на Томи с устойчивым снижением максимальных уровней воды в Томске с конца 1950-х гг.

3. Ряды наблюдений за 1959–2016 гг. с учетом или уже без учета максимумов 2012 г. по результатам анализа на этапе 1, разбивались на две примерно одинаковые части и проверялись на стационарность по критериям однородности выборочных дисперсий (критерий Фишера) и выборочных средних (критерий Стьюдента) при уровне значимости 5%.

4. В случае подтверждения гипотезы однородности выборочных дисперсий (критерий Фишера) и средних (критерий Стьюдента) выполнялось построение эмпирических кривых обеспеченности однородных данных и их экстраполяция с определением уровней низкой обеспеченности.

Исследование выполнено при поддержке гранта Российского научного фонда (проект № 18-17-00237) и гранта Российского фонда фундаментальных исследований (проект №18-05-00404).

**Литература**

1. Vorobyev S.N., Pokrovsky O.S., Kirpotin S.N., Kolesnichenko L.G., Shirokova L.S., Manasypov R.N. Flood zone biogeochemistry of the Ob River middle course // Applied Geochemistry. 2015. Vol. 63. PP. 133-145.
2. Определение основных расчетных гидрологических характеристик. СП 33-101-2003. М.: Госстрой Россиию 2004. 73 с.
3. Лобанов В.А. Гидрорасчеты: программный комплекс. НПО «Гидротехнологии», 2006–2008.

## DYNAMICS OF FLOOD MAXIMUM WATER LEVELS IN THE MIDDLE COURSE OF THE OB RIVER

**Zemtsov V.A.[1], Vershinin D.A.[1], Khromikh V.V.[1], Kolesnichenko L.G.[1]**

*[1] – National Research Tomsk State University, Tomsk, Russia, zemtsov_v@mail.ru*

**Abstract.** The results of statistical analysis of the long-term series of the flood maximum water levels in middle course of the Ob River between gauge stations of Kruglikovo and Kargasok are presented. Mainly downward tendencies in water level change are revealed.

Key words: the Ob River, flood, maximum water levels, time series analysis, statistical homogeneity of time series.

# ОСОБЕННОСТИ ПРОМЕРНЫХ РАБОТ ПРИ ДНОУГЛУБЛЕНИИ

**Исаев Д.И.[1], Гаврилов И.С.[1]**

[1] – *РГГМУ, СПб, kafedra_gm@rshu.ru*

**Аннотация.** Дан анализ ошибок производства промеров глубин при дноуглублении.

Ключевые слова: Промеры глубин, эхолот, гидравлическая крупность наносов.

При производстве дноуглубительных и дноочистных работ важным аспектом технологии производства работ является определение глубин на участке работ.

На начальном этапе карта глубин является основой для разработки проекта дноуглубления, назначения проектных отметок дна, определения необходимых объемов вынимаемых грунтов и составления сметы. Проектные объемы определяются между поверхностью дна и проектной поверхностью. По окончании дноуглубительных работ выполняются контрольные промеры, как со стороны производителя работ, так и со стороны заказчика. Целью контрольных промеров является установление факта достижения в процессе производства работ проектных отметок и установления объема вынутого грунта. Эти контрольные объемы определяются по разности между поверхностями дна, полученными в результате предварительных и контрольных промеров.

От качества выполняемых на всех этапах работ промеров напрямую зависит объем финансирования, которое получит исполнитель. Поэтому промерные работы выполняются в соответствии с требованиями Руководящих документов [1] масштабе 1:500 с применением современных средств позиционирования и сертифицированных эхолотов. Именно применение эхолотов позволяет в короткое время получить подробную карту рельефа дна и создать его цифровую модель, служащую основой для расчета объемов.

На этапе выполнения контрольных промеров нередко возникают разногласия между исполнителем и заказчиком относительно достижения проектных отметок. Причем обе стороны убеждены в объективности и надежности выполненных как предварительных, так и контрольных промеров. Причин такого расхождения в результатах промеров может быть несколько:

1. Разная методика выполнения промеров – вручную (штанга, наметка, веха) и эхолотом. В зависимости от вида донного грунта различия могут достигать 0,1-0,7м.
2. Измерение глубин осуществлялось разными по классу эхолотами, настроенными на разные максимальные глубины, – например, промерными и навигационными. Разница в показаниях таких приборов может достигать 0,1 и более метров.
3. Нарушения при производстве калибровки эхолотов. Калибровка производилась не во всех диапазонах глубин и на разном качестве подстилающей поверхности дна – например илы и песок. Разница в этом случае может быть более существенной до 0,5 м и выше.
4. Прошло большое время между предварительными и контрольными промерами. В водотоках с интенсивным движением наносов рельеф русла мог значительно поменяться.
5. При вычислении объемов вынутых грунтов использовалась разная плановая основа. Например – планшеты КГА масштаба 1:500 и собственный пеший промер. Существенную погрешность в определении планового положения промерных точек

вносит и разнос по длине судна места крепления трансдьюссера и антенны спутниковой навигации.

6. Не учет особенностей осаждения взмученных частиц грунта. Нередко, контрольный промер выполняется по «горячим следам», когда техника на водоеме только что прекратила работы или даже еще работает. Как следует из теории [2], подтверждаемой натурными экспериментами, время осаждения мелкодисперсной взвеси с малой гидравлической крупностью может достигать нескольких суток. В процессе осаждения в толще воды возникает слои с различными плотностями. От этих слоев может отражаться сигнал эхолота. Поэтому, промер на вертикали во взмученной воде, произведенный эхолотом, будет существенно отличаться от результата промера с помощью штанги или наметки.

Важно, чтобы весь комплекс промерных работ в процессе дноуглубления или дноочистки водоемов производился на единой методической основе и с применением однотипных приборов и оборудования.

**Литература**

1. СНиП 3.02.01-87. Земляные сооружения, основания и фундаменты. - М.. ФГУП ЦПП, 2007. - 124 с.
2. Н.Б. Барышников, Д.И. Исаев. Русловые процессы. - Изд РГГМУ, 2014, 502 с.

## FEATURES OF PRO-MEASURED WORKS WHEN DREDGING

**Isaev D.I.[1], Gavrilov I.S.[1]**

[1] – *RSHU, Sankt-Perersburg, kafedra_gm@rshu.ru*

**Abstract.** The analysis of errors of production of measurements of depths when dredging is given

Key words: Measurements of depths, sonic depth finder, hydraulic fineness of sediments.

# ДИФФУЗНЫЙ СТОК БИОГЕННЫХ ВЕЩЕСТВ С ВОДОСБОРА ЧЕБОКСАРСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

**Кашутина Е.А.[1], Ясинский С.В.[1], Сидорова М.В.[1], Нарыков А.Н.[1]**

*1 – Институт географии РАН. Россия, Москва, yasisergej@yandex.ru*

Во многих работах Института географии РАН, Государственного гидрологического института, Института водных проблем РАН по данным государственной статистической отчетности показано, что в постсоветский период значительно уменьшилось (до 30%) использование водных ресурсов в различных целях. Однако существенного улучшения качества воды в водных объектах не произошло, причем наиболее серьезная ситуация сложилась в бассейне главной русской реки Волги. Такое положение было объяснено влиянием никак не регистрируемого диффузного загрязнения, поступающего с водосбора. Под диффузным выносом предполагается поток веществ от несосредоточенных источников (с сельскохозяйственных полей, с территорий населенных пунктов, не оборудованных центральной канализацией, со свалок, с промышленных площадок и т. п.), который не может быть измерен прямыми методами, например, счетчиками на трубах со сточными водами.

С 2018 года в нашей стране реализуется приоритетный национальный проект «Оздоровление Волги», в рамках которого научными организациями страны исследуются вопросы, связанные с поступлением загрязняющих веществ с водосбора Волги с диффузным стоком.

В рамках проекта с помощью разработанного в Институте географии РАН ландшафтно-гидрологического метода [1, 2] проведены оценки выноса с местного водосбора Чебоксарского водохранилища (без бассейна Оки) биогенных элементов – минерального азота и минерального фосфора. Эти вещества определяют «цветение» волжской воды. Это отнюдь не безобидное явление. «Цветущая» вода теряет свои питьевые качества, более того, может стать ядовитой в результате жизнедеятельности цианобактерий (сине-зеленых водорослей) [3].

В основе методики эмпирические соотношения и баланс масс. Учитывается вынос поверхностным склоновым, подземным и внутрипочвенным стоком (стоком верховодки) и стоком наносов с разных природных и природно-антропогенных ландшафтов. Разработана методика учета антропогенной нагрузки на водосбор, сформированной внесением минеральных удобрений, отходами животноводства и жизнедеятельности человека. Расчеты проводятся для всего года и для отдельных сезонов: периода половодья, летне-осенней и зимней межени. Учитывается удержание водосбором и трансформация потоков веществ. Методика проверена для двух малых водосборов по данным собственных полевых исследований, сетевой гидрометеорологической информации и материалам водохозяйственной статистики, а затем реализована для всего водосбора Чебоксарского водохранилища. Оценен среднемноголетний диффузный вынос с водосбора Чебоксарского водохранилища за год. Он составляет 20500 тонн азота в минеральной форме и 900 тонн фосфора в минеральной форме. Значительна роль подземного стока и стока верховодки в выносе биогенных элементов, особенно с левого, «лесного», берега (до 80%). Основной вынос с левого берега приходится на лесные участки, а с правого – на пахотные земли (и там, и там около 80%).

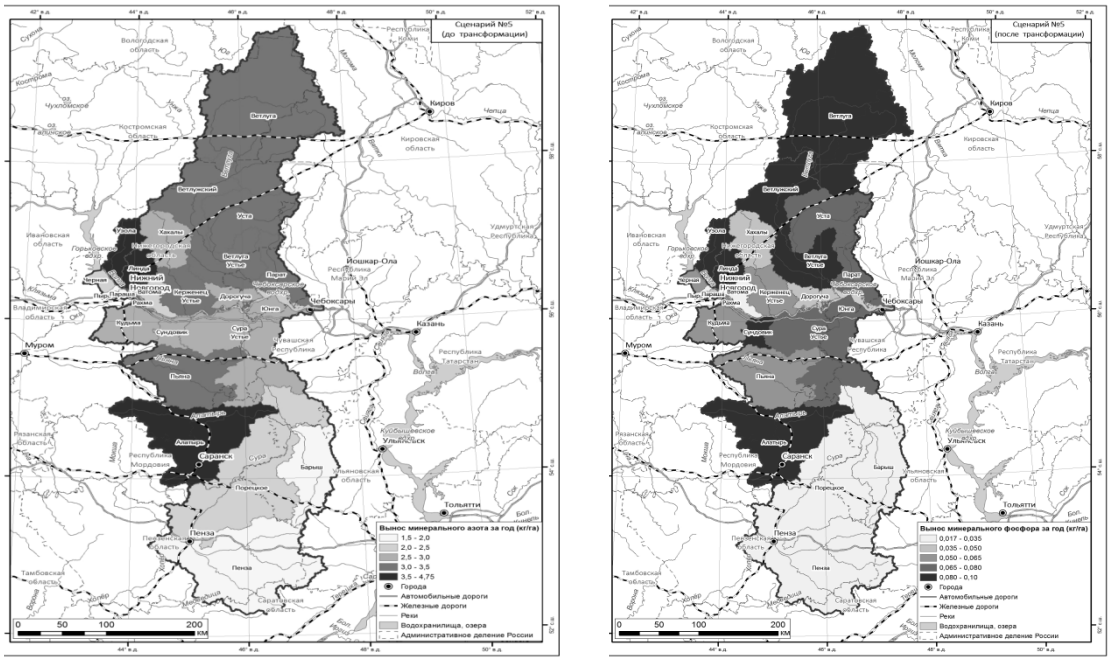
Получены оценки вклада природных и антропогенных факторов в вынос биогенных веществ с водосбора. Построены карты выноса минерального азота и

фосфора со всего водосбора Чебоксарского водохранилища (Рисунок). На основе районирования выявлены территории с различными, в том числе и с максимальными значениями выноса, где необходимо первоочередное планирование и реализация природоохранных мероприятий.

Работа выполнена в рамках государственного задания 0148-2018-0037, 0148-2019-0007.

**Литература**

1. Ясинский С.В., Коронкевич Н.И. Почему «цветет» Волга? // Наука и жизнь. 2018. № 10. С. 14-20.
2. Ясинский С.В. Гуров Ф.Н. Метод оценки характеристик диффузного загрязнения малых рек на основе ландшафтно-гидрологического подхода (на примере р. Истры) // Водное хозяйство России. - 2006. - № 2. - С. 63-91.
3. Ясинский С.В., Гуров Ф.Н., Шилькрот Г.С. Метод оценки выноса биогенных элементов в овражно – балочную и речную сеть малой реки // Известия РАН / Сер. географ. - 2007. - № 4. – С. 44-53.




Минеральный азот Минеральный фосфор

**Рисунок** – Суммарный вынос минерального азота и фосфора с водосбора Чебоксарского водохранилища за счет природных и антропогенных факторов, кг/(га год)

## NITROGEN AND PHOSPHORUS DIFFUSE REMOVAL FROM THE CHEBOKSARY RESERVOIR CATCHMENT

**Yasinskii S.V.[1], Kashutina E.A.[1], Sidorova M.V.[1], Narykov A.N.[1]**

[1] – *Institute of Geography, RAS, Russia, Moscow, yasisergej@yandex.ru*

**Abstract.** The dispersed removal of nitrogen and phosphorus compounds from the drainage basin of the Cheboksary reservoir has been studied in the framework of the national priority “Enhancement of the Volga River”. According to the methodology of the Institute of Geography of the Russian Academy of Sciences, the contribution of natural and anthropogenic factors to the removal of biogenic substances from the catchment is estimated. The areas with the maximum removal values are identified. The planning and implementation of environmental protection measures are primarily necessary here.

# ОЦЕНКА ТРАНСФОРМАЦИИ ВОДНОГО РЕЖИМА РЕК ЕВРОПЕЙСКОЙ ТЕРРИТОРИИ РОССИИ С ПОМОЩЬЮ ИНТЕГРАЛЬНЫХ И ГЕНЕТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ

**Киреева М.Б.[1], Фролова Н.Л.[1], Самсонов Т.Е.[1], Рец Е.П.[2]**

*[1] – Московский Государственный Университет имени М.В. Ломоносова, Географический факультет, Москва, Россия, kireeva_mb@mail.ru*
*[2] – Институт Водных Проблем РАН, Москва, Россия*

**Аннотация.** В работе представлены результаты исследования водного режима с помощью анализа интегрального коэффициента трансформации водного режима. Проведен анализ сезонного стока более 200 рек, предложены подходы к районированию типов водного режима в условиях меняющегося климата.

Ключевые слова: водный режим, оценка изменений водных ресурсов, реки Европейской части России.

Изучение трансформации водного режима рек Европейской части России является важной задачей, как с научной, так и с практической точки зрения. Оценка изменений водного режима важно с точки зрения регулирования стока, изучения опасных гидрологических явлений, таких как маловодья и наводнения. В качестве основы исследования была использована база данных с характеристиками сезонного стока рек Европейской территории России. В основу методики лег подбор характерных показателей – параметров сезонного стока однозначно задающих форму типичного гидрографа рек и описывающих характерные фазы водного режима, в общей сложности были предложены 20 параметров. В результате работы они были рассчитаны за период до и после начала значимых климатических изменений, проведен статистический анализ этой изменчивости. Таким образом, для каждой реки был составлен некий «вектор», состоящий из характеристик описывающий ее водный режим. Для рек отдельных бассейновых округов и в целом для всех отобранных водосборов на Европейской территории страны были получены диапазоны изменений каждого параметра, отражающие пределы изменений той или иной характеристики водного режима. Далее был проведен анализ предшествующих работ и методик «понижения размерности» подобных векторов. В результате были получены корреляционные матрицы, отражающие связность параметров между собой. Они в свою очередь позволили выделять ряд наиболее независимых величин, которые были приняты к расчету интегрального коэффициента трансформации водного режима (Ктр) по методике PATTERN. Было отобрано 5 параметров, для которых изначально предполагалось получить весовые коэффициенты методом экспертных оценок. Однако после получения результата был сделан вывод о невозможности подобных расчетов, поскольку мнения экспертов порой были противоположны, в результате весовые коэффициенты были приняты равными 0,2 для каждого параметра. Далее для каждой реки был рассчитан коэффициент трансформации водного режима с учетом вклада в нее каждого параметра, взятого в модульном значении.

В результате данной работы была получена методика расчета интегрального коэффициента трансформации водного режима на основе условно независимых параметров сезонного стока. На основе количественной оценки данного коэффициента была получена шкала состояния водного режима, позволяющая проводить сравнительный анализ его трансформации в различных физико-географических условиях. По осреднённым для БО значениям коэффициента трансформации

бассейновые округа можно объединить в следующие три группы: А) Донской, Окский, Нижневолжский (трансформация максимальна > 30) Б) Верхневолжский, Камский и Уральский (трансформация умеренна – от 15 до 30); В) Северный регион, Кавказ – трансформация минимальна < 15). Заключительным этапом стало построение карты интегрального коэффициента трансформации водного режима.

Пространственное распределение данного коэффициента отражает во многом однородные гидрологические районы, выделенные в сборниках Ресурсы поверхностных вод СССР, что подтверждает адекватность полученных оценок. В результате на основе полученных количественных оценок были проанализированы региональные особенности трансформации водного режима рек Европейской России. По итогу работы предложена соответствующая шкала степени изменений водного режима в ряду событий «норма – кризис – бедствие - чрезвычайная ситуация - катастрофа». Для районирования территории по типам водного режима была предложена более обобщенная классификация типов водного режима, отражающая роль различных источников питания и степень выраженности и характер маловодного периода на реках. В результате с помощью алгоритмов кластеризации были получены «ядра» типов водного режима. Это наглядно продемонстрировало, что в настоящий момент происходит взаимное проникновение типа водного режима с неустойчивым маловодным периодом в Центральный регионы Европейской России.

Основной чертой последних трех десятилетий является увеличение водности летне-осенней и зимней межени вследствие роста числа паводков, вызываемых оттепелями в зимний период и экстремальными дождями в летний. Именно прерывистость меженного периода была выбрана в качестве одного из ключевых показателей при классификации. Первичным классификационным признаком стало наличие или отсутствие талого стока в течение гидрологического года. На втором шаге классификации выделяются горные и равнинные реки. На третьем классификационном признаке выделяется степень устойчивости меженного периода. Дана подробная характеристика гидрологических сезонов и степени изменений внутригодового распределения стока для всех регионов европейской части России.

Проведенные исследования позволили создать обновленное районирование по типам водного режима рек Европейской территории России. В основу выделения районов были положены параметры стока, характеризующие типовую форму гидрографа. По результатам работы были построены карты выбранных параметров стока, проведен анализ и обобщение полученных тенденций. Так, например, по соотношениям максимального расхода к среднегодовому за в/х год выделяется несколько областей регионов с явными и однородными в пространстве изменениями: 1. Средняя полоса Донского и Окского БО, низовья Донского БО (превышение над меженными расходами менее, чем в 3 раза); 2. Левобережные притоки Камы, реки верховьев Урала (превышение в 3-4 раза); 3. Бассейн Верхней Волги, Балтийский и Баренцево-Беломорский БО, выровненный гидрограф, (превышения меньше 3 раз); 4. Бассейны Русского Севера (превышения в 4-5 раз). В то же время в тех же регионах, где максимальные расходы уменьшаются, минимальные возрастают, и степень их роста сильнее. Повсеместное увеличение отношения минимального расхода к среднему за в/х год в Донском и Окском районе – более 0,4 против 0,1 – 0,3 раз за первый период. Аналогична ситуация с бассейном Камы[3].

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 17-05-41030 рго_а, а также гранта 18-05-60021 в части анализа стока Арктических рек

# EVALUATION OF THE WATER REGIME TRANSFORMATION ON THE RIVERS OF THE EUROPEAN TERRITORY OF RUSSIA USING VARIOUS APPROACHES

**Kireeva M.[1], Frolova N.[1], Samsonov T.[1], Entin A.[1], Rets E.[2], Ezerova N.[1]**

[1] – *Moscow State University, Faculty of Geography, Moscow, Russia, kireeva_mb@mail.ru*
[2] – *Water Problem Institute, Moscow, Russia*

**Abstract.** The paper presents the results of the study of the water regime by analyzing the integral transformation coefficient. An analysis of the seasonal runoff for more than 200 rivers has been carried out, approaches have been proposed for the zoning of types of water regime in a changing climate.

Key words: water regime, water resources, changing climate, rivers of European Russia.

# ИЗУЧЕНИЕ ЛЕДОВОЙ ОБСТАНОВКИ РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА ПО ДАННЫМ ДЗЗ

**Клюев П.В.[1], Лебедев С.А.[2,3], Богоутдинов Ш.Р.[2]**

*[1] – Тверской государственный университет, Тверь, Россия*
*[2] – Геофизический центр РАН, Москва, Россия*
*[3] – Майкопский государственный технологический институт, Майкоп, Москва, Россия*

**Аннотация.** В данной работе показаны методы идентификации ледового покрова Рыбинского водохранилища по данным альтиметрии и радиометрии и результаты исследования его климатического изменения на акватории водохранилища. Было проанализировано совместное распределение радиояркостной температуры на частотах 18 и 34 ГГц и коэффициента обратного рассеивания в Ku-диапазоне, получаемых по синхронным данным СВЧ-радиометра и альтиметра, расположенных на борту одного спутника.

Первый метод основан на совместном анализе 3-х мерного распределения радиояркостных температур и коэффициента обратного рассеивания с применением алгоритма кластеризации, построенного на основе дискретного математического анализа, для плотных скоплений, которые индентифицировались как чистая вода и лед.

Второй метод основан на анализе разности максимальной и минимальной радиояркостных температур на частотах 18 и 34 ГГц вдоль каждого трека, которые содержали данные как с акватории водохранилища, так и с суши.

Верификация обоих методов проводилась по спутниковым изображениям в видимом диапазоне спектрорадиометра MODIS спутников Terra и Aqua, спектрометра MERIS спутника ENVISAT.

По данным спутников TOPEX/Poseidon и Jason-1/2/3 в периоде с 1992 по 2017 год включительно время начала ледостава увеличивается на 0,7-0,8 суток за год, а начала разрушения ледяного покрова уменьшается на 0,2-0,3 дня за год. Длительность ледостава за 1992-2017 года сокращалась на 0,9 суток за год. Наибольшие значения длительности ледостава отмечались зимой 2016/2017 годов и равнялась 168 дней, наименьшая – обнаруживается в период зимы 2006/2007 годов и равнялась 134 дня.

Работа выполнена в рамках государственного задания ГЦ РАН, утвержденного ФАНО России (тема № 0145-2016-0005) (подготовка данных) при частичной финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 17-05-41117_РГО_а «Оценка современного гидрологического состояния крупных озер и водохранилищ Восточно-Европейской равнины на основе численного моделирования и новых алгоритмов обработки данных спутникового микроволнового зондирования» (интерпретация и анализ полученных результатов).

# STUDY OF THE ICE SITUATION OF THE RYBINSK RESERVOIR BASED ON REMOTE SENSING DATA

**Klyuev P.V.[1], Lebedev S.A.[2, 3], Bogoutdinov Sh.R.[2]**

*1 - Tver State University, Tver, Russia*
*2 - Geophysical Center RAS, Moscow, Russia*
*3 - Maykop State Technological Institute, Maykop, Moscow, Russia*

**Abstract.** This work shows the methods for identifying the ice cover of the Rybinsk reservoir based on altimetry and radiometry data and the results of a study of its climatic change in the reservoir water area. The joint distribution of the radio-brightness temperature at frequencies of 18 and 34 GHz and the backscatter coefficient in the Ku-band, obtained from the synchronous data of the microwave radiometer and altimeter located on board one satellite, was analyzed.

# РАСЧЕТ КАТАСТРОФИЧЕСКИХ ПАВОДКОВ НА ТЕРРИТОРИИ ЧЕРНОМОРСКОГО ПОБЕРЕЖЬЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИДРОЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ «ГИДРОГРАФ» И КЛИМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ WRF

**Колупаева А.Д.[1], Макарьева О.М.[1, 2], Нестерова Н.В.[3], Шихов А.Н.[4]**

*[1] – Санкт-Петербургский государственный университет, г. Санкт-Петербург, Россия, alya.kolupaeva.97@mail.ru*
*[2] – Институт Мерзлотоведения им. М.П. Мельникова СО РАН, г. Якутск, Россия*
*[3] – Государственный гидрологический институт, г. Санкт-Петербург, Россия*
*[4] – Пермский государственный университет, г. Пермь, Россия*

**Аннотация.** Основной целью работы является воссоздание катастрофического паводка 24-26 октября на реке Макопсе посредством гидрологической модели «Гидрограф» с использованием входной метеорологической информации климатической модели WRF.

Ключевые слова: срочный расход, Черноморское побережье, модель «Гидрограф», река Макопсе.

Одним из паводкоопасных регионов России является Черноморское побережье. Регион характеризуется повышенным риском прохождения катастрофических паводков, основной причиной которых является выпадение осадков высокой интенсивности. Туристическая привлекательность региона увеличивает риски материального ущерба и человеческих жертв при возникновении опасных гидрологических явлений. Примером такого явления стало прохождение паводка на реке Макопсе 24-26 октября 2018 года, в результате чего был разрушен автомобильный мост, а проезд по трассе Джубга–Сочи был перекрыт [1].

Проблемой региона является оценка срочных максимальных расходов воды в целях проектирования и строительства. Гидрологическая сеть региона очень редкая, к тому же, часто при прохождении паводков гидрологические посты разрушаются [2], а оцененные величины расходов по меткам высоких вод имеют неоднозначный характер из-за заторных явлений, вызванных корчеходом. Так, целью работы является оценка расхода воды, сформированного на р. Макопсе, при использовании метода детерминированного гидрологического моделирования.

В качестве объекта исследования выбран водосбор неизученной реки Макопсе (площадь 38,9 км$^2$). Климат района влажный субтропический. Среднегодовая температура воздуха и годовое количество осадков для ближайшей метеостанций Туапсе составляет 13,9℃ и1436 ммХарактерной чертой рек рассматриваемого региона является преимущественно дождевой тип питания с преобладанием паводочного стока. Большая часть осадков наблюдается в зимний период. Для верификации параметров модели выбраны два изученных водосбора – р. Туапсе – г. Туапсе (площадь 351 км$^2$) и р. Куапсе–Мамедова щель (площадь 14 км$^2$).

В работе использовалась детерминированная гидрологическая модель формирования стока «Гидрограф» [3], разработанная профессором Ю.Б. Виноградовым. Модель представляет собой математическую систему с распределенными параметрами и содержит алгоритмы, в явном виде описывающие процессы переноса тепла и влаги.

Входными данными служит простейшая метеорологическая информация – температура и влажность воздуха, количество осадков. Однако в настоящее время измерения осадков производятся через каждые 12 часов, что в условиях выпадения осадков высокой интенсивности не дает возможности зафиксировать реальную

интенсивность и количество осадков с временным разрешением менее 12 часов. Поэтому в задачах моделирования срочных расходов воды с разрешением один час и менее необходимо использование альтернативных источников данных об осадках, в качестве которых могут выступать данные региональных мезомасштабных моделей, развитие которых открывает новые возможности решения проблем прогноза в регионах с сильными осадками [4].

Выходной информацией гидрологической модели является сток воды в замыкающем створе, и распределенные переменные состояния ландшафтов – характеристики снежного покрова, температура и влажность почвы на разных горизонтах и др., что позволяет проводить многокритериальную оценку результатов расчетов на их соответствие наблюдаемым процессам и явлениям.

Для верификации параметров модели было проведено моделирование стока изученных рек Туапсе и Куапсе на суточном интервале. Входные метеорологические данные использовались с метеостанций Туапсе (1966-2012) и Лазаревская (1974-1988). Результаты суточного моделирования были оценены значением критерия Нэша-Сатклифа и приняты как удовлетворительные (максимальное значение – 0,87; среднее – 0,6; минимально – 0,3).

Для моделирования на часовом интервале катастрофического паводка 24-26 октября на реке Макопсе использовались метеорологические данные, полученные с помощью модели WRF. Сумма осадков за период с 15 часов 23 октября до 3 часов ночи 25 октября в некоторых точках превышала 400 мм, с интенсивностью более 60 мм/час с 9 до 10 утра 24 октября. Расчеты с использованием модели «Гидрограф» позволили оценить максимальный расход воды р. Макопсе –340 $м^3/с$.

Таким образом, исследование показало, что мезомасштабная модель погоды позволяет учитывать локальное распространение осадков на территории Черноморского побережья, а модель «Гидрограф» применима в задачах расчета максимальных характеристик дождевых паводков.

**Литература**

1. Все новости Нижнего Новгорода [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://newsnn.ru (Дата обращения: 11.11.2018).
2. Панов В.Д., Базелюк А.А., Лурье П.М. Реки Черноморского побережья Кавказа: гидрография и режим стока. Ростов-на-Дону, 2012.
3. Виноградов Ю.Б., Виноградова Т.А. Математическое моделирование в гидрологии: учеб. пособие. М.: Академия, 2010. 304 с.
4. Алексеева А.А. Подходы к решению проблемы прогнозирования сильных летних осадков // Труды гидрометеорологического научноисследовательского центра Российской Федерации. 2014. Вып. 351. С. 64–84.

**Abstract.** The aim of the work is to reconstruct a catastrophic flood on October 24-26 on the Makopse River using the hydrological model “Hydrograph” using input meteorological information of the climate model WRF.

# НЕРАВНОМЕРНОСТЬ ПЛАНОВЫХ ДЕФОРМАЦИЙ РЕЧНЫХ РУСЕЛ

**Кондратьев А.Н.**[1]

[1] – *ООО «Русловые процессы», Санкт-Петербург, Россия, info@rusloved.ru*

**Аннотация.** Статистически обработаны ряды ежегодных размывов берегов рек. Выяснено, что скорости отступания берега во времени могут различаться до двух раз. Сделана рекомендация для практических расчётов – вводить повышающий коэффициент скорости размыва берега.

Ключевые слова: русловые процессы, размывы берегов, неравномерность плановых размывов.

В существующих нормативах по расчёту русловых процессов не учитываются неравномерности горизонтальных и вертикальных деформаций речных русел. Получаемые по формулам параметры – это обычно средние оценки.

В реальности плановое смещение берегов рек неравномерно по годам – в каждый год фактическое отступание берега не равно среднему значению за многолетие. Размывы берегов рек происходят неравномерно, как во времени, так и по длине участка реки. При прогнозе максимально возможного размыва требуется учёт неравномерности размыва берега реки, которая может проявляться в будущем.

Использована следующая методика для определения неравномерности плановых размывов берегов рек и выяснения различия между средними и максимальными размывами:

1. Сбор и обработка исходных данных (многолетние ряды годовых скоростей размыва берегов рек).

2. Получение статистических характеристик исходных рядов.

3. Многократное воспроизведение 30-летних рядов размывов берегов. Последовательное суммирование погодичных смещений берегов с получением смещения берега на расчётный период.

4. Статистическая обработка результирующих 30-летних размывов с получением искомых значений повышающих коэффициентов для перехода от средних значений к максимальным размывам.

Использованы участки рек, на которых проводятся многолетние наблюдения усилиями разных научных коллективов:

1) Результаты наблюдений на реках Удмуртии (Удмуртский университет, Л.Н. Петухова, И.И. Рысин) – 17 участков [2].

2) Результаты наблюдений на р. Керженец (МГУ, О.В. Кораблева, А.В. Чернов) – 3 участка, 49 створов [3].

3) Результаты наблюдений на р. Большая Кокшага (Государственный природный заповедник «Большая Кокшага», А.И. Толстухин) – 1 участок, 15 створов [1].

Ко всем исходным рядам была применена статистическая обработка: рассчитаны среднее значение скорости размыва за рассматриваемый период, коэффициент вариации и асимметрии, среднее квадратическое отклонение и дисперсия, были построены кривые распределения, проведена оценка рядов на однородность. Коэффициент вариации Cv изменяется в диапазоне от 0,3 до 1,1. Средний размыв колеблется 0,16 м/год до 0,39 м/год.

Исходные ряды данных недостаточно длинны, что бы по ним можно было делать достаточно достоверный прогноз, поэтому, получив статистические параметры ряда, предпринималось его удлинение с помощью метода Монте-Карло. Сначала по случайным числам в диапазоне от 0 до 1 получался ряд обеспеченностей, по которым пере-

считывались значения распределения. В результате получены длинные ряды погодичных скоростей размыва.

По описанной выше схеме по каждому из 20 расчётных участков было произведено по 100 модельных реализаций, и таким образом получено по 100 рядов данных, смоделированных на 30 лет. Построены зависимости размыва от времени, по которым получен диапазон разброса значений размыва берега.

Получены кривые в виде вееров, на которых можно выделить средний размыв и максимальный размыв. Для практических нужд наибольший интерес вызывают значения максимальных размывов. По рядам результирующих размывов берегов рек на расчётный период рассчитаны статистические характеристики. Выяснено, что коэффициент вариации находится в диапазоне от 0,08 до 0,29.

Основным результатом является вывод о неточности фактических плановых скоростей размывов берегов, определённых по совмещению двух разновременных плановых материалов. Подвергается сомнению устоявшееся мнение, что скорость планового смещения берега реки за прошлый период является «точным», и что его можно без изменений принимать таким же и на следующие периоды, то есть принимать Vпрогноз = Vфакт. Предлагается учитывать, что плановое смещение берегов рек неравномерно по годам – в каждый год фактическое отступание берега не равно среднему значению за многолетие. Оценена временная неравномерность плановых размывов берегов и получены статистические характеристики скоростей плановых размывов берегов.

Основным практическим выходом является рекомендация о необходимости учёта неравномерности плановых деформаций. Рекомендуется при прогнозе плановых деформаций в полученные значения фактических скоростей плановых (горизонтальных) деформаций речных русел вводить повышающий коэффициент k>1, учитывающий неточность фактических скоростей плановых деформаций рек.

В результате делается вывод о необходимости модернизации существующего способа расчёта плановых размывов берегов рек. Вместо прямой экстраполяции полученных «фактических» значений необходимо вводить повышающий коэффициент, и при прогнозе русловых деформаций для проектирования следует использовать увеличенные скорости плановых размывов. Таким образом, существующий метод прогноза плановых деформаций берегов требует уточнения на основе фактических данных.

**Литература**

1. Летопись природы. Книга 15. 2008 год. Федеральное государственное учреждение «Государственный природный заповедник «Большая Кокшага». – Йошкар-Ола: Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации, 2009 – 355 с.

2. Рысин И.И., Петухова Л.Н. Русловые процессы на реках Удмуртии. – Ижевск: Научная книга, 2006.

3. Чернов А.В. Особенности русловых деформаций малых рек в условиях ограниченного развития русловых деформаций// XVIII Пленарное межвузовское координационное совещание по проблемам эрозионных, русловых и устьевых процессов. – Курск: Изд-во Курск. ун-та, 2003. – С. 213–214.

## PULSATIONS OF THE RIVERBED LATERAL DEFORMATIONS

**Kondaratyev A.N.[1]**

[1] – *Channel processes LLC, St. Petersburg, Russia, info@rusloved.ru*

**Abstract.** Statistical calculations of banks annual erosion were performed. The bank erosion rates are varied up to 2 times. There are recommendation for practical calculations to apply an increase coefficient in the bank erosion rates.

Key words: channel processes, erosion of the riverbanks, the unevenness of the riverbanks deformations

# ПОВЕРХНОСТНЫЙ СКЛОНОВЫЙ СТОК И ДИФФУЗНЫЙ ВЫНОС БИОГЕНОВ В РЕКИ И ВОДОЕМЫ ЮЖНОЙ ЧАСТИ РУССКОЙ РАВНИНЫ

**Коронкевич Н.И.[1], Долгов С.В.[1], Кашутина Е.А.[1], Сидорова М.В.[1]**

[1] – *Институт географии РАН, Москва, Россия, koronkevich@igras.ru*

**Аннотация.** На основе обобщения данных воднобалансовых станций определена величина весеннего поверхностного склонового стока на территории южной части Русской равнины за период исчисления нормы речного стока по К.П. Воскресенскому (1962), то есть с конца XIX в. до 1960-х гг. Прослежено дальнейшее изменение этого стока под влиянием агротехнических мероприятий и изменений климата вплоть до последнего времени. Выявлена тенденция существенного снижения поверхностного склонового стока на сельскохозяйственных угодьях и вместе с тем роста стока, формируемого на урбанизированных площадях в последние десятилетия. С учетом данных о ландшафтном устройстве водосборов, структуре стока и химическом составе вод определен вклад поверхностного склонового стока в диффузный вынос биогенов в водные объекты в бассейнах Волги и Дона.

Выполнено зонально-ландшафтное обобщение данных воднобалансовых станций на территории европейской и азиатской частей СССР за период исчисления нормы речного стока по К.П. Воскресенскому (1962) путем их «привязки» к величине среднего многолетнего стока половодья в районах их расположения. Были получены значения поверхностного склонового стока за этот период для леса и двух основных видов сельскохозяйственных угодий в период половодья – зяблевой (осенней) пахоты и полей, нераспаханных с осени, дифференцированно для суглинистых и супесчаных почв.

Обобщение показало, что в лесостепной зоне (сток речного половодья 40-60 мм) сток с зяби на суглинках меньше, чем с полей, нераспаханных с осени (озимые, стерня, многолетние травы) в 1.3-2 раза, а в степной зоне при среднем значении стока речного половодья 20 мм – до 6 раз и более. По процентному соотношению разных угодий и типов почв получены средневзвешенные значения зонального склонового стока с сельскохозяйственных полей.

В дальнейшем, вплоть до начала 1990-х гг., площадь зяблевой пахоты нарастала. Уровень агротехники также возрастал и при относительно мало меняющихся климатических условиях средневзвешенный склоновый сток снизился в лесостепной зоне на 20-40%, а в степной зоне на 60-70%. В последние десятилетия на территории Русской равнины произошли весьма существенная трансформация климатических условий, которая стала определяющим фактором изменений поверхностного склонового и речного стока. Вследствие наступления более теплых зим, меньшего промерзания почвы поверхностный склоновый сток снегового происхождения снизился, несмотря на сокращение площадей под зяблевой пахотой, но увеличились инфильтрация и доля подземного стока в речном.

В результате современное общее уменьшение поверхностного склонового стока за период половодья по сравнению с периодом исчисления нормы стока составило в среднем 3 раза в центральной лесостепи и северной части степной зоны и 4-10 раз на большей части степной зоны. Снижение поверхностного склонового стока стало основной причиной уменьшения стока речного половодья, что хорошо показано в работах (Водные ресурсы…, 2008, Джамалов и др., 2015).

С уменьшением вклада поверхностного склонового стока в сток речного половодья до 10-20% в лесостепных и степных районах Русской равнины возросла доля стока, формирующегося на площади гидрографической сети (в степных районах до 70%) и стока инфильтрационного происхождения (в степной зоне – до 15-20%).

На изменение стока половодья сравнительно мало повлияло увеличение урбанизированных площадей и весеннего стока с них. Однако в теплый период года их роль резко возрастает, поскольку слой стока с них в это время многократно выше стока с сельскохозяйственных и тем более, лесных угодий.

Умножением величины стока с отдельных угодий на концентрацию в нем минерального азота и фосфора, полученную в результате полевых работ, был оценен современный вынос биогенов в бассейнах Дона и Волги. Расчеты показали, что из общего среднего ежегодного выноса биогенов в весенний период в бассейне Дона 22.8 тыс. т (54 кг/км$^2$) азота и 1.9 тыс. т фосфора (4.5 кг/км$^2$) на поверхностный сток с незалесенных склонов приходится немногим более 20%, на долю стока, формируемого на площади гидрографической сети около 60% и стока инфильтрационного происхождения примерно 20%. В южной части бассейна Волги (в пределах южной части лесной зоны, лесостепной и степной зон) общий вынос азота составляет 95.6 тыс. т (157 кг/км$^2$) и фосфора 10.1 тыс. т (17.1 кг/км$^2$). При этом доля поверхностного склонового стока в выносе биогенов несколько выше, чем на Дону (25-30%), доля стока с гидрографической сети ниже (около 40%) при вкладе стока инфильтрационного происхождения около 30%.

С урбанизированных площадей современный вынос биогенов в холодный период года оценивается примерно в 1.5-2 раза ниже, чем с поверхностным склоновым стоком в бассейне Дона и в 4-5 раз ниже, чем в южной части бассейна Волги. В теплый период года вынос биогенов с урбанизированных площадей возрастает в 2.5-3 раза по сравнению с периодом половодья в бассейне Дона и в 1.5-2 раза - в бассейне Волги.

Приведенные ориентировочные величины диффузного выноса биогенов превышают их поступление со сточными водами, но, если большинство сточных вод непосредственно попадает в средние и крупные реки, то биогенным веществам диффузного происхождения предстоит еще долгий путь до этих рек, в процессе которого с ними происходит существенная трансформация, в том числе самоочищение малых рек.

**Литература**

1. Водные ресурсы и их использование. Спб.: ГГИ, 2008, 598 с.
2. Воскресенский К.П. Норма и изменчивость годового стока рек Совесткого Союза. Л.: Гидрометеоиздат, 1962. 548 с.
3. Джамалов Р.Г., Фролова Н.Л., Киреева М.Б. и др. Современные ресурсы поверхностных вод европейской части Росси: Формирование, распределение, использование. М.: ГЕОС, 2015. 320 с.

## SLOPE RUNOFF AND DIFFUSE POLLUTION OF RIVERS AND RESERVOIRS BY NUTRIENTS IN THE SOUTHERN PART OF THE RUSSIAN PLAIN

**Koronkevich N.I.[1], Dolgov S.V.[1], Kashutina E.A.[1], Sidorova M.V.[1]**

*[1] – Institute of Geography RAS, Moscow, Russia, koronkevich@igras.ru*

**Abstract**. Based on a summary of the data of water balance stations, the magnitude of the spring surface slope runoff in the southern part of the Russian Plain is determined for the period of the river flow rate calculation according to K.P. Voskresenskiy (1962), that is, from the end of the XIX century until the 1960s. Further change of this runoff under the influence of agrotechnical measures and climate change was traced until recently. The tendency of a significant decrease in surface slope runoff on agricultural land and at the same time an increase in runoff formed on urbanized areas in recent decades has been revealed. Taking into account the data on the landscape arrangement of catchments, the structure of the runoff and the chemical composition of the waters, the contribution of the surface slope runoff to the diffuse pollution of water bodies by biogenes in the Volga and Don river basins is determined.

# ВЛИЯНИЕ ГЕОЛОГО-ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ ДОЛИН НА МОРФОЛОГИЮ И ДИНАМИКУ РУСЕЛ МАЛЫХ РЕК БАССЕЙНА ВЕРХНЕГО ДНЕПРА (ЛЕВОБЕРЕЖНАЯ ЧАСТЬ)

**Лобанов Г.В.[1], Синицина Е.В.[1]**

[1] – *ФГБОУ ВО «Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского»*

**Аннотация.** Описаны геолого-геоморфологические условия русловых процессов; выделены морфодинамически однородные отрезки течения; определены критерии их обособления, обобщены сведения о влиянии сопротивления грунтов размыву на морфологию и динамику русел.

Ключевые слова: верхнее Поднепровье, морфодинамика русла, факторы русловых процессов, устойчивость русла.

Левобережная часть верхнего Поднепровья – бассейны Десны и Сожа занимает соседние части крупных морфоструктур – Смоленско-Московской и Среднерусской возвышенности, Приднепровской низменности. Территорию отличает большое разнообразие рельефа и геологического строения. Средняя высота поверхности неравномерно понижается от верхней, северной части бассейна (260-260 м) к югу и западу до 130-140 м. Крупные, тектонически обусловленные неровности осложнены формами неравномерной ледниковой и флювиогляциальной аккумуляции. Речные долины врезаны в четвертичные отложения (моренные, флювиогляциальные, покровные) и меловые, преимущественно полускальные породы до глубины 60 м. Речные долины в основном наследуют понижениям доледникового рельефа, но значительно преобразованы потоками ледниковых вод [1].

Особенности геолого-геоморфологического строения проявляются в большом разнообразии сочетаний условий русловых процессов – ширине долин, уклоне продольного профиля, сопротивлению грунтов береговых уступов размыву. Смена сочетаний факторов отражается в изменении морфодинамики русла и обособлении относительно однородных отрезков течения протяжённостью до нескольких десятков километров на реках разного ранга, в том числе малых реках. Малыми реками в рамках исследования приняты водотоки с площадью бассейна до 2000 км$^2$, длиной до 100 км Морфодинамически однородные отрезки выделены по топографическим картам масштаба 1:100000 с учётом четырёх признаков: типа русла; наличия и конфигурации крупных изгибов (макроизлучин), соответствующих вероятно большей энергии потока; соотношении морфодинамических типов излучин и конфигурации серий, образованных ими. Признаки соответствуют разных уровням организации рельефа русла – от одиночных форм до протяжённых отрезков с аналогичными особенностями конфигурации. Границы отрезков хорошо согласуются в пространстве с известными геолого-геоморфологическими рубежами – локальными тектоническими структурами, долинными зандрами, областями распространения среднечетвертичного оледенения и перигляциальными зонами.

Выделение отрезков обосновано различиями литологического строения, которое через сопротивление грунтов размыву выступает фактором русловых процессов относительно постоянным на протяжении последних столетий. Сопротивление грунтов размыву – характеристика усилия, необходимого для отрыва частиц грунта. Различия сопротивления размыву в пространстве используется для расчёта устойчивости русла. В математических моделях устойчивости учитывается разное количество составляющих, обусловленных свойствами грунта. В самых простых вариантах

используется одна характеристика, обычно диаметр частиц руслоформирующих грунтов; в более сложных – несколько, в том числе в том числе плотность, угол внутреннего трения, сцепление, сопротивление сдвигу. Для оценки сопротивления грунтов береговых уступов размыву нами использовано значение минимального усилия, необходимого для проникновения в подготовленную стенку металлического конуса со диаметром 1 см. Возможность использования метода подтверждается хорошей сходимостью с результатами физического моделирования размыва пойменных грунтов компактной струёй (методика Г.В. Бастракова). Наибольшим сопротивлением размыву отличаются плотные суглинки и сцементированные гидроксидом железа пески. Высокоустойчивые к размыву полускальные породы (мергели, мел) и плотные глины очень редко являются руслоформирующими. Наименее устойчивы к размыву лёгкие опесчаненые суглинки, частицы которых легко отрываются и переносятся потоком. Состав руслоформирующих грунтов в значительной степени определяется литологическим строением водосборной территории [2].

Соотношение сопротивления размыву и размывающей силы потока определяет скорость и направление горизонтальных деформаций русла и проявляется в особенностях его конфигурации. На участках меандрирующего русла с высокой прочностью руслоформирующих грунтов (относительно энергии потока), где возможности горизонтальных деформаций ограничены, формируются преимущественно серии заваленных, сундучных и синусоидальных излучин. Сегментные излучины разной степени развитости распространены преимущественно на отрезках долин с поймами, сложенными легко размываемыми мелкозернистыми и разнозернистыми песками. Описанная закономерность, повторяется и на рукавах разветвлённого русла, фрагменты которого формируются на пересечениях долинами локальных понижений рельефа. Морфология русла в границах отрезков не является однородной – наряду с формами, преобладающих типов, встречаются иные, обусловленные локальными особенностями сочетаний факторов

Морфодинамически однородные отрезки отличаются направлением и масштабом изменений конфигурации русел во времени. Масштаб изменений оценивается сравнением количества излучин и разнообразия их морфодинамических типов на картографических материалах разных лет (от середины XIX века до начала XXI). Квазипериодические изменения водности рек, сходные в разных частях верхнего Поднепровья по-разному влияют на интенсивность горизонтальных деформаций в зависимости от соотношения факторов устойчивости русла. На участках с преобладанием сегментных излучин увеличение водности приводит к срезанию шпор и упрощению конфигурации в целом, снижение – к распространению излучин высокой степени развитости. Причиной представляется движение потока половодья преимущественно в бровках русла (в первом случае) или с выходом на пойму. Участки с ограниченными условиями горизонтальных деформаций, свойственна значительная перестройка русла; заваленные и сундучные излучины сменяются сегментными. Здесь речь снова идёт о тенденции

Геолого-геоморфологические факторы определяют разнообразие морфодинамики русла на временных интервалах протяжённостью в сотни лет. Устойчивые различия морфологии и динамики дают основание считать отрезки не только уровнем организации рельефа русла, но элементами ландшафтов речных долин, базовой территориальной единицей их комплексного районирования.

**Литература**

1. Природные ресурсы и окружающая среда субъектов Российской Федерации. Центральный федеральный округ. Брянская область / Администрация Брянской обл.; под ред. Н.Г. Рыбальского, Е.Д. Самотесова, А.Г. Митюкова. - М.: НИИ-Природа, 2007. – 1144 с.

2. Зверева А.Ю. Прочностные характеристики грунтов как фактор морфологии и динамики руслового рельефа (на примере рек бассейна верхнего днепра) / А.Ю. Зверева, Г.В. Лобанов, А.П. Ужакина, Б.В. Тришкин, Е.А. Сабайда, А.В. Полякова // Вестник Брянского государственного университета. №1 (2015): Педагогика и психология. История. Право. Литературоведение. Языкознание. Экономика. Точные и естественные науки. 365-370 с.

## INFLUENCE OF GEOLOGICAL AND GEOMORPHOLOGICAL STRUCTURE OF THE VALLEYS ON THE MORPHOLOGY AND DYNAMICS OF THE SMALL RIVERS CHANNELS AT THE UPPER DNIEPER BASIN (LEFT-BANK PART)

**Lobanov G.V.[1], Sinitsina V.E.[2]**

[1] – *Bryansk state University named after academician I. G. Petrovsky*

**Abstract.** The paper describes geological and geomorphologic conditions of fluvial processes; selected morphodynamics homogeneous segments of the current; the criteria of their separation, summarises the impact resistance of soils to erosion on the morphology and dynamics of channels.

Keywords: upper Dnieper basin, morphodynamics of the channel, factors of channel processes, the stability of the riverbed.

# ВОДОПОТРЕБЛЕНИЕ НА ВОДОСБОРАХ РЕК РОССИЙСКОЙ АРКТИКИ

**Магрицкий Д.В.**[1]

[1] – *Географический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия, magdima@yandex.ru*

**Аннотация**. Анализ данных по изъятию речных и подземных вод на водосборах рек Российской Арктики за период с 1980 по 2016 гг., объему сбрасываемых обратно в водные объекты сточных вод позволил получить ряд важных и новых выводов в отношении влияния этого антропогенного фактора на водные ресурсы арктических рек и их региональный дефицит, на приток речных вод в арктические моря России. Источниками данных послужили ежегодные справочные издания Государственного водного кадастра «Ресурсы поверхностных и подземных вод, их использование и качество», тома «Схемы комплексного использования и охраны водных объектов» (СКИОВО) по бассейнам рек, открытые документы муниципальных образований с информацией по тепло- и вододоснабжению населения и предприятий, отведению сточных вод, др. материалы. Исследования выполнены в рамках гранта РНФ №14-37-00038 и РФФИ №18-05-60021.

Установлено, что водопотребление на водосборах арктических рек России практически не влияет на их водные ресурсы и соответственно приток речных вод в арктические моря. Нет и общего регионального дефицита водных ресурсов. Даже во второй половине 1970-х и в 1980-х гг., когда объемы водопотребления были максимальными, в бассейнах наиболее освоенных в хозяйственном отношении рек – Северная Двина, Обь и Енисей – изымалось 1,2, 17,8 и 5,12 км$^3$/год воды, или 1,1; 4,6 и 0,8% их стока в эти годы; из рек Мурманской обл. забиралось 2,3 км$^3$/год, или 4,4%. Бóльшая часть воды изымалась из речной сети (80–95%), остальные – из подземных водоносных горизонтов. Разность между забором речных и сбросом сточных вод достигала наибольших значений в Обь-Иртышском бассейне (7,5 км$^3$/год) из-за аридных условий водообеспечения, развитого сельского хозяйства и межбассейнового перераспределения стока в его южной части. А с потерями на испарение с поверхности водохранилищ в бассейне р.Оби, на заполнение Шульбинского водохранилища в 1980-х гг. безвозвратные потери вырастают до 13 км$^3$/год, или 3,45% стока Оби в эти годы. Это уже весомо, поскольку превышают погрешность расчета нормы стока, которая равна 2,5%. В КНР в эти годы серьезных изъятий стока из Черного Иртыша не было.

К настоящему времени забор воды заметно сократился, в том числе благодаря переходу на водосберегающие технологии. Показательный пример – Норильский комбинат и его подразделения. Наибольший забор воды существует в Мурманской обл. (1,8 км$^3$/год), в бассейнах рр. Сев. Двины (0,7), Оби (14,6 км$^3$/год: 8,8 км$^3$/год на территории РФ, 2,83 – Казахстана, 3,0 – Китая) и Енисея (3 км$^3$/год). Всего из арктических рек и подземных водоисточников изымается ~21,5 км$^3$/год. К 2025–2030 гг. этот показатель, возможно, возрастет в 1,5 раза, но не приведет к негативным изменениям стока воды арктических рек, поскольку компенсируется климатическим его увеличением. Так, в 1976–2015 гг. общее увеличение годового притока речных вод в моря Российской Арктики составило, по сравнению с 1936–1975 гг. примерно 150 км$^3$/год [1]. Объемы современного отведения сточных вод в реки сопоставимы с объемами их изъятия. Поэтому безвозвратные хозяйственные потери стока здесь как

нигде в мире невероятно малы. В структуре водопотребления промышленность занимает ведущее место в Мурманской обл., в бассейнах рек Сев. Двины, Енисея, Лены, Анадыря и др. Доля ТЭС велика в бассейнах Оби, Енисея, Яны, Индигирки и Колымы. Жилищно-коммунальный комплекс забирает много воды в бассейнах Сев. Двины, Мезени, Пура, Таза, Хатанги, Оленека, Лены, Анадыря.

На муниципальном уровне и для отдельных водопотребителей гидрологические ограничения водопользования, наоборот, существуют, несмотря на общее обилие водных ресурсов и благоприятное удельное водообеспечение арктической территории и населения. Причем они довольно серьезные и разнообразные. Эти выводы получены благодаря данным Электронного каталога водопотребителей Арктической зоны России, но пока лишь по участникам водохозяйственного комплекса на территории Чукотского АО, арктических районов Республики Саха (Якутия) и Красноярского края. Их насчитывается около 229: 70,7% приходится на предприятия жилищно-коммунального хозяйства (населенные пункты), 18,8% – на предприятия добывающей промышленности, 6,6% – на объекты теплоэлектроэнергетики, 3,9% – на остальное. Характер и серьезность гидрологических ограничений, как удалось выяснить, зависят в Арктической зоне России (АЗР) от множества факторов, в частности от типа и размера водопотребителя, его географического местонахождения, вида используемых природных вод, местоположения, дебита и гидрологического режима водоисточника. Многие факторы изменяются по территории, в течение года, в многолетнем разрезе. Локальные гидрологические ограничения в АЗР можно объединить в 3 большие группы. Первая группа связана с ограничениями по обеспечению водопотребителя необходимым количеством свежей воды (30,5% водопотребителей), вторая – с ограничениями из-за несоответствия их качества нормативным показателям (12% не соответствует, 37% не соответствует по небольшому количеству показателей), третья – по причине затопления, повреждения, разрушения или занесения водозаборных и сбросных сооружений, систем тепло-, водоснабжения и водораспределения во время ледохода, больших расходов и уровней воды в период половодья (паводков) – 26 населенных пунктов в зоне затопления и 4 на участках с размываемыми берегами с населением 42 тыс. чел., а также из-за замерзания воды в трубах. Безусловно, для некоторых водопотребителей и территориальных единиц могут действовать несколько типов гидрологических ограничений.

**Литература**

1. Magritsky D.V., Frolova N.L., Evstigneev V.M., Povalishnikova E.S., Kireeva M.B., Pakhomova O.M. Long-term changes of river water inflow into the seas of the Russian Arctic sector // Polarforschung. No 87 (2). 2018. Pp. 177-194.

## WATER CONSUMPTION WITHIN THE BASINS OF THE RIVERS OF THE RUSSIAN ARCTIC

**Magritsky D.V.[1]**

[1] – *Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Moscow, Russia, magdima@yandex.ru*

**Abstract**. Water consumption within the basins of the rivers of the Russian Arctic practically does not affect their water runoff, the volume of river waters flowing into the Arctic seas of Russia. Enterprises and the population have took the largest amounts of water in the 1980s. But even in these

years, the values of taken water were equal to first percent of the total runoff of Arctic rivers. Water management did practically not affect many rivers. If we consider only irrevocable water consumption, the impact of this anthropogenic factor on the water resources of the Arctic rivers is negligible. Currently, water consumption has decreased to about 21.5 $km^3$/year. A noticeable increase in pressure on the water resources of the rivers is observed in China and in the North of Western Siberia. By 2025-2030, this value may increase by 1.5 times. But this will not lead to negative changes in the water flow of the main Arctic rivers, as the climatic increasing water runoff of these rivers will be many times more. However, at the municipal level and for individual water users hydrological restrictions on water use in the Russian Arctic still exist. These restrictions can be divided into three large groups.

# ГИДРОЛОГИЧЕСКИЙ РЕЖИМ НИЖНЕЙ ОБИ. ФАКТОРЫ И ОСОБЕННОСТИ ЕГО МНОГОЛЕТНИХ ИЗМЕНЕНИЙ

**Магрицкий Д.В.[1], Чалов С.Р.[1], Агафонова С.А.[1], Кузнецов М.А.[2], Банщикова Л.С.[3]**

*[1] – МГУ имени М.В.Ломоносова, Москва, Россия, magdima@yandex.ru*
*[2] – Ямало-Ненецкий ЦГМС,Салехард, Россия*
*[3] – ФГБУ «Государственный гидрологический институт», Санкт-Петербург, Россия*

**Аннотация.** В работе представлены оценки характеристик речного стока, температурно-ледового режима и стока наносов за период с начала наблюдений до 2016 г. Выделено влияние крупномасштабной водохозяйственной деятельности на гидрологический режим нижней Оби.

Ключевые слова: сток воды, наносов, теплоты, температура воды, ледовые явления, климатические и антропогенные изменения, водохозяйственная деятельность.

Обь – главная река севера Западной Сибири, наиболее активно экономически развивающегося региона России. Гидрологический режим нижней Оби регулирует существование и развитие нефтегазодобывающих предприятий и связанной с ними инфраструктуры, включая водный транспорт.

Для анализа современного гидрологического режима нижней Оби в работе использованы данные наблюдений на сети постоянно действующих постов Росгидромета: расходы воды, температура воды и расходы взвешенных наносов на всем протяжении р. Обь от г. Барнаул до Обской губы, а также на 26 постах, расположенных на притоках за период от начала наблюдений (с 1891–1894 гг.) до 2016 г. Характеристика ледового режима составлена по материалам 9 постов в низовьях реки и с 1936 по 2016 гг. Восстановление отсутствующих значений и продление рядов наблюдений проводилось согласно рекомендациям СП 33–101–2003. При обработке информации использовались методы статистического и графического анализа с проверкой рядов на соответствие основным статистическим гипотезам.

Годовой объем стока воды р. Обь в Обскую губу составляет 411 км$^3$/год (1930–2017 гг.). Водный режим нижней Оби характеризуется растянутым весенне-летним половодьем, непродолжительной полноводной осенней меженью и устойчивой зимней меженью с наименьшими за год расходами воды. Средняя мутность в створе г. Салехарда небольшая и примерно равна 40 г/м$^3$. Бо́льшая часть годового стока наносов (85%) проходит в период с мая по август. Межгодовая изменчивость стока наносов выше, чем стока воды: за период наблюдений он изменялся в диапазоне от 5,8 до 27,1 млн т. Средняя продолжительность периода с положительными температурами воды в нижнем течении р. Обь составляет около 5 месяцев (153 сут). В это время через створ поста Салехард проходит $13{,}9 \cdot 10^{16}$ кДж теплоты (~40% в июле). Начало холодного сезона знаменует появление на реке ледовых явлений – в среднем 20–25 октября на участке от с. Полноват до г. Салехарда. В первый месяц ледостава толщина льда достигает 35–37 см, к концу зимнего периода – 80–100 см. Самая большая толщина (159 см) измерена на посту Салехард в 1956 г., в створе поста с. Аксарка – 178 см (в 1971 г.), пос. Яр-Сале – 209 см (1969 г.). Весенний ледоход наблюдается в среднем во второй декаде мая, и его продолжительность составляет 3–5 сут.

Современное изменение величины стока и, в целом, гидрологического режима Нижней Оби являются следствием действия как климатических, так и антропогенных факторов. Многолетние колебания годового стока отличает нечеткая цикличность,

статистически незначимый возрастающий тренд, особенно за счет увеличения водности с середины 1990-х гг. и отсутствие значимых нарушений стационарности ряда. Антропогенный вклад формируют водопотребление, изъятие стока при заполнении водохранилищ и потери на испарение с их поверхности. В 2005–2016 гг. в российской части бассейна забиралось ~8,8 км$^3$/год [1], сбрасывалось – 6,6, в Казахстане – 2,83 и 1,38 [5], в Китае – до 3–4,24 и ~0 км$^3$/год [2]. Вместе с ежегодными потерями на испарение ~12,1 км$^3$/год. При этом естественное снижения годового стока в верхнем и частично среднем течении Оби составляет <8–9 км$^3$/год в 1976–2016 гг., т.е. влияние человека на водные ресурсы Оби сопоставимо с климатическими факторами, а в ряде районов превышает его. Примерно севернее 60-й параллели годовой сток рек в бассейне р. Оби в 1976–2016 гг. вырос, как и сток р. Иртыша, перекрыв климатическое и антропогенное снижение стока и способствуя его увеличению у Салехарда. Изменения сезонного стока не так четко выражены. На Оби и ее зарегулированных притоках в них значительную роль играют водохранилища [3]. Повсеместно отмечается увеличение зимнего стока (с большими величинами в южной части), уменьшение стока апреля–августа в южной части бассейна и рост в северной.

В отличие от стока воды видимой реакции стока наносов в створе г. Салехарда на сооружение крупных водохранилищ как на самой Оби, так и на ее притоках нет. Поскольку ниже устья Иртыша их влияние в явном виде уже не видно [4]. Мало того, тренд в многолетних колебаниях стока наносов в низовьях Оби возрастающий (+0,25 млн т/10 лет). Косвенное влияние Новосибирского, иртышских и других водохранилищ выражается в меньшей интенсивности нарастания стока взвешенных наносов в низовьях Оби вслед за ростом стока воды. Это поддерживает стабильность в отношении русловых процессов и дельтоформирования в низовьях Оби и на барах Обской губы.

Ледово-термические условия нижней Оби формируются исключительно под влиянием естественных факторов. Воздействие Новосибирского водохранилища на тепловой сток ослабевает по длине р. Обь: у гидроузла современный тепловой сток составляет 84% его естественной величины, в 2699 км ниже – 95%. Изменение температуры воздуха в средней и северной частях бассейна р. Обь привели к заметному росту температуры воды (у Салехарда в мае на 0,3 $^o$C, в июне – на 1,5, в июле – на 0,9 $^o$C). При этом сроки перехода температуры воды через 0,2°C остались прежними. Изменения ледового режима статистически значимы для поста г. Салехард: сокращение продолжительности ледостава и периода с ледовыми явлениями после 1987 г. составляет 7 сут, максимальной толщины льда – 10 см, что согласуется с изменениями суммы отрицательных температур воздуха за зимний период.

Благодарности. Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 18-05-60021-Арктика).

**Литература**

1. Государственный водный кадастр. Ресурсы поверхностных и подземных вод, их использование и качество. Ежегодное издание. – Л., СПб., 1982–2017.

2. Козлов Д.В. Проблемы трансграничного использования водных ресурсов в бассейне Иртыша и перспективы гидротехнического строительства в регионе // Сб. научн. трудов «Вода для мелиорации, водоснабжения отраслевой экономики и природной среды в условиях изменения климата». 2018. Вып. 11. С. 32–37.

3. Магрицкий Д.В. Антропогенные воздействия на сток рек, впадающих в моря Российской Арктики // Водные ресурсы. 2008. Т. 35, № 1. С. 1–14.

4. Магрицкий Д.В. Факторы и закономерности пространственной и многолетней изменчивости поступления речных наносов в моря Российской Арктики //Вопросы географии. 2016. Вып. 142. С. 444-466.

5. Национальный атлас Республики Казахстан. Том III. Алматы, 2010. 158 с.

# HYDROLOGICAL REGIME OF THE LOWER REACHES OF THE OB RIVER. FACTORS AND FEATURES OF ITS LONG-TERM CHANGES

**Magritsky D.V.[1], Chalov S.R.[1], Agafonova S.A.[1], Kuznetsov M.A.[2], Banschikova L.S.[3]**

*[1]– Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia, magdima@yandex.ru*
*[2]– Yamalo-Nenets Centre for Hydrometeorology and environmental monitoring, Salekhard, Russia*
*[3]– State Hydrological Institute, St. Petersburg, Russia*

**Abstract.** The paper contains new estimates of annual and seasonal river runoff, characteristics of temperature and ice regime, and their long-term changes. The influence of large-scale water management on the long-term fluctuations of hydrological regime of the lower Ob is shown.

Keywords: water and suspended sediment runoff, heat flux, water temperature, ice phenomena, climatic and anthropogenic changes, water management.

# ПРОЯВЛЕНИЕ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ РУСЛОВЫХ ДЕФОРМАЦИЙ НА Р. БЕЛОЙ

**Михайлова Н.М.**[1]

[1] – *Московский государственный университет им М.В. Ломоносова, Москва, Россия, nmmikhailova@yandex.ru*

**Аннотация.** Выявлено, что при горизонтальных деформациях (размывы оголовков островов и пойменных берегов), в русла рек поступает большое количество наносов, основная часть, которых является руслообразующими, задерживаются на перекатах. В работе дана количественная оценка поступающих в русло наносов при размыве берегов.

Ключевые слова: русловые процессы, размывы берегов, плановые деформации, река, русло.

Работа выполнена при поддержке РФФИ проект № 18-05-00487 (исследования на меандрирующих участках) и РНФ проект № 18-17-00086 (исследования на разветвленных участках реки).

Одной из форм проявления динамики речных русел является боковая эрозия (размывы берегов). В населенных районах этот процесс часто приводит к потере сельскохозяйственных земель, разрушению зданий, инженерных объектов; подмыву опор ЛЭП, трубопроводов, мостовых переходов, дорожного полотна и других коммуникаций. Обычно размыв одного берега сопровождается аккумуляцией наносов у противоположного, что способствует общему смещению русла в плане.

Для определения горизонтальных русловых деформаций на р. Белой были использованы разновременные космические снимки (с 1984 по 2018 гг.). Из всего периода использованы снимки за 1984, 1988, 1995, 2002, 2010, 2018 годы. Все снимки сделаны в меженный период (в июле-августе) и подобраны таким образом, чтобы отражать состояние реки при одинаковой водности.

Горизонтальные и вертикальные деформации русла, темпы и периодичность сезонных и многолетних деформаций неодинаковы по длине рек и зависят от условия формирования морфологически однородных участков. Они определяют устойчивость русел к размыву. В свою очередь скорость развития горизонтальных русловых деформаций зависит от устойчивости русла и подверженности берегов размыву. На скорость развития плановых деформаций русла влияют также многолетние и сезонные колебания водности реки и развитость излучин (на участках извилистого русла).

В результате проведенного анализа на р. Белой выделены несколько участков относительно стабильного русла, где не было выявлено горизонтальных русловых деформаций или они были незначительны, а также участки слабоустойчивого русла, где за период с 1984 по 2018 гг. были отмечены активные плановые деформации русла.

Наиболее подвержены горизонтальным деформациям участки нижнего течения, где берега высокой поймы и надпойменных террас сложены легко размываемыми супесчаными и суглинистыми отложениями. В среднем течении (до г. Уфы) такие берега встречаются реже.

Наибольшие изменения русла в плане характерны для участков с двухсторонней поймой, расположенных в нижнем течении реки, где берега активно размываются со средней скоростью 3-7 м/год, и за период с 1984 по 2018 гг. величина отступания берега на разных отрезках этого участка составила от 90 до 250 м. На извилистых участках русла это привело к изменению радиуса кривизны излучин. Отмечено поперечное и продольное плановое смещение, а также заваливание некоторых излучин

за счет размывов берегов верхних и нижних крыльях.

Скорости размыва берегов в период с 1984 по 2018 гг. на всех участках были не одинаковы, что определялось чередованием периодов повышенной и пониженной водности, а также развитостью излучин на участках извилистого русла. Наибольшие размывы на многих излучинах наблюдались в период с 1988 по 2002 гг. и особенно интенсивно в период с 1988 по 1995 гг. после прохождения высокого половодья в 1987 г. (табл. 1).

**Таблица 1** – Средние скорости размыва берегов за разные периоды

| Расстояние по судовому ходу, км | Скорость размыва в разные периоды, м/год | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 1984-1988 | 1988-1995 | 1995-2002 | 2002-2010 | 2010-2018 |
| 1826-1827 | 6,3 | 8,7 | 4,9 | 4,8 | 2,9 |
| 1833-1834 | 5,8 | 10,9 | 13,3 | 1,3 | 3,6 |
| 1842-1840 | 0,0 | 3,4 | 4,6 | 4,5 | 1,9 |
| 1853-1857 | 4,3 | 3,1 | 4,7 | 1,3 | 1,4 |
| 1863-1868 | 6,8 | 7,7 | 6,1 | 2,5 | 3,1 |
| 1870-1874 | 2,0 | 8,7 | 9,6 | 4,8 | 6,5 |
| 1874-1876 | 2,0 | 10,7 | 8,9 | 1,9 | 4,0 |

К 2014 году, когда наблюдалось некоторое уменьшение водности реки на многих слабоустойчивых участках русла скорости размывом берегов замедлились или прекратились.

Наиболее характерные деформации руслового рельефа состоят в направленном размыве побочней и осередков, или, наоборот, их зарастании, причленении к берегам островов, что вызывает увеличение пойменных массивов и искривление динамической оси потока. В тоже время эти процессы вызывают размывы противоположных берегов со средней интенсивностью более 5 м/год. Поступление в русло продуктов размыва обусловливает изменение морфологии и динамики форм руслового рельефа. Основная часть наносов аккумулируется в узлах разветвлений.

В целом, русло р. Белой является нестабильным в плане. Размывам подвержены участки с двухсторонней поймой, сложенной супесчаными и суглинистыми отложениями, а также надпойменные террасы, сложенные легкоразмываемыми аллювиальными отложениями. Общая протяженность фронта размыва берегов составляет более 40% их длины. Наибольшие размывы отмечены в вершинах и крыльях излучин (до 6,9 м/год), а также в узлах разветвлений, где в процессе их развития происходило увеличение пойменных массивов в результате причленения осередков и островов. За более чем тридцатилетний период в русло поступило от 3 до 32 тыс.м$^3$ наносов с каждого размываемого участка. К относительно стабильным участкам русла относится участок в районе г. Уфы, где вогнутые берега излучин либо слабо подвержены размыву, либо укреплены.

# EVENTS OF LATERAL CHANNEL DEFORMATIONS AT THE BELAYA RIVER

**Mikhailova N.M.**[1]

[1] – *Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia, nmmikhailova@yandex.ru*

**Abstract.** Large sediment loads were found to enter river channels due to lateral deformations. The major part of the load constitutes the channel-forming sediments, and immobilizes at riffles. The study focuses at quantitative estimation of the amount of sediments which enter the channel due to bank erosion.

Key words: cannel processes, bank erosion, lateral deformations, river, channel

The research was supported by the Russian Foundation for Basic Research, project no. 18-05-00487 (research at meandering river sites) and by Russian Science Foundation project no. 18-17-00086 (research at sites of braided channel).

# ИЗМЕНЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК МАКСИМАЛЬНОГО ПОВЕРХНОСТНОГО СТОКА, ВЫЗВАННОЕ СТРОИТЕЛЬСТВОМ УЧАСТКА БИАТЛОННОГО КОМПЛЕКСА В Г. ЮЖНО-САХАЛИНСК, И ПОСЛЕДСТВИЯ ДЛЯ ГОРОДСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

**Пашовкина А.А.[1], Кузнецова М.Р.[2]**

*[1] – Санкт-Петербургский Государственный Университет, Санкт-Петербург, Россия, asyapashovkina@gmail.com*
*[2] – Санкт-Петербургский Государственный Университет, Санкт-Петербург, Россия, rotefliege@mail.ru*

**Аннотация.** В работе представлен анализ изменений на территории биатлонного комплекса, созданного в 2016-2017 гг.; обсуждаются увеличение максимального поверхностного стока и последствия для инфраструктуры г. Южно-Сахалинск.

Ключевые слова: поверхностный сток, малые водотоки, осадки, ливневая канализация, г. Южно-Сахалинск.

Недостаточное внимание к малым водотокам при строительстве объектов ведет к проблемам при их дальнейшей эксплуатации [1, 2]. Биатлонный комплекс на г. Плоская – такой пример.

На исследуемом участке были выделены границы водосборов малых водотоков данной территории, существовавшие до строительства биатлонного комплекса (табл. 1, водосборы № 9-16) и после этого (табл. 1, водосборы № 1-8). Определение характеристик территории и расчет расходов выполнены по стандартным методикам [3, 4, 5, 6]. Для учета изменения залесенности территории в формулы для расчета расходов был введен поправочный коэффициент kл [4].

Сравнительный анализ характеристик водосборов № 1-16 показал, что создание биатлонных трасс на рассматриваемом участке западного склона г. Плоская привело к изменениям границ водосборов и их площадей, увеличению густоты и протяженности русловой сети (проложена ливневая канализация), снижению залесенности (см. табл. 1).

Пронумеруем ручьи для удобства сравнения результатов: водоток на водосборе № 9 – ручей 1; на водосборе № 10 – ручей 2; на водосборе № 11 – ручей 3; на водосборе № 12 – ручей 4.

После создания биатлонного комплекса максимальный паводочный сток на ручьях 1 и 2 увеличился на 0,07 м$^3$/с, на ручье 3 – на 0,36 м$^3$/с. При этом на ручье 4 расход уменьшился на 0,19 м$^3$/с. Расчет половодных расходов был выполнен по двум формулам (см. табл. 1), результаты отличаются дуг от друга примерно на 20%. Для ручьев № 1 и № 2 расход увеличился с 0,7 до 0,8 м$^3$/с; для ручья 3 и ручья 4 расходы увеличились в 2 раза.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что создание биатлонного комплекса привело к увеличению поверхностного стока с западного склона г. Плоская. Дополнительные объемы воды поступают в ливневую канализацию г. Южно-Сахалинск, что приводит к ее переполнению, подтоплению улиц, повреждению дорог и подмыву сооружений.

**Таблица 1** – Некоторые характеристики водосборов и максимальный поверхностный сток

| № водо-сбора | Площадь водосбора F (км$^2$) | Площадь леса (% от F) | Макс. паводочный расход (с коэф. залесенности) Q*kл (м$^3$/с) | Макс. половодный расход | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | по формуле 1* $Q_{1\%}$ *kл (м3/с) | по формуле 2** $Q_{1\%}$ (м3/с) |
| 1 | 0,3 | 70,2 | 3,55 | 0,294 | 0,245 |
| 2 | 0,07 | 80,2 | 1,47 | 0,081 | 0,063 |
| 3 | 0,10 | 48,6 | 1,27 | 0,085 | 0,083 |
| 4 | 0,13 | 91,6 | 1,81 | 0,158 | 0,114 |
| 5 | 0,02 | 42,7 | 0,24 | 0,014 | 0,014 |
| 6 | 0,01 | 44,1 | 0,10 | 0,006 | 0,006 |
| 7 | 0,004 | 3,2 | 0,07 | 0,004 | 0,003 |
| 8 | 0,09 | 60,9 | 1,06 | 0,083 | 0,073 |
| 9 | 0,01 | 100 | 0,13 | 0,009 | 0,006 |
| 10 | 0,05 | 100 | 1,27 | 0,068 | 0,046 |
| 11 | 0,06 | 100 | 1,46 | 0,081 | 0,056 |
| 12 | 0,17 | 100 | 3,74 | 0,203 | 0,140 |
| 13 | 0,11 | 100 | -*** | -*** | -*** |
| 14 | 0,27 | 100 | -*** | -*** | -*** |
| 15 | 0,16 | 100 | -*** | -*** | -*** |
| 16 | 0,16 | 100 | -*** | -*** | -*** |

** Формула 1 для расчёта половодья: Q1% = ((K0*h1%) / ((F+1)0,20) * F) / 1000 [10]*
*** Формула 2 для расчёта половодья: Q1% = K0 * δ *hp% * μ * (F / (F+1)n) [9]*
**** Расчет расхода невозможен, т.к. на водосборе отсутствует постоянный водоток*

**Литература**

1. Бекасов М.А, Айбулатов Д.Н. Определение максимальных расходов воды дождевых паводков малых рек на антропогенно изменённых территориях на примере Новой Москвы. Сборник докладов научно практической конференции «Третьи Виноградовские чтения. Грани гидрологии». СПбГУ, 2018. С. 855-858.
2. Генсиоровский Ю.В., 2011. Экзогенные геологические процессы и их влияние на территориальное планирование городов (на примере о. Сахалин). Автореф. канд. геол.-мин. наук. ИЗК СО РАН, Иркутск.
3. Горошков И.Ф., 1979. Гидрологические расчеты. Л.: Гидрометеоиздат. С. 352-358.
4. Пособие по определению расчетных гидрологических характеристик, Л.: Гидрометеоиздат, 1984. С. 44-67.
5. Ресурсы поверхностных вод СССР, 1973. Том 18, вып. 4, Сахалин и Курилы. Л.: Гидрометеоиздат. С. 85-117.
6. СП-33-101-2003 «Определение основных гидрологических характеристик»

# THE CHANGE OF MAXIMUM SURFACE RUNOFF CHARAKTERISTICS CAUSED BY THE CONSTRUCTION OF THE BIATHLON COMPLEX IN YUZHNO-SAKHALINSK AND CONSEQUENCES FOR THE URBAN INFRASTRUCTURE

**Pashovkina A.A.[1], Kuznetsova M.R.[2]**

*[1] – Saint-Petersburg State University, Saint Petersburg, Russia, asyapashovkina@gmail.com*
*[2] – Saint-Petersburg State University, Saint Petersburg, Russia, rotefliege@mail.ru*

**Abstract.** The paper presents analysis of changes in the territory of the biathlon complex, created in 2016-2017; the increase in the maximum surface runoff and the consequences for the infrastructure of Yuzhno-Sakhalinsk are discussed.

Key words: surface runoff, small watercourses, precipitation, rainstorm sewer, Yuzhno-Sakhalinsk.

# ЭМПИРИЧЕСКИЕ ЗАВИСИМОСТИ МЕЖДУ ПАРАМЕТРАМИ ТЕПЛООБМЕНА ПОВЕРХНОСТИ ЛАДОЖСКОГО ОЗЕРА И ПРИВОДНОГО СЛОЯ ВОЗДУХА ДЛЯ ПЕРИОДА ОТКРЫТОЙ ВОДЫ

**Пилипенко А.В.**[1]

[1] – *Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия, pilipenko.an.12@gmail.com*

**Аннотация.** Данное исследование посвящено методам получения эмпирических зависимостей между параметрами теплообмена поверхности Ладожского озера с атмосферой. Результаты исследования подтвердили возможность их использования в корректной оценке исследуемых параметров.

Ключевые слова: Ладожское озеро, температура поверхности воды, температура воздуха, влажность, упругость, теплообмен.

Эволюция термического состояния озера в годовом цикле определяется соотношением прихода и потерь тепла на поверхности и распределением его внутри всей водной массы, т.е. составляющими теплового баланса озера. Радиационный приток тепла на поверхность всего озера в фиксированный момент времени определяется широтой места, облачностью и т. п [1]. Основной вклад в сезонные изменения теплообмена поверхности озера с атмосферой дают две составляющие: LE - тепло, приходящее за счет конденсации (испарения), P - турбулентный теплообмен поверхности озера с атмосферой, определяемые разностью температуры воздуха и температуры воды $\Delta T = Ta - Tw$. Для Ладожского озера было показано, что в зависимости от района и глубины места составляющая LE изменяется по акватории в период весенне-летнего нагревания, особенно в июне [2]. Целью настоящего исследования является установление эмпирических зависимостей между существенными параметрами теплообмена поверхности озера с атмосферой: температурой воздуха и температурой воды, а также влажностью приводного воздуха и упругостью насыщения воздуха.

Процессы теплообмена между водной поверхностью и приводным слоем воздуха можно охарактеризовать двумя параметрами, т.е. представить их как двухпараметрические. Выбор каждой пары параметров определяется физическими особенностями исследуемых процессов. В координатах этих параметров на плоскости могут быть рассмотрены их зависимости во времени, которые для циклических процессов образуют замкнутые траектории или петли. Такая траектория отражает изменение состояния системы в течение одного цикла и в некотором смысле аналогична фазовой траектории колебательного процесса на фазовой плоскости [3].

Для различных процессов могут быть рассмотрены разные фазовые траектории. В проводимых мною исследованиях были выбраны зависимости «температура воды – температура воздуха» и «упругость насыщения – влажность воздуха». Зависимости построены в координатах по среднедекадным данным в период с 1897 по 2012 годы, начиная с 5 мая по 25 ноября для каждого из шести лимнических районов Ладожского озера [4] для периода весеннего нагревания (май – начало августа) и осеннего охлаждения (август – конец ноября). Осреднение проводилось для синоптического периода (10 суток) с перекрытием 5 суток, что позволило сгладить пространственно-временные вариации температуры воды в каждом районе. Для аппроксимации были использованы два вида уравнений (1), (2) [5] и полином второй степени:

$$T_w = \frac{m+(a-m)}{1+e^{y(b-T_a)}}, \quad 1)$$

$$T_w = \frac{a}{1+e^{y(b-T_a)}}, \quad 2)$$

где $T_w$ – температура воды,
m – минимальная температура воды,
a, y, b – искомые переменные,
$T_a$ – температура воздуха.

Для расчета зависимости «упругость насыщения – влажность воздуха» использовано уравнение (2), где вместо температуры воды – упругость насыщения воздуха, вместо температуры воздуха – влажность приводного воздуха.

Графики, аппроксимирующие исходные данные уравнением (2) и полиномом второй степени, получились очень похожими. Для сравнения результатов, был определен коэффициент детерминации (R), превышающий 0.9. Полученные эмпирические зависимости указывают на отличия процессов нагревания и охлаждения различных районов Ладожского озера друг от друга. Зависимости «температура воды – температура воздуха» для периодов нагревания и охлаждения могут использоваться в дальнейших расчетах, так как коэффициент детерминации более 0,97 во всех лимнических зонах. Сравнительный анализ расчётов для зависимостей «упругость насыщения – влажность воздуха» показал, что для процессов нагревания и охлаждения во всех зонах коэффициент R более 0,95, что позволяет использовать данные результаты для корректной оценки параметров теплообмена поверхности Ладожского озера с приводным воздухом.

**Литература**

1. Изотова А.Ф. Турбулентный тепло- и влагообмен больших озер. Л.: Наука, 1982. 144 с.
2. Иванова Е.В., Панин Г.Н., Поздняков Ш.Р., Румянцев В.А. Особенности режима испарения с акватории Ладожского озера. – Метеорология и гидрология, 2013, № 11. С. 87–94.
3. Лаппо С.С., Гулев С.К., Рождественский А.Е. Крупномасштабное тепловое взаимодействие в системе океан – атмосфера и энергоактивные области Мирового океана. Л.: Гидрометеоиздат, 1990. 335 с.
4. Науменко М.А., Каретников С.Г. Морфометрия и особенности гидрологического режима Ладожского озера. / В кн.: Ладожское озеро: прошлое, настоящее, будущее / Под ред. В.А. Румянцева и В.Г. Драбковой. – СПб.: Наука, 2002. С. 16–49.
5. Schertzer W. M., Taylor B. Report to the Okanagan Water Supply and Demand Study on Lake Evaporation Assessment of the Capability to Compute Evaporation from Okanagan Lake, Other Mainstem Lakes and Basin Lakes and Reservoirs using the Existing Database. WSTD Contribution № 08-547, 2009. 102 p.

## EMPIRICAL RELATIONS BETWEEN HEAT EXCHANGE PARAMETERS OF LAKE LADOGA SURFACE AND THE SURFACE LAYER OF AIR FOR THE OPEN WATER PERIOD

**Pilipenko A.V.**[1]

[1] – *Russian State Hydrometeorological University, Saint-Petersburg, Russia, pilipenko.an.12@gmail.com*

**Abstract.** This study considers the methods used to obtain empirical relations between the heat exchange parameters of Lake Ladoga surface and the atmosphere. It also proves that it is possible to use them to estimate these parameters correctly.

Key words: Lake Ladoga, water surface temperature, air temperature, humidity, vapour pressure, heat exchange.

# ОРИЕНТИРОВОЧНЫЕ ОЦЕНКИ ИЗМЕНЕНИЙ НОРМ РЕЧНОГО СТОКА НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ ПОД ВЛИЯНИЕМ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА

**Постников А.Н.**[1]

[1] – *Российский государственный гидрометеорологический университет (РГГМУ), г. Санкт-Петербург, Россия, apostnikkk@mail.ru*

**Аннотация.** Представлены ориентировочные данные изменений норм годового речного стока на территории России, полученные расчетным способом, Оценены вклады в изменения стока изменений атмосферных осадков и температуры воздуха.

Ключевые слова: изменение, речной сток, вклады в изменение стока, Россия.

Под влиянием изменений климата, которые наиболее интенсивно происходят в последнее время, изменяются нормы атмосферных осадков ($P$) и температуры воздуха, данные о которых могут быть использованы для оценок изменений ($\Delta$) норм испарения ($E$) [1, 2] и речного стока ($Y$) (см, например, [3, 4]). Автором предпринята попытка получить ориентировочные оценки изменений норм речного стока на территории России, которые произошли за последние десятилетия, расчетным способом.

Для среднемноголетних условий справедливо уравнение водного баланса:

$$\Delta Y = \Delta P - \Delta E \text{ мм}. \quad (1)$$

Расчет $E$ проводился по формулам автора [1, 2], согласно которым $E=f(P, t)$, где $t$ – характеристика суммы среднемесячных температур воздуха за теплый период года. Изменение испарения представлялось в виде:

$$\Delta E = \left(\frac{\partial E}{\partial P}\right)\Delta P + \left(\frac{\partial E}{\partial t}\right)\Delta t \text{ мм}, \quad (2)$$

где $\Delta P$ и $\Delta t$ – разность между нормами осадков и температуры воздуха за период 1980–2015 гг. и нормами осадков и температуры воздуха.

Определены также вклады осадков ($Vp$) и вклады температуры воздуха ($Vt$) [5] в формирование изменений стока $\Delta Y$ по формулам:

$$Vp = \left|1 + \frac{\partial E}{\partial P}\right| \left|\frac{\Delta P}{V}\right| \%, \quad (3)$$

$$Vt = \left|\frac{\partial E}{\partial t}\right| \left|\frac{\Delta t}{V}\right| \%, \quad (4)$$

где $$V = |\Delta P| + |\Delta E| \text{ мм}. \quad (5)$$

В Табл. 1 приведены фрагменты результатов проведенных расчетов.

**Таблица 1** – Исходные данные и результаты исследований

| Пункт | $t$,°C | $\Delta t$,°C | $P$,мм | $\Delta P$,мм | $\Delta E$,мм | $\Delta Y$,мм | $\delta Y$,% | $Vp$,% | $Vt$,% |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Европейская часть | | | | | | | | | |
| Мезень | 3,8 | 0,5 | 592 | 83 | 50 | 33 | 12 | 69 | 31 |

| Пункт | *t*,°C | Δ*t*,°C | *P*,мм | Δ*P*,мм | Δ*E*,мм | Δ*Y*,мм | δ*Y*,% | *Vp*,% | *Vt*,% |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Рязань | 7,1 | 0,5 | 614 | 4 | 13 | -9 | -7 | 33 | 67 |
| Краснодар | 11,1 | 1, | 711 | 49 | 42 | 7 | 7 | 87 | 13 |
| Западная Сибирь | | | | | | | | | |
| Салехард | 3,2 | 0,2 | 585 | -53 | 16 | -70 | -22 | 73 | 27 |
| Октябрьское | 4,4 | 0,4 | 592 | 41 | 34 | 7 | 3 | 65 | 35 |
| Тюмень | 6,4 | 0,2 | 524 | 10 | 10 | 0 | 0 | 73 | 23 |
| Восточная Сибирь | | | | | | | | | |
| Игарка | 3,2 | 0,4 | 705 | -47 | 41 | -88 | -20 | 52 | 48 |
| Кюсюр | 2,6 | 0,2 | 420 | 45 | 23 | 22 | 10 | 69 | 31 |
| Якутск | 5,1 | 0,3 | 247 | 38 | 32 | 6 | 34 | 97 | 3 |
| Улан–Удэ | 5,7 | 0,8 | 292 | -11 | -4 | -7 | -28 | 76 | 24 |
| Дальний Восток | | | | | | | | | |
| Островное | 2,9 | 0,5 | 248 | 34 | 34 | 0 | 0 | 70 | 30 |
| Среднеколымск | 3,1 | 0,4 | 250 | 40 | 36 | 4 | 8 | 77 | 23 |
| Экимчан | 4,8 | 0,4 | 728 | -20 | 24 | -44 | -14 | 44 | 56 |
| Южно-Сахалинск | 5,8 | 0,3 | 909 | 48 | 26 | 22 | 5 | 73 | 27 |

Данные Табл. 1 показывают, что изменения норм стока (Δ*Y*) на территории России имеют разные знаки и различаются по абсолютной величине на многие десятки миллиметров. Относительные изменения (δ*Y*) по абсолютной величине также колеблются в достаточно широких пределах (от 0 до более чем 30%). Знак перед Δ*Y* почти всегда совпадает со знаком перед Δ*P*, т. е. направление изменений стока на территории нашей страны чаще всего однозначно связаны с направлением изменений осадков. Вклады *Vp* также почти повсеместно значительно больше вкладов *Vt.*

**Литература**

1. Постников А.Н. Об использовании различных уравнений связи для определения норм годового испарения // Ученые записки РГГМУ, № 46, 2017. – С. 35–42.
2. Постников А.Н. Об изменении испарения с суши и водной поверхности на территории России за последние десятилетия // Ученые записки РГГМУ, № 50, 2018. – С. 88–96.
3. Коваленко В.В., Гайдукова Е.В., Чистяков Д.В., Хамлили А. Прогностические модели развития процессов катастрофического формирования многолетнего годового стока // Метеорология и гидрология, № 10, 2010. – С. 64–69.
4. Гайдукова Е.В., Шаночкин С.В., Москалюк М.А. Учет испарения при математическом моделировании речного стока // Ученые записки РГГМУ, № 52, 2018. – С. 79–87.
5. Винников С.Д., Викторова Н.В. Физика вод суши. – СПб.: РГГМУ, 2009. – 430 с.

## APPROXIMATE ESTIMATES OF CHANGES IN THE NORMS OF RIVER FLOW IN RUSSIA UNDER THE INFLUENCE OF CLIMATE CHANGE

**Postnikov A.N.**[1]

[1] – *Russian State Hydrometeorological University (RSHU), Saint-Petersburg, Russia, apostnikkk@mail.ru*

**Abstract.** The approximate data on changes in the norms of annual river flow in Russia obtained by the calculation method are presented. Contributions to changes in flow changes in presipitation and air temperature are estimated.

Key words: change, river flow, contributions to changes in flow, Russia.

# ФИЗИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КАК МЕТОД ИЗУЧЕНИЯ ОПАСНЫХ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

**Распутина В.А.[1], Пряхина Г.В.[1], Боронина А.С.[1], Попов С.В.[2,1]**

*[1] – Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия, lerasputina88@gmail.com*
*[2] – Полярная морская геологоразведочная экспедиция, Санкт-Петербург, Россия*

**Аннотация.** Наблюдения за опасными гидрологическими процессами практически невозможны, поэтому для исследования этих процессов целесообразно использовать методы физического моделирования. В настоящей работе представлены результаты физического эксперимента прорыва приледникового моренного озера.

Ключевые слова: физическое моделирование, опасные гидрологические явления, прорывы моренных озер.

Разрушение естественных и искусственных запрудных перемычек в результате перелива воды, ее фильтрации, либо механических разрушений тела самой плотины, приводит к формированию прорывных паводков, последствиями которых являются серьезные разрушения и человеческие жертвы. Как правило, подобные процессы характерны для моренных приледниковых озер, расположенных в труднодоступных горных районах, где организовать систематические наблюдения крайне сложно. Поскольку стать свидетелями прорыва реального водного объекта практически невозможно, кроме того, весьма опасно, то для понимания природы формирования катастрофического явления, характере протекания изучаемого процесса, определения количественных характеристик целесообразно использовать методы физического моделирования. Их достоинство заключается в том, что результаты, полученные в ходе экспериментов, могут быть основой калибровки математических моделей [1, 2, 7].

Вопросы, касающиеся физического моделирования освещены как в зарубежной, так и в отечественной литературе. Зарубежные исследователи активно используют экспериментальный метод для изучения прорывов грунтовых дамб водохранилищ. Эти работы направлены в основном на оценку площадей затопления территорий в результате прорыва дамб, также и оценку гидрографа прорыва и изменения скоростей потока во времени. В лаборатории гидравлики в Стилвотере (Оклахома, США), был проведен эксперимент, в котором на примере физической модели размыва дамбы получены зависимости между скоростями прорывного потока и размыва плотины, а также показано как свойства различных грунтов влияют на сроки и темпы эрозионного процесса [10].

В нашей стране наиболее масштабными и значимыми, с точки зрения получения научных результатов, стала серия экспериментов по физическому моделированию селевых потоков в естественных условиях их образования, проведенных 27-го августа 1972 г. и 19-го августа 1975 г. сотрудниками КазНИГМИ под руководством Ю.Б. Виноградова на селевом полигоне, созданном на реке Чемолган (Карасайский район Алматинской области) [2]. Что касается моренных озёр и озёр, подпруженных снежно-ледяной перемычкой, то натурные физические эксперименты для изучения процессов протекающих в результате их прорыва, распространены не столь широко, несмотря на очевидную актуальность, обусловленную увеличением частоты подобных явлений, в частности, селевых потоков [6].

В настоящей работе представлены результаты натурного физического эксперимента прорыва моренного озера. Эксперимент проводился в прибрежной зоне озера Башкара, входящего в систему Башкаринских озер, расположенных в Эльбрусском районе Кабардино-Балкарской Республики в долине реки Адыл-Су. Формирование озера произошло, вероятно, в конце 1930-х – начале 1940-х годов. в результате подпруживания талых вод ледника Башкара мореной. На протяжении своей истории водоем неоднократно прорывался, формируя катастрофические паводки и селевые потоки [3–5, 8–9]. Таким образом, уникальность данного эксперимента определялась его проведением непосредственно в условиях формирования опасных гидрологических явлений. Это позволило использовать в качестве материала для строительства плотины материал из окружающих озеро морен, близкий по структурным, гранулометрическим, фильтрационным характеристикам к естественным. Вода, заполняющая резервуар в ходе эксперимента, обладала теми же гидрохимическими характеристиками (мутность, температура, минерализация), что и водные потоки, наполняющие озеро Башкара. Проведение экспериментов непосредственно в условиях протекания подобных процессов позволяет избежать многих допущений, принимаемых при экспериментах в лабораториях.

**Литература**

1. Боронина А.С., Попов С.В., Пряхина Г.В. Моделирование подледниковых паводков на примере катастрофического прорыва водоёма в леднике Долк (полуостров Брокнес, Восточная Антарктида) // Сборник докладов международной научной конференции «Третьи Виноградовские чтения. Грани гидрологии», Санкт-Петербург, 28–30 марта 2018 г. С. 854–859.
2. Виноградов Ю.Б. Метод расчета гидрографа паводка при прорыве подпруженного ледником озера // Селевые потоки. Сб. 1. 1976. С. 138–153.
3. Дубинский Г.П., Снегур И.П. Физико – географические особенности верховьев р. Баксан и метеорологические наблюдения на леднике Башкара // Материалы Кавказ. экспедиции (по программе МГГ). Т. III. Харьков: Изд-во Харьковского университета, 1961. С. 215–285.
4. Кидяева В.М., Петраков Д.А., Крыленко И.Н., Алейников А.А., Штоффел М., Граф К. Опыт моделирования прорыва Башкаринских озер // Геориск. 2018. Том XII. № 2. С. 38–46.
5. Ковалев П.В. О селях на северном склоне Центрального Кавказа // Материалы Кавказ. экспедиции (по программе МГГ). Том III. Харьков: Изд-во Харьковского университета, 1961. С. 149–161.
6. Немчинов Е.О., Распутина В.А. Селевые потоки в малых речных бассейнах юга острова Сахалин и их негативное воздействие на объекты водного хозяйства // Сборник докладов международной научной конференции «Третьи Виноградовские чтения. Грани гидрологии», Санкт-Петербург, 28–30 марта 2018 г. С. 908-912.
7. Попов С.В., Боронина А.С., Пряхина Г.В., Григорьева С.Д., Суханова А.А., Тюрин С.В. Прорывы ледниковых и подледниковых озер в районе холмов Ларсеманн (Восточная Антарктида), в 2017-2018 гг. // Геориск, 2018. Т. XII, № 3. С. 56–67.
8. Сейнова И.Б. Селевые процессы бассейна р. Баксан в последнем тысячелетии (Центральный Кавказ). М.: ВИНИТИ, 1997. 295 с.
9. Черноморец С.С., Петраков Д.А., Алейников А.А., Беккиев М.Ю., Висхаджиева К.С., Докукин М.Д., Калов Р.Х., Кидяева В.М., Крыленко В.В., Крыленко И.В., Крыленко И.Н., Рец Е.П., Савернюк Е.А., Смирнов А.М. Прорыв озера Башкара (Центральный Кавказ, Россия) 1 сентября 2017 года // Криосфера Земли. 2018. Том 22. № 2. С. 70–80.
10. Hanson G.J., Cook K.R., Hunt S.L. Physical modeling of overtopping erosion and breach formation of cohesive embankments // Transactions of the ASABE. 2005. Vol. 48 (5). P. 1783−1794.

# PHYSICAL MODELING AS A METHOD OF RESEARCH OF DANGEROUS HYDROLOGICAL PROCESSES

**Rasputina V.A.[1], Pryakhina G.V.[1], Boronina A.S.[1], Popov S.V.[2,1]**

[1] – *Saint-Petersburg State University, Saint Petersburg, Russia, lerasputina88@gmail.com*
[2] – *Polar Marine Geosurvey Expedition, Saint Petersburg, Russia*

**Abstract.** Observations of dangerous hydrological processes are practically impossible, therefore, it is advisable to use physical modeling methods to study these processes. This paper presents the results of a physical experiment of a breakdown of a moraine-dammed lake.

Key words: physical modeling, dangerous hydrological processes, breakdown of moraine-dammed lake.

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АВТОМАТИЧЕСКОГО РАСЧЛЕНЕНИЯ ГИДРОГРАФА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПАВОДОЧНОГО СТОКА НА ПРИМЕРЕ РЕК БАССЕЙНА ТЕРЕКА И КУБАНИ

**Рец Е.П.[1], Дурманов И.Н.[1], Киреева М.Б.[2]**

*[1] – Институт водных проблем РАН, Москва, Россия, retska@mail.ru*
*[2] – Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия*

**Аннотация.** Проведено расчленение суточных гидрографов при помощи программного комплекса GrWat для 9 створов рек бассейнов Терека и Кубани для периода 1960-2016. Программный комплекс GrWat позволяет рассчитать для отдельных паводков, накладывающихся на «базисную» составляющую половодья, более 30 характеристик формы и метеорологической обстановки. Данные исследования свидетельствуют о значительной перестройке режима паводочного стока на территории Северного Кавказа. Повышение объема поводочного стока, среднего значения и дисперсии максимальных расходов отдельных паводков наряду с их продолжительностью, может служить предпосылкой увеличения опасности наводнений в отдельных частях исследуемой территории.

Ключевые слова: расчленение гидрографа, паводки, Северный Кавказ, изменения стока.

Работа выполнена при поддержке РНФ, проект № 17-77-10169.

Значительная трансформация режима стока рек в конце XX – начале XXI века, обусловленная климатическими изменениями, отмечается повсеместно во многих исследованиях (Jiménez Cisneros et al., 2014). Северный Кавказ - является одним из наиболее неблагоприятных регионов с точки зрения опасных паводков на территории РФ (Frolova et al., 2017). На территории региона наблюдаются разнонаправленные, неоднородные с точки зрения пространственно-временной структуры изменения характеристик максимального стока (Rets et al, 2018, Дурманов и др., 2018). Это обуславливает необходимость более детального рассмотрения формирования паводочного стока рек Северного Кавказа в контексте отмечающегося в последние десятилетия повышения числа опасных гидрологических процессов в регионе (Alekseevsky et al., 2016).

В рамках данного исследования был разработан адаптированный для горных условий вариант программного комплекса GrWat, выполняющего автоматическое генетическое расчленение гидрографа реки с суточным разрешением (Киреева и др., 2018). Помимо основного функционала, была реализована возможность выделения отдельных паводков, накладывающихся на «базисную» волну половодья и расчета для каждого отдельного паводка максимального расхода воды, объема паводка, дат начала, конца, максимума, продолжительности, времени подъема, расхода воды перед началом паводка, превышение максимального расхода над базисным половодным уровнем, различных параметров метеообстановки характеризующих характер атмосферных осадки и температурный режим во время и перед прохождением паводков. Всего программный комплекс рассчитывает 52 ежегодных характеристики речного стока и 31 характеристику паводочного стока. Большинство данных характеристик, несмотря на их значительную важность для понимания механизмов формирования и изменения паводочной опасности крайне ранее редко использовались в крупномасштабных исследованиях из-за большой трудоемкости их ручного расчета. Автоматизация их расчета предоставляет принципиально новые возможности для исследования.

Расчленение суточных гидрографов было проведено для 9 створов рек бассейнов Терека и Кубани для периода 1960-2016. Для большинства анализируемых рек бассейна Кубани наблюдается тенденция увеличение суммарного годового объема паводочного стока на 15-20% в период 1982-2016 по сравнению с 1960-1981. В западной части бассейна отдельные дождевые паводки становятся статистически достоверно выше в со-

временный период, как в абсолютном значении (на 11-13%), так и относительно «базисной» волны половодья (на 5-20%), при одновременном увеличении дисперсии данной величины (на 30-80%). На всей остальной территории при относительной однородности рядов максимальных расходов паводков, наблюдается практически повсеместное увеличение дисперсии их объема (на 30-130%), времени подъема (на 50-200%), общей продолжительности (на 30-200%). Во внутригодовом распределении отмечается увеличение числа и максимальных расходов паводков в осенний период для всей анализируемой территории. Среднее значение и дисперсия максимальных расходов зимних паводков растет для рек центральной и восточной части Северного Кавказа (на 10-40 и 30-500% соответственно), но тем не менее остается значительно ниже максимальных расходов летних паводков. Выявленные изменения свидетельствуют о значительной перестройке режима паводочного стока на территории Северного Кавказа.

**Литература**

1. Дурманов, И.Н., Рец, Е.П., Киреева, М.Б., Сазонов, А.А. (2018). Современные изменения характеристик максимального стока рек Северного Кавказа. In Международная научно-практическая конференция Третьи Виноградовские Чтения. Грани гидрологии памяти выдающегося русского ученого Ю.Б. Виноградова (28-30 марта 2018 г., Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия), Санкт-Петербург. С. 186–189.
2. Киреева, М.Б., Фролова, Н.Л., Рец, Е.П., Самсонов, Т.Е., Телегина, Е.А., Харламов, М.А., Езерова, Н.Н., Пахомова, О.М. (2018). Паводочный сток на реках Европейской территории России и его роль в формировании современного водного режима. Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление, 4. С. 48–68.
3. Alexeevsky N., Magritsky D.V., Koltermann K.P., Krylenko I. and Toropov, P. Causes and systematics of inundations of the Krasnodar territory on the Russian Black Sea coast // Natural Hazards and Earth System Science. 2016. № 16. PP.1289-1308, doi:10.5194/nhess-16-1289-2016.
4. Frolova, N.L., Kireeva, M.B., Magritckiy, D.V., Bolgov, M.B., Kopylov, V.N., Hall, J., Semenov, V.A., Kosolapov, A.E., Dorozhkin, E.V., Korobkina, E.A., Rets, E.P., Akutina, Y., Dzhamalov, R.G., Efremova, N.A., Sazonov, A.A., Agafonova, S.A., Belyakova, P.A. (2017) Hydrological hazards in russia: origin, classification, changes and risk assessment. Natural Hazards, 88. 1. PP. 103–131.
5. Jiménez Cisneros, B.E., T. Oki, N.W. Arnell, G. Benito, J.G. Cogley, P. Döll, T. Jiang, and S.S. Mwakalila (2014). Freshwater resources. In: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. PP. 229-269.
6. Rets, E.P., Dzhamalov, R.G., Kireeva, M.B., Frolova, N.L., Durmanov, I.N., Telegina, A.A., Telegina, E.A., and Grigoriev, V.Y. (2018). Recent trends of river runoff in the north caucasus. GEOGRAPHY, ENVIRONMENT, SUSTAINABILITY 11, 3, 61–70.

# THE USE OF AUTOMATIC HYDROGRAPH SEPARATION TO REVEAL FEATURES OF FLASH-FLOOD RUNOFF REGIME: THE TEREK AND KUBAN RIVER BASINS CASE STUDY

**Rets E.P.[1], Durmanov I.N.[1], Kireeva M.B.[2]**

*[1] – Water Problems Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia, retska@mail.ru*
*[2] – Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia*

**Abstract.** The GrWat tool was implied to separate daily hydrographs of 9 gauges in the Terek and Kuban River basins for 1960-2016. The GrWat tool allows to calculate more then 30 characteristics of flash-floods shape and meteorological conditions on their occurrence. The results of the study indicate a substantial transition of flash-flood runoff regime. Increase in flash-flood runoff annual volume, mean value and dispersion of maximum flash-flood discharges alongside with their total duration can be a condition of increase in inundation danger in the number of regions within the North Caucasus.

Key words: hydrograph separation, flash-floods, the North Caucasus, changes in river runoff.

# АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ОЗЕРНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ РЕЧНОГО СТОКА МЕТОДОМ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА ТРАНСФОРМАЦИИ СТОКА

**Сакович В.М.[1], Давыденко Е.В.[2]**

*[1] – Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия, e-mail sakovich@rshu.ru*
*[2] – Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия*

**Аннотация.** Изучается возможность применения метода моделирования процесса трансформации речного стока озером для оценки влияния озер на характеристики стока.

Ключевые слова: речной сток, озеро, регулирование, модель, гидрограф, расход воды.

Применяемые в практике гидрологических расчетов методы оценки влияния озер на речной сток основаны на эмпирических сопоставлениях характеристик стока для географически локально расположенных групп рек, отличающихся степенью озерности водосборов [1]. Получаемые в результате зависимости какой-то характеристики стока или поправочного коэффициента от озерности водосбора имеют параметры, значения которых соответствуют определенному локальному обобщению [2]. Эти методы не достаточно надежны и точны при использовании их для рек, протекающих в других, отличающихся от характерных для исходного эмпирического обобщения, физико-географических условиях и с озерами имеющими другие морфометрические особенности и расположение на водосборе [3].

С целью разработки метода, позволяющего более точно оценивать изменения характеристик стока под влиянием озёрного регулирования исследовалась возможность моделирования процесса трансформации речного стока при его прохождение через озерную котловину. Такой подход позволяет учесть особенностей водного режима реки, морфометрии и расположения озер на конкретном водосборе, Модельные расчеты осуществлялись по процедуре трансформации, предложенной Д. И. Кочериным и М. В. Потаповым (1932 г) и применяемой до настоящего времени для расчета трансформации гидрографа притока водохранилищем [4]. Элементами модели, необходимыми для расчета, являются: 1) гидрограф безозерной реки, который рассматривался как характеристика изменения во времени притока воды к озеру при его наличии на водосборе; 2) координаты объемной кривой озера в пределах возможных колебаний уровня воды над порогом слива из озера; 3) координаты кривой расхода воды на пороге слива (истоке) из озера в зависимости от уровня воды в озере.

Для моделирования процесса трансформации речного стока озером использовались гидрографы стока пяти безозерных рек Карелии и Северо-Запада РФ продолжительностью один календарный год. Выбирались гидрографы года, в котором внутригодовое распределение стока близко к характерному для соответствующей реки среднему многолетнему внутригодовому распределению. Через значения модуля стока на каждые сутки гидрографы приведены к одной площади условного водосбора 1000 км$^2$. Параметры уравнения $Q=A*H^n$, описывающего кривую расходов на пороге слива из озера, приняты по результатам изучения зависимостей расхода воды от уровня воды в истоке шести озер по опубликованным ежегодным данным Государственного водного кадастра. Для зависимости объема водной массы озера от уровня воды над порогом слива принят линейный вид, что вполне допустимо в верхней части объёмных кривых озерных котловин при диапазоне изменения уровня до 5 метров. Координаты объемной кривой условного озера, замыкающего речной водосбор рассчитывались из

предположения, что площадь водного зеркала озера увеличивается на 0,33% при подъеме уровня воды на 1 метр.

Моделирование процесса трансформации речного стока озером производилось для пяти вариантов гидрографов притока к условному озеру, замыкающему речной водосбор, и для восьми вариантов размера озера, составляющего от 2% до 40% площади водосбора. Чтобы избежать влияния начальных условий наполнения озера на форму трансформированного гидрографа и характеристики стока, расчеты производились по замкнутому циклу до получения устойчивого зарегулированного гидрографа отдачи воды из озера.

По результатам моделирования сделана оценка изменений характеристик максимального и минимального стока при различных размерах озера. Построенные зависимости изменений максимальных и минимальных расходов с увеличением озерности водосбора соответствуют тем, которые были ранее получены на эмпирическом материале, что подтверждает физическую обоснованность метода моделирования процесса трансформации стока озерами и возможность его применения для оценки соответствующих изменений основных характеристик речного стока и гидрографа в целом. Лучше выглядят результаты оценки влияния озера на максимальные расходы половодья и осенних дождевых паводков. Сложнее представляется картина регулирующего воздействия озера на характеристики минимального стока. Выполненная работа и ее результаты показали перспективность использованного метода и позволяют определить задачи, которые необходимо решать для его совершенствования.

**Литература**

1. Определение расчетных гидрологических характеристик. СП 33-101-2003.
2. Сакович В.М. Расчет минимального летне-осеннего стока рек Северо-Запада и Карелии. В сборнике: Вопросы экологии и гидрологические расчеты Сборник научных трудов (межведомственный). Санкт-Петербург, 1994. С. 63-70.
3. Сакович В.М. Использование величины эрозионного вреза рек при пространственных обобщениях минимального стока. В сборнике: Расчетные гидрологические характеристики Сборник научных трудов (междуведомственный). Л: 1991. С. 122-126.
4. Цингер В.Н. Трансформация максимальных расходов водохранилищами. Л: Гидрометиздат, 1960. 123 с.

# ANALYSIS OF THE LAKE REGULATION EFFECT ON THE CHARACTERISTICS OF RIVER FLOW BY SIMULATING OF THE TRANSFORMATION PROCESS

**Sakovich V.M.[1], Davydenko E.V.[2]**

[1] – *Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia, sakovich@rshu.ru*
[2] – *Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia*

**Abstract.** The possibility of applying the method of modeling the river runoff transformation by a lake to determine the lakes effect on runoff characteristics is being studied.

Key words: river flow, lake, regulation, model, hydrograph, discharge.

# ТИПИЗАЦИЯ БЕРЕГОВ ОНЕЖСКОГО ОЗЕРА И ЕЕ ПРИКЛАДНОЕ ЗНАЧЕНИЕ

**Санин А.Ю.**[1]

[1] – *Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, г. Москва, Россия, eather86@mail.ru*

**Аннотация.** Типизация берегов крупного водоема имеет важное теоретическое и прикладное значение для изучения динамических процессов, для них характерных, которые необходимо учитывать при управлении природопользованием региона.

Ключевые слова: типы берегов, Прионежье, динамика берегов, управление природопользованием.

Типизация берегов выполнена для большинства крупных водоемов как в Российской Федерации, так и за рубежом. Стремление к типизации объектов исследования свойственно любой науке, в том числе и береговедению, чему есть причины как фундаментального, так и прикладного характера.

Разнообразие рельефа Онежского региона в целом определяет высокую степень разнообразия берегов озера: здесь встречаются шхерные, фиардовые, гляцио-тектонические, тектонические, абразионные и аккумулятивные берега с соответствующими типами подводного берегового склона. Набор типов берегов заметно отличается в зависимости от района Онежского озера. Так, в Северном Прионежье практически отсутствуют аккумулятивные берега, но только здесь встречаются абразионные уступы, врезанные в озерную равнину. Для Южного Прионежья характерно погружение береговой линии, о чем свидетельствуют затопленные участки леса, дороги и погребенные торфяники. Процессы подтопления стимулировал подъем уровня Онежского озера на 0,5 метров в середине 20 века (Филатов и др., 2010).

Автором вместе с коллегами выделены 7 морфогенетических типов берегов:

1. Первичные, слабоизмененные или неизменные
2. Абразионные
3. Абразионно- аккумулятивные
4. Аккумулятивные
5. Лагунные
6. Техногенные
7. Дельтовые (Игнатов и др., 2017).

**Таблица 1 -** Типы берегов Онежского озера и их краткая характеристика

| Тип берега | Распространение | Краткая характеристика |
|---|---|---|
| Слабоизмененные или неизменные | Главным образом, Северное Прионежье, кроме берегов Заонежского и значительной части Повенецкого заливов. | Динамические процессы очень слабо выражены или отсутствуют. Часто представляют собой высокие, обрывистые берега, пляжи отсутствуют, для береговой зоны характерны валуны и глыбы. |
| Абразионные | Мысы и их окрестности в Западном Прионежье, в районе Андомской горы в Восточном, для значительной части берегов Заонежского и Повенецкого заливов. | Характерны активные динамические процессы, в частности, абразия и размыв. Пляжи узкие, шириной до нескольких метров, сложенные галькой и валунами, либо отсутствуют. Темпы абразии или размыва различны, но не превышают нескольких десятков сантиметров в год. |

| Тип берега | Распространение | Краткая характеристика |
|---|---|---|
| Абразионно-аккумулятивные | Преобладают на Западном побережье, встречаются на Восточном (в северной части), и на Южном, а также в кутовой части Повенецкого залива и на восточном побережье Заонежского залива. | Сочетание абразионных и аккумулятивных процессов. Как правило, береговой клиф активный, продолжает размываться. Характерны сравнительно узки- шириной до 10-15 метров- пляжи, которые, тем не менее, защищают берег от дальнейшего разрушения (кроме воздействия штормовых волн). Пляжи сложены песком и галькой. |
| Аккумулятивные | Преобладают в Южном Прионежье, часто встречаются в Восточном Прионежье от Вытегры до Челжуской губы, и в Петрозаводской губе. | Береговой уступ, как правило, защищен пляжем от волнового воздействия даже в самые сильные шторма. Пляжи чаще всего песчаные, имеют ширину до 20 метров и более, на них проявляются эоловые процессы. Подводный береговой склон отмелый. |
| Лагунные | Свойственны для Южного Прионежья и южной части восточного берега озера. | Так как лагуны в настоящее время отчленены от основной акватории озера, динамические процессы практически не свойственны. |
| Техногенные | Небольшие участки в пределах поселков и деревень, сравнительно протяженные- в окрестностях Петрозаводска, Кондопоги и Медвежьегорска. | В результате берегоукрепительных работ значительная часть таких берегов утратила естественную динамику, однако продолжает испытывать волновое воздействие, особенно при расположении на открытых участках берега, что снижает срок службы берегоукрепительных сооружений. |
| Дельтовые | В целом распространены повсеместно, кроме Южного Прионежья, но на северном и западном берегу встречаются редко | По динамическим процессам близки к аккумулятивным, для них характерны широкие пляжи и избыток наносов, береговый уступ, как правило, отсутствует или не размывается волнами в настоящее время |

Некоторые прикладные цели выделения типов берегов.

1. Разработка методов берегозащиты для определенных участков берега.
2. Определение приоритетных участков берега для развития туризма.
3. Использование для изучения динамики берегов, в том числе и при применении методов гидрометеорологического моделирования.
4. Учет характерных для Онежского озера неблагоприятных и опасных процессов.

**Литература**

1. Санин, А.Ю., Игнатов, Е.И., Землянов, И.В., Терский, П.Н., 2017. Связь геологического строения, истории развития рельефа и динамики берегов Онежского озера. Труды Карельского научного центра РАН, Лимнология, 3, 65–78.
2. Филатов, Н.Н. и др. 2010. Онежское озеро. Атлас, Карельский научный центр РАН, Петрозаводск.

# CLASSIFICATION OF THE COASTS OF LAKE ONEGA AND ITS SIGNIFICANCE

**Sanin A.Yu.[1]**

[1] – *Lomonosov Moscow State University, Moscow state, Russia, eather86@mail.ru*

**Abstract.** Classification of the coasts of a large water body is important for theoretical and applied purposes. In particular for studying of dynamic processes, which are characteristic for coasts and must be taken into account in the nature management in the region.

Keywords. Types of coasts, Onega region, dynamics of coasts, environmental management.

# ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕТОДА *L*-МОМЕНТОВ ПРИ РАСЧЕТАХ ПАРАМЕТРОВ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ МАКСИМАЛЬНОГО ПАВОДОЧНОГО СТОКА

**Сикан А.В.[1], Тихомирова А.А.[1]**

*[1] – Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия, e-mail:kafedra_gs@rshu.ru*

**Аннотация.** В работе исследуется эффективность метода *L*-моментов при оценке параметров распределения максимальных расходов воды. Для проверки использовались искусственные выборки, полученные методом Монте-Карло и максимальные расходы воды по двум регионам РФ.

Ключевые слова: паводки; параметры распределения; метод моментов; метод *L*-моментов.

В российской практике гидрологических расчетов для оценки параметров распределения обычно используются два аналитических метода – метод моментов и метод наибольшего правдоподобия. Наиболее удобным является метод моментов, так как он позволяет получить оценки параметров распределения в явном виде (по формулам) и эти оценки не зависят от закона распределения. Главным недостатком метода является то, что оценки являются смещенными и при больших значениях коэффициента вариации смещённость становится существенной, а вводимые поправки – неэффективными.

В качестве альтернативы методу моментов в Руководстве ВМО [4] рекомендуется метод *L*-моментов. Метод был впервые предложен в 1989 году Уоллисом [1] и затем развит в работах Хоскинга и Уоллиса [2-3]. *L*-моментные оценки тоже не зависят от типа распределения, но являются несмещенными. Кроме того, если распределение имеет первый начальный момент, то *L*-моменты всегда существуют, даже если речь идет о распределениях с «тяжелыми хвостами».

В настоящей работе была выполнена сравнительная оценка эффективности методов моментов и *L*-моментов. С этой целью методом Монте-Карло моделировались искусственные гидрологические ряды с различными значениями коэффициента вариации ($C_v$) и асимметрии ($C_s$). Параметры менялись в диапазонах: $0{,}3 \le C_v \le 1{,}0$ и $2 \le (C_s/C_v) \le 5$.

В качестве базового распределения использовалось распределение Пирсона III типа, продолжительность выборок принималась $n = 100$ лет. По каждой выборке рассчитывались коэффициент вариации и коэффициент асимметрии методом моментов и методом *L*-моментов.

Анализ показал, что коэффициенты вариации, рассчитанные методом моментов и методом *L*-моментов имеют примерно одинаковую дисперсию и практически не имеют смещенности. Точки на графике связи лежат на биссектрисе при любых значениях отношения $C_s/C_v$. При этом стандартная ошибка $C_v$ при увеличении $C_s/C_v$ возрастает и практически не зависит от метода расчета. Вывод: При $C_v \le 1$ метод *L*-моментов не имеет преимуществ перед традиционными методами при расчете коэффициента вариации.

Коэффициенты асимметрии, рассчитанные методом моментов имеют отрицательную смещённость, а методом *L*-моментов – практически не смещены (рис. 1).

Погрешность коэффициента асимметрии рассчитанного методом моментов с

увеличением $C_s/C_v$ возрастает и заметно больше по величине, чем при расчете методом $L$-моментов для всех рассмотренных значений коэффициента вариации (рис. 2).

Вывод: при расчете $C_s$ метод $L$-моментов более эффективен, чем метод моментов даже при малых $C_v$.

На втором этапе исследований был выполнен расчет коэффициентов вариации и асимметрии максимальных расходов воды для двух регионов – Северо-Запада РФ и бассейна реки Терек. Для анализа использовались наиболее продолжительные ряды. Расчет выполнялся методом моментов и методом $L$-моментов. Результаты представлены на рис. 3.

Как видно на рисунке 3, проверка на эмпирическом материале подтверждает результаты моделирования. Коэффициенты вариации, полученные по двум методам, практически совпадают.

Коэффициенты асимметрии, полученные методом $L$-моментов больше, чем при использовании метода моментов (все точки лежат выше биссектрисы).

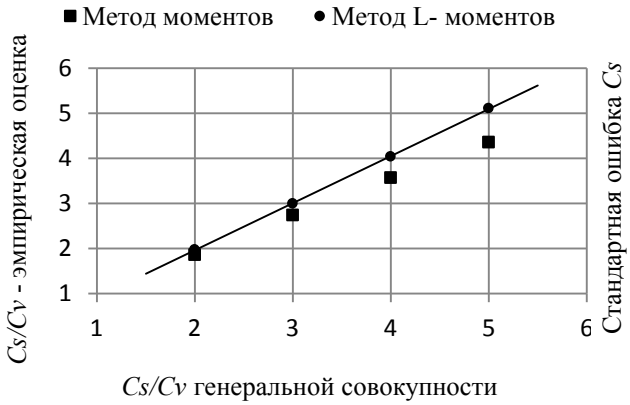



Рис. 1. Средние значения $C_s/C_v$, рассчитанные методом моментов и методом $L$-моментов при различных значениях $Cs/C_v$ генеральной совокупности и $C_v = 0{,}75$

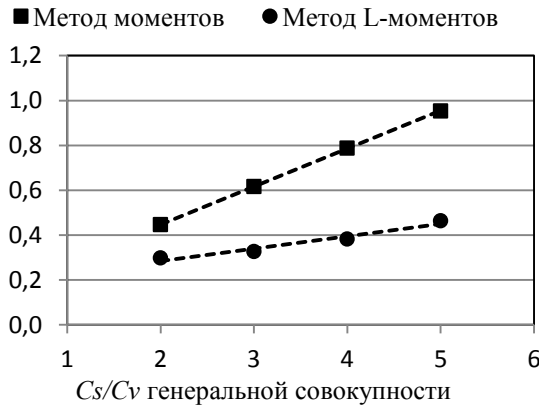



Рис. 2. Стандартные ошибки $C_s$ для метода моментов и метода $L$-моментов при различных значениях $Cs/C_v$ генеральной совокупности и $C_v = 0{,}75$

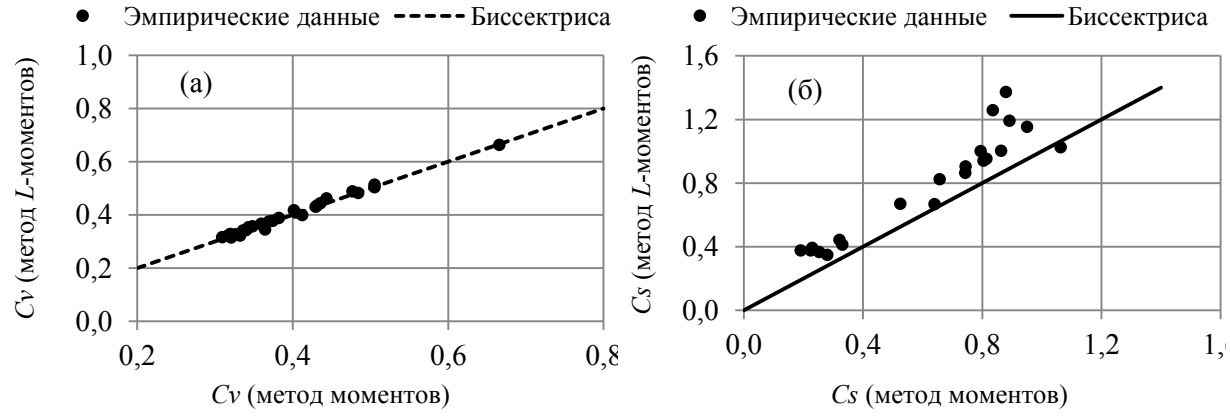



Рис. 3. Графики связи коэффициентов вариации (а) и коэффициентов асимметрии (б), рассчитанных методом моментов и методом $L$-моментов для рядов максимальных расходов воды

**Литература**

1. Hosking, J. R. M. 1990. L-moments: analysis and estimation of distributions using linear combinations of ordered statistics. J. R. Statis. Soc. Ser. B52(1): 105-124.

2. Hosking, J.K.M. and Wallis, J.R. 1997. Regional frequency analysis, an approach based on L-moments, Cambridge university press.
3. Wallis, J. R.1989. Regional frequency studies using L-moments. IBM Research Report RC14597, p. 17.
4. Документ ВМО № 168. Руководство по гидрологической практике. Сбор и обработка данных, анализ, прогнозирование и другие применения, 1994.

# EVALUATING THE EFFECTIVENESS OF THE *L*-MOMENTS METHOD IN CALCULATING THE PARAMETERS OF THE DISTRIBUTION OF MAXIMUM FLOODS

**Sikan A.V.[1], Tikhomirova A.A.[1]**

[1] – *Russian state hydrometeorological university (RSHU), St. Petersburg, Russia, e-mail:kafedra_gs@rshu.ru*

**Abstract.** The article examines the effectiveness of the L-moments method in estimating the parameters of the distribution of maximum floods. For the test, artificial series obtained by the Monte Carlo method and maximum rivers flow in two regions of the Russian Federation were used.

Key words: floods; distribution parameters; moment method; *L*-moment method.

# ОЦЕНКА ХАРАКТЕРИСТИК МАКСИМАЛЬНОГО СТОКА ДОЖДЕВЫХ ПАВОДКОВ ПРИ ИЗМЕНЕНИИ КЛИМАТА

**Судакова Н.В.[1], Шаночкин С.В.[2]**

*[1] – АО «Фирма УНИКОМ», г. Санкт-Петербург, Россия, natalia_snv@mail.ru*
*[2] – Российский государственный гидрометеорологический университет (РГГМУ), г. Санкт-Петербург, Россия, shasv@mail.ru*

**Аннотация.** Рассматривается методика долгосрочных оценок вероятностных характеристик максимального стока дождевых паводков, не выходящая за концептуальные рамки существующих редукционных формул, представленных в действующем нормативном документе, и климатических сценариев, имеющихся в открытом доступе.

Ключевые слова: максимальный сток, методология прогноза, климатическая оценка.

В настоящее время гидрологическая надежность проектируемых сооружений осуществляется в рамках нормативного документа (СП 33-101-2003) в предположении, что многолетний речной сток статистически не меняется: значение расхода $Q_{P\%}$ заданной обеспеченности $P$%, полученное за предшествующий период, останется таким же и в будущем на период эксплуатации сооружения. Это (исторически неизбежное) допущение на современном этапе развития гидрометеорологии входит в противоречие с эмпирическими температурными данными об изменении климата.

В настоящее время существует методология оценки гидрологических последствий изменения климата, основанная на использовании уравнения Фоккера–Планка–Колмогорова (ФПК), которая представлена в работе [1]. Так как решением уравнения ФПК является семейство кривых К. Пирсона (лежащих в основе действующего свода правил СП 33-101-2003), то оно применимо ко всем видам многолетнего стока (годового, минимального, максимального). Однако к настоящему времени его апробация широко проведена только для годового и минимального стока; в меньшей степени – для максимального стока весеннего половодья [2], и совсем не разработана методика для максимального стока дождевого происхождения. Именно методика использования общей методологии для максимального стока и является предметом настоящего исследования.

Основная причина, по которой излагаемая методика не реализована для дождевых паводков, заключается в том, что между срочными (или суточными) дождевыми максимумами и многолетней нормой осадков (представленной, наряду с климатической нормой температуры воздуха, в предшествующих сценариях изменения климата), какая-либо статистическая связь, как правило, не прослеживается. Это «белое пятно» в методологии создавало ряд проблем.

1. На территории России существуют огромные территории, на которых преобладающим является не максимальный сток весеннего половодья, а дождевой максимум. Для этих регионов сценарная долгосрочная оценка максимального стока дождевых паводков до сих пор не делалась.

2. Отсутствие методики получения сценарных оценок дождевых максимумов не давало возможности получить внутригодовое распределение стока, что является одной из важных задач нормативной гидрологии.

Появившиеся в последние годы климатические сценарии, представленные помесячным внутригодовым ходом осадков и температуры воздуха, позволяют выйти из сложившегося тупика. Нормативная методика расчета максимумов дождевого происхождения, взятая за основу, заключается в следующем.

Используется редукционная формула $Q_{P\%} = q_{200}\lambda_{P\%}f(...)$, в которой $q_{200}$ – модуль максимального срочного расхода воды ежегодной вероятности превышения $P$ = 1 %, приведенный к условной площади водосбора, равной 200 км$^2$ (для $q_{200}$ имеется карта), $\lambda_{P\%}$ – переходной коэффициент от максимальных срочных расходов воды ежегодной вероятности превышения $P = 1\ \%$ к значениям другой вероятности превышения. Функция $f(\ldots)$ включает произведение параметров, характеризующих речной бассейн.

Предлагаемая методика оценки долгосрочных изменений максимального дождевого стока состоит из двух этапов. На первом – с использованием значений $q_{1\%}$ и коэффициентов $\lambda_{P\%}$ строятся кривые плотности вероятности $p(q)$, по которым производится параметризация системы уравнений для начальных моментов с использованием осадков за месяц с максимальным их значением. На втором этапе с использованием сценарных осадков за месяц с максимальным их значением дается прогноз (сценарная оценка) новых начальных моментов [3]. По ним строится прогнозная кривая плотности вероятности, а по ней находятся $q_{1\%}^{\text{пр}}$, которые картируются [4]. Дальнейшие расчеты проводятся в соответствии с рекомендациями СП 33-101-2003.

Для перехода к другим обеспеченностям составляется таблица коэффициентов $\lambda_{P\%}$ с использованием прогнозной кривой $p(q)$ (или кривой обеспеченности).

Таким образом предложена методика для выполнения долгосрочных оценок вероятностных характеристик максимального стока дождевых паводков, не выходящая за концептуальные рамки существующих редукционных формул, представленных в действующем нормативном документе СП 33-101-2003, и климатических сценариев, имеющихся в открытом доступе.

**Литература**

1. Коваленко В.В., Викторова Н.В., Гайдукова Е.В., Громова М.Н., Хаустов В.А. Методические рекомендации по оценке обеспеченных расходов проектируемых гидротехнических сооружений при неустановившемся климате. – СПб.: РГГМУ, 2010. – 51 с.
2. Коваленко В.В., Гайдукова Е.В., Викторова Н.В., Хаустов В.А., Громова М.Н., Девятов В.С., Шевнина Е.В. Влияние изменения климата на многолетний слой сток весеннего половодья рек Арктической зоны России // Ученые записки РГГМУ, № 14, 2010. – С. 14–19.
3. Коваленко В.В., Лубяной А.В., Хаустов В.А. Задачи по моделированию гидрологических процессов // Учебное пособие. – СПб.: РГГМУ, 1998. – С. 29.
4. Коваленко В.В., Гайдукова Е.В., Хаустов В.А., Судакова Н.В. Максимальный сток весеннего половодья и дождевых паводков при оценке надежности гидротехнических сооружений в перспективе возможного изменения климата // Вестник Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ), № 4, 2013. – С. 103–108.

# ESTIMATION OF THE CHARACTERISTICS OF THE MAXIMUM RUNOFF OF RAIN FLOODS DURING CLIMATE CHANGE

**Sudakova N.V.[1], Shanochkin S.V.[2]**

[1] – *Firm UNICOM, St. Petersburg, Russia, natalia_snv@mail.ru*
[2] – *Russian State Hydrometeorological University (RSHU), St. Petersburg, Russia, shasv@mail.ru*

**Abstract.** The method of long-term estimates of the probabilistic characteristics of the maximum runoff of rain floods is considered, which does not go beyond the conceptual framework of the existing reduction formulas presented in the current regulatory document and climate scenarios that are publicly available.

Key words: maximum runoff, forecast methodology, climate assessment.

# ВЕРТИКАЛЬНЫЕ ДЕФОРМАЦИИ РУСЛА И ИЗМЕНЕНИЯ УРОВНЯ ВОДНОЙ ПОВЕРХНОСТИ В НИЖНЕМ ТЕЧЕНИИ Р. БЕЛОЙ В ПЕРИОД 1994–2018 ГГ.

**Турыкин Л.А.[1], Беркович К.М.[1]**

[1] – *Географический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия, filigorod@list.ru*

**Аннотация.** Определены многолетние вертикальные деформации русла и трансформация кривой свободной поверхности нижней Белой. Установлено, что на большей части исследованного отрезка наблюдается достаточно хорошо выраженное прямое соответствие многолетнего изменения отметок свободной поверхности и вертикальных деформации.

Ключевые слова: речное русло, вертикальные деформации, посадка уровней.

Работа выполнена по плану НИР Научно-исследовательской лаборатории эрозии почв и русловых процессов им. Н.И. Маккавеева и гранту РФФИ (проект №18-05-00487).

Река Белая – крупнейший приток Камы. Длина реки 1430 км, площадь водосборного бассейна 142 тыс. км$^2$. В верхнем течении сток реки зарегулирован Белорецким водохранилищем, в нижнем течении – Павловским водохранилищем на р. Уфе. Низовье реки на протяжении 127 км от устья подвержено влиянию переменного подпора Нижнекамского водохранилища. Объект исследования включает участок Нижней Белой от устья реки Уфа до устья реки Сюнь (66 км от устья) протяженностью около 390 км.

Русло Белой на исследованном участке очень извилистое - от устья р. Уфы до устья р. Сюнь коэффициент извилистости составляет 2,47. Ширина русла по длине участка колеблется от 190 до 600 м. Русловой рельеф включает плесы, перекаты и техногенные формы – русловые карьеры. Нормальная глубина плесов в межень – 6-7 м, перекатов – 1,7-3,8 м. Средняя глубина русла по оси судового хода составляет 4,2 м.

Вертикальные деформации русла исследованы методом сопоставления разновременных продольных профилей дна. Для построения последних использованы навигационные карты р. Белой издания 1994 и 2017 гг. Продольные профили дна построены по максимальным глубинам в сечениях. Сечения разбиты через 500 м.

Статистика полученного массива батиметрических данных показала, что средняя глубина русла по тальвегу за рассматриваемый период для всего участка увеличилась на 0,2 м (от 4,2 м до 4,4 м). При этом среднее понижение дна составило 0,78 м, среднее его повышение – 0,69 м.

Выделяется 5 отрезков русла протяженностью от 40 до 135 км с различной направленностью вертикальных деформаций (Таблица 1).

**Таблица 1** – Распределение вертикальных деформаций (ВД) по длине р. Белой

| № пп | Расстояние по судовому ходу, км | Преобладающий тип ВД | Среднее изменение глубины: “+” увеличение,“-“ уменьшение, м |
|---|---|---|---|
| 1 | 2217,5-2069 | понижение дна | 0,48 |
| 2 | 2069-2002 | разнонаправленные | -0,01 |
| 3 | 2002-1923 | повышение дна | -0,51 |
| 4 | 1923-1878 | разнонаправленные | 0,05 |
| 5 | 1878-1823,2 | понижение дна | 0,93 |

Понижение дна на первом (верхнем) участке обусловлено несколькими причинами. К ним относятся: 1. дефицит руслообразующих наносов, обусловленный геологическим строением и морфологией русла; 2. дефицит поступления руслообразующих наносов из реки Уфы в связи с регулирующим воздействием Павловского водохранилища; 3. продолжающаяся глубинная эрозия русла как последствие массовой русловой добычи НСМ

Русловые наносы, выносимые с верхнего участка, аккумулируются в районе г Бирска на 2002-1923 км (участок №3), в связи с чем минимальные отметки дна здесь с 1994 года повсеместно повысились – на перекатах на 0,5-0,8 м, в плесах – до 2.5 м.

Нижний участок (№5) располагается в зоне переменного подпора Нижнекамского водохранилища. Преобладание размыва на данном отрезке вероятно связано с формированием в половодье «кривой спада» на участке от д. Андреевки до устья Белой, когда уклон свободной поверхности увеличивается в 5-6 раз по сравнению с меженью. Размыв произошел в основном в нижних крыльях крутых свободных и вынужденных излучин.

Начиная с 1940-х гг., на реках Белая и Уфа вследствие интенсивной русловой добычи строительных материалов происходит понижение (посадка) равнообеспеченных уровней водной поверхности (ВП). Минимальные уровни воды понизились в г. Уфе суммарно на 2 м. В последние 30 лет посадка уровней в Уфе составляет 2,5 см в год. Ниже по течению, в Кушнаренково и Бирске тенденция посадки уровней развита в меньшей степени, например, в районе г. Бирска с 1940-х гг. уровень понизился примерно на 0,5 м.

Сопоставление продольных профилей ВП 1998 и 2018 гг., соответствующих высотному положению одного и того же проектного уровня (+20 см по гидрологическому посту Бирск) дает возможность оценить характер многолетней трансформацию кривой свободной поверхности.

По характеру изменения высоты ВП за период 1998-2018 гг. также выделяется 5 отрезков. На верхнем (2217,5-2069 км) - произошла сплошная посадка уровней со средним значением 0,52 м. Также сильная посадка уровней наблюдается на отрезке 1923-1875 км. Ее средняя величина - 0,43 м, максимальное – 0,87 м. На отрезке 2069-2002 км средняя отметка ВП слабо повысилась. На двух других участках (2002-1923 км и 1878 -1823,2 км) отметки ВП существенно повысились,

Сопоставление изменения отметок ВП в межень в период 1998-2018 гг и вертикальных русловых деформаций за период 1998-2017 гг показывает, что на отрезке реки значительной протяженности (2217,5-1923 км) имеет место хорошо выраженное прямое соответствие многолетнего изменения отметок свободной поверхности и вертикальных деформации. На верхнем участке понижения дна наблюдается наиболее значительная посадка уровней, при этом ее средняя величина примерно равна среднему понижению отметок дна (таблица 2). На отрезке разнонаправленных деформаций (2069-2002 км) отметки ВП почти не изменились, на отрезке преобладающего повышения дна (2002-1923 км) они повысились.

Из общей картины выбивается отрезок разнонаправленных деформаций на 1923-1878 км, на котором наблюдается непропорционально большая посадка уровней. Это вероятно связано с технической ошибкой определения отметок проектного уровня в 1998 году. Значительное повышение отметок водной поверхности в низовье участке на 1878-1823,2 км обусловлено повышением НПУ Нижнекамского водохранилища после 2014 года.

# VERTICAL DEFORMATION OF THE RIVERBED AND WATER SURFACE LEVEL CHANGES IN THE LOWER REACHES OF THE BELAYA RIVER IN THE PERIOD 1994–2018

**Turykin L.A.[1], Berkovich K.M. [1]**

*[1] – Geographical faculty of Moscow State University Moscow State University, Moscow, Russia, filigorod@list.ru*

**Abstract.** The long-term vertical deformation of the riverbed and the transformation of the free surface curve of the lower Belaya river are determined. It is established that on the most part of the explored segment there is a rather well-expressed direct correspondence of the long-term water surface height marks changes and vertical deformation.

Key words: riverbed, vertical deformation, water level lowering.

# УЧЕТ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ ПРИ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ ПРОГНОЗАХ НА СЕВЕРО-ВОСТОКЕ РОССИИ

**Ушаков М.В.**[1]

[1] – *Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Северо-Восточный комплексный научно-исследовательский институт им. Н.А. Шило Дальневосточного отделения Российской академии наук, Магадан, Россия, mvilorich@narod.ru*

**Аннотация.** Автор показал свой опыт учета климатических изменений при прогнозах притока воды к водохранилищам на р. Колыме, дат вскрытия Колымы, при аналитическом описании многолетних колебаний годового притока воды к каскаду водохранилищ на р. Каменушке.

Ключевые слова: климат, тренд, приток воды, каскад водохранилищ.

Известно, что в настоящее время идет процесс глобального потепления климата [1], а это влечет за собой и изменения в гидрологическом режиме [2].

В работах [3-6] показано, в условиях меняющегося климата прогнозы притока воды к Колымскому и Усть-Среднеканскому водохранилищам на месяц и квартал можно успешно осуществлять с использованием метода скользящей множественной регрессии. Предикторами послужили различные индексы атмосферной циркуляции, запасы воды в снежном покрове, осенняя увлажненность водосбора.

В г. Магадане функционирует каскад из двух водохранилищ на р. Каменушке для обеспечения города питьевой водой. Межгодовые колебания годового притока имеют тренд на повышение, который описывается полиномом третьей степени. После элиминации тренда спектральный анализ выявил наличие статистически значимых циклов продолжительностью 6, 10, 11 лет. На основе этого было получено гармоническое уравнение для предвычисления многолетних колебаний притока в отклонениях от линии тренда [7]. Неудобство этого подхода заключается в необходимости ежегодного уточнения параметров тренда.

На тренд сроков начала ледохода р. Колымы влияют не только изменения климата, но и режим регулирования стока на плотине Колымской ГЭС. Предикторами для среднесрочного прогноза дат вскрытия послужили даты перехода температуры воздуха через 0ºС весной и полярно-евразийский индекс атмосферной циркуляции за ноябрь с временным лагом 9 лет [8]. В этом случае тоже был применен метод скользящей обучающей выборки.

**Литература**

1. Заявление ВМО о состоянии глобального климата в 2015 году. ВМО-№ 1167. – Женева: Publications Board World Meteorological Organization, 2016. – 26 с.

2. Gartsman B. I., Lupakov S. Yu. Effect of Climate Changes on the Maximal Runoff in the Amur Basin: Estimation Based on Dynamic–Stochastic Simulation // Water Resources, 2017, Vol. 44, No. 5. PP. 697–706. DOI: 10.1134/S0097807817050062.

3. Соколов О.В., Ушаков М.В. Учет климатических изменений при прогнозировании притока воды в Колымское водохранилище на май // Труды ГГО им. А.И. Воейкова. Вып. 566, 2012. С. 289-297.

4. Ушаков М.В. Усовершенствование прогноза притока воды в Колымское водохранилище в условиях климатических изменений // Инженерные изыскания, 2016, № 3. С. 40-44.

5. Ушаков М.В. Методика долгосрочного прогноза притока воды к каскаду водохранилищ на реке Колыме на второй квартал // Учёные записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского. География. Геология. Т. 4 (70). № 2. 2018 г. С. 269–280

7. Ушаков М.В. Многолетние колебания годового притока воды к каскаду водохранилищ на реке Каменушке и их предвычисление // Общество. Среда. Развитие. – 2018, № 4. С. 139-145.

8. Ушаков М. В. Методика прогноза дат вскрытия верхнего судоходного участка р. Колыма в условиях нестационарности // Вестник СВНЦ ДВО РАН. – 2018, № 1. – С. 49-55.

# CONSIDERATION OF CLIMATE CHANGES IN HYDROLOGICAL FORECASTS IN THE NORTH-EAST OF RUSSIA

**Ushakov M.V.**[1]

[1] – *North-East Interdisciplinary Scientific Research Institute n.a. N.A. Shilo, Far East Branch, Russian Academy of Sciences, Magadan, Russia, mvilorich@narod.ru*

**Abstract.** The author showed his experience in taking into account climatic changes when predicting the inflow of water to reservoirs on the Kolyma River, the dates of the of the ice drift on Kolyma, in the analytical description of the perennial fluctuations in the annual inflow of water to the cascade of reservoirs on the Kamenushka River.

Key words: climate, trend, water inflow, cascade of reservoirs

# ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТОВ ВОДНОГО БАЛАНСА ХРАНИЛИЩ ЖИДКИХ ОТХОДОВ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

**Фролов А.Н.**[1]

[1] – *АО «ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева», Санкт-Петербург, Россия, frolovan@vniig.ru*

**Аннотация.** Приведены особенности расчетов составляющих водного баланса хранилищ жидких отходов, дана оценка возможности переполнения или сработки отстойного пруда.

Ключевые слова: хранилище жидких отходов, верховая поверхность, водный баланс, отстойный пруд, гидротермический режим.

Расчетам водного баланса и определению отдельных составляющих уравнения водного баланса посвящено значительное количество публикаций, методик расчета [1, 2], при этом методика [2] предназначена для хранилищ отходов насыпного типа. В тоже время, вследствие конструктивно-технологических особенностей и наличию техногенных грунтов, верховая поверхность намывных хранилищ жидких отходов отличается от прилегающих природных территорий. Выполнение расчетов водного баланса с учетом особенностей хранилищ жидких отходов, важно для назначения мероприятий по безопасности прилегающей территорий, снижению влияния хранилищ на окружающую среду, рационального использование воды в оборотных системах гидравлического удаления отходов.

При расчете водного баланса предлагается учитывать особенности гидротермического режима надводного откоса (пляжа) и отстойного пруда, вследствие возможности поступления в хранилище жидких отходов теплой пульпы [3]. При назначении исходных данных: по атмосферным осадкам, видимому испарению, объему поступающих отходов, соотношению размеров надводного откоса и отстойного пруда рекомендуется использовать вероятностный подход с учетом класса хранилища как гидротехнического сооружения.

Расчеты испарения с поверхности надводного откоса выполнялись с учетом движения пульпы русловыми потоками, высоты капиллярного поднятия воды в массиве отходов. При этом для золошлаковых отходов испарение с единицы поверхности откоса при заглублении кривой фильтрационной депрессии на 0,1-1,0 м превышало испарение с воды.

Аккумуляция воды в хранилищах определялась в зависимости от степени заполнения водой намытых отходов. Ниже кривой фильтрационной депрессии на надводном откосе и в отстойном пруду – принималось полное заполнение пор водой; выше зоны капиллярного поднятия – аккумуляция воды пропорциональна максимальной молекулярной влагоемкости.

Рассмотрены особенности расчета: потерь из-за фильтрации, в основном через ложе отстойного пруда и составляющих более 20% расходной части уравнения водного баланса, при наличии и отсутствии противофильтрационных элементов; объема стока с низовых откосов при различных уклонах и их креплении суглинком, другими материалами.

В докладе представлены результаты расчетов составляющих водного баланса для наиболее типичных по размерам и высоте намывных хранилищ золошлаковых отходов расположенных в различных регионах Российской Федерации. Расчеты позволили дать оценку изменения объемов и уровней воды на верховой поверхности золошлакоотвалов, других хранилищ отходов, вследствие вариаций климатических и конструктивно-технологических условий в процессе эксплуатации.

**Литература**
1. Методика расчета водохозяйственных балансов водных объектов / Утв. Приказом МПР России от 30.11.2007 № 314.
2. Методика расчета гидрологических характеристик техногенно-нагруженных территорий/ С.В. Сольский. СПб: ОАО «ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева». 2005.
3. Пантелеев В.Г., Фролов А.Н. Классификация термического режима намывных сооружений в зимний период эксплуатации // Гидротехническое строительство. 1990. № 1. С. 31-34.

## SPECIFIC FEATURES OF WATER BALANCE CALCULATIONS FOR DEPOSITION OF TAILINGS OF INDUSTRIAL ENTERPRISE

**Frolov A.N.**[1]

[1] – *«Vedeneev VNIIG» JSC, Russia, St.Petersburg, frolovan@vniig.ru*

**Abstract.** Presented are the results specific features of water balance calculations for deposition of tailings, calculations carried to find out the regularity of water imbalance.

Key words: deposition of tailings, top surface, water balance, settling pond, hydrothermal regime.

# АНАЛИЗ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ГИДРОХИМИЧЕСКОГО РЕЖИМА И УСЛОВИЙ ФОРМИРОВАНИЯ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ВОД ВАСЮГАНСКОГО БОЛОТА (ЗАПАДНАЯ СИБИРЬ)

**Харанжевская Ю.А.[1,2], Воистинова Е.С.[1], Синюткина А.А.[1]**

*[1] – Сибирский НИИ сельского хозяйства и торфа – филиал СФНЦА РАН, Томск, Россия*
*[2] – Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск, Россия, kharan@yandex.ru*

**Аннотация.** В работе выполнен анализ закономерностей гидрохимического режима Васюганского болота и условий формирования состава вод. Исследования показали, наличие регулярных циклов химического состава вод, в число первых четырех гармоник преимущественно входят периоды 2, 6, 14, 22 месяца. Факторный анализ показал, что температура воздуха является ведущим фактором формирования химического состава болотных вод, в корреляционной зависимости с которым находятся почти все компоненты $Fe_{общ}$, , $NH_4^+$, $CO_2$, $NO_3^-$, $Mg^{2+}$, $Ca^{2+}$, ХПК, $C_{орг}$, фульвокислоты. Вторым фактором, который определяет изменчивость концентраций $HCO_3^-$, $SO_4^{2-}$, $Cl^-$ в химическом составе является режим увлажнения территории и количество атмосферных осадков.

Ключевые слова: болотные воды, химический состав, гидрохимический режим, условия формирования, Васюганское болото, Западная Сибирь.

Проблема изменения климата Земли весьма остро встает в последнее десятилетие, о чем свидетельствует ежегодно увеличивающаяся частота экстремальных погодных явлений. Последствиями глобальных изменений климата в Западной Сибири является увеличение температуры воздуха, изменение характера циркуляции атмосферы, увеличение количества атмосферных осадков и смена режима их выпадения [Паромов и др., 2017], которые могут способствовать нарушению локальных и региональных биогеохимических циклов химических элементов. Увеличение температуры воздуха может усилить мобилизацию минеральных и органических веществ в пределах заболоченных территорий Западной Сибири и ускорить их поступление в поверхностные воды и в Мировой океан, что приведет к росту его биомассы и усилению парникового эффекта за счет снижения величины альбедо и повышения температуры вод. Целью данной работы является исследование условий формирования химического состава болотных вод и их связи с климатическими характеристиками в Западной Сибири на примере участка северо-восточных отрогов Васюганского болота.

Исследования проводились на участках многолетнего мониторинга в районе, удаленном от антропогенного воздействия в пределах типичных болотных микроландшафтов Васюганского болота, характеризующихся различной динамикой водного режима, мощностью торфяной залежи: высокий рям, низкий рям, осоково-сфагновая топь. Отбор проб болотной воды осуществлялся с глубины 30-40 см с периодичностью 1 раз в месяц за период 2006-2016 гг. из специально оборудованных водоотборных колодцев глубиной 1 метр. Химический анализ болотных вод выполнялся с применением аттестованных методик в аккредитованном Лабораторно-аналитическом центре СибНИИСХиТ-филиале СФНЦА РАН. Оценка суточной динамики электропроводности болотных вод проводилась с использованием стационарного датчика (ИМКЭС СО РАН) установленного на глубину 50 см в автоматическом режиме с интервалом 4 часа круглогодично. Контроль электропроводности вод также осуществлялся с помощью портативного кондуктометра HANNA HI 8733 (Румыния). Анализ исходных данных проводился с применением метода главных компонент (PCA) и спектрального анализа.

Исследования, проведенные в пределах участка Васюганского болота показали, что воды характеризуются преобладанием гидрокарбонатного или хлоридного класса вод (а не сульфатного), что свидетельствует об отсутствии прямого антропогенного воздействия. В течение вегетационного сезона отмечается 2 значимых максимума сезонной волны химического состава болотных вод в марте и сентябре, особенностью гидрохимического режима является трансформация химического состава с изменением класса, группы и типа вод в течение года. Спектральный анализ выявил наличие регулярных циклов химического состава вод, в число первых четырех гармоник преимущественно входят периоды 2, 6, 14, 22 месяца. Гармонические колебания меньшей продолжительностью (2-8 месяцев, максимум до 14 месяцев) характерны для высокого ряма, и наоборот большей продолжительностью от 14 до 23 месяца – для низкого ряма и сфагново-осоковой топи. В сезонной динамике (на примере 2016 г.) выделяется 3 максимума электропроводности вод, в апреле, мае и июле, отмечается устойчивость величины электропроводности вод в течение 3-5 дней после резкой смены гидроклиматических условий. Суточная динамика электропроводности вод характеризуется цикличной сменой временных интервалов в течение теплого периода года со смещением максимума с ночного времени на дневное время и обратно.

Факторный анализ показал, что температура воздуха является ведущим фактором формирования химического состава болотных вод, в корреляционной зависимости с которым находятся почти все компоненты $Fe_{общ}$, , $NH_4^+$, $CO_2$, $NO_3^-$, $Mg^{2+}$, $Ca^{2+}$, ХПК, $C_{орг}$, фульвокислоты. Вторым фактором, который определяет изменчивость концентраций $HCO_3^-$, $SO_4^{2-}$, $Cl^-$ в химическом составе является режим увлажнения территории и количество атмосферных осадков. В перспективе при дальнейшем увеличении температуры воздуха и количества атмосферных осадков следует ожидать рост поступления органических веществ в болотные воды и снижение концентраций главных ионов.

**Литература**

1. Паромов В.В., Земцов В.А., Копысов С.Г. Климат Западной Сибири в фазу замедления потепления (1986-2015 гг.) и (1986–2015 гг.) и прогнозирование гидроклиматических ресурсов на 2021–2030 гг. // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. 2017. Т. 328. № 1. 62–74.

# ANALYSIS OF THE HYDROCHEMICAL REGIME AND WATER CHEMICAL COMPOSITION OF THE VASYUGAN MIRE (WESTERN SIBERIA)

**Kharanzhevskaya Yu. A.[1,2], Voistinova E.S.[1], Sinyutkina A.A.[1]**

[1] – *Siberian Research Institute of Agriculture and Peat-branch of SFSCA RAS, Tomsk, Russia*
[2] – *National Research Tomsk State University, Tomsk, Russia, kharan@yandex.ru*

**Abstract.** The paper analyzes hydrochemical regime of the Vasyugan mire and the conditions of the water chemistry formation. Studies have shown that regular cycles of the chemical composition of water are present; periods of 2, 6, 14, and 22 months mainly belong to the first four harmonics. Factor analysis showed that air temperature is a leading factor in the formation of the water chemical composition, in correlation with which almost all components of $Fe_{total}$, $NH_4^+$, $CO_2$, $NO_3^-$, $Mg^{2+}$, $Ca^{2+}$, COD, DOC, and fulvic acid are found. The second factor that determines the variability of concentrations of $HCO_3^-$, $SO_4^{2-}$, $Cl^-$ in the chemical composition is the moisture regime of the territory and the amount of precipitation.

Key words: mire water, chemical composition, hydrochemical regime, formation conditions, Vasyugan mire, Western Siberia.

# ОЦЕНКА МНОГОЛЕТНИХ ИЗМЕНЕНИЙ МАКСИМАЛЬНЫХ СНЕГОЗАПАСОВ И ВОДООТДАЧИ СЕВЕРНОГО КРАЯ РОССИИ

**Хаустов В.А.[1], Ромашова К.В.[2], Хренов А.А.[1]**

*[1] – Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия, vhaustov@rshu.ru, ruellighting@yandex.ru*
*[2] – Арктический и антарктический научно-исследовательский институт, Санкт-Петербург, Россия, Romashova.kv@hotmail.com*

**Аннотация.** Рассматривается модель формирования снегозапасов, параметризируемая по данным маршрутных снегосъемок, характеристикам снежного покрова, температуре воздуха и осадкам. Дается оценка прогностических свойств модели, достоверности расчетов. Анализируются изменения температуры, осадков и водоотдачи из снега за многолетний период.

Ключевые слова: основные метеорологические параметры, снегозапасы, водоотдача из снежного покрова, моделирование, прогноз

Роль снегозапасов и интенсивности водоотдачи из снежного покрова в формировании максимального речного стока рек Северного края России является определяющей, поэтому моделирование процесса их формирования и прогноз являются актуальными для многих отраслей водного хозяйства [1]. Продолжительность разделения осадков на жидкую и твердую фазу, интенсивность водоотдачи из снега регулируется температурой воздуха. Как следствие, решение комплекса вопросов, связанных с оценкой основных факторов приводящих к перераспределению внутригодового речного стока вызванного климатическими изменениями, несомненно, представляет научный и практический интерес.

В публикации [2] сделан анализ основных направлений в области изучения снежного покрова. В докладе для оценки основных факторов формирования речного стока и в целом оценки последствий гидроклиматических изменений для экономики и общества в работе повторно рассматриваются следующие характеристики снежного покрова применительно к Северному краю: продолжительность залегания, максимальное снегонакопление, динамика общих запасов воды в снеге и водоотдача. Целью настоящего исследования является разработка методов расчета и прогноза водоотдачи из снежного покрова, основанного на двух метеорологических параметрах – температуре и осадках, как наиболее доступных в метеопрогнозах и климатических сценариях. Моделирование водоотдачи из снежного покрова имеет большое значение для решения прогностических задач речного стока в период половодья, а также решения экономических проблем, связанных с влиянием изменения характеристик снежного покрова на сельское хозяйство, транспорт и строительство. Отдельно рассмотрен вопрос многолетних изменений исследуемых характеристик.

В работе использована база данных Всероссийского научно-исследовательского института гидрометеорологической информации (мировой центр данных ГБУ «ВНИИГМИ-МЦД») [3] включающая приземную температуру воздуха, осадки, общий запаса воды в снеге по данным маршрутных снегосъемок и характеристики снежного покрова на метеостанциях. В работе рассмотрены 18 станций: Мурманск, Калевала, Мезень, Койнас, Реболы, Онега, Сура, Шенкурск, Сортавала, Петрозаводск, Каргополь, Котлас, Выборг, Великий Устюг, Хоседа-Хард, Печора, Троицко-Печорское, Белогорка.

Расчеты интегральных характеристик температуры и осадков выполнены за весь период наблюдений, а запасов воды в снеге и водоотдачи – за период с 1966 по 2017 гг.

Алгоритм моделирования снегозапасов основан на суммировании твердых осадков

за холодный период представлен в материалах конференции [2]. По специально разработанной методике определялись даты устойчивого перехода температуры через 0 $^{o}$C. Начиная с даты устойчивого перехода температур к отрицательным значениям выполнялось суммирование твердых осадков (снега, *X*) с коэффициентом потерь (*kf*), который, к примеру, учитывает испарение [4]. В период оттепелей потери снегозапасов рассчитывалась произведением температурного коэффициента (*kt*) на положительные температуры ($t^{+}$).

Формула для расчета снегозапасов на каждый (*i*-ый) день:

$$S_i = \sum_{i=1}^{m} kf \cdot X_i - kt \cdot t_i^{+} \quad (1)$$

Параметры модели (1) *kf* и *kt* определялись решением обратной задачи по известным запасам воды в снежном покрове (по данным снегомерных наблюдений), температуре и осадкам. Оптимизация параметров выполнялась с помощью процедуры «поиск решения» MS Excel и решения системы линейных уравнений с переопределенной матрицей (ПСЛУ). Поскольку модель формирования снегозапасов является линейным уравнением, в работе для каждого зимнего периода решалась система с числом уравнений (1) равным числу измеренных запасов воды в снеге. В настоящей работе дополнительными данными являлись начало и окончание залегания снега на метеостанции, что привело к существенному уточнению результатов.

Интегральными характеристиками (см. [5]) метеорологических параметров являлись: 1) сумма ежедневных температур за многолетний период и отклонения сумм от тренда, соединяющего начальное и конечное значение суммы выбранного периода; 2) сумма температур холодного и теплого периодов и сумма температур двух смежных периодов; 3) разностная интегральная кривая температуры воздуха; 4) продолжительности холодного и теплого периодов, а также общая продолжительность двух смежных периодов.

По 18-ти станциям Северного края России выявлена общая тенденция к повышению температуры воздуха и уменьшению холодного периода. Дана первичная оценка изменений сумм твердых осадков и водоотдачи из снега за 50-летний период.

Работа частично финансировалась грантом Министерства образования и науки РФ в рамках государственного контракта: «Чувствительность многолетнего речного стока и основных водозависимых отраслей экономики к изменениям климата» № 5.6293.2017/8.9.

**Литература**

1. Коваленко В.В., Гайдукова Е.В., Викторова Н.В., Хаустов В.А., Громова М.Н., Девятов В.С., Шевнина Е.В. Влияние изменения климата на многолетний слой сток весеннего половодья рек Арктической зоны России // Ученые записки РГГМУ, № 14, 2010. – С. 14–19.

2. Моделирование процесса формирования снегозапасов Российской части бассейна Северного Ледовитого океана // Труды Всероссийской конференции «Гидрометеорология и экология: научные и образовательные достижения и перспективы развития». – СПб.: Аграф+, 2017. – 470-473 с.

3. Интернет ресурс meteo.ru

4. Гайдукова Е.В., Шаночкин С.В., Москалюк М.А. Учет испарения при математическом моделировании речного стока // Ученые записки РГГМУ, № 52, 2018. – С. 79–87.

5. Винников С.Д., Викторова Н.В. Физика вод суши. – СПб.: РГГМУ, 2009. – 430 с.

# ASSESSMENT OF LONG-TERM CHANGES IN THE MAXIMUM SNOW RESERVES AND WATER YIELD OF THE NORTHERN REGION OF RUSSIA

**Khaustov V.A.[1], Romashova K.V.[2], Khrenov A.A.[1]**

*[1] - Russian state hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia, vhaustov@rshu.ru, ruellighting@yandex.ru*
*[2] - Arctic and Antarctic research Institute, St. Petersburg, Russia, Romashova.kv@hotmail.com*

**Abstract.** The model of formation of snow reserves, parameterized according to route snow surveys, characteristics of snow cover, air temperature and precipitation is considered. The estimation of prognostic properties of the model, reliability of calculations is given. The changes in temperature, precipitation and water yield from snow over a long period of time are analyzed.

# О КЛАССИФИКАЦИИ МНОГОРУКАВНЫХ РЕК С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ГИДРОМОРФОЛОГИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ РУСЛОВОГО ПРОЦЕССА

**Чубарова А.В.**[1]

[1] – *ФГБУ «ГГИ», Санкт-Петербург, Россия, i-annet@mail.ru*

**Аннотация**. Анализ русловой и пойменной многорукавности, как типа руслового процесса, исходя из принципов гидроморфологической теории руслового процесса

Ключевые слова: русловой процесс, многорукавные реки, транспорт наносов, русловые формы.

К настоящему времени разработано довольно большое число классификаций (типизаций) руслового процесса. В основе большинства из них лежит выделение типов на основе формы речного русла, в частности, наиболее известные классификация Росгена и Чалова.

Классификационным признаком для типизации, разработанной в ГГИ в рамках гидроморфологической теории руслового процесса, является и морфологический облик формы, и схема ее циклических трансформаций и перемещений посредством бесструктурной и структурной (грядовой) форм транспорта наносов. Под формами понимаются дискретные целостные морфологические образования на четырех структурных уровнях: на уровне частиц и на уровнях микро-, мезо- и макроформ (ленточные гряды, побочни, осередки, осередки-острова, пойменные острова и пойменные массивы). Внутренним содержанием руслового процесса при этом является транспорт наносов, а внешней формой его проявления морфологические преобразования речного русла и поймы.

Многорукавные реки в рамках гидроморфологической классификации могут быть отнесены к двум типам руслового процесса: русловой и пойменной многорукавности.

Русловая многорукавность представляет собой тип руслового процесса, при котором русло заполнено внутрирусловыми формами разных размеров, затопляемых и незатопляемых при высокой воде. При этом транспорт наносов происходит в виде мезоформ– деформаций осередков-островов, переформирований и смещений осередков и побочней посредством грядового движения донных
наносов. На примере р. Амур выделены 2 подтипа русловой многоруканости (рис. 1, 2).

Рисунок 1 - Русловая многорукавность первого подтипа на р. Амур

Рисунок 2 - Русловая многорукавность второго подтипа на р. Амур

Пойменная многорукавность проявляется в переформирование пойменных массивов, с одной стороны, путем деформаций их пониженных, внутрирусловых частей посредством перемещающихся в виде гряд руслоформирующих наносов, а с другой стороны – деформации поверхности пойменных массивов и развитие спрямляющих протоков на их поверхности путем промыва сверху пойменных отложений (рис. 2).

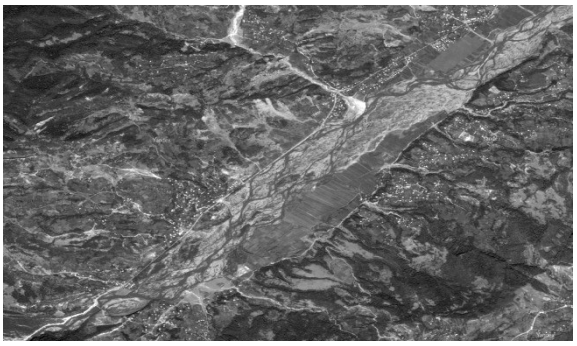


Рисунок 3 – Пойменная многорукавность на р. Амур

С точки зрения гидроморфологической теории руслового процесса при пойменной многорукавности принцип дискретности сохраняется только в геологическом масштабе времени, так как пойменный массив, как макроформа, является аккумулятивной формой, а транспорт наносов при этом идет транзитом. При русловой многорукавности для пойменных островов принцип дискретности сохраняется тоже только в геологическом масштабе времени.

**Литература**

1. Католиков В.М., Чубарова А.В. Экспериментальные исследования механизма формирования осерёдкового типа руслового процесса и русловой многорукавности. // МАККАВЕЕВСКИЕ ЧТЕНИЯ - 2014 (Москва, 04.12.2014 г.) – Москва, 2015. – С. 43-56.
2. Кондратьев Н.Е., Попов И.В., Снищенко Б.Ф. Основы гидроморфологической теории руслового процесса. Л.: Гидрометеоиздат,1982. – 272 с.
3. Попов И.В. Деформации речных русел и гидротехническое строительство. 2-е изд. Ленинград: Гидрометеорологическое издательство, 1969. – 360 с.
4. Чалов Р.С. Русловедение: теория, география, практика. Т. 2: Морфодинамика речных русел. М.: КРАСАНД, 2011. – 960 с.
5. Rosgen David L. A Classification of Natural Rivers. // CATENA 22 (3), 1994. P. 169–99

## BRAIDED AND ANASTOMOSING RIVERS IN TERMS OF THE HYDROMORPHOLOGICAL THEORY OF THE RIVER BED EVOLUTION

**Chubarova A.V.[1]**

[1] – *State Hydrological Institute, St. Petersburg, Russia, i-annet@mail.ru*

**Abstract.** Analysis of braided and anastomosing rivers based on the principles of the hydromorphological theory of river bed evolution

Key words: river bed evolution, braided and anastomosing rivers, sediment transportation, bedforms.

# СОВМЕСТНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОДЕЛИ ФОРМИРОВАНИЯ СТОКА ECOMAG, СИСТЕМЫ ВЫСОКОДЕТАЛЬНОГО ЧИСЛЕННОГО ПРОГНОЗА ПОГОДЫ COSMO-RU И СИСТЕМЫ РАСЧЕТА СНЕЖНОГО ПОКРОВА SNOWE ДЛЯ РАСЧЕТА ПОЛОВОДИЙ НА Р. СУХОНА ВБЛИЗИ Г. ВЕЛИКИЙ УСТЮГ

**Чурюлин Е.В.[1, 2], Крыленко И.Н.[1, 3], Фролова Н.Л.[1]**

*[1] – Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, г. Москва, Россия, evgenychur@gmail.com*
*[2] – Гидрометцентр России – отдел среднесрочных прогнозов погоды, г. Москва, Россия*
*[3] – Институт водных проблем РАН, г. Москва, Россия*

**Аннотация**. В работе исследуется возможность применения модели формирования стока *ECOMAG* при прогнозе характеристик весеннего половодья на р. Сухона вблизи г. Великий Устюг с использованием системы численного прогноза погоды *COSMO-Ru* и снежной модели *SnoWE*.

Ключевые слова: Снежный покров, снежная гидрология, гидрология, *COSMO-Ru*, *SnoWE*, *ECOMAG.*

Перспективным направлением при расчете характеристик наводнений является метод совместного гидрологического и атмосферного моделирования. В этом случае моделирование формирования стока на водосборе должно осуществляться с использованием в качестве входной информации о метеорологических характеристиках (атмосферном форсинге) доступных оперативных данных синоптических измерений, а также результатов численного моделирования процессов в атмосфере. Совместное атмосферное и гидрологическое моделирование позволяет решать разноплановые задачи, связанные с затоплением территории, как в целях краткосрочного прогноза, так и для разнообразных сценарных расчетов. Такой подход может быть эффективен при анализе и прогнозе экстремальных гидрометеорологических событий. Данная работа посвящена описанию эксперимента применения модели формирования стока *ECOMAG* [3] с использованием выходной продукции мезомасштабной модели атмосферы *COSMO-Ru* [2] и модели снежного покрова SnoWE [4] для расчета гидрографов стока половодья вблизи г. Великий Устюг. Актуальность работы связана с вопросами гидрологической безопасности г. Великий Устюг, расположенного в узле слияния рек Сухоны и Юга и многократно подвергавшегося наводнениям стоково-заторного генезиса, последнее из которых наблюдалось в мае 2016 г. и привело к значительным ущербам [1]. Выбранный ключевой участок достаточно хорошо изучен гидрологами, однако, пост, измеряющий расход воды, имеется только на реке Сухона, а на реке Юг он был закрыт в конце 1980-ых годов. Одним из возможных решений при недостатке данных гидрологических наблюдений, а также для наиболее полного и заблаговременного учета особенностей формирования половодий на исследуемой территории, является применение модели формирования стока. Выбранный тип моделей по данным о метеорологических характеристиках (температуре, осадках, влажности воздуха) и сведений о подстилающей поверхности водосбора позволяет рассчитывать процессы формирования стока и расходы воды в любой точке речной сети. Используемая в работе модель формирования стока *ECOMAG* показала высокую эффективность при исследованиях стока северных рек, в том числе для бассейна Северной Двины [1].

Однако данных действующей сети метеорологических станций, особенно в северных регионах, не достаточно для корректного отображения полей метеорологических характеристик, требующихся обеспечения работы модели формирования стока

*EC*OMAG входными данными, а также для решения прогностических задач. В данном исследовании проводилась оценка возможности применения в качестве входных данных для модели формирования стока метеорологической информации по результатам расчетов на основе мезомасштабной модели циркуляции атмосферы *COSMO-Ru* и модели снежного покрова SnoWE, моделирующих всю необходимую метеорологическую информацию на различных сетках, например: *COSMO-Ru 13* – шаг сетки 13 км, *COSMO-Ru 7* – шаг сетки 7 км, *COSMO-Ru 2* – шаг сетки 2.2 км и другие [2]. Прогноз приземной температуры воздуха, количества осадков, влажности воздуха, запаса воды в снеге, его плотности и других метеорологических характеристик выполняется на регулярной сетке с пространственным разрешением от 1 до 13 км за каждый метеорологический срок (каждые 3 часа) с учетом характеристик подстилающей поверхности [2]. Следует отметить, что для адекватного описания пространственного распределения осадков, либо накопленных снегозапасов, принципиальным является пространственное разрешение модели атмосферы.

Для выполнения работы потребовалось решить задачу обеспечения данными модели формирования стока *ECOMAG* продукцией мезомасштабной модели атмосферы *COSMO-Ru*, для чего были разработаны специальные блоки ввода – вывода информации и блоки их адаптации в модели *ECOMAG.* По результатам выполненной работы была проведена оценка результатов моделирования гидрографов стока.

Исследование выполнено при поддержке гранта РФФИ № 18--05-60021 Arctic

**Литература**

1. Агафонова С.А., Фролова Н.Л. Заторные наводнения на р. Сухона в районе г. Великий Устюг// Меняющийся климат и социально-экономический потенциал Российской Арктики. 2016. С. 56–65.

2. Блинов Д.В., Ривин Г.С. Система краткосрочного негидрастатического прогноза погоды COSMO-Ru: Технологическая линия // Труды Гидрометцентра России. 2017. Вып. 365. С. 142–162.

3. Мотовилов Ю.Г. Гидрологическое моделирование речных бассейнов в различных пространственных масштабах. 1. Алгоритмы генерализации и осреднения // Водные ресурсы. 2016. Т. 43, Вып. 3. С. 429-437.

4. Чурюлин Е.В., Копейкин В.В., Розинкина И.А., Фролова Н.Л., Чурюлина А.Г., Анализ характеристик снежного покрова по спутниковым и модельным данным для различных водосборов на Европейской территории Российской Федерации// Гидрометеорологические исследования и прогнозы. 2018. Вып. 2 (368). С. 120-143.

# APPLYING OF COMBINE OPPORTUNITIES OF THE RUNOFF FORMATION MODEL (ECOMAG), THE MESOSCALE ATMOSPHERE CIRCULATION MODEL (COSMO-RU) AND THE SNOW MODEL (SNOWE) FOR THE TERRITORY OF THE RUSSIAN FEDERATION

**E.V. Churiulin[1, 2], I.N. Krylenko[1, 3], N.L. Frolova[1]**

[1] *– Department of Land Hydrology, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia*
[2] *– Laboratory of MRF, Hydrometcenter of Russia, Moscow, Russia*
[3] *– Water problems institute of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia*

**Abstract:** The investigation devoted to development of new runoff forecast methods in modern climate conditions. The main purpose of the research is creation a new scheme of assimilation and application of initial (in situ) and model data (COSMO-Ru and SnoWE) for a hydrological model ECOMAG.

Key words: Snow cover, snow hydrology, hydrology, COSMO-Ru, SnoWE, ECOMAG

# ОПЕРАТИВНЫЙ УЧЕТ СТОКА РЕК ПРИ НАРУШЕНИЯХ ОДНОЗНАЧНОСТИ СВЯЗИ РАСХОДОВ И УРОВНЕЙ ВОДЫ

**Шарина Ю.В.**[1]

[1] – *ФГБУ «Государственный гидрологический институт», г. Санкт-Петербург, Россия, yulia_sharina@mail.ru*

**Аннотация.** Рассматривается методика оперативного учета речного стока при нарушениях однозначности связи расходов и уровней воды, обусловленных различными факторами. В предложенной методике расчет характеристик пропускной способности русла в оперативном режиме выполняется с использованием метода оптимальной экстраполяции относительных отклонений измеренных расходов от опорной кривой расходов.

Ключевые слова: оперативный учет стока рек, расход воды, неоднозначная кривая расходов, оптимальная экстраполяция.

Задача оперативного учёта стока заключается в получении срочных и ежедневных значений расходов воды по данным актуальных наблюдений за уровнем воды и совокупности измеренных расходов воды (ИРВ), выполненных в период, предшествующий моменту расчёта.

В 2018 г. специалистами отдела гидрометрии и гидрологической сети Государственного гидрологического института (ГГИ) были подготовлены рекомендации [1], куда вошли методы обработки данных гидрологических наблюдений и расчета расходов воды в оперативном режиме, разработанные в отделе гидрометрии ГГИ.

Наиболее сложной задача оперативного учета стока становится в случаях, когда связь расходов и уровней $Q(H)$ в гидростворе нарушается и кривая расходов (КР) становится неоднозначной. Это может происходить под влиянием одной или нескольких причин, таких как ледовые явления, зарастание русла, неустойчивость русла, переменный подпор и неустановившееся движение потока.

В качестве опорной КР для оперативного учета стока принимается уравнение, полученное по данным об ИРВ прошлых лет. Для уточнения расхода, вычисленного по опорной КР, используются поправки к ней $\tilde{q}_t$, которые вычисляются с использованием того или иного способа экстраполяции характеристик изменения пропускной способности русла.

В общем случае значение оперативного расхода воды на момент (срок) $t$ вычисляется по формуле (1).

$$Q_{\text{оп}t}=Q(H_t)\left(1+\tilde{q}_t\right) \quad (1)$$

где – $Q(H_t)$ – расход воды, полученный по опорной КР для уровня $H_t$, зафиксированного в момент времени $t$, м$^3$/с;

$\tilde{q}_t$ – значение поправки, экстраполированное тем или иным способом на момент времени $t$.

В качестве характеристик изменения пропускной способности русла во времени используются относительные отклонения ИРВ от опорной зависимости $Q(H)$.

Применение метода оптимальной экстраполяции относительных отклонений ИРВ от опорной КР позволяет сглаживать случайные погрешности измерений расходов воды [2]. Для расчета коэффициентов оптимальной экстраполяции требуется надёжная оценка статистических характеристик случайного процесса $\tilde{q}(t)$ (автокорреляционной функции (АКФ) и дисперсии). Такая оценка выполняется по данным прошлых лет.

При использовании метода оптимальной экстраполяции значение $\tilde{q}_t$ на любую дату в интервале от последнего ИРВ до расчетной даты представляется в виде суммы взвешенных результатов относительных отклонений $n$ последних измерений. Как правило, используются данные 1-2 последних ИРВ [3]:

$$\tilde{q}_t = p_1 q_1 + p_2 q_2 + \left(1 - \sum_{i=1}^{n} p_i\right) m_{\tilde{q}}, \quad (2)$$

где $p_i$ – весовые коэффициенты, которые вычисляются на основе полученной АКФ;

$m_{\tilde{q}}$ – оценка математического ожидания (среднего значения) ряда элементов $\tilde{q}_{\text{и}}$.

Апробация представленной методики осуществлялась по данным наблюдений на нескольких десятках гидрологических постов сети Росгидромета (бассейнов рек Кубань, Дон, Волга, Урал, Енисей, Обь, Амур) [4,5]. В таблице 1 приведена выборка оценок эффективности методики оперативного учета стока на основе сравнения с режимными данными для гидрологических постов с разными причинами нарушения однозначности связи расходов и уровней воды.

**Таблица 1 –** Оценка погрешностей оперативного учета речного стока по методу оптимальной экстраполяции для разных причин нарушения однозначности связи $Q(H)$

| Река-пост | Причина нарушения однозначности связи $Q(H)$ | Расчетный период | Случайная среднеквадратическая погрешность $\boldsymbol{\sigma}_{\text{оп}}$ | Систематическая погрешность $\boldsymbol{\delta}_{\text{оп}\,t}$ осреднённая за весь период, % | Количество суток, когда $\boldsymbol{\delta}_{\text{оп}\,t} > 10\%$, в % от общего числа суток в периоде |
|---|---|---|---|---|---|
| р. Воронеж – г. Липецк | зарастание русла | 13.05.2014-16.11.2014 | 2,6 | 0,1 | 1,6 |
| р. Свияга – с. Вырыпаевка | ледовые явления | 03.12.2013-23.03.2014 | 4,7 | -2,3 | 5,4 |
| р. Кас – пос. Александровский Шлюз | неустановившееся движение | 03.05.2008-10.06.2008 | 8,4 | 0,0 | 20,5 |
| р. Урал – г. Оренбург | переменный подпор | 04.04.2016-06.06.2016 | 5,5 | -0,2 | 4,7 |
| р. Малая Лаба – с. Бурное | неустойчивое русло | 21.03.2012-16.12.2012 | 4,7 | -0,3 | 4,8 |

Как видно из таблицы 1, представленная методика демонстрирует высокую эффективность расчета оперативных расходов воды для различных причин нарушения однозначности связи $Q(H)$ и может быть рекомендована для использования в оперативно-производственных подразделениях гидрологической сети Росгидромета.

**Литература**

1. РД 52.08.872-2018 Оперативный учет стока на водотоках. Методы обработки наблюдений за уровнями и расходами воды. СПб., 2018. 107 с.

2. Яковлева Т.И. Оценка изменчивости пропускной способности русла на основе модели «сигнал плюс шум» // Вопросы гидрологии суши. 1991. С. 209–214.

3. Карасев И.Ф., Яковлева Т.И. Экстраполяционно-аналитический метод оперативного учета стока рек с неустойчивым руслом (на примере р. Амударьи) // Труды ГГИ. 1988. Вып. 325. С. 19–30.

4. Шарина Ю.В. Методика оперативного учета стока в условиях зарастания русла (на примере реки Матыра в створе села Крутое) // Водное хозяйство России. 2017. № 2. С. 73–92.

5. Шарина Ю.В. Оперативный учет речного стока в условиях неустановившегося движения и переменного подпора (на примере ГП р. Урал – г. Оренбург) // Труды II Всероссийской конференции «Гидрометеорология и экология: достижения и перспективы развития». СПб.: ХИМИЗДАТ, 2018. С. 697–700.

# THE REAL-TIME RIVER DISCHARGE DETERMINING IN CASE OF THE AMBIGUOUS STAGE–DISCHARGE RELATIONSHIP

**Sharina Yu.V.**[1]

[1] – *State Hydrological Institute, Saint Petersburg, Russia, yulia_sharina@mail.ru*

**Abstract.** The technique of the real-time river discharge determining for different causes of the ambiguous stage–discharge relationship is considered. The technique is based on the optimal extrapolation of the relative deviations of the measured discharges from the basic discharge curve.

Key words: real-time river discharge determining, discharge, ambiguous rating curve, optimal extrapolation.

# КАРТОГРАФИЧЕСКИЙ ВЕБ-СЕРВИС МОНИТОРИНГА ВЕСЕННЕГО ПОЛОВОДЬЯ В БАССЕЙНЕ Р. КАМЫ

**Шихов А.Н.[1], Абдуллин Р.К.[2]**

*[1] – Пермский государственный национальный исследовательский университет, Пермь, Россия, and3131@inbox.ru*
*[2] – Пермский государственный национальный исследовательский университет, Пермь, Россия, rinaha-26@mail.ru*

**Аннотация.** Разработан картографический веб-сервис для мониторинга прохождения половодья в бассейне р. Камы (http://hydromonitor.maps.psu.ru). В настоящее время на сервисе публикуются данные о пространственном распределении запасов воды в снеге на основе расчетов по трем численным моделям прогноза погоды, а также по данным метеостанций. Сопоставление с данными снегосъемок, проведенное в 2017-2018 гг. показывает удовлетворительную точность результатов мониторинга.

Ключевые слова: весеннее половодье, снежный покров, картографический веб-сервис.

Мониторинг прохождения весеннего половодья и предоставление пользователям актуальной информации о его развитии является актуальной задачей для многих регионов России, в том числе расположенных в бассейне р. Камы. В настоящее время в открытом доступе отсутствуют данные снегомерных съемок, а также любые другие сведения о пространственном распределении снегозапасов, которые необходимы для прогноза уровней и расходов воды. Особенно это проблема актуальна для районов со сложным рельефом, где сеть снегомерных наблюдений часто нерепрезентативна.

В 2018 г. для визуализации результатов мониторинга опасных гидрологических явлений и информационного обеспечения гидрологического прогноза в бассейне р. Камы разработан картографический веб-сервис. Для публикации пространственных данных в сети Интернет используется ПО ArcGis Server 10, а функциональные возможности реализованы средствами языка программирования JavaScript. Сервис доступен в сети Интернет по адресу http://hydromonitor.maps.psu.ru.

В настоящее время основная задача сервиса состоит в публикации данных о пространственном распределении снегозапасов в бассейнах рек, однако в перспективе здесь будут публиковаться также иные данные, необходимые для мониторинга прохождения половодья, в частности космические снимки и карты снежного покрова, полученные по спутниковым данным.

Информационную основу сервиса представляют картографические слои гидропостов и речных бассейнов. Всего на основе цифровой модели рельефа GMTED-2010 выделено 159 водосборов. Для каждого бассейна определены основные гидрографические характеристики (средняя высота, средний уклон, лесистость). Для каждого гидропоста также приведена атрибутивная информация, в частности дата открытия, расстояние до устья реки, площадь бассейна, максимальный зафиксированный уровень воды и дата его наблюдения, критическая отметка уровня воды и др. Все эти данные доступны пользователям сервиса при идентификации соответствующих объектов.

Также на сервисе опубликована картографическая база данных опасных гидрологических явлений, которая в настоящее время пополняется. Она включает картографический слой населенных пунктов в зоне риска затопления (в настоящее время подготовлены данные только для территории Татарстана), а также информацию о ЧС гидрологического характера (дата, причина возникновения, число пострадавших, ущерб, при наличии – фотографии и видеозаписи). Основой для создания базы данных стали материалы из монографии (Разумов, 2008), а также открытых Интернет-источников.

Помимо этого, в базу данных опасных гидрологических явлений включен векторный слой зон максимального наблюдавшегося затопления в поймах крупных рек по спутниковым снимкам Landsat (с 1984 г. по н.в.). Всего рассмотрено свыше 30 водотоков, наибольшие затопляемые площади выявлены в поймах рек Белая и Вятка (при половодье 1991 и 2016 гг. соответственно).

На сервисе также публикуются результаты расчета пространственного распределения снегозапасов на основе данных трех глобальных моделей прогноза погоды: ICON (Германия), GFS (США) и ПЛ-АВ (Россия). Прогностические данные загружаются в режиме реального времени с серверов национальных метеослужб. Для получения данных моделей и их конвертации в формат Geotiff разработаны скрипты на языке Python. Выходные данные моделей имеют пространственное разрешение от 13 до 25 км, однако расчет снегонакопления производится с более высоким пространственным разрешением – 3 км, так как при расчетах также проводится коррекция на рельеф. Методика расчета снегонакопления и снеготаяния в основных чертах описана в работах (Pyankov et al., 2018; Шихов, Быков, 2018).

В холодный период 2018 г. проведена верификация результатов расчета снегозапасов в бассейне р. Камы по данным 40 полевых и 27 лесных снегомерных маршрутов. Величина среднеквадратичной ошибки расчета составила от 16 до 25% от среднего фактического снегозапаса, причем максимальная точность получена по модели ПЛ-АВ. Систематическое завышение снегозапасов на 10-25% наблюдалось по модели GEM (Канада).

В 2018-2019 гг. были получены также данные немецкой модели ICON, которые в настоящее время обеспечивают получение наиболее правдоподобных результатов расчета пространственного распределения снегозапаса. Они публикуются на картографическом сервисе как основной источник данных о снежном покрове.

**Литература**

1. Разумов В.В., Качанов С.А., Разумова Н.В., Чириков А.Г., Шагин С.И., Беккиев М.Ю., Глушко А.Я., Пчелкин М.И., Фролко С.В. Масштабы и опасность наводнений в регионах России. М., 2018. 364 с.

2. Шихов А.Н., Быков А.В. Расчет снегозапасов на крупном водосборе с использованием данных глобальных моделей прогноза погоды // Гидрометеорологические исследования и прогнозы. 2018. № 1. С. 64-78.

3. Pyankov S.V., Shikhov A.N., Kalinin N.A., Sviyazov E.M. A GIS-based modeling of snow accumulation and melt processes in the Votkinsk reservoir basin // Journal of Geographical Sciences. 2018. Т. 28. № 2. С. 221-237.

## ONLINE WEB MAP SERVICE FOR MONITORING OF SPRING FLOOD IN KAMA RIVER BASIN

**Shikhov A.N.[1], Abdullin R.K.[2]**

*[1] – Perm State University, Perm, Russia, and3131@inbox.ru*

*[2] – Perm State University, Perm, Russia, rinaha-26@mail.ru*

**Abstract.** Online web map service, (available at http://hydromonitor.maps.psu.ru) for spring flood monitoring in the Kama river basin is developed. Currently, the service provide the data on the spatial distribution of snow water equivalent based on three numerical weather forecast models and also from weather stations data. The comparison with snow survey data, performed during 2017-2018 cold season, shows a satisfactory accuracy of SWE simulation.

Key words: spring flood, snow cover, web map service.

# ДЕТЕРМИНИРОВАНО-СТОХАСТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МУТНОСТИ ВОДЫ В РЕКАХ

**Шмакова М.В.[1], Кондратьев С.А.[1]**

[1] – *ИНОЗ РАН, СПб, Россия, m-shmakova@yandex.ru*

**Аннотация.** В работе представлена ДС моделирующая система «Погода – Сток – Наносы», которая позволяет оценить параметры распределения суточных значений стока наносов и мутности воды.

Ключевые слова: мутность воды, моделирование, водоток, параметры распределения.

Взвешенные вещества – это минеральные и органические вещества (частицы глины, песка, ил) и различные микроорганизмы, присутствующие во взвешенном состоянии в толще водного объекта. Концентрация взвешенных веществ в воде характеризуется понятием мутности.

Формирование мутности водного объекта, как и любой природный процесс, зависит от целого комплекса причин. Однако, в зависимости от типа водного объекта, источники мутности и вклад той или иной составляющей этого процесса может быть различен. Основным источником мутности для водотоков и водоемов является почвенная эрозия. Вклад почвенной эрозии в общее количество твердых частиц в водных потоках может достигать до 90 % [2]. Этот вклад определяется физико-механическими характеристиками почво-грунтов, слагающих водосборную площадь, типом растительности, климатическими характеристиками, а также интенсивностью антропогенной деятельности на водосборе или в пределах водного объекта. Поступление твердого вещества с поверхности водосбора может происходить в результате ветрового переноса пылеватых частиц, водной эрозионной деятельности микроручейковой сети в период интенсивных осадков и снеготаяния.

Некачественные, редкие и нерегулярные данные наблюдений за гидрохимическими показателями и мутностью воды приводят к недостоверным статистическим оценкам, что чревато заданием ошибочных качественных и количественных ориентиров для различных сфер водопользования. Ситуацию усугубляет то, что данные наблюдений могут быть неоднородными по своему генезису – наблюдения в условиях естественного фона дополняются значениями, измеренными на момент техногенных влияний или аномальных погодных условий.

На текущем этапе состояния наблюдательной базы при достаточно приемлемо изученных процессах формирования водных, эрозионных и гидрохимических потоков и общего массообмена в системе «водосбор – водный объект» крайне эффективными и актуальными являются методы математического моделирования. Физически обоснованная расчетная схема транспорта твердого вещества в водном объекте с перечисленными выше требованиями определена необходимостью достоверных оценок основных характеристик содержания такового в водном объекте, а также и в качестве дополнения к моделирующей системе двухфазного массообмена водного объекта.

Если в основе имитационного моделирования лежат детерминированные связи, достоверно описывающие взаимосвязи переменных состояния системы, то такое моделирование имеет самые широкие возможности в прикладных приложениях для решения практических задач с одной стороны, так и теоретических исследований реакции системы на нелинейные воздействия внешних факторов.

Разработанная в ИНОЗ РАН ДС моделирующая система «Погода – Сток – Наносы» основана на стохастической модели погоды, модели формирования стока на водосборе и модели годового стока наносов [1]. В системе реализована концепция

композиционного метода теории вероятности, который позволяет оценить параметры распределения функции (жидкого и твердого стока через параметры распределения аргументов (метеорологические величины).

Объектом моделирования в данной работе является река Нарва, трансграничный водоток, относится к водным объектам, подлежащих Федеральному государственному контролю и надзору за использованием и охраной водных объектов. Ввиду большой водохозяйственной востребованности реки Нарва, будет актуально оценить в режиме численного эксперимента параметры мутности в условиях возможного изменения климата. В качестве климатического сценария был принят сценарий ECHAMA2, описание которого было приведено в [1].

Моделирование стока предварила оценка параметров распределения суточных значений температуры воздуха и слоев осадков для метеостанции г. Псков для периода с 1980 по 2010 гг. Далее параметры распределения этих рядов были откорректированы с учетом климатического прогноза и сгенерированы ряды с прогнозными значениями метеорологических элементов продолжительностью 100 лет. Эти ряды обеспечили вход в модель формирования стока согласно схеме ДС моделирующей системы. Параметры распределения расходов воды легли в основу генерирования рядов мутности воды. В Таблице 1 приведены параметры распределения суточных расходов воды и мутности воды, рассчитанных соответственно по модели формирования стока и модели годового твердого стока. Согласно полученным результатам, изменение климата приведет к уменьшению стока и увеличению мутности воды. Тенденция увеличения мутности с уменьшением расхода воды выражена для данных наблюдений в расчетном створе и обеспечивается обратной связью мутности воды и средней глубины потока. При численной реализации прогноза ECHAMA2, среднее значение мутности в расчетном створе увеличится на 79 %, а медиана на 124 %.

**Таблица 1** – Параметры распределения наблюденных и сгенерированных рядов (прогноз ECHAMA2) расхода воды и мутности ($X_{ср}$ – среднее; $M$ – медиана; $C_v$ – коэффициент вариации; $X_{25\,\%}$ и $X_{75\%}$ – квантили вероятностью 25 % и 75 %)

| | $X_{ср}$ | $C_v$ | $M$ | $X_{25\,\%}$ | $X_{75\,\%}$ | $X_{25\,\%}$–$X_{75\,\%}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Расход воды наблюденный, м$^3$/с | 312 | 0.35 | 308 | 376 | 234 | 142 |
| Расход воды смоделированный, м$^3$/с (прогноз ECHAMA2) | 160 | 0.26 | 157 | 186 | 130 | 56 |
| Мутность воды наблюденная, г/м$^3$ | 5.33 | 0.99 | 3.90 | 6.24 | 2.14 | 4.10 |
| Мутность воды смоделированная, г/м$^3$ (прогноз ECHAMA2) | 9.53 | 0.64 | 8.73 | 13.6 | 4.68 | 8.92 |

Авторы выражает глубокую благодарность руководителю Отдела мониторинга поверхностных вод и экспедиционных исследований ФГБУ ГГИ д.г.н. Нелле Николаевне Бобровицкой за любезно предоставленные данные [3].

**Литература**

1. Кондратьев С.А., Шмакова М.В. Детерминированно-стохастическое моделирование массопереноса в системе водосбор-водоем // Фундаментальная и прикладная гидрофизика. – 2018. – Т. 11. № 4. – С. 55–65.

2. Эдельштейн К. К. Лимнология: учеб. пособие для академического бакалавриата. М.: Издательство Юрайт. 2018. 398 с.

3. Bobrovitskaya N.N., Kokorev A.V. Development of transboundary surface water monitoring system. XX111 Nordic Hydrological Conference, Tallinn, Estonia 8-12 August 2004, Selected articles / Editor: Arvo Jarvet, Vol.11, NHP Report No. 48, Tartu, p.415-423.

# DETERMINED-STOCHASTIC MODELING SYSTEM OF THE WATER TURBIDITY IN THE RIVERS

**Shmakova M.V.[1], Kondratyev S.A.[1]**

[1] – *Institute of Limnology, St-Petersburg, Russia, m-shmakova@yandex.ru*

**Abstract.** Deterministic-stokhastic modeling system "Weather – Runoff – Sediment" is developed. The system allows to estimate the parameters of the distribution of daily sediment flow and water turbidity.

Keywords: water turbidity, modeling, river flow, distribution parameters.

# Секция 3.
# СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОКЕАНОЛОГИИ

## ФИЗИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РАСЧЕТА ПОПРАВКИ СПУТНИКОВОГО АЛЬТИМЕТРА НА СОСТОЯНИЕ МОРСКОЙ ПОВЕРХНОСТИ

**Бадулин С.И.[1], Григорьева В.Г.[1], Карпов И.О.[1], Шабанов П.А.[1], Шармар В.Д.[1]**

*[1] – Институт океанологии П.П. Ширшова Российской академии наук, Москва, Россия, badulin.si@ocean.ru*

**Аннотация.** Предложена физическая модель расчета поправки спутникового альтиметра на состояние морской поверхности (sea state bias, SSB). Модель использует оценки крутизны волн по производным измеряемой значимой высоты волнения вдоль трека спутника.

Ключевые слова: спутниковая альтиметрия, sea state bias, крутизна волны, параметрическая модель

Расчет поправки на состояние морской поверхности (sea state bias, SSB) остается одной из основных проблем спутниковой альтиметрии, принципиальным образом ограничивающей точность измерения уровня морской поверхности. Величина этой поправки может достигать 3-4% значимой высоты волн и составлять десятки сантиметров.

Принято связывать величину SSB с тремя основными факторами. Электромагнитная коррекция (Electromagnetic bias, EMB) определяет занижение среднего измеряемого уровня из-за различной отражательной способности гребней и впадин морских волн. Гидродинамическая коррекция (Skewness bias, SB) также дает отрицательную поправку из-за характерной формы морских волн, связанной с особенностями их нелинейной динамики (как правило, заостренные гребни и выположенные ложбины волн). Третий фактор связан с ошибками ретрэкинга (tracker bias, TB) – зависимостью сигнала от способа обработки и особенностей конкретного альтиметра.

Перечисленные факторы не могут быть выделены из интегральной поправки, практическое определение которой проводится относительно среднего уровня морской поверхности (MSL – Mean sea level) и требует накопления и обработки большого количества данных (Labroue et al. 2004). Параметрические методы позволяют существенно снизить требования к количеству данных для валидации алгоритмов обработки и, таким образом, ускорить получение конечных скорректированных данных. В качестве параметров для таких зависимостей обычно рассматриваются измеряемые альтиметрами значимая высота волн $H_s$ и скорость приводного ветра $U_{10}$. Для улучшения качества параметризации в последнее время дополнительно используют период волнения (обычно $T_z$ – zero-crossing period), который не является измеряемой характеристикой, а получается либо из данных альтиметрии (параметрические зависимости $T_z(H_s,\sigma_0)$, $\sigma_0$ – удельное сечение обратного рассеяния), либо рассчитывается с помощью спектральных моделей морского волнения (например, WaveWatch) (Pires et al. 2016).

В настоящей работе предлагается новый способ оценки SSB. Однопараметрическая зависимость связывает SSB и крутизну морского волнения, которая рассчитывается с помощью физической модели, учитывающей динамику волнения вдоль альтиметрического трека (Badulin 2014, Badulin et al. 2018).

Предложенная параметризация тестировалась на GDR данных миссий Jason-3 и SARAL/AltiKa. Показана высокая корреляция результатов, полученных различными методами. На точность новой модели при оценке SSB влияет относительно высокий шум производной высоты волнения вдоль трека, которая рассчитывается при оценке крутизны волны. В то же время, компенсация систематической ошибки измерений высоты волнения при вычислении производной обеспечивает устойчивость полученных параметрических зависимостей. Показано, что для практического применения полученных зависимостей достаточно относительно небольшой продолжительности измерений (около 10 циклов для миссии Jason-3 и 3-5 циклов SARAL/AltiKa).

Построенные климатические распределения SSB показывают хорошее качественное и количественное согласие с результатами, полученными с помощью обычно используемых $H_s$-$U_{10}$ параметрических моделей. Эти распределения позволяют рассмотреть и оценить количественно вклад именно гидродинамической поправки (SB) в конечную величину SSB. Поскольку физическая модель крутизны волнения и, следовательно, предлагаемая параметризация SSB применимы для относительно коротких волн, климатические распределения SSB позволяют идентифицировать области доминирующего ветрового волнения или зыби (т.н. swell pools).

Работа выполнена в рамках темы госзадания №0149-2019-0001 Института океанологии П.П. Ширшова РАН. Авторы выражают благодарность Российскому фонду фундаментальных исследований (грант 19-05-00147А) за поддержку работы.

**Литература**

1. S. Labroue, P. Gaspar, J. Dorandeu, O. Zanifé, F. Mertz, P. Vincent, D. Choquet, Nonparametric estimates of the sea state bias for the jason-1 radar altimeter, Marine Geodesy 27 (3-4) (2004) 453–481.
2. N. Pires, M. J. Fernandes, C. Gommenginger, R. Scharroo, A conceptually simple modeling approach for jason-1 sea state bias correction based on 3 parameters exclusively derived from altimetric information, Remote Sens. 8 (576) (2016) 1–13
3. S. I. Badulin, A physical model of sea wave period from altimeter data, J. Geophys. Res. Oceans 119. doi:10.1002/2013JC009336.
4. S. Badulin, V. Grigorieva, A. Gavrikov, V. Geogjaev, M. Krinitskiy, M. Markina, Wave steepness from satellite altimetry for wave dynamics and climate studies, Russ. J. Earth. Sci. 18 (2018) ES5005. doi:10.2205/2018ES000638.

## A PHYSICAL MODEL OF SEA STATE BIAS FOR SATELLITE ALTIMETRY

**Badulin S.I.[1], Grigorieva V.G.[1], Karpov I.O.[1], Shabanov P.A.[1], Sharmar V.D.[1]**

[1] – *Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia, badulin.si@ocean.ru*

**Abstract.** A physical model of sea state bias (SSB) is developed based on estimates of sea wave steepness as function of along-track derivatives of significant wave height. Quality of the parametric model is assessed for altimetry missions Jason-3 and SARAL/AltiKa.

Key words: satellite altimetry, sea state bias, wave steepness, parametric model.

# ВОЛНЫ РОССБИ В АНТАРКТИЧЕСКОМ ЦИРКУМПОЛЯРНОМ ТЕЧЕНИИ

**Белоненко Т.В. [1], Гневышев В. Г.[2], Кубряков А. А.[3], Фролова А.В. [1]**

*[1] – Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия, btvlisab@yandex.ru*
*[2] – Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, Москва, Россия*
*[3] – Морской гидрофизический институт, Севастополь, Россия*

**Аннотация.** Анализируется изменчивость уровня по данным спутниковой альтиметрии для региона, расположенного в Антарктическом циркумполярном течении (АЦТ). Применяется новая оригинальная нелинейная теория, в которой нелинейность в длинноволновом приближении в точности компенсирует доплеровский сдвиг. Это позволяет получить принципиально новое дисперсионное соотношение для волн Россби на струйном потоке. Новый теоретический подход верифицируется для волн Россби в АЦТ. Для области, расположенной в зоне АЦТ, проводится сравнение эмпирических скоростей, рассчитанных по альтиметрическим данным, и теоретических фазовых скоростей волн, определенных по нелинейному дисперсионному соотношению с использованием эквивалентного β-эффекта. Сравнение показывает, что полученное в рамках нелинейного подхода новое дисперсионное соотношение позволяет описать перемещение, как в западном, так и в восточном направлении, мезомасштабных вихрей в поле аномалий уровня, идентифицируемых, как волны Россби.

Ключевые слова: волны Россби, мезомасштабные вихри, струйное течение, Антарктическое циркумполярное течение, дисперсионное соотношение, нелинейная теория, альтиметрия

В последние годы наблюдавшийся прогресс в области дистанционного зондирования Земли способствовал развитию эмпирических представлений о волнах Россби в океане, которые проявляются в океане в виде мезомасштабных вихрей. Скорости перемещения мезомасштабных вихрей, в целом, неплохо согласуются с дисперсионными соотношениями бароклинных волн Россби, хотя при этом многие авторы замечают, что эмпирические скорости несколько превышают теоретические фазовые скорости, полученные в линейном приближении для гармонических волн. В области мощных струйных течений линейная теория не работает. Как показывают спутниковые наблюдения, в области АЦТ мезомасштабные вихри перемещаются не только западном, но и в восточном направлении, а само АЦТ является волноводом, в котором захватывается кинетическая энергия мезомасштабных вихрей.

Основная проблема описания взаимодействия волн Россби с АЦТ заключается в том, что предлагаемые теории исходят из предположения, что скорости среднего потока и волн сравнимы, а критический слой образуется лишь тогда, когда скорости становятся равны. Однако с развитием спутниковой альтиметрии и накопления данных появилась реальная возможность оценки этих скоростей. Оказалось, что скорости АЦТ значительно превышают скорости волн Россби, характерные для этих широт. Это обстоятельство делает непригодными ранее выдвинутые теории описания волн Россби на течении, в которых скорости течения и волн принимались сравнимыми или равными по величинам. В данном исследовании мы предлагаем новый подход, который свободен от подобного рода ограничений. Новое дисперсионное уравнение мы проверяем при помощи данных спутниковой альтиметрии для области, расположенной в зоне АЦТ (рис. 1). Предложенная нелинейная теория может быть применена для других областей Мирового океана.

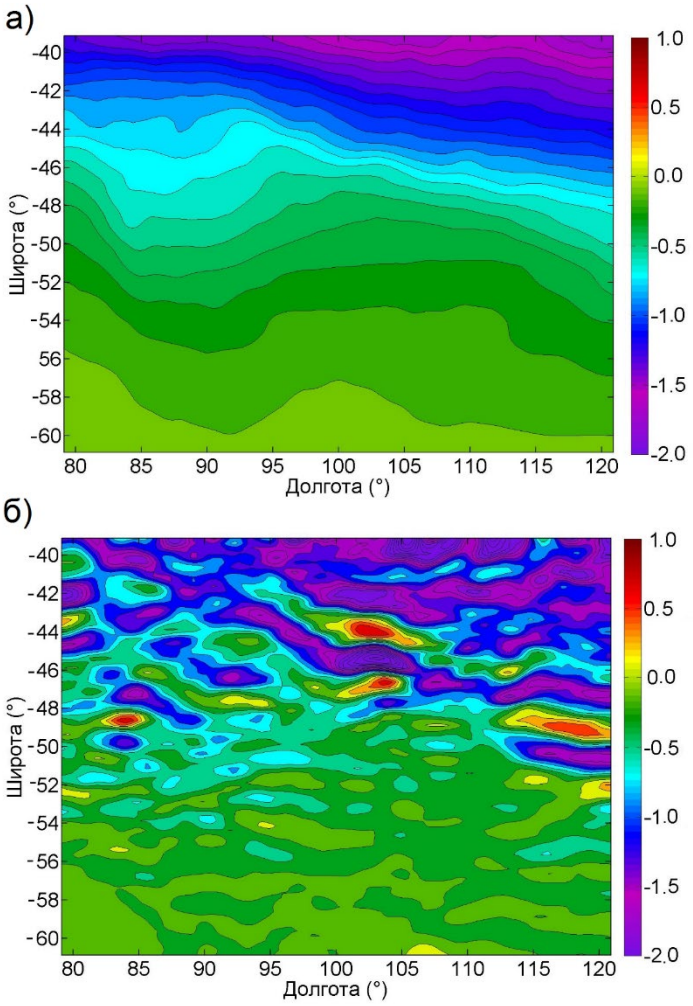



Рис. 1. Фазовые скорости (см/с), рассчитанные в длинноволновом приближении по формулам: (а) классическое дисперсионное соотношение и (б) по нелинейной теории.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 17-05-00034.

## ROSSBY WAVES IN THE ANTARCTIC CIRCUMPOLAR CURRENT

**Belonenko T.V.[1], Gnevyshev V. D.[2], Kubryakov A.A.[3], Frolova A.V. [1]**

[1] – *St. Petersburg State University, St. Petersburg, Russia, btvlisab@yandex.ru*
[2] – *Institute of Oceanology RAS. P.P. Shirshov, Moscow, Russia*
[3] – *Marine Hydrophysical Institute, Sevastopol, Russia*

**Abstract.** We analyze the variability of the level according to satellite altimetry data for a region located in the Antarctic Circumpolar Current (ACC). We apply a new original nonlinear theory, in which nonlinearity in the long-wave approximation exactly compensates the Doppler shift. This makes it possible to obtain a fundamentally new dispersion relation for Rossby waves on a jet stream. We verify a new theoretical approach for the Rossby waves in the ACC. For the region located in the ACC zone, empirical velocities calculated from the altimetry data and theoretical phase velocities of the waves determined from the nonlinear dispersion relation using the equivalent β-effect are compared. The comparison shows that the new dispersion relation obtained in the framework of the nonlinear approach allows us to describe the movement, both in the western and in the eastern direction, of mesoscale eddies in the field of level anomalies identified as Rossby waves.

Key words: Rossby waves, mesoscale eddies, jet current, Antarctic circumpolar current, dispersion relation, nonlinear theory, altimetry.

# ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ВОЛН СТОКСА С ВОЗДУШНЫМ ПОТОКОМ

**Булгаков К.Ю.[1, 2], Восканян К.Л.[2]**

*[1] – Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, Москва, Россия, bulgakov.kirill@gmail.com*
*[2] – Российский Государственный Гидрометеорологический Университет, Санкт-Петербург, Россия*

**Аннотация.** Рассматривается необходимость воспроизведения взаимодействия волн Стокса воздушным потоком. Описывается математическая модель волн и пограничного слоя над ними. Приводятся результаты экспериментов.

Ключевые слова: волны Стокса, взаимодействие волн и ветра, математическое моделирование

Прогнозирование ветровых волн является одной из важнейших проблем геофизической гидродинамики, которая имеет как существенный фундаментальный аспект, так и практическую значимость. Одной из главных сложностей в данной области, является расчет притока энергии от ветра к волнам. В настоящее время большинство моделей прогноза ветровых волн (таких как WAVEWATCH) используют для параметризации данного процесса так называемую бета-функцию, связывающую возвышение невозмущенной поверхности с пульсациями давления на ней. Бета-функция представляется как зависимость от отношения скорости ветра на высоте половины волны к фазовой скорости моды для данного волнового числа. При этом, в такой постановке задачи, не учитывается крутизна волн. Но очевидно, что этот параметр в определенной степени оказывает влияние на обтекание волн потоком воздуха, и тем самым может существенно определять взаимодействие волн и ветра.

Для оценки такого влияния была использована модель волн и пограничного слоя над ними [1]. Данная модель использует следящую систему координат, получаемых конформным преобразованием. Волновая компонента описывает движения потенциальной жидкости, что позволяет свести задачу к одномерной. Атмосферная компонента основана на полных уравнениях Рейнольдса, турбулентные члены рассчитываются согласно k- гипотезе с использованием уравнения баланса кинетической энергии турбулентности и линейным представлением пути смешения.

Было проведено 3 эксперимента с крутизной волн Стокса 0.1, 0.2, и 0.4. Результаты представлены на рис 1.

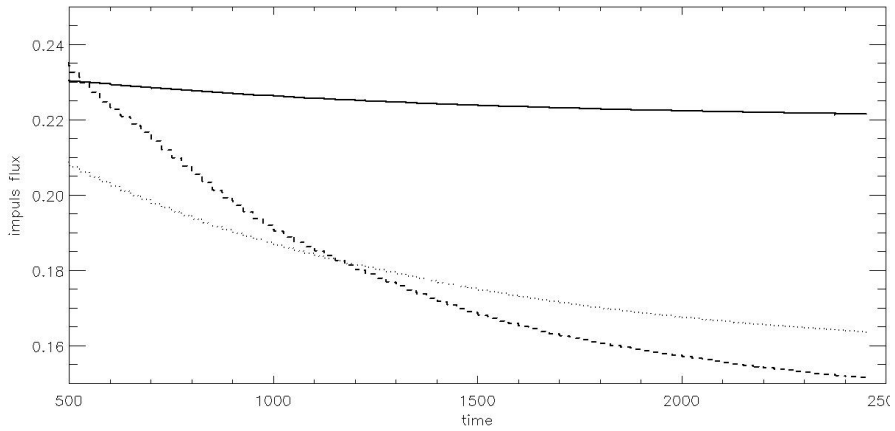



Рис. 1. Изменение интегрального импульса к волнам во времени для волн Стокса разной крутизны (сплошная линия – крутизна 0.1, пунктирная линия крутизна 0.2, прерывистая 0.4).

Из Рис 1 видно, что импульс значительно меняет свою величину в зависимости от крутизны волны. Что показывает необходимость учета крутизны волн в построение параметризаций притока энергии от ветра к волнам.

Работа выполнена в рамка государственного задания (тема 0149-2019-0015).

**Литература**

1. Chalikov D., Rainchik S. Coupled numerical modeling of wind and waves and the theory of the wave boundary layer // Boundary Layer Meteorol. 2010. V. 138. Iss. 1. P. 1—41.

## INTERACTION OF STOKES WAVES AND AIR FLOW

**Bulgakov K.Yu[1], Voskanyan K.L[2]**

[1] – *Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences, Moscow, bulgakov.kirill@gmail.com*
[2] – *Russian State Hydrometeorology University, Saint-Petersburg, Russia*

**Abstract.** Actuality of simulating of interaction of Stokes wave and air flow is considered. The mathematical model of waves and boundary layer above them is described. Results of experiments ware shown.

Key words: Stokes waves, wind waves interaction, mathematical modeling

# ОБРАЗОВАНИЕ ОСТРОВОВ НА МЕЛКОВОДЬЯХ МОРЕЙ ЛАПТЕВЫХ И ВОСТОЧНО-СИБИРСКОГО В СВЯЗИ С ПОТЕПЛЕНИЕМ И СОКРАЩЕНИЕМ ЛЕДОВИТОСТИ

**Гаврилов А.В.[1], Пижанкова Е.И.[2]**

*[1] – Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия, gavrilov37@ bk.ru*
*[2] – Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия*

**Аннотация.** В конце XX в. размыв подводных возвышенностей сменился осадконакоплением с образованием островов, некоторые из которых имеют кольцевую форму. Это связывается с современным потеплением климата и сокращением ледовитости арктических морей.

Ключевые слова: мелководья, ледовые и гидродинамические процессы, мерзлотные процессы, острова кольцевой формы, потепление и сокращение ледовитости

Подводные возвышенности всегда являлись областью размыва донных пород. На шельфе морей Лаптевых и Восточно-Сибирского широко распространены мелководья, возникшие на месте размытых в историческое время островов-реликтов ледового комплекса позднего плейстоцена. На этих мелководьях, углублявшихся в последние 250 лет со скоростью 4,3 см/год [1], сейчас образуются острова. По архивным космическим снимкам Ландсат на Васильевской банке с 2007 г. неоднократно фиксируется осушенная поверхность. Последняя с 2013 г. в виде кольца с лагуной в центре стала обозначаться как остров Яя [5].

Также недавно стало известно о существовании островов Затопляемый в 60 км к востоку от дельты р. Лены, Неизвестные у юго-восточного ограничения Земли Бунге и Осушной – западнее островов Аэросъемки и Самолета.

Проявлению осадконакопления в пределах подводных возвышенностей с конца XX в., по нашему мнению, способствует потепление и сокращение ледовитости при сохранении в том же объеме бульдозерного перемещения донных осадков вверх по подводному склону морскими льдами при прижимных ветрах [3; 4]. Современное потепление в арктических морях усиливается обратными связями. Особую роль играет деградация морских льдов, уменьшающая альбедо морской поверхности. По данным Росгидромета по сравнению с 1965—1975 гг. в Восточно-Сибирском море ледовитость сократилась на 31%, а продолжительность ледового периода - на 40 суток. Среднегодовая температура придонной воды и донных отложений на изобатах 2…10 м повысилась до положительных значений (+0,2…+0,3°С, [2]). Исключением явилась температура в зоне припая (изобаты 0-2 м), где лед смерзается с дном, обеспечивая выхолаживание донных осадков и сохранение в их толще температуры -10…-12°С.

Перечисленное, а также увеличение длины разгона волн и вероятности возникновения экстремальных штормовых нагонов ускоряет разрушение льдистых берегов, стимулирует оттаивание донных отложений. Это существенно увеличивает объем талых осадков, способных к перемещению и аккумуляции. Одновременно активизируется рельефообразующая роль сезонного льда, увеличивается его торосистость. Гидродинамические процессы, дополняя воздействие ледовых процессов, способствуют образованию островов. Особую роль в формировании последних, как показывает недавнее формирование островов Яя и Наносного (на месте размытого в конце 1940-х гг. о. Фигурина), имеет участие стамух, в результате которого острова могут приобретать кольцевую форму. Большую роль в их долговременной сохранности играет многолетнее промерзание новообразований и формирование баров вокруг

стамух. Промерзание затрудняет размыв пород, а бары с сидящими на них стамухами гасят волнение.

Острова на мелководьях в форме атолла, образовывались и в прошлом. Они отражены на топографических картах 1950-80-х гг. Это о-ва Песчаный, Аэросъемки, Самолета, Наносный. Форма атолла является весьма необычной для островов арктических морей. Возможность их формирования с участием стамух представляется весьма реалистичной.

**Литература**

1. Гаврилов А.В., Романовский Н.Н., Хуббертен Х.В., Романовский В.Е. Распространение островов – реликтов ледового комплекса – на Восточно-Сибирском арктическом шельфе // Криосфера Земли, 2003, т.VII, №1, с. 18-32.
2. Dmitrenko I.A, Kirillov S.A., Bruno Tremblay L. et al. Recent changes in shelf hydrography in the Siberian Arctic: Potential for subsea permafrost instability. Journal of geophysical research, vol. 116, C10027, doi:10.1029/2011JC007218, 2011
3. Kempema E.W., Reimnitz E., Barnes P.W. Sea ice sediment entrainment and rafting in the Arctic// J. Sediment. Petrol. 1989. V.59, N 2. P. 308-317.
4. Reimnitz E., Barnes P.W., Harper J.R. A review of beach nourishment from ice transport of shoreface materials, Beaufort Sea, Alaska//J Coastal Res. 1990. V.6(2). P. 439-470.
5. https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AF%D1%8F_(%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B2)

## THE FORMATION OF ISLANDS IN THE SHALLOW WATERS OF THE LAPTEV AND EAST SIBERIAN SEAS IN CONNECTION WITH THE WARMING AND REDUCTION OF ICE COVERAGE

**Gavrilov A.V.[1], Pijankova E.I.[2]**

[1] – *Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia, gavrilov37@ bk.ru*
[2] – *Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia*

**Abstract.** The erosion of submarine elevations was replaced by sedimentation with the formation of islands in the late XX century. This is associated with modern climate warming and a reduction of the ice coverage of the Arctic seas. Some of the islands have a ring shape.

Key words: shallows, ice and hydrodynamic processes, permafrost processes, ring-shaped islands, warming and reduction of ice coverage

# СОПОСТАВИМОСТЬ ДАННЫХ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И НАТУРНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ОБЛАСТИ ЧЕРНОГО МОРЯ

**Григорьев А.В.[1, 5], Зацепин А.Г.[2, 5], Кубряков А.И.[3], Воронцов А.А.[4]**

*[1] – Федеральное государственное бюджетное учреждение Государственный океанографический институт им. Н.Н. Зубова, г. Москва, Россия, ag-privat@mail.ru*
*[2] – Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, г. Москва, Россия*
*[3] – Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Морской гидрофизический институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, г. Севастополь, Россия*
*[4] – Всероссийский научно-исследовательский институт гидрометеорологической информации – Мировой центр данных, г. Обнинск, Россия*
*[5] – Московский физико-технический институт, г. Долгопрудный, Московская обл., Россия*

**Аннотация.** Моделирование динамики и термохалинных характеристик вод северо-восточной области Черного моря проводилось в рамках задач оперативной океанографии в международном Черноморском центре морских прогнозов, созданного на базе Морского гидрофизического института (МГИ) РАН, и Государственном океанографическом институте им. Н.Н. Зубова (ГОИН) посредством автоматизированной системы диагноза и прогноза характеристик вод Черного моря с использованием региональной модели Princeton Ocean model (POM), совмещенной с крупномасштабной моделью всего Черного моря (общебассейновой моделью) МГИ [1,2].

Разрешение региональной модели RuReM составляет ~1 км по горизонтали при 18 слоях в сигма-координатах, общебассейновой МГИ ~5 км (z-координата, 35 горизонтов). Модели совмещены по технологии «вложенных сеток». Крупномасштабная сетка глобальной модели покрывает всю акваторию Черного моря. Выбранная прибрежная область ограничивалась прямоугольником, стороны которого проходили параллельно широте и долготе по узлам крупномасштабной сетки [3].

На основании сравнения данных измерений температуры, солености и скорости течений, выполненных на морских ГМС Кавказского побережья Черного моря и зондирующим комплексом «Аквалог» (район г. Геленджика), и данных моделирования можно сделать следующие выводы [4].

1. Результаты расчетов с использованием региональной модели северо-восточной области моря RuReM с горизонтальным разрешением ~1 км имеют преимущество в физической адекватности и точности прогнозов перед аналогичными расчетами по общебассейновой модели МГИ с разрешением ~5 км.

2. Диагностические и прогностические значения температуры поверхности моря, полученные с помощью описанной выше системы диагноза и прогноза, имеют достаточно высокую точность и коррелированность по отношению к наблюдениям.

3. Аналогичные оценки для солености оказываются неудовлетворительными, что обусловлено некорректностью использовавшегося алгоритма усвоения данных спутниковой альтиметрии в мелководной прибрежной зоне.

4. Степень физической адекватности моделирования и точности прогнозов солености в районе постановки комплекса «Аквалог» заметно выше, нежели в непосредственно прибрежной зоне.

5. Прогноз температуры и среднесуточных значений модуля и направления вектора течений, выполненный посредством региональной модели RuReM, превосходят по качеству инерционный прогноз.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 17-05-41089.

**Литература**

1. Коротаев Г.К., Демышев С.Г., Дорофеев В.Л., Кныш В.В., Кубряков А.И., Суслин В.М., Баянкина Т.М., Воронина Н.Н., Иванчик А.М., Иванчик М.В., Крыль М.В., Мамчур Н.Л., Ратнер Ю.Б., Холод А.Л., Инюшина Н.В., Макаев А.И., Мартынов М.В., Шокуров М.В. Архитектура и результаты работы международного Черноморского центра морских прогнозов, созданного на базе МГИ НАН Украины в рамках проекта европейского союза «Мой океан» // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. 2013. Т. 1, вып. 27. С. 128-133.

2. Grigoriev A.V., Zatsepin A.G. Numerical Modeling of Water Dynamics of Russian Zone of the Black Sea within the Framework of Operational Oceanography Tasks // J. Coast. Dev. 2014. Vol. 17, No. 1, http://dx.doi.org/10.4172/1410-5217.1000387.

3. Кубряков А.И. Применение технологии вложенных сеток при создании системы мониторинга гидрофизических полей в прибрежных районах Черного моря // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. 2004. Вып. 11. С. 31-50.

4. Григорьев А.В., Грузинов В.М., Зацепин А.Г., Воронцов А.А., Кубряков А.И., Шаповал К.О. Оперативная океанография северо-восточной части Черного моря: оценки точности моделирования в сравнении с данными натурных измерений - Гидрометеорологические исследования и прогнозы, (Продолжение серии периодического журнала «Труды Гидрометцентра России») № 1 (367), М, 2018, сс. 79-96. http://method.meteorf.ru/publ/tr/tr367/tr367.pdf

**Abstract.** The results of modelling of the thermohaline structure and water circulation in the northeastern part of the Black Sea are presented. The modelling is fulfilled on the basis of the basinscale and regional numerical models. Model results are compared with the data of hydrometeorological stations at the Russian Caucasian coast and data of the moored profiler "Aqualog" of the Shirshov Institute of Oceanology RAS deployed at the coastal zone near Gelendzhik. Accuracy of calculations is estimated.

# ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОГНОСТИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИЕЙ О ДРЕЙФЕ ЛЬДА В АРКТИЧЕСКОМ БАССЕЙНЕ С ЗАБЛАГОВРЕМЕННОСТЬЮ ОТ ТРЕХ МЕСЯЦЕВ

**Дымент Л.Н.[1], Лосев С.М.[1]**

*[1] – Арктический и Антарктический научно-исследовательский институт, Санкт-Петербург, Россия, ldyment@yandex.ru*

**Аннотация.** Приведены основы метода прогностического расчета перемещения льда на период от 3 до 12 месяцев. Представлены результаты определения оправдываемости и эффективности метода, полученные с учетом эллипса допустимой погрешности.

Ключевые слова: прогноз дрейфа льда, поля скорости дрейфа льда, антициклонические вихревые образования

Долгосрочные прогнозы дрейфа льда в Арктическом бассейне и окраинных арктических морях востребованы в хозяйственной деятельности многих организаций, поскольку дрейф льда влияет не только на его пространственное распределение, но и на такие ледовые характеристики как торосистость, сплоченность, раздробленность, длина и ориентация разрывов.

Долгосрочные прогнозы дрейфа льда позволяют со значительной заблаговременностью оценить такие показатели как граница зоны с преобладанием многолетних льдов, ожидаемый ледообмен между Арктическим бассейном и арктическими морями, положение ледяных массивов, что особенно актуально при планировании морских операций по трассе Северного Морского пути в начале предстоящего навигационного периода и на последующих его стадиях. Долгосрочные прогнозы дрейфа льда необходимы и в случае, когда по какой-то причине требуется выполнить прогностический расчет перемещения отдельного ледяного поля или некоторой совокупности полей. Такая ситуация может возникнуть при загрязнения льда или при вмерзании в дрейфующий лед судна и потери им возможности самостоятельного движения.

Прогнозы дрейфа льда на 6–12 месяцев были особенно востребованы при организации в Арктическом бассейне дрейфующих станций «Северный полюс» с СП–32 по СП–40. С их помощью выбиралось расположение ледяных полей для установки станции. Затем прогнозы составлялись при планировании стратегии снятия станций. В настоящее время долгосрочные прогнозы дрейфа льда используются при организации дрейфующих станций на платформе.

До последнего времени долгосрочные прогнозы дрейфа льда в Арктическом бассейне составлялись на основе климатических месячных полей скорости дрейфа, построенных по данным автоматических буев Argos. Получаемые оценки ожидаемого результирующего перемещения льда иногда оказывались неудачными из-за существенного расхождения климатических полей скорости дрейфа льда с фактическими.

Анализ месячных полей скорости дрейфа льда выявил наличие в них макромасштабных антициклонических вихревых образований. Было установлено, что интенсивность дрейфа повышена в годовые ледовые циклы с повышенными значениями повторяемости в них месячных полей скорости дрейфа льда с антициклоническими круговоротами. Напротив, в период пониженной повторяемости месячных полей скорости с антициклоническими круговоротами интенсивность дрейфа в Арктическом бассейне в целом понижена. В разработанном методе долгосрочного прогноза дрейфа льда в Арктическом бассейне [1] расчеты ожидаемого

результирующего перемещения льда выполняются не по климатическим данным, а только по данным группы лет с близкими к текущему ледовому циклу значениями повторяемости месячных полей скорости с антициклоническими круговоротами.

За 11 годовых ледовых циклов с различными значениями повторяемости месячных полей скорости с антициклоническими круговоротами были рассчитаны перемещения буев за различные временные интервалы от 3 до 12 месяцев, а затем полученные результаты были сопоставлены с параметрами его фактического дрейфа. Общее число проверенных случаев превысило 300. При этом расчеты выполнялись как по методу, так и по климатическим данным.

Для оценки долгосрочных прогнозов перемещения льда использовался эллипс допустимой погрешности при вероятности равной 0,6. Если конец фактического вектора $\overrightarrow{W_{\text{ф}}}$ оказывается в пределах эллипса допустимой погрешности, прогноз считается оправдавшимся. Наоборот, при положении конца вектора $\overrightarrow{W_{\text{ф}}}$ за пределами эллипса принимается, что прогноз не оправдался.

Средняя эффективность диагностических расчетов перемещения льда, выполненных по методу, за временной промежуток 3 месяца составляет 12%, за 6 месяцев — 11%, а за 12 месяцев — 16%.

В каждом проверяемом случае были рассчитаны значения ошибок по дальности и по направлению векторов результирующего дрейфа буев, установленные на основании параметров фактического дрейфа буя из исходной точки. Ошибки векторов результирующего дрейфа, рассчитанных по методу, в среднем меньше, чем при их расчете по климатическим данным.

Продолжающееся в настоящее время пополнение электронного архива полей скорости дрейфа льда в Арктическом бассейне и учет значений повторяемости полей скорости с антициклоническими круговоротами в годовых ледовых циклах позволит в дальнейшем повысить оправдываемость прогнозов.

**Литература**

1. Дымент Л.Н., Лосев С.М. Метод долгосрочного прогноза дрейфа льда в Арктическом бассейне // Проблемы Арктики и Антарктики. 2017. №1. С.62–75.

## PROVIDING PREDICTION INFORMATION ON THE ICE DRIFT IN THE ARCTIC BASIN THREE MONTHS IN ADVANCE

**Dyment L.N.[1], Losev S.M.[1]**

[1] – *Arctic and Antarctic Research Institute, St.Petersburg, Russian Federation, ldyment@yandex.ru*

**Abstract.** Grounds of the method of prognostic calculation of ice motion for the period of 3 to 12 months are presented. The results of determination of skill score and efficiency of the method obtained taking into account the permissible error ellipse are given.

Key words: ice drift forecast, ice drift velocity fields, anticyclonic eddy features

# ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ МОРСКИМ МУСОРОМ ПЛЯЖЕЙ РОССИЙСКИХ ВНУТРЕННИХ ПРИМОРСКИХ ВОДОЁМОВ БАЛТИЙСКОГО МОРЯ

**Ерёмина Т.Р.[1], Ершова А.А.[1], Есюкова Е.Е.[2], Хатмуллина Л.И.[2]**

*[1] – Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, tanya@rshu.ru*
*[2] – Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, Калининград*

**Аннотация**. На основе результатов мониторинга о загрязнении пляжей российских внутренних приморских водоёмов Балтийского моря выполнен сравнительный анализ по количеству и составу морского мусора на побережьях Невской губы, Куршского и Вислинского заливов. При проведении мониторинга загрязненности морским мусором песчаных пляжей проводилось тестирование методик отбора материала. Выявлено, что побережья Куршского залива более загрязнены, чем побережья Вислинского. Южное побережье Невской губы значительно отличается от северного максимальным количеством мусора как по массе, так и по количеству предметов.

Ключевые слова*:* лагуны, эстуарии, Балтийское море, морской мусор, песчаные пляжи

Стремительный рост загрязнения морской среды и побережий Балтийского моря морским мусором обусловил разработку и принятие Хельсинской комиссией плана действий по значительному снижению загрязнения морским мусором Балтийского моря и его побережий к 2025 году (HELCOM 2013, 2015). В регионе Балтийского моря начали проводиться мониторинговые исследования с целью изучения распространения, накопления морского мусора в море, а также воздействия его полимерных составляющих на живые организмы. Для сопоставимости получаемых данных разрабатываются гармонизированные методики отбора проб и оценки загрязнения акватории Балтики частицами пластика.

Для создания единой базы данных о загрязнении морским мусором российских побережий лагун и эстуариев Балтийского региона в 2018 г. проводилось тестирование международных методик для мониторинга морских побережий, разработанных в Институте изучения Балтийского моря им.Лейбница (Haseler et al., 2018) и были получены первичные данные о распространении морского мусора в Невской губе и восточной части Финского залива (в районах пос. Солнечное, Комарово, Тарховка, Большая Ижора, Лебяжье, гг. Зеленогорск и Кронштадт), на Куршской косе и на северном побережье Самбийского полуострова. Результаты тестирования методики «Sand Rake method» (IOW) на песчаных пляжах Клайпеды, Куршской косы, Зеленоградска, Финского залива подтвердили возможность проведения сравнительного анализа данных с результатами, полученными для различных песчаных пляжей Балтийского моря. Однако, тестирование методик отбора проб морского мусора на морских пляжах Финского залива и Самбийского полуострова выявило и определенные ограничения применимости данных методик в условиях меняющейся погоды, а также их зависимость от гранулометрического состава песка пляжей и уровня эвтрофированности акватории.

По результатам мониторинга были определены средние концентрации антропогенного мусора, которые составляли на пляжах Куршского залива – 27 единиц макро/мезомусора на 40 кв.м пляжа и 16 единиц микромусора с 1 кв.м; в Вислинском заливе – 10.8 единиц макро/мезомусора на 40 кв.м пляжа и 6.3 единицы микромусора с 1 кв.м. Побережье устьевой зоны р. Преголи не выделяется по уровню загрязнённости.

В целом, побережья Куршского залива более загрязнены, чем побережья Вислинского, что можно связать с большей динамичностью вод последнего.

В Невской губе было выполнено обследование семи пляжей лагунного типа и трех пляжей за пределами Комплекса защитных сооружений (КЗС). Количество и распределение антропогенного мусора по побережьям значительно различались в зависимости от экспозиции пляжей, погодных условий и гидрографических характеристик. В Невской губе концентрации мусора (всех категорий) составили: среднее значение - 8.3 шт./м$^2$, минимум – 1.6 шт./м$^2$ , максимум – 14 шт./м$^2$; среднее значение концентраций микро мусора - 3 шт./м$^2$, мезомусора – 3.8 шт./м$^2$. Основными видами мусора, обнаруженными на исследованных пляжах Невской губы и восточной части Финского залива (как во внутреннем эстуарии, так и во внешней его части) являлись пластиковые пеллеты, битое стекло, окурки, ржавый металл и куски строительной штукатурки (шпаклевки). Наибольшее количество мусора всех фракций обнаруживается на пляжах внутренней части эстуария в Невской губе, несмотря на регулярные уборки пляжей в этом районе. Во внешней части эстуария преобладает микромусор, а в Невской губе преобладает мезо- и макромусор, а загрязнение микромусором выражено в меньше степени. Преобладание мезо- и макромусора связано с тем, что большая часть пляжа находится в черте города, где расположены крупные городские районы с высокой плотностью населения и, следовательно, с более высоким уровнем антропогенного загрязнения. Пляжи убираются недостаточно тщательно, что приводит к накоплению мезо- и макромусора во внутреннем эстуарии в Невской губе. В целом, установлено, что северное и южное побережье Невской губы значительно отличаются по количеству и составу мусора. Так, максимальное количество мусора как по массе, так и по количеству предметов было найдено на пляжах южного побережья Невской губы (Жемчужный, Александрия (Петергоф), Ломоносов). Южное побережье Невской губы значительно отличается и по составу отобранного мусора – более 50 % это битое стекло, шпаклевка и куски ржавого металла. Пластик составлял в среднем до 10-12 % объема всего мусора.

Таким образом, результаты первых мониторинговых исследований подтверждают необходимость выполнения регулярных наблюдений за динамикой загрязненности морским мусором побережий лагун и эстуариев, а также проведения исследований по определению содержания микропластика в природной среде приморских водных объектов.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ проект 18-55-76001 ЭРА_а

**Литература:**

1. HELCOM http://www.helcom.fi/action-areas/marine-litter/
2. Haseler, M., Schernewski, G., Balciunas, A. et al. Monitoring methods for large micro- and meso-litter and applications at Baltic beaches J Coast Conserv (2018) 22: 27.

## ASSESSMENT OF MARINE LITTER POLLUTION OF BEACHES OF THE RUSSIAN COASTAL REGIONS OF THE BALTIC SEA

**Eremina T.R.[1], Ershova A.A.[1], Esyukova E.E.[2], Khatmullina L.I.[2]**

*[1] – Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia, tanya@rshu.ru*
*[2] – P.P. Shirshov Institute of Oceanology RAS, Kaliningrad, Russia*

**Abstract**. Based on the results of monitoring of pollution of the beaches of the Russian inland coastal waters of the Baltic Sea, a comparative analysis of the amount and composition of marine litter

on the coasts of the Neva Bay, the Curonian and Vistula Bays was carried out. During the monitoring of pollution on sandy beaches several methods were tested. It was found that the coasts of the Curonian Lagoon are more polluted than the coasts of the Vistula Lagoon. The southern coast of the Neva Bay is significantly different from the northern one by the maximum amount of litter, both in mass and in the number of objects.

Key words*:* lagoons, estuary, Baltic Sea, marine litter, sandy beaches

# О ПРОЯВЛЕНИЯХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ В ЮЖНОМ ОКЕАНЕ

**Ионов В.В.**[1]

[1] – *Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия, v.ionov@spbu.ru*

**Аннотация.** В индийском секторе Южного океана в 2007-2017 гг. в межгодовых сезонных положениях основных климатических фронтов на поверхности моря отмечена тенденция к смещению на юг, как свидетельство проявления потепления в поверхностном слое вод.

Ключевые слова: прямые и спутниковые наблюдения градиентов температуры поверхности моря; основные поверхностные фронты Южного океана; мониторинг межгодовой изменчивости их меридиональных смещений.

Южный океан – одно из важнейших звеньев климатической системы планеты. Однако скудость прямых океанографических наблюдений в этой удалённой и суровой для мореплавания части Мирового океана препятствует чёткому пониманию физики и динамики процессов, которые отличают Южный океан от других океанических бассейнов. Главная особенность непрерывного широтного кольца океанических вод, охватывающего Антарктиду, – Антарктическое циркумполярное течение (АЦТ). АЦТ играет ключевую роль в глобальном переносе массы, тепла и количества движения, перенося климатические возмущения из одного бассейна Мирового океана в другой. Характерной чертой гидрологии поверхностных вод Южного океана является множественность фронтальных разделов водных масс различного происхождения. Главные из этих фронтов формируются в пределах АЦТ. [3]

Существующие наблюдения с различных океанических платформ показывают что теплосодержание верхнего слоя вод Мирового океана с 1970-х годов постоянно растёт. Некоторые области океана нагреваются быстрее других, а некоторые регионы даже охлаждаются. Потепление, главным образом, возрастает на поверхности океана, тем не менее, подповерхностные слои вод вносят существенный вклад в увеличение океанического содержания тепла [4].

Начиная с 2006 г., приблизительно 60% – 90% изменения теплосодержания Мирового океана, связанного с глобальным потеплением, поглощается Южным океаном. Однако нагревание его водных масс неоднородно. В то время как верхние 1000 м Южного океана, в Антарктическом циркумполярном течении и к северу от него, быстро нагреваются примерно на 0.1° – 0.2°C за десятилетие, поверхность субполярных морей к югу от этого региона не нагреваются или даже немного охлаждаются. Южный океан – основа для нашего понимания тренда в теплосодержании Мирового океана. В последнее десятилетие, для которого имеется больше всего измерений автономно плавающих буёв Арго, доля Южного Океана в содержании тепла в глобальном слое вод 0-2000 м поднялось на 67% до 98% за период 2006-2014 гг., с явственным пиком в полосе широт Антарктического циркумполярного течения или севернее его (30°–50°S) [7].

Цель наших исследований в период сезонных Российских антарктических экспедиций (РАЭ) в 2007-2017 гг. – получить *новые сведения* о межгодовых меридиональных смещениях поверхностных термических фронтов [2]. Речь идёт об основных климатических фронтах Южного океана: Субтропическом (СТФ), Субантарктическом (САФ), Полярном фронте/Антарктической конвергенции (ПФ/АК),

регулярно пересекаемых научно-экспедиционными судами (НЭС) РАЭ в индо-океанском секторе (15–20°E и 40–50°S) между Африкой и Антарктидой.

Экспериментальной основой десятилетних исследований кафедры океанологии СПбГУ в Южном океане в этот период на НЭС «Академик Фёдоров» служат контактные измерения температуры поверхностного слоя моря (ТПСМ) по ходу судна, и синхронные данные дистанционных (спутниковых) зондирований температуры поверхности моря (ТПМ) радиометрами на борту метеорологических спутников серии NOAA [1]. Данные попутных, точно географически привязанных, измерений температуры поверхностного слоя моря (ТПСМ) дают возможность *теперь* изучать местоположение и пространственную структуру поверхностных фронтов, рассчитывая горизонтальные градиенты ТПСМ, существенно детальнее, чем это позволяли измерения на гидрологических станциях в океане *прежде*: в лучшем случае, через 30 морских миль [5].

**Таблица 1 –** Характеристики фронтов по непрерывным данным ТПСМ. Сезон 53 РАЭ

| Название фронта | Дата пересечения фронта | Широтное положение фронта | Зона фронта | | Интервал температур, °С | | Ширина зоны фронта, км | Средний градиент, °С/км |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | от | до | от | до | | |
| СТФ | 07.12.2007 | 40°53' | 40°21’ | 41°08’ | 17,0 | 14,0 | 87 | 0,03 |
| САФ | 08.12.2007 | 43°43’ | 43°37’ | 43°59’ | 13,0 | 8,5 | 41 | 0,11 |
| ПФ | 09.12.2007 | 49°16’ | 48°53’ | 50°07’ | 4,2 | 1,7 | 137 | 0,02 |

Графики межгодовых меридиональных флуктуаций за десятилетие явно свидетельствуют об общей для всех фронтов (в меньшей степени для ПФ) тенденции со временем к сдвигу, относительно среднего за 10 лет положения, на юг, к антарктическому континенту[2]. Полученные в очередной 63 сезонной РАЭ данные 2017 г., существенно не изменили главного.

Теперь, за 11 лет наблюдений, тренд к сдвигу меридиональных положений фронтов и, следовательно, более тёплых субтропических поверхностных вод к югу для СТФ и САФ, ещё более отчётлив. Напротив, у ПФ появился малозаметный тренд к северу.

**Литература**

1. Ионов В.В. Синоптический мониторинг поверхностных термических фронтов Южного океана – Труды ВНИРО, 2015, Т. 157, с. 143–150.

2. Ионов В.В., Лукин В.В. Десять лет мониторинга климатически значащих термических характеристик поверхности Южного океана на основе прямых и спутниковых наблюдений. – Проблемы Арктики и Антарктики, 2017. № 3, с. 5–15.

3. Holliday, N.P. Read, J.F. Surface oceanic fronts between Africa and Antarctica – Deep-Sea Res., 1998, I 45 pp. 217-238.

4. Volkov, D. L. Ocean warming. In AccessScience. McGraw-Hill Education, 2018. https://doi.org/10.1036/1097-8542.463850.

5. Lutjeharms, J.R.E., Valentine, H.R. Southern Ocean thermal fronts south of Africa – Deep-Sea Res., 1984, vol. 31, No. 12, pp. 1461-1475.

7. Sallée, J.-B. Southern Ocean warming. *Oceanography,* 2018, 31(2), pp. 52 – 62. https://doi.org/10.5670 /oceanog.2018.215

# ON THE MANIFESTATIONS OF CLIMATIC CHANGES IN THE SOUTHERN OCEAN

**Ionov V.**[1]

[1] – *Saint-Petersburg State University, St. Petersburg, Russia, v.ionov@spb.ru*

**Abstract.** Within Indian sector of the Southern Ocean during 2007–2017 was registered a trend in annual shifts of seasonal positions of climatic fronts to the south, as the manifestations of global warming of the sea surface layer.

Key words: in situ registration and remote sensing of termic fronts; gradients of sea surface temperature; Southern Ocean fronts; temporal variability of meridional shifts of the surface front positions.

# О ПОВТОРЯЕМОСТИ ОЧЕНЬ СИЛЬНЫХ И КАТАСТРОФИЧЕСКИХ ЭЛЬ-НИНЬО И ИХ ВЛИЯНИИ НА ПРОМЫСЕЛ В ПЕРУАНСКОМ ПОДРАЙОНЕ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ПАЦИФИКИ

**Краснобородько О.Ю.[1]**

*[1] – Атлантический филиал ФГБНУ «ВНИРО» («АтлантНИРО»), Калининград, Россия, sea@atlantniro.ru*

Обобщен опыт изучения феномена Южной осцилляции (ЮО), рассмотрена его связь с космогеофизическим фактором – перемещением оси вращения Земли относительно ее географического полюса [Викулин, Кролевец, 2011] и промыслом в Перуанском подрайоне Юго-Восточной Пацифики, исследованы периодичности, «скрытые» во временном ряде индекса ЮО. Выявлена связь мультивариантного индекса ЮО с перемещением полюса оси вращения Земли. В пространственном распределении координат мгновенного полюса и синхронных значений индекса методами интерполяции и пространственного осреднения выделены две области с преобладающими положительными и отрицательными величинами индекса, условно названные «область Эль-Ниньо» и «область Ла-Ниньо». Показано, что в 1871-2018 гг. северный среднегодовой полюс вращения Земли сместился из сектора Юго-Западной в сектор Юго-Восточной Пацифики и одновременно из «области Ла-Ниньо» в «область Эль-Ниньо». Появление очень сильных событий Ла-Ниньо и Эль-Ниньо связано с миграциями мгновенной оси в пределах выделенных областей. Выдвинуто предположение, что возникновение таких областей обусловлено изменением направления вектора деформационных сил приливного типа (полюсного прилива) [Максимов 1970; Серых, Сонечкин, 2016], которые в настоящее время охватывают большие массы воды, чем когда-либо ранее. Фазовый анализ временного ряда мультивариантного индекса выявил в нем повторяющиеся ансамбли средней продолжительностью 13 лет. Их типизация позволила описать порядок появления наиболее сильных фаз ЮО в каждом из трех выделенных типов ансамблей. Выявлена синхронность колебаний мультивариантного индекса в ансамблях, отстоящих друг от друга на десятки лет, что дает дополнительные возможности для его успешного прогнозирования. Обнаружено сокращение длительностей ансамблей за последние 130 лет с 16 до 10 лет. Рассмотрены изменения в локализации участков промысла и величине вылова основных промысловых гидробионтов в Перуанском подрайоне в годы с Эль-Ниньо и при его отсутствии. Показана «активная реакция» промысла на изменяющиеся условия среды в периоды Эль-Ниньо, проявляющаяся в смещении участков промысла на меньшие глубины, особенно в пределах исключительной экономической зоны Перу. Обсуждаются возможные механизмы такой реакции.

**Литература**

1. Викулин А.В., Кролевец А.Н. Чандлеровское колебание полюса и сейсмотектонический процесс // В кн. «Сейсмичность. Вулканизм. Геодинамика: избранные труды» / КамГУ им. Витуса Беринга, 2011. - 407 с.

2. Максимов И.В. Геофизические силы и воды океана // Л.: Гидрометеоиздат. 1970. 447 с.

3. Серых И.В., Сонечкин Д.М. О влиянии полюсного прилива на Эль-Ниньо // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2016. Т.13. №2. С. 44-52.

# ON RECURRENCE OF HEAVY AND DISASTROUS EL NINO AND ITS IMPACT ON FISHERY IN THE PERUVIAN SUBAREA OF THE SOUTH-EAST PACIFIC

**Krasnoborodko O.**[1]

[1]– *«VNIRO» («AtlantNIRO»), Kaliningrad, Russia, sea@atlantniro.ru*

Experience of studying the phenomenon of Southern Oscillation (SO) is synthesized, its connection with the cosmic-geophysical factor – displacement of the Earth's pole of the rotation axis relative to its geographic pole and fishery in the Peruvian subarea of the South-East Pacific is considered, and periodicities that are "hidden" in the time series of the SO index are investigated. Correlation of the multivariant ENSO index with the displacement of the Earth's pole of the rotation axis is revealed. In the spatial distribution of the coordinates of the instantaneous pole and synchronous values of index by interpolation and spatial averaging methods, two regions with the prevailing positive and negative index values, notionally named "El Nino region" and "La Nina region", were distinguished. It is shown that in 1871-2018 the northern annual average pole of the Earth's rotation shifted from the South-West sector to the South-East Pacific sector and at the same time from the "La Nina region" to the "El Nino region" The occurrence of the very heavy La Nina and El Nino events is associated with the migration of the pole instantaneous rotation axis within the selected areas.

It has been suggested that the origination of such areas is due to a change in the direction of the vector of tidal-type deformation forces (pole tide) which currently cover the larger water masses than ever before. Phase portrait analysis of the time series of the multivariant ENSO index revealed repeated ensembles with an average duration of 13 years in it. Their typification enabled us to describe the order in which the most powerful phases of SO appear in each of the three selected types of ensembles. Synchronicity of oscillations of the multivariant ENSO index in ensembles separated from each other by tens of years is revealed, which provides additional opportunities for its successful prediction. Reduction from 16 to 10 years in the duration of ensembles over the past 130 years is found. Changes in the localization of fishing grounds and catch of the main commercial hydrobionts in the Peruvian subarea during the years with El Nino as well as in its absence are considered. The "active response" of the fishery to changing environmental conditions during the period of El Nino is shown, which is manifested in the displacement of fishing grounds to shallower depths, especially within the EEZ of Peru. Possible mechanisms for such a reaction are discussed.

# СПРАВОЧНИКИ ПО ВОЛНОВОМУ КЛИМАТУ МОРЕЙ – ОТ ТРАДИЦИОННЫХ ИЗДАНИЙ К КОМПЬЮТЕРНЫМ ТЕХНОЛОГИЯМ

**Лопатухин Л.И.[1,2], Бухановский А.В.[2], Калюжная А.В.[2] Чернышева Е.С.[2]**

*[1] – Санкт-Петербургский Государственный университет, Санкт-Петербург, Россия. l.lopatuhin@spbu.ru[1]*
*[2] – Санкт-Петербургский Государственный университет информационных технологий, механики и оптики, Санкт-Петербург, Россия.*

**Аннотация.** Описан современный подход к расчёту режима волнения (волновому климату). Намечены перспективы создания компьютерных справочников по волновому климату.

Ключевые слова: волновой климат, справочники, компьютерные технологии.

До 80-ых годов прошлого века справочники по волновому климату (режиму волнения) базировались, в основном, на данных попутных судовых наблюдений. Интенсивное развитие мореплавания и освоение ресурсов Мирового океана повысили требования к составу режимной информации о волнении, что потребовало принципиально иных, чем ранее, подходов к расчёту режима волнения. В результате, база данных по волновому климату стала создаваться путем расчётов по гидродинамическим моделям. Полученные поля волнения подвергались статистической обработке, используя набор вероятностных моделей. Успешная реализация указанного подхода предусматривает последовательное решение нескольких задач, объединенных в вычислительную цепочку. Каждая задача дополнительно распадается на систему взаимосвязанных модулей:

1. Подготовка массива метеорологической информации (исходных данных).
2. Формирование массива полей волнения, используя гидродинамические модели.
3. Расчет статистик волнения (включая климатические спектры, режимные распределения и т.п.).
4. Идентификация системы стохастических моделей и оценивание экстремальных характеристик.

В результате, в 2003-2013 г.г. было издано 5 томов фундаментальных справочников нового поколения по режиму ветра и волнения на морях [1-5]. Эти справочники представляют собой пособия нового поколения, учитывающие последние достижения в исследовании ветрового волнения, численного моделирования и компьютерных технологий. Появились также электронные справочники (см., например, http://www.geogr.msu.ru/casp), но информация, представленная в них не позволяет варьировать набором статистик, изменять конфигурацию районов, сезонов года и т.п.

В настоящее время реально создание электронно-справочной системы по ветру и волнению океанов и морей, основанной на агрегации данных измерений и модельных расчетов за длительные (30 и более лет) временные интервалы. Подход к комплексному решению этой проблемы основан на интеллектуализации процесса подготовки, оценки и использования гидрометеорологических данных на разных уровнях с использованием машинного обучения и когнитивных технологий. В отличие от большинства реализованных электронных справочников подобный справочник не «застывшая» информация, а интерактивное пособие, позволяющая выбирать любую конфигурацию района, времени года, набор статистик и т.п. Разработка и внедрение в проектную деятельность программно-аппаратной среды обеспечит потребителей детальной

информацией о гидрометеорологических условиях на континентальном шельфе, исходя из специфики задач проектирования и эксплуатации морских сооружений и плавучих объектов. Важным шагом в реализации указанных технологий может служить (разработанная в университете информационных технологий механики и оптики) распределенная вычислительная инфраструктура для обеспечения расчетной гидрометеорологической информацией по морям Российской Арктики. Созданный на ее основе информационный массив общим объемом около 250 Тб содержит поля основных гидрометеорологических характеристик.

**Литература**

1. Лопатухин Л.И., Бухановский А. В., Дегтярев А.Б., Рожков В.А Справочные данные по режиму ветра и волнения Баренцева, Охотского и Каспийского морей. // Российский Морской Регистр Судоходства. 2003. 213 с.
2. Лопатухин Л.И., Бухановский А. В., Иванов С.В., Чернышева Е.С. Справочные данные по режиму ветра и волнения Балтийского, Северного, Черного, Азовского и Средиземного морей. // Российский Морской Регистр Судоходства. 2006. 450 с.
3. Лопатухин Л.И., Бухановский А. В., Чернышева Е.С. Справочные данные по режиму ветра и волнения Японского и Карского морей. // Российский Морской Регистр Судоходства. 2009. 356 с.
4. Лопатухин Л.И., Бухановский А. В., Чернышева Е.С. Справочные данные по режиму ветра и волнения Берингова и Белого морей. // Российский Морской Регистр Судоходства. 2010. 565 с.
5. Лопатухин Л.И., Бухановский А.В., Чернышева Е.С. Справочные данные по режиму ветра и волнения шельфа Баренцева и Карского морей // Российский Морской Регистр Судоходства. 2013. 334 с.

# WAVE CLIMATE HANDBOOKS – FROM TRADITIONAL PUBLICATIONS TO HIGH PERFORMANCE COMPUTING

**Lopatoukhin L.[1, 2], Boukhanovsky A.[2], Kalyuzhnaya A.[2], Chernysheva E.[2]**

*[1] – Saint-Petersburg State University, Saint-Petersburg, Russia.*
*[2] – Saint-Petersburg State University of Information Technologies, Mechanics and Optics, Saint-Petersburg, Russia.*

**Abstract.** The modern approach to wave climate is presented. The view of computer handbooks of the nearest future is outlined.

Key words: wave climate, handbooks, high performance computing.

Up to eighties of the last century wave climate handbooks were based, mainly, on the ship observations. At present data bases for wave climate investigations are the results of computer simulations by numerical (hydrodynamic) wave models. Calculated wave fields are processed by a set if stochastic models and wave statistics (including climatic wave spectra, long-term distributions, etc) are estimated. As the result during 2003-2013 in Russia five volumes of wave climate handbooks were published. Currently it is realistic to create a computer system handbook of metocean parameters (including wind, waves, currents, sea level, etc). In contrast to existing reference books such computer product not “immobilized information”, as it allow to choice any form of the sea regions, seasons, set of statistics, etc. Important step in this direction is metocean data base for Russian Arctic (total volume 250 Tb)

# ПЛОЩАДЬ МОРСКОГО ЛЬДА РАЗНЫХ РЕГИОНОВ СЕВЕРНОГО ПОЛУШАРИЯ В 21-М ВЕКЕ

**Малинин В.Н.[1], Вайновский П.А.[2] Митина Ю.В.[1], Кудряшов В.А.[3]**

*[1] – Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия, malinin@rshu.ru*
*[2] – ООО «Прогноз», Санкт-Петербург, Россия*
*[3] – Государственный университет морского и речного флота, Санкт-Петербург, Россия*

**Аннотация.** Рассматривается межгодовая изменчивость максимальной (март) и минимальной (сентябрь) площади морского льда регионов северного полушария за период 1989-2017 гг. Главное внимание уделено анализу линейного и нелинейного тренда ледовитости всех регионов.

Ключевые слова: Арктика, площадь морского льда, индекс тренда, безледный режим Арктики

В данной работе использованы спутниковые среднемесячные данные о площади распространения морского льда (ПРМЛ) для 10 регионов северного полушария, которые находятся в свободном доступе на сайте NASA [https://neptune.gsfc.nasa.gov/csb/index.php?section=59] с октября 1978 года по настоящее время. В результате этого стало возможным получать самые точные и достоверные по сравнению с другими климатическими характеристиками оценки изменчивости и статистических трендов параметров ледового покрова [1]. Общее состояние изученности морских льдов в Арктике в XX столетии дается в работе [2]. Учитывая общедоступность непрерывно пополняемых спутниковых данных - это делает их важнейшим источником фактической информации о современных тенденциях в состоянии арктического ледяного покрова.

Из-за сравнительно короткой длины временных рядов ледовитости и того, что в них имеют место лишь неустойчивые короткопериодные колебания разных периодов, ограничимся только анализом трендов. В данной работе это выполнено на основе введения индекса тренда, который представляет собой отношение размаха тренда ($a_1 n$) к его среднему значению (Xср) и выражается в условных единицах [3], т.е. $I_{тр}$= 100 $a_1 n/X$ср, где $a_1$ – угловой коэффициент, $n$ – длина ряда. Индекс тренда – безразмерная величина, что очень удобно для сравнения характеристик разной размерности и даже одной размерности, но значительно различающихся по абсолютной величине.

Отметим, что индексы тренда имеют четкое физическое толкование. С этой целью выполнен расчет годов выхода на безледный режим ($N_{бр}$) в сентябре и марте ПРМЛ разных регионов в зависимости от значимых индексов тренда $I_{тр}$. Выявлено, чем больше индекс тренда, тем быстрее наступает безледный режим и, наоборот, с уменьшением $I_{тр}$ выход на $N_{бр}$ резко увеличивается, причем при $I_{тр}\to 0$ $N_{бр}\to\infty$. Важно, что сентябрьские и мартовские значения $I_{тр}$ полностью ложатся на одну кривую, что свидетельствует об ее универсальном характере. В результате аппроксимации данной зависимости получена простая гиперболическая формула $N_{бр}(t) = -3481{,}1/I_{тр} - 3{,}41$. Здесь $N_{бр}(t) = N_{бр} - 2000$. Данная формула очень точно аппроксимирует зависимость между $N_{бр}$ и $I_{тр}$ ($R^2 = 0{,}99$), поэтому средняя квадратическая ошибка мала ($\sigma_N = 4{,}1$ лет). Если, например, $I_{тр}$= −50, то $N_{бр}$ = 65+2000 = 2065±4 г.

Максимальные оценки индекса тренда отмечаются для сентябрьских значений ледовитости Берингова моря ($I_{тр} = -151{,}6$) и Баренцева, Карского морей ($I_{тр} = -135{,}5$). В марте максимальная оценка индекса тренда наблюдается для Гренландского моря ($I_{тр} = -42{,}1$). Для Арктического бассейна и северного полушария в целом индексы тренда в

сентябре близки (48,4 и 51,8), а вот в марте $I_{тр}$ для Арктического бассейна практически равен нулю. В работе сделаны оценки выхода на безледный режим в Арктике в сентябре на основе трендового подхода (табл. 1). Поскольку величина тренда – весьма изменчивая характеристика, которая полностью зависит от длины ряда, то для проверки степени устойчивости линейного тренда был выполнен следующий эксперимент. В качестве начального периода взят промежуток времени 1979-2010 гг., для которого рассчитан линейный тренд. Затем, прибавляя каждый раз по одному году, были рассчитаны тренды вплоть до 2017 года. Итак, имеем набор из 8 трендов. Из него выбрана максимальная и минимальная оценка тренда, для которых дополнительно рассчитывался выход на безледный режим ПРМЛ. Как видно из табл. 1 минимальное расхождение в оценках выхода на безледный режим наблюдается для Баренцева, Карского и Берингова морей (8 лет), а максимальное расхождение – для Канадского архипелага и Гренландского моря (20 и 19 лет). Это свидетельствует об устойчивости оценок линейного тренда за период 39 лет. Для северного полушария выход на безледный режим ожидается в 2074 г., для максимального тренда выход на ноль происходит в 2066 г., для минимального тренда – в 2081 г., т.е. расхождение составляет всего 15 лет.

**Таблица 1** – Оценки выхода на начальный год безледного режима ледовитости различных регионов северного полушария на основе аппроксимации линейного и нелинейного тренда

| Водная поверхность | Линейный тренд | | | Нелинейный тренд |
|---|---|---|---|---|
| | По минимальному тренду | 1979-2017 гг. | По максимальному тренду | |
| Баренцево, Карское моря | 2032 | 2026 | 2024 | 2018 |
| Берингово море | 2027 | 2022 | 2019 | 2027 |
| Канадский архипелаг | 2094 | 2107 | 2114 | 2060 |
| Лабрадорское море, зал. Баффина | 2064 | 2062 | 2053 | 2050 |
| Гренландское море | 2089 | 2080 | 2070 | 2046 |
| Гудзонов залив | 2032 | 2029 | 2019 | ---- |
| Арктический бассейн | 2088 | 2076 | 2073 | 2042 |
| Северное полушарие | 2081 | 2074 | 2066 | 2040 |

Выход на безледный режим по нелинейному тренду за исключением Берингова моря происходит раньше. Наибольшее ускорение (47 лет) отмечается для Канадского архипелага, наименьшее – для Баренцева и Карского морей (8 лет). Нет выхода на безледный режим в Гудзоновом заливе. Дело в том, что после 2000 года произошла определенная стабилизация в ледяном покрове залива, в результате чего полиномиальная кривая получила тенденцию вверх. Ближайшие годы покажут, насколько устойчивой является такая стабилизация. Заметим, близкая оценка выхода на безледный режим ПРМЛ северного полушария по нелинейному тренду за период 1979-2014 гг., получена в работе [4], которая оказалась равной 2035 году. На качественном уровне можно говорить о том, что ускорение за счет нелинейного тренда может приближенно показывать, как будет вести себя ледовый покров при ускорении потепления в Арктике.

**Литература**
1. Семенов В.А., Мартин Т., Беренс Л.К., Латиф М., Астафьева Е.С. Изменения площади арктических морских льдов в ансамблях климатических моделей CMIP3 и CMIP5 //Лёд и Снег. 2017. Т. 57. № 1. С.77-107.
2. Захаров В.П., Малинин В.Н. Морские льды и климат. СПб: Гидрометеоиздат, 2000. 91 с.
3. Малинин В.Н., Гордеева С.М. Изменчивость влагосодержания атмосферы над океаном по спутниковым данным // Исследование Земли из космоса. 2015. № 1. С. 3-11.
4. Алексеев Г.В., Александров Е.И., Глок Н.И., Иванов Н.Е., Смоляницкий В.М., Харланенкова Н.Е., Юлин А.В. Эволюция площади морского покрова Арктики в условиях современных изменений климата // Исследование Земли из космоса. 2015. № 2. С. 5–19.

# SEA ICE EXTENT OF DIFFERENT REGIONS OF THE NORTHERN HEMISPHERE IN THE PRESENT CENTURY

**Malinin V.N.[1], Vainovskii P.A.[2], Mitina J.V.[1], Kudraishov V.A.[3]**

[1] – *Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia, malinin@rshu.ru*
[2] – *Prognoz LLC, St. Petersburg, Russia*
[3] – *State University of Maritime and River Fleet, St. Petersburg, Russia*

**Abstract.** We consider interannual variability and possible changes of the maximum (in March) and the minimum (in September) sea ice extent in the northern hemisphere in for 1989-2017 period. The main attention is paid to the analysis of linear and nonlinear trend sea ice extent of all regions.

Keywords: Arctic, sea ice extent, trend index, ice-free Arctic regime, air temperature

# ИЗМЕНЕНИЯ УРОВНЯ МИРОВОГО ОКЕАНА В 21-М СТОЛЕТИИ

**Малинин В.Н.[1], Гордеева С.М.[1], Шевчук О.И.[1]**

*[1] – Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия, malinin@rshu.ru*

**Аннотация.** Рассматриваются новые результаты изменчивости и долговременного прогноза уровня Мирового океана, основанные на спутниковых данных и даются оценки вклада эвстатических (воднобалансовых) факторов в формирование тренда глобального уровня.

Ключевые слова: уровень Мирового океана, прогноз уровня на конец столетия, вклад эвстатических факторов в тренд глобального уровня.

Глобальное потепление климата и повышение уровня Мирового океана (УМО) делает неизбежным затопление равнинных прибрежных территорий многих стран, грозит катастрофическим ущербом для инфраструктуры побережья океанов и морей, усиливает штормовые нагоны и наводнения в устьях рек. В связи с этим во второй половине «нулевых» годов текущего столетия в РГГМУ начались работы по изучению закономерностей межгодовых колебаний УМО на основе инструментальных наблюдений, выявлению их генезиса, оценке вклада различных «уровнеобразующих» факторов в формирование тренда УМО, построению комплекса физико-статистических моделей долгосрочного прогноза УМО с различной заблаговременностью. Результатом их стал цикл публикаций в периодической печати и издание монографии [1], причем многие научные результаты получены впервые. В данной работе рассматриваются новые результаты изменчивости и долговременного прогноза УМО по спутниковым данным и оценки вклада эвстатических факторов в формирование тренда УМО.

В настоящее время спутниковые данные УМО (например, сайт sealevel.colorado.edu) доступны с 1993 г. Тренд УМО за 1993-2018 гг., равный 3.1 мм/год, не меняется уже более 10 лет. Сравнение годовых величин УМО с данными аномалий глобальной приповерхностной температуры воздуха ($\Delta ТВ_{гл}$), взятых из архива HadCRUT4, показало наличие между ними хорошо выраженной линейной связи, которая аппроксимируется уравнением регрессии вида $\Delta h_{УМО}$ (мм) = 127,0$\Delta ТВ_{гл}$ – 50,55 с коэффициентом детерминации $R^2$ = 0.80, и стандартной ошибкой $\sigma_{y(x)}$ =12,7 мм. В предположении стационарности (неизменности) данной связи до конца столетия нетрудно рассчитать прогностические оценки УМО для 4-х климатических сценариев [], которые приводятся в табл. 1. Одновременно в этой же таблице даны прогностические оценки УМО, основанные на футшточных наблюдениях за 1960-2005 гг. [2].

**Таблица 1** – Прогностические оценки уровня Мирового океана на 2081–2100 гг. по сценариям CMIP5 [3] по спутниковым данным за 1993-2018 гг. и береговым данным за 1960–2005 гг.

| Сценарии CMIP5 | Прогностические оценки $ТВ_{гл}$, °С, [3, стр. 1031] | Прогноз УМО по спутниковым данным за 1993-2018 гг. см | Прогноз УМО по береговым данным за 1960–2005 гг. см [1] |
|---|---|---|---|
| RCP2.6 | 0,3 –1,7 | 12.4 –165.4 | 0,03 – 0,18 |
| RCP4.5 | 1,1 – 2,6 | 89.2 – 279.7 | 0,12 – 0,28 |
| RCP6.0 | 1,4 – 3,1 | 127.3 –343.3 | 0,15 – 0,33 |
| RCP8.5 | 2,6 – 4,8 | 279.7 – 559.2 | 0,28 – 0,51 |

Нетрудно видеть почти полное их сходство. Очевидно, это нижние пределы роста УМО. Однако в связи с возможным ускорением темпов глобального потепления очень вероятно и ускорение роста УМО. Понятно, что это будет происходить главным образом за счет таяния льдов Антарктиды и Гренландии. В 2017 году NOAA [4] опубликовал доклад о различных сценариях роста УМО на 2100 год. Нижней границей является повышение УМО на 0,3 м, а верхней – экстремальный уровень высотой 2,5 м, вероятность которого в рамках климатического сценария RCP8.5 оценивается в 0,1 %. В этом случае тренд за 2080-2100 гг. должен достигать величины 44 мм/год. Оправдываемость такого прогноза роста УМО будет стопроцентной, но есть ли в нем смысл?

Очень важной представляется задача изучения генезиса межгодовых колебаний УМО. В этом случае достаточно ограничиться анализом тренда, вклад которого в дисперсию УМО превышает 90%. В РГГМУ для оценки вклада уровнеобразующих факторов в формирование тренда УМО используется уравнение пресноводного баланса Мирового океана. Тогда с учетом стерического фактора имеем следующее уравнение:

$$\Delta h_{\text{М}} = A_{\text{М}}^{-1}(P_{\text{МО}} + M + I - E_{\text{МО}} + \Delta V\text{стер.}),$$

где $P_{\text{МО}}$ – осадки, выпадающие на акваторию МО; $M$ – материковый (поверхностный и подземный) сток в МО; $I$ – ледниковый сток в МО; $E_{\text{МО}}$ – испарение с акватории МО, $\Delta V$стер – стерические колебания УМО. За рубежом применяется уравнение баланса вод криосферы и суши. В этом случае необходимо рассчитывать баланс ледниковых щитов Антарктиды, Гренландии, горных ледников и подземных вод суши, которые требуют знания большого числа разных весьма трудно определяемых факторов, точность величин которых во многих случаях даже невозможно проконтролировать. Так, практически не поддается удовлетворительной оценке изменчивость подземных вод суши. Кроме того, зарубежные исследователи допускают принципиальную ошибку, рассматривая таяние горных ледников в качестве вклада в изменения УМО. Однако таяние горных ледников, находящихся в Европе, Азии, Африке и Ю. Америке, может влиять на УМО, очевидно, только через приток речных вод к океану. Но какая его часть обусловлена таянием горных ледников, в настоящее время неизвестно.

В табл. 2 приводятся оценки вклада различных факторов в формирование тренда УМО за различные периоды времени. Нетрудно видеть, что отмечается почти полное сходство, особенно за период 1993-2017 гг., вычисленных и фактических значений УМО. Существенно хуже точность при использовании уравнения баланса вод криосферы и суши. По данным [3] невязка за период 1993-2003 гг. составляет 0,3 мм/год, а без учета таяния горных ледников она достигает 1 мм/год, что составляет одну треть от роста УМО.

**Таблица 2** – Оценки вклада различных факторов в формирование тренда УМО с использованием уравнения пресноводного баланса Мирового океана, мм/год

| Источник роста УМО | 1980–2005 гг. [1] | 1993–2017 гг. |
|---|---|---|
| Стерические колебания | 0,30 | 1,60 |
| Суммарный сток с Гренландии | 0,14 | 0,50 |
| Твердый сток с Антарктиды | 0,24 | 0,23 |
| Приток материковых вод | 0,16 | 0,12 |
| Вертикальный влагообмен (осадки минус испарение) | 0,62 | 0,68 |
| Суммарный вклад факторов | 1,56 | 3,13 |
| Рост УМО по данным наблюдений | 1,79 | 3,10 |
| Дисбаланс (невязка) | 0,23 | 0,03 |

**Литература**
1. Малинин В.Н. Уровень океана: настоящее и будущее. – СПб.: РГГМУ, 2012. – 260 с.
2. Малинин В.Н., Гордеева С.М., Шевчук О.И. Изменчивость уровня Мирового океана за последние 140 лет // Ученые записки РГГМУ. 2007. Вып. 4. С. 125–132.
3. IPCC. Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press, 2013. 1535 p.
4. NOAA (2017) Global and regional sea level rise scenarios for the United States. NOAA Technical Report NOS CO-OPS 083.

## CHANGES OF THE GLOBAL SEA LEVEL IN THE 21ST CENTURY

**Malinin V.N.[1], Gordeeva S.M.[1], Shevchuk O.I.[1]**

[1] – *Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia, malinin@rshu.ru*

**Abstract.** We consider new results of variability and long-term forecast of the global sea level, based on satellite data, and provide estimates of contribution of eustatic factors to the formation of the global level trend.

Keywords: world ocean level, forecast level at the end of the century, the contribution of eustatic factors to the global level trend.

# СИНОПТИЧЕСКАЯ И СЕЗОННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ПОЛЯ ТЕМПЕРАТУРЫ В АТЛАНТИЧЕСКОМ СЕКТОРЕ АРКТИКИ ПО ДАННЫМ РЕАНАЛИЗА NOAA OI SST

**Никольский Н.В.[1], Артамонов Ю.В.[1], Скрипалева Е.А.[1]**

[1] – *ФГБУН «Морской гидрофизический институт РАН», Севастополь, Россия*

**Аннотация.** В работе рассматриваются особенности среднемноголетней внутригодовой изменчивости поля температуры на поверхности Атлантического сектора Арктического бассейна на синоптическом и сезонном масштабах. Оценивается связь областей экстремальной изменчивости температуры с зонами ее повышенных горизонтальных градиентов. Использовался массив данных реанализа NOAA OI SST (ftp://eclipse.ncdc.noaa.gov/pub/OI-daily-v2), содержащего среднесуточные значения температуры поверхности океана (ТПО) в узлах сетки 0.25°×0.25° за период 1982–2016 гг.

Для анализа уровней внутригодовой изменчивости ТПО рассчитывались ее синоптические и сезонные среднеквадратические отклонения (СКО). Синоптические СКО вычислялись по среднесуточным рядам ТПО для каждого месяца каждого года и далее осреднялись за 35 лет для января, февраля и т.д. (среднемесячные $СКО_{син}$) и за все 420 месяцев (среднемноголетнее $СКО_{син}$). Для расчета среднемноголетнего сезонного СКО ($СКО_{сез}$) по среднесуточным значениям ТПО были среднемесячные значения, по которым вычислялись внутригодовые СКО ТПО для каждого года и затем осреднялись за 35 лет. Полные горизонтальные градиенты температуры (ПГТ) рассчитывались по среднесуточным значениям ТПО и далее осреднялись за все годы для каждого месяца и по всему временному ряду. Линейные связи уровней сезонной и синоптической изменчивости ТПО с величинами градиентов оценивались как для всей акватории в целом, так и для отдельных бассейнов.

Пространственные распределения среднемноголетних величин $СКО_{сез}$ ТПО (рис. 1, *а*) и $СКО_{син}$ ТПО (рис. 1, *б*) показывают, что общее повышение уровня изменчивости ТПО ($СКО_{сез}$ ~ 1.5–2°С, $СКО_{син}$ ~ 0.5°С) отмечается в шельфовых районах морей. Максимальные значения $СКО_{сез}$ (2–3°С) и $СКО_{син}$ (0.6–0.7°С) ТПО наблюдаются на мелководье (на глубинах менее 200–250 м) вдоль Норвежского побережья, юго-восточной части Гренландии и восточного берега Исландии.

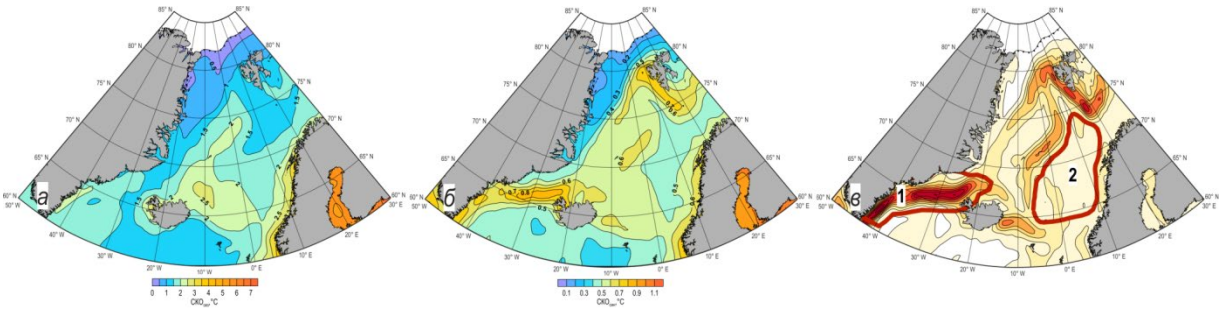



Рис. 1. Пространственные распределения среднемноголетних величин $СКО_{сез}$ ТПО (*а*), $СКО_{син}$ ТПО (*б*), ПГТ (*в*). Цифрами 1 и 2 отмечены районы, для которых приведены графики линейной связи $СКО_{сез}$ и $СКО_{син}$ ТПО с ПГТ.

В открытых глубоководных районах бассейна пространственные распределения уровней сезонной и синоптической изменчивости ТПО заметно различаются. Зоны повышенных значений $СКО_{сез}$ (до 2.5°С), как правило, располагаются в областях пониженных значений ПГТ, т.е. в межфронтальных пространствах (рис. 1, *а*, *в*). В областях максимальных значений ПГТ значения $СКО_{сез}$ уменьшаются. Анализ линейных

связей значений ПГТ со среднемноголетними значениями $СКО_{сез}$ ТПО показал, что для всей акватории связь между ними незначима (рис. 2, *а*). Значимый уровень линейных связей между ПГТ и $СКО_{сез}$ ТПО отсутствует в районах интенсивных фронтальных зон и областях, где фронты менее интенсивны.

Интенсивная синоптическая изменчивость ТПО в открытом океане, наоборот, приурочена к областям высоких значений ПГТ. Наибольшие значения $СКО_{син}$ (до 0.7–0.9°С) наблюдаются в районах интенсивных фронтальных зон – Западно-Шпицбергенской (ЗШФЗ), Восточно-Гренландской (ВГФЗ), Порога Мона (ПМФЗ) (рис. 1, *б*). В открытых районах акватории с менее выраженными температурными градиентами на поверхности отмечается понижение уровня синоптической изменчивости (не выше 0.5°С) (рис. 1, *б*, *в*). Между среднемноголетними значениями ПГТ и $СКО_{син}$ ТПО для всего Атлантического сектора выявлен относительно невысокий, но значимый уровень линейной связи с величиной коэффициента корреляции R порядка 0.64 (рис. 2, *б*). Связь между среднемесячными значениями ПГТ и $СКО_{син}$ ТПО для акватории в целом значима только в холодный период года. Величины R максимальны в период с ноября по апрель (~ 0.73–0.77) (рис. 2, *д*).

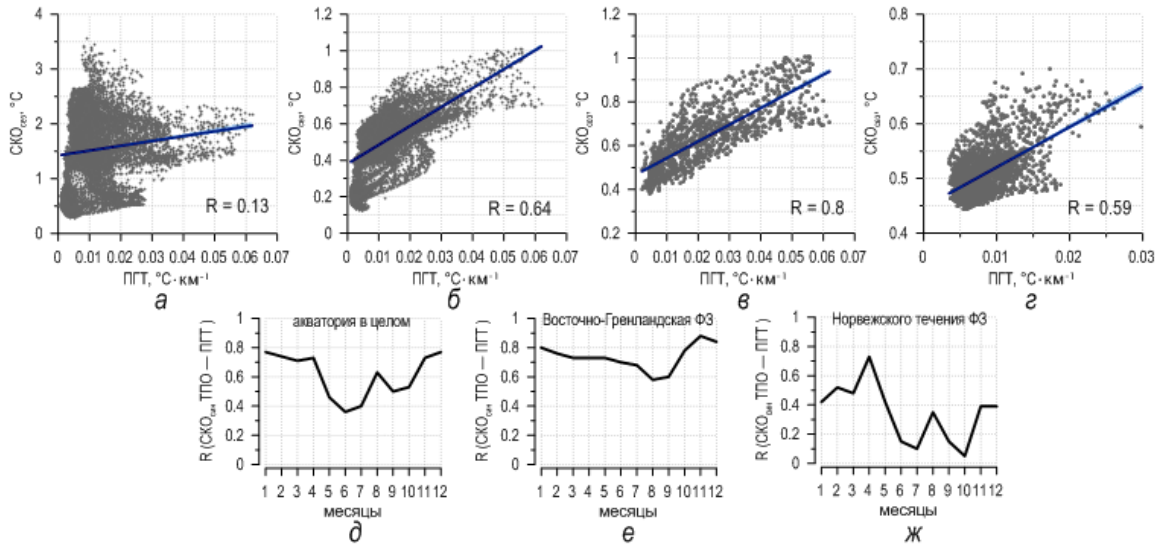



Рис. 2. Графики линейной связи между среднемноголетними величинами $СКО_{сез}$ ТПО и ПГТ (*а*), $СКО_{син}$ ТПО и ПГТ (*б*–*г*) для бассейна в целом (*а*, *б*), для Восточно-Гренландской ФЗ (*в*) и Норвежского течения ФЗ (*г*); внутригодовые величины R между $СКО_{син}$ ТПО и ПГТ (*д*–*ж*).

Распределения среднемесячных величин $СКО_{син}$ ТПО и ПГТ показывают, что уровень синоптической изменчивости ТПО заметно изменяется в течение года, при этом максимумы $СКО_{син}$ постоянно располагаются в пределах фронтальных зон. Анализ внутригодового хода экстремумов ПГТ, соответствующих фронтам, и максимумов $СКО_{син}$ ТПО в зоне этих фронтов показал, что изменение уровня синоптической изменчивости ТПО происходит в противофазе с изменением интенсивности фронта. В областях интенсивных фронтов отмечается высокий уровень корреляционной связи между среднемноголетними значениями ПГТ и $СКО_{син}$ ТПО. Например, в ВГФЗ коэффициент корреляции R составляет порядка 0.8 (рис. 2, *в*). Величины R возрастают в холодный период с ноября по февраль (~ 0.84–0.88) и заметно понижаются в августе-сентябре (~ 0.58–0.6) (рис. 2, *е*). В районах слабой интенсивности фронтальных зон уровень связи между $СКО_{син}$ ТПО и ПГТ понижается. В районе фронтальной зоны Норвежского течения величина R уменьшается до 0.59

(рис. 2, *г*). Между среднемесячными значениями ПГТ и $СКО_{син}$ ТПО в этом районе значимая связь отмечается лишь в апреле ($R \sim 0.73$) в период интенсификации фронта (рис. 2, *ж*).

## SYNOPTIC AND SEASONAL VARIABILITY OF THE TEMPERATURE FIELD IN THE ATLANTIC SECTOR OF THE ARCTIC ACCORDING TO NOAA OI SST REANALYSIS

**Nikolskii N.V.[1], Artamonov Yu.V.[1], Skripaleva E.A.[1]**

[1] – *Marine Hydrophysical Institute of RAS, Sevastopol, Russia*

**Abstract.** The features of the mean long-term intra-annual variability of the surface temperature field of the Arctic basin on a seasonal and synoptic scale are considered based on the NOAA OI SST reanalysis. The relation of the areas of extreme temperature variability with zones of higher horizontal temperature gradients is analyzed. The highest level of both seasonal and synoptic variability observed in shallow shelf areas of the basin. In ocean open areas intense synoptic variability of temperature can be traced in areas of maximum horizontal temperature gradients, its maximum level is observed in the West-Spitsbergen, East-Greenland and Mohn Ridge Frontal Zones. High level of seasonal variability in open deep-sea areas is observed in the interfrontal zones.

# БАРОКЛИННЫЙ РАДИУС ДЕФОРМАЦИИ РОССБИ В МОРЯХ СЕВЕРО-ЕВРОПЕЙСКОГО БАССЕЙНА

**Новоселова Е.В.[1], Белоненко Т.В.[2]**

*[1] – Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия, novoselovaa.elena@gmail.com*
*[2] – Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия*

**Аннотация.** Был вычислен бароклинный радиус деформации Россби с помощью трёх классических методов (средняя по глубине частота Вяйсяля-Брента, WKB-приближение и двухслойная модель океана). Были рассмотрены особенности его сезонной изменчивости.

Ключевые слова: бароклинный радиус деформации Россби, Северная Атлантика.

Радиус деформации Россби – это масштаб длины, имеющий фундаментальное значение в динамике атмосферы и океана. По существу, он является горизонтальным масштабом, на котором эффекты вращения (грубого типа) становятся такими же важными, как и эффекты плавучести [3].

Для расчёта этой характеристики существует три наиболее распространённых метода, которые и применяются в настоящей работе. В *первом* из них используется средняя по глубине частота Вяйсяля-Брента, для расчёта используется следующая формула:

$$R_n = \frac{NH}{n\pi f},$$

где $N = \sqrt{-\frac{g}{f}\frac{\partial \rho}{\partial z}}$ – средняя по глубине частота Вяйсяля-Брента, g – ускорение свободного падения, ρ – плотность воды, H – глубина, f – параметр Кориолиса.

*Второй метод* основан на WKB-приближении и был предложен Челтоном [4]. В каждой точке определяется профиль частоты Вяйсяля-Брента, который интегрируются для определения значения фазовой скорости n-ой моды волн Россби ($c_n$), а затем рассчитывается радиус Россби ($R_n$) [1]:

$$R_n = \frac{c_n}{f}, \qquad c_n \approx \frac{1}{n\pi}\int_{-H}^{0} N(z)dz.$$

*Третий метод* основан на применении двухслойной модели океана [2]. В этом случае для каждого профиля определяется глубина с максимальным значением частоты Вяйсяля-Брента, которая затем принимается глубиной границы между слоями [1].

$$R_1 = \frac{1}{f}\sqrt{g'\frac{h_1 h_2}{h_1 + h_2}},$$

где $g' = g\frac{\rho_2 - \rho_1}{\rho_2}$, $h_1$, $h_2$ – толщина верхнего и нижнего слоев, $\rho_1$, $\rho_2$ – плотность верхнего и нижнего слоёв.

Для проведения вышеприведённых расчётов мы использовали данные массива ARMOR-3D, который является синтезом данных in situ и спутниковых измерений. Разрешение массива – 1/4° по широте и долготе, временная дискретность – 1 месяц, диапазон глубин – от 0 до 5500 (33 горизонта). В работе использовался временной период с 15.01.1993 по 15.12.2016, область ограничена координатами: 40° з.д. – 30° в.д., 64° – 83° с.ш.

Выяснено, что максимальные величины радиуса деформации Россби (до 8-9 км) наблюдаются в Лофотенской котловине и в северной части исследуемого района (~ 82° с.ш.) – в областях максимальных глубин. Сравнение оценок радиуса, полученных раз-

личными методами, выявило различия в пространственном распределении величин, которые связаны с особенностями методов. В частности, оценки радиуса деформации, вычисленного по формуле для двухслойной жидкости, существенно зависят от глубины $h_1$, которая определяется эмпирическим способом. Межгодовая изменчивость не является ярко выраженной. Присутствует сезонная изменчивость, наибольшие значения характеристики достигаются в тёплое время года (июль-сентябрь).

Заявленная тема является крайне актуальной, так как при всей простоте подходов, в литературе существует путаница в численных оценках радиуса деформации, которая присутствует даже в работах маститых ученых. В частности, в [8] указывают, что в районе Лофотенского вихря (область, ограниченная 69° – 70° с.ш. и 3° в.д. – 5° в.д.) бароклинный радиус деформации равен 20-25 км. В [6] для области, ограниченной 69° – 7° с.ш., 0° – 8° з.д., определяет радиус деформации равным 27,8 км. Мы считаем, что данные оценки являются ошибочными и возникли из-за того, что авторы, рассчитывая радиус по формуле ВКБ, не включили в знаменатель число π.

В то же время в [5], рассчитывая радиус деформации через задачу Штурма-Лиувилля (метод ВКБ-приближения) получают в области Лофотенского вихря значение 12 км, а рассчитывая радиус другим способом – по формуле для двухслойной жидкости, получает значение 8 км. Подобные оценки получены также в работах [4, 7]. Наши оценки радиуса согласуются с оценками в [4, 5, 7]. Мы рассчитываем, что наше исследование будет способствовать установлению истины в подходах к оценке бароклинного радиуса деформации Россби.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда, грант № 18-17-00027

**Литература**

1. Белоненко Т.В., Кубряков А.А., Станичный С.В. Спектральные характеристики волн Россби северо-западной части Тихого океана по спутниковым альтиметрическим данным // Исследование Земли из космоса. 2016. № 1–2. С. 43–52.
2. Ле Блон П., Майсек Л. Волны в океане. В двух частях. М.: Мир, 1981. 365 с.
3. Гилл А. Динамика атмосферы и океана: в 2-х томах. Т. 2. М.: Мир, 1986. 415 с.
4. Chelton D.B., de Szoeke R.A., Schlax M.G., El Naggar K., Siwertz N. Geographical variability of the first-baroclinic Rossby radius of deformation // J. Phys. Oceanogr. 1998. V. 28. P. 433–460.
5. Fer I., A. Bosse, et al. The dissipation of kinetic energy in the Lofoten Basin Eddy // Journal of Physical Oceanography. 2018. doi:10.1175/JPO-D-17-0244.1
6. Köhl, A. Generation and Stability of a Quasi-Permanent Vortex in the Lofoten Basin // J. Phys. Oceanogr. 37, 2007. P. 2637–2651.
7. Nurser A. J. G., Bacon S. The Rossby radius in the Arctic Ocean // Ocean Sci. 2014. V. 10. P. 967–975.
8. Volkov, D. L., Kubryakov, A. A., Lumpkin R. Formation and variability of the Lofoten basin vortex in a high-resolution ocean model // Deep-Sea Res. I, 105. 2015. P. 142–157.

## INTERNAL ROSSBY RADIUS OF DEFORMATION IN THE SEAS OF THE NORTH EUROPEAN BASIN

**Novoselova E.V.[1], Belonenko T.V.[2]**

[1] – *Saint Petersburg State University, Saint Petersburg, Russia,novoselovaa.elena@gmail.com*

[2] – *Saint Petersburg State University, Saint Petersburg, Russia*

**Abstract.** In this paper, we calculated an internal Rossby radius of deformation using three classical methods (using the average the Väisäl–Brent frequency, the WKB approximation and the two-layer model of the ocean). In addition, we considered the features of its seasonal variability.

Key words: internal Rossby radius of deformation, North Atlantic.

# НЕСТАЦИОНАРНОСТЬ ОБТЕКАНИЯ ПОГРУЖЕННОГО ТЕЛА ДЛЯ УСЛОВИЙ БАРЕНЦЕВА МОРЯ.

**Родионов А.А.[1], Гордеева С.М.[1, 2], Сафрай А.С.[1]**

*[1] – Санкт-Петербургский филиал Института Океанологии им. П.П. Ширшова РАН, Санкт-Петербург, Россия, safr7@yandex.ru*
*[2] – Российский Государственный Гидрометеорологический Университет, Санкт-Петербург, Россия, smgordeeva@yandex.ru*

**Аннотация.** Приводятся оценки характеристик нестационарности поля обтекания эллипсоида вращения, вихре-волнового взаимодействия и эволюции внутренних волн, полученные в результате численных экспериментов с трёхмерной негидростатической моделью «вода–воздух».

Ключевые слова: численное моделирование, внутренние волны.

В работе представлены результаты численного исследования обтекания эллипсоида вращения с удлинением 1:6 в стратифицированной среде. Эксперименты проводились для числа Фруда 0,098 ($Fr^2 = U^2/(gL)$, где $U$ – скорость набегающего потока, $g$ – ускорение силы тяжести, $L$ – горизонтальный размер тела). Размеры области: длина бассейна $11L$, ширина $\pm L$, высота $1.9L$, глубина от свободной поверхности воды $1.8L$. Ось эллипсоида располагалась на горизонте $0.5L$ от свободной поверхности воды и на расстоянии $\pm L$ от боковых граней; центр тяжести эллипсоида – на расстоянии $2L$ от торцевой грани со стороны набегающего потока.

В качестве инструмента исследования использовалась численная 3-хмерная негидростатическая конечно-элементная модель вода-воздух с осреднением методом крупных вихрей (Large Eddy simulation, LES) и замыканием на основе моделей добавочной вязкости Смагоринского [1,2]. Для лучшего описания взаимодействия гидродинамических возмущений в глубине и на свободной поверхности использовался алгоритм метода конечных объёмов (Volume Of Fluid, VOF). Для решения системы дифференциальных уравнений используется полунеявный проекционный метод. Аппроксимация производных имеет второй порядок точности. Система линейных алгебраических уравнений решается методом сопряженных градиентов. Для повышения эффективности расчетов используется алгоритм распределенных вычислений, основанный на декомпозиции по подобластям и декомпозиции аппроксимирующих матриц. Для моделирования сформирована неструктурированная сетка в конечных элементах-тетраэдрах размером 5.5 млн. конечных элементов (940 тыс.точек).

В качестве начальных условий по всему объему задавались: стратификация,характерная для августа Баренцева моря: средний градиент плотности 0,14 кг/м$^4$ в слое $0{,}03L$ - $0.2L$; максимальный - 0,18 кг/м$^4$ в слое $0{,}12$-$0{,}15L$, и продольная составляющая скорости $U$. Граничные условия: нижняя и боковые границы открыты; на верхней границе объема задается давление; на входной границе – форсинг (составляющие скорости $U$ = const, $V = W = 0.0$, начальная стратификация); на выходной границе фиксирована только составляющая скорости $U$, остальные параметры свободны. На поверхности тела – условие прилипания.

Анализировались поля температуры воды. Исследования результатов численных экспериментов проводились с использованием вейвлет-анализа, позволившего наиболее полно и в то же время компактно описать временную эволюцию решения [3]. В работе использовался комплект программ Торренса и Компо (находятся в свободном доступе на сайте http://paos.colorado.edu/research/wavelets/). Вейвлет-разложению с

вейвлетом Морле подвергались временные ряды температуры воды от 13 до 165 модельных секунд в отдельных точках расчетной области. Также рассматривались пространственные ряды температуры воды на последовательные моменты времени равной дискретности. Рассчитываемый интегральный вейвлет-спектр на каждом из 90 временных шагов от 13 до 172 модельных секунд (м.с.)представлялся в виде поля распределения дисперсии колебаний температуры воды на разных масштабах во времени.

Проведенный вейвлет-анализ временной изменчивости температуры воды в ряде точек пространства в окрестности погруженного тела показал, что в поле обтекания проявляются эффекты нестационарности, связанные с вихреволновым взаимодействием. Что явствует из сравнения интегрального по времени вейвлет-спектра со спектрами в отдельные моменты времени эксперимента в точках, выбранных в окрестности тела на удалении 0,1 -0,5L. Во всех выбранных точках существует значительная нестационарность частотной структуры поля температуры воды во времени, выраженная в смещении пиков мгновенного спектра относительно пиков интегрального спектра, причём характер этих смещений различен в разных точках.

Ещё одним доказательством нестационарности процесса обтекания служат картины временной изменчивости пространственного интегрального вейвлет-спектра для температуры воды поперек области на срезе на расстоянии 0.25$L$ от вершины эллипсоида на горизонте 0.1$L$ над телом, а также на горизонте 0.1$L$ под телом. Над телом обращает на себя внимание практически постоянное присутствие максимума на масштабах 2.6$L$. Вторая группа возмущений эволюционирует от 1.5$L$ в начале эксперимента до 1.0$L$ к его окончанию. Наконец, постоянно присутствуют 0.5$L$–возмущения. Обращает на себя внимание и то, что каждые 15-25 м.с. происходит перестройка поля пространственных масштабов, т.е. периоды времени, когда происходит переток энергии от больших масштабов к коротким (2.5–22, 60–73, 95–110 м.с.), сменяются периодами, когда поток энергии противоположен. Внутри каждого из этих периодов времени существование групп возмущений тоже периодично с периодами 2.5–5 м.с.. Под телом картина эволюции спектра схожа, но перестройка осуществляется менее регулярно. Возмущения длиной 0.5$L$ существуют постоянно. Слабее, в основном в начале эксперимента, выражены 1$L$–возмущения

Для эволюции вейвлет-спектра вдоль оси эллипсоида чередование районов с потоками энергии разных направлений проявляется ещё сильнее, и происходят с периодом 70-80 м.с., что также соответствует периодам, выявленным на временных спектрах. В области за эллипсоидом (сбоку от оси на 0.1$L$) на высоте 0.1$L$ над его осью выявляются две выраженные системы возмущений: с длиной порядка 1.5$L$ и 2.2–2.5$L$, 1.5$L$-возмущения усиливаются каждые 10-12 м.с., а длиной 2.2$L$ – через 10-15 м.с. Эволюция вейвлет-спектра на оси эллипсоида похожа на рассмотренную выше. Хорошо выделяются периоды времени с перекачкой энергии от малых возмущений к крупным и разрушения крупнейших возмущений. Период самой крупной волны составляет 70-80 м.с.

**Литература**

1. Сафрай А. С., Ткаченко И. В. Численное моделирование гравитационных течений жидкости в наклонном канале // Изв. РАН. Механика жидкости и газа. 2009. № 1. С.21–30.

2. Сафрай А. С., Ткаченко И. В. Трехмерная негидростатическая модель вода-воздух. Численный эксперимент // Фундаментальная и прикладная гидрофизика. 2013. Т. 6. № 1.

3. Сафрай А. С., Ткаченко И. В., Гордеева С. М. Об эволюции одиночной внутренней волны в канале. Численные эксперименты // Фундаментальная и прикладная гидрофизика. 2016. Т. 9. № 1.

# NON-STATIONARITY OF THE FLOW AROUND SUBMERGED BODY (BARENTS SEA).

**Rodionov A.A., [1], Gordeeva S.M.[1,2],Safray A.S.[1]**

*[1] – SPb Branch of P.P.Shirshov Inst. of Oceanology, St .Petersburg, Russia, safr7@yandex.ru*
*[2] – State Hydrometeorological Univ., St. Petersburg, Russia, smgordeeva@yandex.ru*

**Abstract.** Estimations of the characteristics of non-stationarity of the field of flow around an ellipsoid of rotation, eddy-wave interaction and internal waves evolution, obtained as a result of numerical experiments with a three-dimensional non-hydrostatic model of the system “water – air”.

Key words: numerical modelling, internal waves.

# АДВЕКЦИЯ ТЕПЛА В БАРЕНЦЕВО МОРЕ

**Соколов А.А.[1], Гордеева С.М.[2]**

*[1] – Арктический и антарктический научно-исследовательский институт, г. Санкт-Петербург, Россия, a.sokolov@aari.ru*
*[2] – Российский государственный гидрометеорологический университет, г. Санкт-Петербург, Россия, gordeeva@rshu.ru*

**Аннотация.** В настоящее время Баренцево море находится под влиянием притока теплых атлантических вод. Поток тепла, поступающий в Баренцево море, осуществляется тремя струями в южной, центральной и северной частях разрез. Общий поток тепла в бассейне Баренцева моря имеет значимый положительный тренд с величиной 0.80 ТВт/год. В качестве основной базы исходных данных послужил океанский реанализ ORAS4.

Ключевые слова: *Баренцево* море, адвекция тепла, атлантические воды

В настоящее время приток теплых атлантических вод в Баренцево море влияет на изменение площади его ледяного покрова. В работе осуществляется оценка и анализ адвективного потока тепла, поступающего через меридиональный разрез по 16.5$^{o}$ в.д. в бассейн Баренцева моря до глубины 540 метров за период 1980-2015 гг. на основании данных реанализа ORAS4 (http://apdrc.soest.hawaii.edu/). Тепловой поток рассчитывался для каждой ячейки вертикального разреза отдельно с учетом температуры замерзания. Выявлено, что поток тепла, поступающий в Баренцева моря, распространяется тремя основными струями (южной, центральной и северной), располагающимися в углублениях рельефа дна на входе в Баренцево море. Преобладающим потоком воды, проходящим через меридиональный разрез в Баренцево море, является струя в центральной части разреза, поток воды в которой в среднем составляет 2.1 Св. За счет повышенных значений температуры воды в прибрежной зоне Норвегии мощным потоком тепла является южный поток (62 ТВт). Общий поток тепла в бассейн Баренцева моря имеет значимый положительный тренд с величиной 0.80 ТВт/год (см. таб. 1). В межгодовой изменчивости потоков тепла центральной и северной струй выявляются значительные положительные тренды, обусловленные как усилением течений, так и потеплением воды. По оценкам тренда оказалось, что за исследуемый период центральный поток тепла увеличился на 31%, наиболее значительно усилился северный поток тепла – на 42%, что свидетельствует о переносе ядра тепловой активности на границе моря к северу, с чем может быть связано уменьшение площади ледяного покрова в Баренцевом море. Всё это свидетельствует о том, что для правильной оценки теплового баланса Баренцева моря необходимо принимать во внимание динамику вод как в южной, прилегающей к Норвегии, так и в северной, прилегающей к Шпицбергену, границам моря.

# HEAT ADVECTION TO THE BARENTS SEA

**Sokolov A.A.[1], Gordeeva S.M.[2]**

*[1] – Arctic and Antarctic Research Institute, Saint-Petersburg, Russia, a.sokolov@aari.ru*
*[2] – Russian State Hydrometeorological University, Saint-Petersburg, Russia, gordeeva@rshu.ru*

Key words: Barents sea, heat advection, atlantic water

**Таблица 1** – Статистические характеристики интегральных потоков массы и тепла, а также средневзвешенных значений температуры и солености воды в южной, центральной и северной широтных зонах меридионального разреза по 16.5 в.д. (69-76° с.ш.), среднемесячных за период 1980–2015 гг.

| Широтные зоны потоков | Характеристики | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Средняя величина | Стандартное отклонение | $R^2$ линейного тренда | Величина тренда, $год^{-1}$ |
| Поток массы, Св | | | | |
| Северная | 0.47 | 0.28 | 0.010 | 0.0026 |
| Центральная | 2.11 | 0.60 | 0.021 | 0.0085 |
| Южная | 1.74 | 0.86 | 0.001 | –0.0026 |
| В целом по разрезу | 4.32 | 1.14 | 0.006 | 0.0085 |
| Поток тепла, ТВт | | | | |
| Северная | 11.1 | 6.5 | 0.040 | 0.13 |
| Центральная | 65.4 | 17.8 | 0.111 | 0.57 |
| Южная | 62.5 | 31.2 | 0.001 | 0.11 |
| В целом по разрезу | 139.1 | 31.0 | 0.045 | 0.80 |

# РОЛЬ СИНОПТИЧЕСКИХ ВИХРЕВЫХ ОБРАЗОВАНИЙ В ФОРМИРОВАНИИ БИО- И РЫБОПРОДУКТИВНОСТИ ЧЕРНОМОРСКОЙ ЭКОСИСТЕМЫ

**Спиридонова Е.О.[1], Панов Б.Н. [2], Смирнов С.С.[2]**

*[1] – ФГБОУ ВО «КГМТУ», г. Керчь, Россия, helena.spyrydonova@gmail.com*
*[2] – Азово-Черноморский филиал («АзНИИРХ») ФГБНУ «ВНИРО», г. Керчь, Россия*

**Аннотация.** Выявлена значимая роль малых и глубоких антциклонических синоптических вихрей в формировании био- и рыбопродуктивности Черного моря в 1955-1996 годах, что дает определенные возможности для диагностики и прогнозирования состояния экосистемы.

Ключевые слова: синоптические вихри, характеристики галоклина, экосистемные связи.

Определяющая роль циркуляции вод в механизме функционирования морских экосистем [1] позволяет предполагать в Черном море преобладание влияния среднемасштабной синоптической нестационарности [2], которая при ежегодной повторяемости может проявляться в многолетней изменчивости ряда характеристик экосистемы моря.

В работах [3] было обосновано использование в качестве показателей завихренности черноморских течений максимальных градиентов солености (Is) воды (основной галоклин) и глубины их залегания (Hs) в восточной половине Черного моря, которые характеризуют три типа галоклина в зонах малых антициклонических вихрей (МАЦВ), циклонических вихрей (ЦВ) и глубоких антициклонических вихрей (ГАЦВ).

В работе [4] были представлены источники и методики формирования рядов средних годовых значений характеристик галоклина и некоторых биологических и рыбопромысловых показателей состояния черноморской экосистемы.

Выполнена корреляционная оценка связей средних годовых значений характеристик галоклина за 1955-1996 гг. с параметрами, характеризующими состояние экосистемы восточной половины Черного моря: концентрациями биомассы фито- и зоопланктона, показателем разнообразия видов фитопланктона (индекс Шеннона), величинами биомассы медуз (A.aurita) в Черном море в апреле-мае и июле-августе, выловом и запасом черноморской хамсы, запасом черноморского шпрота, среднегодовой температурой воды в Батуми.

Статистически достоверными принимались связи с уровнем значимости $\geq 0{,}95$.

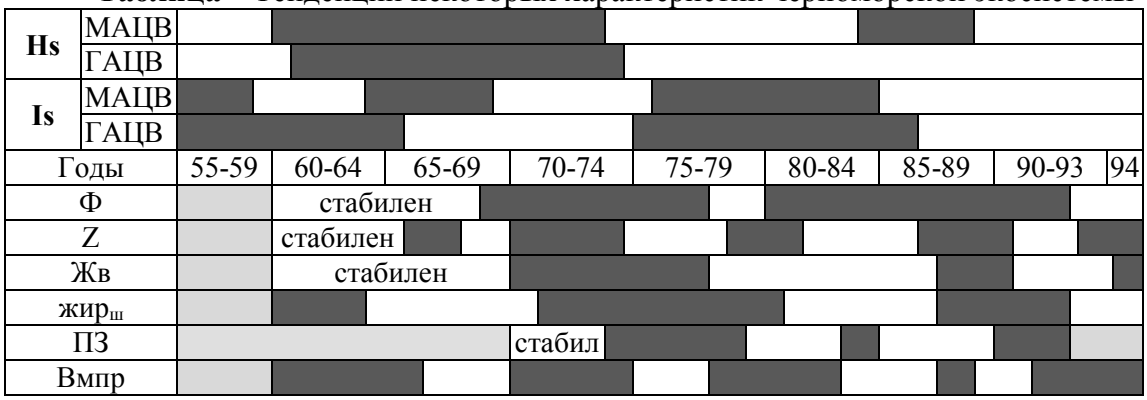
Для анализа внутренней структуры полученных рядов характеристик черноморского галоклина использовались методы спектрального анализа и полиномиальной аппроксимации уравнением полинома восьмой степени.

Установлено, что наибольшую роль в многолетних изменениях биологических и рыбопромысловых характеристик играют изменения величины градиента солености в МАЦВ и ГАЦВ. Увеличение градиента солености обусловливает рост биомассы фитопланктона, снижение его биоразнообразия, уменьшение биомассы зоопланктона, увеличение запаса черноморского шпрота и вылова хамсы. После исключения трендов определяющим сохраняется только влияние изменений градиента солености в МАЦВ. Его рост в межгодовой изменчивости приводит к росту биомассы фитопланктона, уменьшению биомассы медузы, снижению запаса шпрота. Изменение градиента в ГАЦВ в межгодовой изменчивости влияет только на изменения биомассы зоопланктона. Роль ЦВ и глубины положения галоклина в синхронных связях с биотическими и рыбопромысловыми показателями незначительна.

Полученные связи могут быть использованы в практике диагностики показателей состояния черноморской экосистемы. Цикличность рассматриваемых характеристик галоклина дает возможность использовать их в прогнозировании. В ЦВ для обеих характеристик можно отметить цикл в 3-4 года. В МАЦВ и ГАЦВ для глубины положения галоклина выделена периодичность 3 и 6 лет, а для значения градиента – 5 и 8 лет.

Представление о многолетних тенденциях изменений характеристик галоклина (в полиномиальной аппроксимации) и еще одной группы биологических и рыбопромысловых показателей глубоководной части черноморской экосистемы, взятых с графиков работы [5] можно получить из хронологической матрицы таблицы.

**Таблица** – Тенденции некоторых характеристик черноморской экосистемы




– период роста показателя – период снижения показателя – нет данных

Ф – биомасса фитопланктона Черного моря; Z – биомасса зоопланктона Черного моря;

Жв – биомасса желетелых восточной половины Черного моря;

$жир_{ш}$ – жирность шпрота Черного моря; ПЗ – промысловый запас рыб Черного моря;

Вмпр – вылов мелких пелагических рыб в Черном море.

Соотношение тенденций динамики представленных в матрице характеристик позволяет утверждать, что рост биологической продуктивности экосистемы (от концентрации зоопланктона) начинается в периоды увеличения значений глубины залегания галоклина и уменьшения значений градиентов солености в нем. Общая продолжительность такого роста биологических и рыбопромысловых показателей в экосистеме Черного моря может достигать 12-13 лет (отдельных показателей – 4-7 лет) в случае синхронного влияния ГАЦВ и МАЦВ, как это было в 70-е годы, и может быть меньше в случае положительного влияния только МАЦВ, как в конце 80-х – начале 90-х годов прошлого века.

**Литература**

1. Виноградов М.Е., Елизаров А.А., Моисеев П.А. Биологическая продуктивность динамически активных зон открытого океана // Исследования океана (II съезд советских океанологов). М.: Наука, 1984. – С. 107-127.

2. Еремеев В.Н., Иванов В.А., Тужилкин В.С. Климатические черты внутригодовой изменчивости гидрофизических полей шельфовой зоны Черного моря. – Севастополь, 1991. – 53 с. – (Препринт / АН УССР, МГИ).

3. Панов Б.Н., Спиридонова Е.О. Многолетние и сезонные изменения характеристик постоянного галоклина в восточной половине Черного моря / Морской гидрофизический журнал – № 2. – 2015. – С. 57-66.

4. Панов Б.Н. Возможности использования характеристик основного черноморского галоклина в исследованиях динамики состояния черноморской экосистемы // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зоны и комплексное использование ресурсов шельфа. Сборник научных трудов. Вып.22. Севастополь, 2010. – С. 83-96.
5. Еремеев В.Н. Современное состояние промысловых биоресурсов Черного моря / Болтачев А.Р., Гаевская А.В., Гришин А.Н., Загородняя Ю.А., Зуев Г.В., Мильчакова Н.А., Миронов О.Г., Сергеева Н.Г., Финенко З.З., Шульман Г.Е. // Морський экологічний журнал, № 4, Т. VIII, 2009. – С 5-22.

# THE ROLE OF SYNOPTIC AND VORTEX FORMATION IN FORMING OF BIO- AND FISH PRODUCTIVITY OF BLACK SEA

**Spiridonova E.O.[1], Panov B.N.[2], Smirnov S.S.[1]**

*[1] – FSBEI HE «KSMTU», Kerch, Russia, helena.spyrydonova@gmail.com*
*[2] – Azov-Black sea branch of FSBSI "VNIRO" (“AzNIIRKH”), Kerch, Russia*

**Abstract.** It is revealed a significant role of small and deep anticyclonic synoptic vortexes in forming of bio and fish productivity of Black Sea in 1955-1996 years. It gives certain opportunities for diagnostic and forecasting of the ecosystem’s state.

Key words: synoptic vortexes, characteristic of halocline, ecosystem's connections.

# Секция 4.
# ЭКОСИСТЕМЫ
# В УСЛОВИЯХ ГЛОБАЛЬНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ

## ПЕРСПЕКТИВЫ СТАБИЛИЗАЦИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ В БЕРЕГОВОЙ ЗОНЕ СИРИИ ПУТЕМ ФОРМИРОВАНИЯ ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

**Алаа Ахмад Али[1]**

[1] – *РГГМУ, Санкт-Петербург, РФ. alaa.enviro@yahoo.com*

**Аннотация.** Охраняемые природные территории рассмотрены как элемент стабилизации береговой зоны Сирии. Для снижения антропогенной нагрузки в прибрежных провинциях Латакия и Тартус предложено формирование сети морских охраняемых природных территорий.

Ключевые слова: береговая зона, морская охраняемая территория.

Глобальные изменения климата, тяжелая многолетняя засуха и быстрое увеличение антропогенной нагрузки вызвали в 2006 – 2011 гг. в Сирии экологический кризис, способствовавший обострению социальной ситуации, в том числе – в береговой зоне. В прибрежных провинциях Латакия и Тартус возросла техногенная нагрузка на береговую зону от высокотоксичных предприятий - нефтяных терминалов в гг. Латакия, Тартус и Банияс, нефтеперерабатывающего завода и теплоэлектроцентрали в г. Банияс и др. В дополнение к этому, в прибрежную зону стал поступать большой объем необрабатываемых сбросов сточных вод приморских поселений.

Для преодоления кризисной ситуации в береговой зоне в 2004 – 2008 гг. в стране были последовательно приняты две Программы управления прибрежными регионами: «На пути к стратегии для побережья Сирии» и «Берег – 2025». Основными результатами Программ стали: (1) создание санитарно-защитных зон вокруг водохозяйственных сооружений; (2) установление надлежащих методов и технологий обращения с отходами; (3) ограничение вдольберегового строительства и извлечения песка из прибрежных дюн в качестве строительного материала; (4) введение природоохранного режима для водно-болотных угодий; (5) разработка плана охраны ресурсов пресной воды. Были определены проблемы, затрудняющие разработку и принятие стратегии устойчивого развития береговой зоны: (1) неразвитость методологии пространственного планирования развития; (2) недостаточность научной базы для принятия экологически значимых решений; (3) низкий уровень экологической осведомленности общественности и местных администраций; (4) низкая степень участия общественности в разработке экологической политики; (5) недооценка потенциала береговой зоны; (5) интенсивное антропогенное загрязнение в совокупности с высоким уровнем уязвимости прибрежных экосистем.

Основным фактором сдерживания антропогенной нагрузки были признаны три морских охраняемых природных территории (МОПТ) общей площадью 50 км$^2$: Фанар Ибн Хани, Ом аль Тоюр и Рас Эль-Бассит. Развитие инфраструктуры и разработка программ мониторинга для указанных МОПТ были осуществлены при научной и финансовой поддержке ЮНЕП (= UNEP, United Nations Environment program).

Военно-политический кризис и начавшаяся весной 2011 г. война, в значительной степени спровоцированные сложной экологической ситуацией в стране, сломали

механизмы регулирования развития береговой зоны и разрушили созданную инфраструктуру.

В настоящее время б**о**льшая часть территории Сирии вновь находится под контролем правительства. В г. Тартус в 2015 г. начата модернизация пункта материально-технического обеспечения ВМФ РФ; вновь начал действовать цементный завод. В г. Латакия с 2015 г. на базе Хмеймим располагается база ВВС РФ. Восстановлена железнодорожная линия Латакия-Тартус-Хомс, обеспечивающая транспортировку в порт Тартус фосфатов с мест добычи.

В качестве компенсационного мероприятия по минимизации антропогенного воздействия на береговую зону предлагается формирование в ближайшей перспективе сети дополнительных МОПТ: (1) Северное побережье с центром Рас Шамра с высоким уровнем разнообразия биологических сообществ, включая представителей китообразных, тюленей и морских черепах; (2) Сектор побережья между Ум Эль-Тиюром и Рас-эль-Басситом с уникальными прибрежными ландшафтами – скалистыми утесами, подводными пещерами и пр.; (3) Сектор побережья между Рас ибн Хани и Борж Сламом, представляющий особый интерес как место размножения морских черепах. При определении границ и режима перечисленных территорий следует руководствоваться принципами пространственного планирования. Первыми шагами должны стать: (1) инвентаризация биологического разнообразия в пределах создаваемых МОПТ; (2) определение статуса видов, нуждающихся в охране; (3) внедрение эффективных методов управления МОПТ.

Вновь создаваемые МОПТ должны образовать в береговой зоне Сирии единую сеть с уже существующими.

## PROSPECTS FOR ENVIRONMENTAL STABILIZATION OF SYRIA'S COASTAL ZONE BY FORMING PROTECTED NATURAL TERRITORIES

**Alaa Ahmad Ali**[1]

[1] – *RSHU, Saint-Petersburg, Russian Federation, alaa.enviro@yahoo.com*

**Abstract.** Nature protected areas are observed as important part of the stabilization of Syria’s coastal zone. Creation of the net of marine protected areas is proposed for decreasing anthropogenic pressure on the coastal zone of Latakia and Tartus governorates.

Key words: coastal zone, marine protected nature area.

# СОЗДАНИЕ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СРЕДСТВ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ФИКСАЦИИ НА ТЕРРИТОРИИ ВОДОСБОРНЫХ ПЛОЩАДЕЙ МАЛЫХ РЕК (НА ПРИМЕРЕ РЕКИ МАЛАЯ ИСТРА)

**Алентьев Ю.Ю.**[1]

[1] — *ООО «Научный инновационный центр Мониторинга природной среды» Московская область, Истринский район, п.Глебовский, Россия, alentev49@mail.ru*

**Аннотация.** В работе рассмотрена специфика организации системы наблюдений за окружающей средой с помощью автоматических средств фиксации на интенсивно урбанизируемых территориях.

Ключевые слова: антропогенная нагрузка, система мониторинга, средства автоматической фиксации, малые реки, метеоданные, подземные воды.

При увеличивающемся с каждым годом антропогенным воздействием и расширением урбанизируемых территорий, особенно в густонаселенных районах, таких как Центральный федеральный округ, происходит серьезное изменение естественных (природных) условий. Для того чтобы вовремя оценить негативное воздействие человека и спрогнозировать критичное и необратимое воздействие на окружающую среду, скорректировать хозяйственную деятельность человека и не допустить фатального разрушения экосистемы, на территориях с большой и интенсивно развивающейся антропогенной нагрузкой необходимо создавать относительно мобильную разветвленную сеть мониторинга, включающую в себя комплексный контроль за такими компонентами экосистемы как атмосфера, поверхностные воды, подземные воды, растительность.

Для охвата больших площадей сетью мониторинга на сегодняшний день все большую популярность и распространение приобретают комплексы автоматической фиксации, которые в зависимости от поставленных и решаемых задач могут компоноваться следующими средствами автоматической фиксации: скважинными уровнемерами, уровнемерами на поверхностных водотоках и водоемах, метеорологическими комплексами, приборами для замеров влажности почв, газоанализаторами и другими комплексами. К основным преимуществам комплексов автоматической фиксации можно отнести следующие:

- проводят наблюдения и могут передавать данные наблюдений в постоянном режиме (в режиме реального времени), что особенно важно для фиксации (получения) актуальных данных во время резких (экстремальных) и аномальных изменений климатических, метеорологических и гидрометрических условий;
- по мере необходимости (при корректировке поставленной задачи) имеется возможность менять режим наблюдения;
- не требуется присутствие наблюдателей.

В качестве объекта размещения экспериментальной сети системы мониторинга с использованием средств автоматической фиксации была выбрана территория водосборной площади реки Малая Истра, поскольку данная река, согласно ГОСТ 1179-73 по классификации рек, относится к группе малых рек. [1] Малые реки характеризуются:

- большой изменчивостью гидрологических характеристик;
- тесной гидравлической связью с подземными водами, залегающими вблизи от земной поверхности, в том числе и грунтовыми;

- сильной реакцией отклика даже на сравнительно небольшие изменения ландшафтных, физико-географических, климатических и антропогенных условий.[3,4]

Целесообразность и рекомендации использования средств автоматической фиксации, именно на малых реках, описываются в «Наставлении гидрометеорологическим станциям и постам. Выпуск 6. Часть II. Гидрологические наблюдения и работы на малых реках».[2]

Кроме того, территория водосборной площади реки Малая Истра выбрана поскольку для данной территории имеются многолетние ряды наблюдений, полученные на водно-балансовой станции «Малая Истра», которая начала функционировать в 1930-х годах, а также здесь идет процесс быстрого урбанизирования территории (расширение городов, большой объем коттеджно-дачной застройки).

В рамках создания экспериментальной системы мониторинга с использованием средств автоматической фиксации на исследуемой территории в различных ландшафтных условиях были размещены автоматические комплексы: метеорологические, гидрогеологические и гидрологические.

Метеорологические автоматические комплексы, используемые для создания экспериментальной системы мониторинга, были оснащены модулями контролирующими следующие параметры: количество и интенсивность осадков, солнечную радиацию, температуру и влажность воздуха по профилю (на различных высотах), температуру и влажность почв на различных глубинах.

Автоматические гидрогеологические комплексы размещены на различные водоносные горизонты, находящиеся как в зоне активного водообмена (водоносные горизонты четвертичных отложений), так и на водоносные горизонты глубокого заложения (водоносные горизонты приуроченные к отложениям карбона), распространенные на исследуемой территории. Поставленные гидрогеологические комплексы отслеживают изменение таких показателей как уровень и температура подземных вод.

Автоматические гидрологические комплексы, отслеживающие уровень и температурный режим поверхностных вод, были размещены на наиболее крупных притоках реки Малая Истра.

В целом созданная система мониторинга с использованием средств автоматической фиксации показала свою эффективность. В дальнейшем планируется расширить существующую сеть мониторинга, произвести адаптирование средств автоматической фиксации для использования в районах с экстремальными метеорологическими условиями и усовершенствовать блок автоматической обработки данных.

**Литература**

1. Гидрология суши: термины и определения. ГОСТ 19179-73. М.; Изд-во стандартов, 1978.
2. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Выпуск 6. Часть II. Гидрологические наблюдения и работы на малых реках. М.; 1971. 225с.
3. Ткачев Б.П., Булатов В.И. Малые реки. Современное состояния и экологические проблемы. Серия «Экология». Выпуск №64. Новосибирск: ГНТБ СО РАН, 2002. 114 с.
4. Ясинский С.В. Формирования гидрологического режима водосборов малых равнинных рек. Диссерт. док. географических наук. М.;2009. 268с.

# CREATION OF A MONITORING SYSTEM USING THE MEANS OF AUTOMATIC FIXATION ON THE TERRITORY OF THE CATCHMENT AREAS OF SMALL RIVERS (ON THE EXAMPLE OF THE RIVER MALAYA ISTRA)

**Alentiev YU.YU.**[1]

[1] – *OOO "Scientific innovative centre of the Monitoring the natural ambience" Moscow area, Istrinskiy region, p.Glebovskiy, Russia,alentev49@mail.*

**Abstract.** The paper discusses the specifics of the organization of the environmental monitoring system using automatic means of fixation in intensively urbanized areas.

Key words: anthropogenic load, monitoring system, means of automatic fixation, small rivers, meteodata, groundwater.

# ДИНАМИКА ГИДРОТЕРМИЧЕСКИХ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПОЧВ В ЕСТЕСТВЕННЫХ ЭКОСИСТЕМАХ ТЕБЕРДИНСКОГО ЗАПОВЕДНИКА

**Багрова Т.Н.**[1]

[1] – *Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия, tatyana-bagrova@mail.ru*

**Аннотация:** В работе рассмотрены результаты многолетнего мониторинга физико-химических параметров почв лесных и луговых субальпийских ценозов Тебердинского Государственного Природного Биосферного заповедника

Ключевые слова: горные экосистемы, мониторинг почв, склоновые процессы

В Тебердинском Государственном Природном Биосферном Заповеднике проводятся наблюдения за состоянием природных процессов в естественных экосистемах. Материалы наблюдений отражены в ежегодных книгах Летописи природы. Исследования по разделу «Почвы» выполняются с целью выявления сезонных и многолетних закономерностей температурного и физико-химического режимов почв лесных и луговых субальпийских ценозов в зависимости от сезонной и многолетней динамики погодных условий и особенностей экологических факторов.

В ходе наблюдений ставились задачи:

1. Продолжение мониторинговых наблюдений за сезонной динамикой осадков и температуры воздуха и почва;

2. Отбор почвенных проб и физико-химический анализ почвенных вытяжек: на активную кислотность pH; содержание водорастворимого гумуса; содержание обменных оснований $Ca^{+2}$+$Mg^{+2}$.

3. Обработка, анализ полученных параметров почв и прогноз опасных природных явлений, связанных с изменениями наблюдаемых метеопараметров.

4. Анализ состояния экосистем и почвы, как компонента, под влиянием антропогенной нагрузки, в частности рекреации.

Полевые работы проводятся в вегетационный период, камеральные – в течение всего года, по методикам: морфологические описания почв – по Розанову Б.Г., температурные наблюдения – по Шульгину В.М., химический анализ – по Соколову А.В. Наблюдения проводятся на стационарах двух высотно-экологических профилей: ВЭП «Малая Хатипара», включая данные ГМС «Теберда»; и в Домбайском лесничестве – в непосредственной близости Главного Водораздельного Хребта на границе лесного и субальпийского лугового пояса, на высотах до 2500 метров н.у.м., на склонах различной экспозиции, в различной степени подверженных антропогенной нагрузке.

Температурные наблюдения проводятся посредством регистрации температуры датчиками "Термохрон", регистрирующими температуру каждые 5-6 часов в течение года. Отбор образцов на физико-химический анализ производится три раза по сезонам вегетационного периода: весной, летом и осенью. Наблюдения за состоянием почвенного покрова нарушенных и ненарушенных склонов проводятся визуально и с использованием полученных данных. Отслеживается динамика селепрохождения и антропогенной деятельности.

Получен материал по сезонной динамике температуры и некоторым физико-химическим свойствам почв горно-лесных и горно-луговых ценозов заповедника в естественных и антропогенно-нагруженных условиях.

Полученные данные позволяют глубже понять природу склоновых склоновых процессов (селевых потоков, камнепадов и осыпей), являются основой для выявления зависимости активности селепрохождения от гидротермических условий и антропогенной нагрузки.

По результатам наблюдений сделаны выводы.

1. Количество осадков колеблется в пределах 900 мм в год неравномерно по периодам покоя и вегетации.

2. Температурные показатели, в основном, повышаются по среднесезонным значениям и за вегетационный период (с апреля по октябрь).

3. Интервал изменения температур расширяется в обе стороны – в конце осени и зимой отмечаются низкие температуры (до -30 С), не характерные ранее. Летом растут максимальные температуры, особенно на антропогенно нагруженных склонах (до 60 С).

4. Состояние экосистем непосредственно зависит от степени антропогенного пресса – развития рекреации и негативных последствий – расширения инфраструктуры, строительства горнолыжных трасс, тропиночности, повреждения деревьев.

5. Почва отвечает на изменение экзогенных факторов изменением физико-химических показателей и усилением активности склоновых процессов.

**Литература**

1. Багрова Т.Н. Динамика гидротермических параметров почв высотно-экологического профиля «Малая Хатипара» Тебердинского заповедника. // Тр. Тебердинского заповедника, Вып. 43. – Ставрополь, 2006, с. 192-201.

2. Сутормина Э.Н. Особенности основных геохимических параметров горно-луговых и горно-лесных почв (на примере Тебердинского заповедника) // Вестник СтаврГУ. 2008. Вып. 57, №11. – С. 61-67.

3. Шальнев В. А., Серебряков А.К., Чикалин А.Н. Горно-луговые почвы хребта Малая Хатипара // Тр. Тебердинского заповедника. Вып. 9. — Ставрополь, 1977. — С. 88—104.

## DYNAMICS OF HYDROTHERMAL AND PHYSICOCHEMICAL SOIL PARAMETERS IN NATURAL ECOSYSTEMS OF TEBERDINSKY RESERVE

**Bagrova T.N.**[1]

[1] *– Russian State Hydrometeorology University, Saint-Petersburg, Russia, tatyana-bagrova@mail.ru*

**Abstract.** The paper considers the results of the long-term monitoring of the physicochemical parameters of the soils of forest and meadow subalpine cenoses of the Teberda State Natural Biosphere Reserve.

Keywords: mountain ecosystems, soil monitoring, slope processes

# МОНИТОРИНГ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ПРОМЫШЛЕННОЙ ЗОНЫ В ПРИБРЕЖНОМ ЛАНДШАФТЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СТАНДАРТНОЙ БИОТЕСТ-СИСТЕМЫ

**Бардина Т.В.[1], Бардина В.И.[1], Кулибаба В.В.[1]**

*[1] – ФГБУН Санкт-Петербургский научно-исследовательский центр экологической безопасности РАН, г. Санкт-Петербург, Россия, bardinatv@mail.ru*

**Аннотация.** Рассмотрена возможность применения аттестованной методики биотестирования на *Paramecium caudatum* для оценки экологического состояния почвенного покрова вблизи отвала с техногенными отходами. Установлена высокая чувствительность биотест-системы.

Ключевые слова: токсичность, почва, гидробионты, биотестирование, тест-организм.

В Ленинградской области некоторые площадки хранения промышленных отходов без средств инженерной защиты расположены в водоохранных зонах. Они представляют экологическую опасность для окружающей среды в связи с накоплением в них различных токсичных веществ при долговременном хранении отходов. Оценить реальную опасность загрязненных почвогрунтов и почв таких объектов только химическими методами сложно. В этом случае в систему экологического контроля целесообразно включать методы биотестирования, с помощью которых по реакции живых тест-организмов можно быстро оценивать интегральную токсичность почвенного покрова [1]. В качестве тест-организмов при элюатном биотестировании широкое распространение нашли представители ракообразных и простейших. Применение водных тест-организмов позволяет определить опасность веществ, выщелачиваемых из загрязненного почвенного покрова для пограничных водных экосистем.

Объект исследования расположен в границах Южно-Приладожского низменно-террасированного ландшафта и относится к объектам прошлого экологического ущерба (ПЭУ). На территории его длительное время находится отвал со сложным компонентом составом с преобладанием железа и набора металлов. Почвенный покров представляет потенциальную опасность, т.к. в зоне влияния отхода. Обнаружено миграционное перемещение высокотоксичных веществ в сторону Ладожского озера [2].

Для исследования в течение 4-х лет производился отбор смешанных проб почв на 6-ти мониторинговых площадках размером 10 м$^2$, находящихся в зоне различного влияния отвала, а также почвогрунта с отвала (площадка №6). Пробы отбирались в соответствии СанПиН 2.1.7.1287.

По результатам химического анализа установлено, что почвогрунт отвала загрязнен тяжелыми металлами 1,2,3 классов опасности и по коэффициенту суммарного загрязнения металлами относится к категории «чрезвычайно опасной» степени загрязнения (Zc=607), а почва в зоне влияния объекта - к категории «умеренно опасной» степени загрязнения (Zc=29,9). Содержание органических токсикантов в почвогрунте и почвах не превышало принятые нормативы [3]. Было выявлено, что почвогрунт и почва имеют кислую реакцию среды (pH 2,4-5.6) и проведение биотестирования таких образцов с использованием в качестве тест-культуры дафний не корректно, т.к. подщелачивание вытяжки при проведении анализа вызывает изменение химического состава экстракта, что приводит к искажению результатов исследования [4]. Тест-культура инфузории выносит достаточно кислую среду обитания (pH 2,5-9,0), поэтому при проведении биотестирования реакция среды не менялась. В связи с этим, а также чувствительностью на присутствие тяжелых металлов в образцах, использование

инфузорий в качестве тест-культуры приемлемо для исследования кислых вытяжек с данным видом загрязнения [5].

Полученные результаты свидетельствовали о наличие токсичности почвенного покрова на всех площадках в первый год наблюдения. В последующие годы токсичность на некоторых площадках стала исчезать, а на 4–й год наблюдения токсичность в верхних слоях отсутствовала.

Таблица 1 - Изменение степени токсичности почв и почвогрунтов на мониторинговых площадках по годам наблюдения

| № площадки, глубина, см | 1 год | | 2 год | | 3 год | | 4 год | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Т | Группа токсич-ности | Т | Группа токсич-ности | Т | Группа токсич-ности | Т | Группа токсич-ности |
| 1, 0-5 | 0,65 | II | 0,41 | II | 0,41 | I | 0,07 | I |
| 5-20 | 0,70 | II | 0,54 | II | 0,16 | I | 0,24 | I |
| 2, 0-5 | 0,70 | II | 0,54 | II | 0 | I | 0,38 | I |
| 5-20 | 0,68 | II | 0,55 | II | 0 | I | 0,23 | I |
| 3, 0-5 | 0,68 | II | 0,51 | II | 0,46 | II | 0,36 | I |
| 5-20 | 0,64 | II | 0,27 | I | 0,41 | II | 0,30 | I |
| 4, 0-5 | 0,58 | II | 0,54 | II | 0 | I | 0,37 | I |
| 5-20 | 0,63 | II | 0,55 | II | 0,43 | II | 0,22 | I |
| 5, 0-5 | 0,69 | II | 0,37 | I | 0,14 | I | 0,28 | I |
| 5-20 | 0,70 | II | 0,34 | I | 0,17 | I | 0,20 | I |
| 6, 0-5 | 0,64 | II | 0,52 | II | 0,48 | II | 0,49 | II |
| 5-20 | 0,66 | II | 0,48 | II | 0,50 | II | 0,50 | II |
| 7, 0-5 | 0,66 | II | 0,53 | II | 0,14 | I | 0,14 | I |
| 5-20 | 0,66 | II | 0,43 | II | 0,35 | I | 0,35 | I |

Примечание: Т- индекс токсичности, у.е.; группы токсичности: I- допустимая степень токсичности, II- умеренная степень токсичности

Примененная биотест-система показала хорошую чувствительность и может быть использована для оценки риска распространения загрязнения при долговременном размещении отходов с кислой реакцией среды и прогнозирования деградации почвы в импактной зоне.

**Литература**

1. Bardina T.V., Chugunova M.V., Kulibaba V.V., Polyak Y.M., Bardina V.I., Kapelkina L.P. Applying bioassay methods for ecological assessment of the soils from the brownfield sites // Water Air Soil Pollut. 2017. V. 228: 351.

2. Сараев А.К., Симаков А.Е., Питулько В.М., Кулибаба В.В., Токарев И.В., Тезкан Б. Инвентаризация и оценка погребенных объектов прошлого экологического ущерба в почвах и грунтовых водах с использованием новой технологии радиомагнитотеллургических зондирований //Региональная экология. 2015. №1 (36). С. 7-21.

3. Бардина Т.В., Кулибаба В.В., Чугунова М.В., Бардина В.И. Оценка экологического состояния почвогрунтов объектов прошлого экологического ущерба методами биотестирования //Проблемы региональной экологии. 2014. №5. С. 37-42.

4. Бардина В. И. Экотоксикологическая оценка почвогрунтов и почв в импактной зоне объекта прошлого экологического ущерба с помощью гидробионтов //Региональная экология. 2017. №2 (48) С. 107-113.

5. ПНД Ф Т 16.2:2.2-98. Методика определения токсичности проб почв, донных отложений и осадков сточных вод экспресс-методом с применением прибора «Биотестер». Изд. 2015г.

# MONITORING OF THE ECOLOGICAL STATE OF THE INDUSTRIAL ZONE SOIL COVER WHICH IS BASED IN A COASTAL LANDSCAPE WITH THE STANDARD BIOTEST-SYSTEM APPLICATION

**Bardina T.V.[1], Bardina V.I.[1], Kulibaba V.V.[1]**

*[1] – Federal State Budgetary Institution St. Petersburg Research Center for Ecological Safety, Russian Academy of Sciences, St. Petersburg, Russia, bardinatv@mail.ru*

**Abstract.** The applicability of the certified biotesting method using Paramecium caudatum for the assessment of an ecological state of the soil cover near the technogenic waste dump was considered. The high sensitivity of the applied biotest-system was established.

Key words: toxicity, soil, hydrobionts, biotesting, test culture.

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА КОМБИНАЦИОННОГО РАССЕЯНИЯ СВЕТА ДЛЯ АНАЛИЗА КРИСТАЛЛИЧЕСКИХ СТРУКТУР

**Боханцева Е.В.[1], Бобровский А.П.[1], Михтеева Е.Ю.[1], Яковлева Т.Ю.[1]**

*[1] – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный гидрометеорологический университет» Санкт-Петербург, Россия, e.bokhantseva @mail.ru*

**Аннотация.** Статья посвящена разработке физико-химических методов обнаружения органических кристаллов полифенолов, являющихся загрязнителями окружающей среды. В качестве метода исследования была выбрана спектроскопия комбинационного рассеяния света в терагерцовом диапазоне частот. Спектральный анализ показал, что при механическом измельчении органических кристаллов (полифенолов) обнаружены линии комбинационного рассеяния света в терагерцовом диапазоне. Данные линии могут подтверждать взаимодействие кислородосодержащих анионов с поверхностными дефектами кристаллической решетки веществ, что свидетельствует о формировании комплексных дефектов кристаллических структур.

Ключевые слова: физико-химические методы, метод комбинационного рассеяния света, спектральный анализ, кристаллическая решетка, органические кристаллы (полифенолы), идентификация.

Физико-химические методы позволяют определять свойства веществ, не прибегая к классическим приемам. С целью контроля оптических свойств органических кристаллов полифенолов был выбран метод комбинационного рассеяния света в терагерцовом диапазоне частот.

Исследования спектров комбинационного рассеяния полифенолов выполнены на аналитической системе ОРТЕС-785TRS-1800, разработанной в АО «ОПТЭК» (СПб) и представляющей собой переносной прибор в одном блоке. Подготовленный образец освещается монохроматическим светом, при этом на дисплее прибора графически регистрируется спектр комбинационного рассеяния. Полученный спектр вещества позволяет проводить его идентификацию с использованием встроенных в прибор спектральных баз данных.

Из обработанных веществ наиболее значимые показания дали бензойная кислота; 1,3,5-тригидроксибензойная кислота (флороглицинол) и 1,2,3-гидроксибензол (пирогаллол А). Так у бензойной кислоты после измельчения вещества пик, находящийся в районе 27,39 $см^{-1}$, уменьшился по значению, остальные же пики заметно увеличили свои значения, при этом не происходило их смещений вправо или влево. Пики, находящиеся в точках 43,04 $см^{-1}$ и 89,69 $см^{-1}$ стали более резко выраженными, а пик, находящийся в точке 110,94 $см^{-1}$, наоборот, принял более пологий вид. При внесении измельченного вещества в поле постоянного магнита все смещения происходили в тех же точках, не меняя свои местоположения по длинам волн. В результате исследования обнаружено появление отсутствующих ранее линий комбинационного рассеяния света в терагерцовом диапазоне, при механическом измельчении органических кристаллов (полифенолов). Выявленные линии могут быть отнесены к вращательным и трансляционным переходам, которые отражают факт взаимодействия кислородсодержащих анионов с поверхностными дефектами кристаллической решетки веществ. Данные линии могут рассматриваться, как метод контроля дефектов кристаллических структур.

В заключение авторы выражают глубокую благодарность генеральному директору АО «ОПТЭК» Челибанову В.П. и сотрудникам фирмы за предоставленную

возможность ознакомиться с работой аналитического оборудования и принять участие в изучении оптических свойств веществ в различном агрегатном состоянии.

**Литература**

1. *Полуботко А.М., Челибанов В.П.* К теории эффекта первого слоя в поверхностно усиленной спектроскопии. Оптика и спектроскопия. 2015. Т. 119. № 4. С. 643-644.
2. *Полуботко А.М., Челибанов В.П.* Теория поверхностно усиленного гиперкомбинационного рассеяния (обзор). Оптика и спектроскопия. 2016. Т. 120. № 1. С. 99-123.

## USING THE COMBINATION SCATTERING LIGHT METHOD FOR ANALYSIS OF CRYSTALLINE STRUCTURES

**Bokhantseva E.V.[1], Bobrovsky A.P.[1], Mikhteeva E.Y.[1], Yakovleva T.Y.[1]**

*[1] – Federal State Educational Institution of Higher Education "Russian State Hydrometeorological University" St. Petersburg, Russia*

**Abstract.** The article is devoted to the development of physical and chemical methods for detecting organic crystals of polyphenols, which are environmental pollutants. Raman spectroscopy of light in the terahertz frequency range was chosen as the research method. Spectral analysis showed that the lines of Raman scattering of light in the terahertz range were found during mechanical grinding of organic crystals (polyphenols). These lines can confirm the interaction of oxygen-containing anions with surface defects of the crystal lattice of substances, which indicates the formation of complex defects of crystal structures.

Key words: physical and chemical methods, method of Raman scattering of light, spectral analysis, crystal lattice, organic crystals (polyphenols), identification.

# ДИНАМИКА НАЧАЛЬНЫХ ЭТАПОВ ВОССТАНОВЛЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНОСТИ НА АНТРОПОГЕННО НАРУШЕННЫХ СУБСТРАТАХ СЕВЕРА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

**Глушковская Н.Б.**[1]

[1] – *Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия, glushka@mail.ru*

**Аннотация.** В работе рассмотрены результаты многолетних наблюдений за естественным восстановлением растительного покрова на механически нарушенных субстратах (карьеры по добыче строительных материалов) севера Западной Сибири (г. Лабытнанги, пос. Обская ЯНАО).

Ключевые слова: демутация, динамика экосистем, антропогенные субстраты

Растительные сообщества Крайнего Севера, как известно, являются крайне уязвимыми и плохо поддаются восстановлению после различных воздействий человеческой деятельности. Особенно длительной становится «нулевая стадия» первичной сукцессии, когда был полностью уничтожен слой почвы, и пионерной растительности приходится менять химический состав грунта и формировать условия, пригодные для возникновения и существования сомкнутых фитоценозов зонального типа.

Объектом наблюдения являются карьеры, разработанные с целью добычи строительных материалов для обеспечения железнодорожной трассы «Обская-Бованенково» в южной части п-ова Ямал. Карьеры не обладают заметной протяженностью (до 100 м в поперечнике) и окружены интактной растительностью – лиственничной рединой с кустарничково-мохово-лишайниковой дерниной в нижнем ярусе. Различным является механический состав грунта карьера – на территории исследования встречаются песчано-галечные, супесчаные и суглинистые субстраты. В зависимости от типа субстрата различается водопроницаемость дна карьера и тип первичной сукцессии: на грунтах крупного гранулометрического состава первыми появляются лишайниковые микрогруппировки (сукцессия идет по типу ксеросерии), на суглинках зарастание производится в первую очередь водорослями и высшими растениями - мохообразными и сосудистыми. Еще одним значимым фактором для скорости зарастания является наличие неровностей на дне карьера и высота его стенок – в подсклоновых перегибах происходит задерживание частиц будущей почвы и расселительных зачатков растений и лишайников.

Результатами мониторинга в 1999-2008гг. пионерной растительности на карьерах возрастом до 20 лет явились следующие наблюдения:

- на суглинистых субстратах зарастание начинается быстрее и происходит динамичнее, чем на супесчаных: одновозрастные карьеры могут различаться на 25% проективного покрытия;

- первые растительные группировки на суглинистых грунтах по видовому составу абсолютно отличаются от окружающей карьер лиственничной редины и напоминают скорее пойменные сообщества (молодая поросль кустарников *Salix viminalis*, *Duschekia fruticosa*, а также *Calamagrostis* sp., *Tripleurospermum* hookeri, *Deschampsia obensis*), тогда как на песчаных грунтах в первую очередь развиваются группировки с участием мхов и лишайников из нетронутой редины (*Cladonia* spp., *Peltigera* spp., *Cetraria ericetorum*, *Pleurozium schreberi*).

Кроме того, анализ спутниковых снимков карьеров еще через 10 лет после натурных наблюдений показал, что карьеры с суглинистым субстратом почти

полностью покрыты растительностью, тогда как на песчано-галечных карьерах покрытие осталось практически в том же состоянии, что и 10 лет назад. Этот результат полностью согласуется с известным фактом, что в условиях тундровой зоны быстрее и полнее восстанавливаются болотная и луговинная растительность, а сухие кустарничковые и лишайниковые тундры возвращаются к исходному состоянию после нарушений только через длительное время или видоизменяются навсегда.

**Литература**

1. Сумина О.И.; Чиненко С.В.; Копцева Е.М. Антропогенная динамика растительности и биоразнообразие (формирование растительного покрова на карьерах севера Западной Сибири). // Теоретические основы биоразнообразия. 2000. р. 30-33.
2. Сумина О.И. Формирование растительности на техногенных местообитаниях Крайнего Севера России. - СПб, 2013. - 340 с.
3. Капитонова О.А., Селиванов А.Е., Капитонов В.И. Структура растительных сообществ начальных стадий сукцессий на антропогенных песчаных обнажениях лесотундры и северной тайги Западной Сибири // Сибирский экологический журнал, Т. 24, № 6, 2017. – С. 731-745

# DYNAMICS OF THE INITIAL STAGES OF VEGETATION RESTORATION ON ANTHROPOGENICALLY DISTURBED SUBSTRATES IN THE NORTH OF WESTERN SIBERIA

**Glushkovskaya N.B.**[1]

[1] – *Russian State Hydrometeorology University, Saint-Petersburg, Russia, glushka@mail.ru*

**Abstract.** The paper considers the results of long-term observations of the natural restoration of vegetation cover on mechanically disturbed substrates (quarries of building materials) in the north of Western Siberia (Labytnangi, Obskaya station of the Yamalo-Nenets Autonomous Okrug).

Keywords: demutation, ecosystem dynamics, anthropogenic substrates

# ЭВТРОФИРОВАНИЕ ВОДОЕМОВ И МЕТОДЫ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ

**Голенко М.Г.[1], Казак Л.В.[1]**

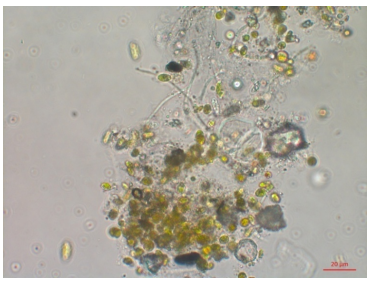
*[1] – Российский Государственный Гидрометеорологический Университет. Санкт-Петербург. Россия. ma_mariya95@mail.ru*

**Аннотация.** Рассмотрен химический метод борьбы с массовым ростом цианобактерий. Выявлена эффективность некоторых исследуемых веществ-альгицидов: левомицетин и тетрациклин.

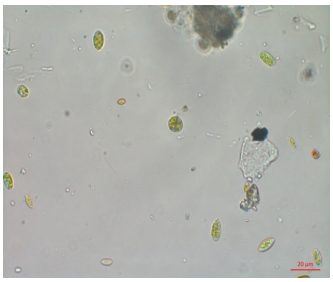
Проблема эвтрофикации водоемов превращается в глобальную, захватывая все большее количество пресных вод. Эвтрофирование – это повышение биологической продуктивности водных объектов в результате накопления в воде биогенных элементов под воздействием антропогенных или естественных (природных) факторов [1].

Вследствие эвтрофирования происходит развитие синезеленых водорослей. Вода, насыщенная продуктами метаболизма водорослей, становится аллергенной и токсичной [2].

Задача исследования состояла в создании искусственного эвтрофированного водоема в условиях окружающей среды. Причем для исследования бралась чистая водопроводная вода, через месяц начинался процесс зарастания искусственного водоема. В воде появлялись сначала муть и взвешенные вещества (пыль, пыльца и др.), личинки комаров, стрекоз, инфузории, жуки-плавунцы, на поверхности стенок искусственного водоема слизь, водоросли микроскопические и ряска.



(рисунок 1 Колониальные формы водорослей)

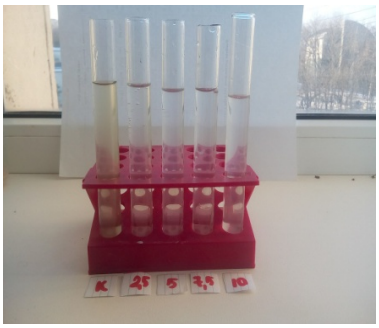


(рисунок 2 Одиночные водоросли)

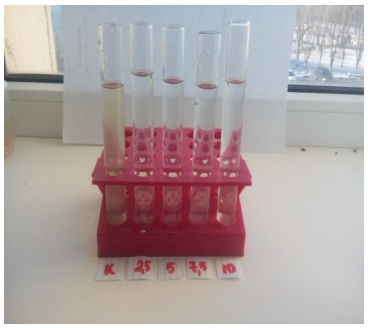
В качестве таких веществ-альгицидов были использованы антибиотики: стрептомицин; левомицетин; тетрациклин и нистатин. Концентрации исследованных веществ изменяли в 6-8 раз.

Наименее эффективными оказались нистатин и стрептомицин.

Тетрациклин и левомицетин при концентрации полностью подавили рост и развитие водорослей. Это представлено на рис. 3, 4.




(Рисунок 3 Левомицетин)




(Рисунок 4 Тетрациклин)

Использование химических препаратов - эффективный метод, который является альтернативой биологическим, механическим и физическим способам очистки водных объектов.

**Литература**
1. Румянцев В.А., Драбкова В.Г., Кондратьев С.А. Проблемы и пути восстановления умирающих озер // Вода и экология. – 2000. – №2. – С. 70-74.
2. Электронный ресурс http://www.sciencefor

## WATER EUTROPHICATION AND PREVENTION METHODS

**Golenko M.G.[1], Kazak L.V.[1]**

*[1] – Russian State Hydrometeorological University. St. Petersburg. Russia. ma_mariya95@mail.ru*

**Annotation.** The chemical method of dealing with the massive growth of cyanobacteria is considered. The efficacy of some test substances-algaecides: levomycetin and tetracycline.

# К ВОПРОСУ ОБ ИССЛЕДОВАНИИ ВЛИЯНИЯ ФОРМЫ ОСАДКОВ НА ИНТЕНСИВНОТЬ ВЫМЫВАНИЯ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ ИЗ ВОЗДУШНОГО БАССЕЙНА САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

**Доронин А.П.[1], Тимощук А.С.[1], Петроченко В.М.[1], Козлова Н.А.[1]**

*[1] – ВКА имени А.Ф. Можайского, Россия, Санкт-Петербург, astim2@yandex.ru*

**Аннотация.** Представлены результаты исследования влияния формы осадков на интенсивность вымывания загрязняющих веществ из воздушного бассейна Санкт-Петербургав 2017 году. Рассматриваютсяосновныеметоды и средствамодифицирования облаков различных форм в интересах снижения уровня загрязнения атмосферного воздуха.

Ключевые слова: загрязнение атмосферного воздуха, метеорологические условия, модифицирование, вымывание вредных примесей, осадки различных форм.

По данным Всемирной организации здравоохранения[1], свыше 92% жителей планеты проживают на территориях с уровнем загрязнения атмосферного воздуха, превышающим официальные пределы безопасности. Каждый год около 6 млн. людей в мире умирают непосредственно из-за загрязнения воздуха, из них порядка 140 тыс. граждан Российской Федерации. К сожалению, в 2017 году и в Санкт-Петербурге попрежнемучасто наблюдались состояния повышенного загрязнения воздуха[2]. Выбросы в атмосферу составили559,5тыс. тонв год. Основным источником загрязнения являлся автомобильный транспорт – на его долю в 2017 году пришлось около 84,4% выбросов. С учетом вышеизложенного исследования, связанные с разработкой методов прогнозирования осадков из облаков различных форм, а также методов и средств вызывания (интенсифицирования) осадков с целью вымывания из атмосферы вредных примесей являются актуальными. Исходя из этого ниже представлены результаты исследования влияния формы осадков на уровень загрязнения атмосферного воздуха в Санкт-Петербурге по данным за 2017 год.

Всоответствии с данными доклада об экологической ситуации в Санкт-Петербурге в 2017 году[2], пиковые значения концентраций загрязняющих веществ (ЗВ) в атмосферном воздухе наблюдались в теплый период года с максимумом концентраций в июле 2017 года (несмотря на высокое количество выпавших за месяц жидких осадков – порядка 125 мм). Наименьшие концентрации ЗВ наблюдались в холодный период года, когда, в соответствии с данными табл.1, выпадали осадки преимущественно в твердой форме (49,4 %). На осадки в смешанной и жидкой формах приходилась одинаковая повторяемость – по25,3% случаев.

Таблица 1 – Число дней с твердыми, жидкими и смешанными осадками в Санкт-Петербурге за 2017 год

| вид осадков | январь | февраль | март | апрель | май | июнь | июль | август | сентябрь | октябрь | ноябрь | декабрь | год |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| твердые | 17 | 17 | 10 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 9 | 17 | 75 |
| смешанные | 8 | 5 | 7 | 5 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 7 | 7 | 43 |
| жидкие | 2 | 2 | 4 | 9 | 15 | 18 | 17 | 17 | 19 | 17 | 9 | 3 | 132 |

Таким образом, метеорологические условия, наряду со сложившейся градостроительной ситуацией, играют важнейшую роль в формировании качества воздушной среды Санкт-Петербурга [3]. Применение современных методов и средств модифицирования облаков различных форм может позволитьзначительноснизить уровень загрязнения атмосферного воздуха, эффективно бороться с парниковыми газами в воздушных бассейнах крупных мегаполисов, включая и Санкт-Петербург.В работах [4-6] для этих целей предлагается использовать методы очищения воздушных бассейнов крупных городов от загрязнения примесями путем рассеяния облаков, а также путем вызывания ис-

кусственных и интенсифицирования естественных осадков из переохлажденных внутримассовыхслоистых, слоисто-кучевых облаков. В этих работах приведены оценки повторяемости пригодных к модифицированию облаков различных форм над Санкт-Петербургом и Москвой по данным самолетного зондирования атмосферы ТАЭ-7,7м. Так, согласно [4], пригодными к рассеяниюв холодный период года являются 70,1% переохлажденных слоистых, слоисто-кучевых облаков. С учетом значительной повторяемости благоприятных для модифицирования метеорологических условий в Санкт-Петербурге, наличия в России самолетов, оборудованных специальными установками и генераторами для диспергирования химических реагентов с целью засева облаков, проведение работ по их модифицированию с целью борьбы с загрязнением атмосферного воздуха является актуальным.

Вывод: процесс выпадения осадков является важной стадией выведения загрязняющих веществ из атмосферы. Для снижения уровня загрязнения атмосферного воздуха представляется целесообразным использование методов и средств модифицирования облаков различных форм, особенно в холодный периоди переходныесезоны года.

**Литература**

1. ВОЗ публикует оценочные данные (с разбивкой по странам) по воздействию загрязнения воздуха на здоровье человека. – URL: http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2016/air-pollution-estimates/ru/ (дата обращения: 12.03.2018).
2. Доклад об экологической ситуации в Санкт-Петербурге в 2017 году/ Под редакцией И.А. Серебрицкого. – СПб.: ООО «Сезам-принт», 2018. – 158 с.
3. *Доронин А.П., Тимощук А.С., Шабалин П.В.*Результаты исследования метеорологических условий формирования высоких уровней загрязнения атмосферного воздуха в Санкт-Петербурге по данным за 2017 год // Труды ВКА имени А.Ф. Можайского. – СПб.: ВКА имени А.Ф. Можайского, 2018, № 662. – С. 129–134.
4. Метод очищения воздушных бассейнов крупных городов от загрязняющих примесей путем рассеяния облаков /Доронин А.П., Дидык О.И., Фролов К.О., Шмалько С.А. // Сборник научных трудов «Современные направления развития технологии, организации и экономии строительства», 17 апреля 2014г., Санкт-Петербург. – СПб.: Военный институт ВА МТО имени генерала армии А.В. Хруничева, 2014. – С. 88–92.
5. Метод очищения воздушных бассейнов крупных городов от загрязняющих примесей путем вызывания искусственных осадков из переохлажденных внутримассовых слоистообразных облаков / Шмалько С.А., Доронин А.П., Козлова Н.А., Петроченко В.М. // Сборник научных трудов «Современные направления развития технологии, организации и экономии строительства», 16 апреля 2015г., Санкт-Петербург. – СПб.: Военный институт ВА МТО имени генерала армии А.В.Хруничева, 2015. –С. 69–74.
6. Метод очищения воздушных бассейнов крупных городов от загрязняющих примесей путем интенсифицирования естественных осадков из переохлажденных внутримассовых слоистообразных облаков / Шмалько С.А., Доронин А.П., Дидык О.И., Козлова Н.А., Петроченко В.М. / Сборник научных трудов «Современные направления развития технологии, организации и экономии строительства», 28 апреля 2016г., Санкт-Петербург. – СПб.: Военный институт ВА МТО имени генерала армии А.В. Хруничева, 2016. – С. 63–65.

# TO THE QUESTION OF THE RESEARCH OF INFLUENCE OF THE FORM OF RAINFALL ON INTENSITY OF WASHING AWAY OF POLLUTANTS FROM THE AIR BASIN OF ST. PETERSBURG

**Doronin A.P.[1], Timoshchuk A.S.[1], Petrochenko V.M. [1], Kozlova N.A. [1]**

*[1] – Military and space academy named after A.F. Mojaiskiy, Russia, St. Petersburg, astim2@yandex.ru*

**Abstract**. The results of the study of the influence of the form of precipitations on the intensity of washing of pollutants from the air basin of St. Petersburg in 2017 are presented. The main methods and means of modification of clouds of different forms in order to reducethe atmospheric air pollution are considered.

Keywords: air pollution, meteorological conditions, modification, washing of pollutants, form of precipitations.

# ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ЭКОСИСТЕМ ВНУТРЕННИХ МОРЕЙ ЕВРОПЫ НА ОСНОВЕ МЕТОДОВ ИНТЕГРАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКИ ИХ СОСТОЯНИЯ И ОЦЕНКИ УСТОЙЧИВОСТИ

**Дроздов В.В.**[1]

[1] – *ФГОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет», г. Санкт-Петербург, Россия, vladidrozdov@yandex.ru*

**Аннотация.** Разработаны методы интегральной диагностической оценки текущего состояния экосистем внутренних морей Европы и оценки их устойчивости на основе индикаторного подхода. Обоснованы направления применения разработанных методов для обеспечения экологической безопасности морских экосистем.

Ключевые слова: Балтийское, Белое, Черное и Азовское моря, морские экосистемы, диагностика состояния и устойчивость, экологическая безопасность.

Повышение эффективности мероприятий по обеспечению экологической безопасности и управлению природопользованием на акваториях и в прибрежной зоне внутренних морей Европы – Балтийского, Белого, Черного, Азовского и Каспийского, возможно при внедрении экосистемного подхода, предполагающего учет индикационных показателей функционирования биотической и абиотической среды [1–4].

Разработаны методы интегральной диагностической оценки текущего состояния экосистем внутренних морей Европы и оценки их устойчивости на основе индикаторного подхода, на основе обоснованных динамических климатических, океанологических, гидрологических и структурных биоценотических индикационных показателей [5]. Установление количественных значений индикационных показателей возможно с использованием имеющихся систем гидрометеорологических наблюдений и экологического мониторинга.

Показано, что получаемые результаты в процессе реализации метода интегральной диагностической оценки могут свидетельствовать о текущем состоянии экосистем, что важно для оперативного управления, в том время как получаемые результаты при оценке интегральной устойчивости экосистем, основанные на более консервативных индикационных показателях, могут быть востребованы при долгосрочном планировании морской хозяйственной деятельности.

Выполнено зонирование акваторий внутренних морей Европы применительно к степени устойчивости их экосистем [5,6].

Разработаны матрицы совместимости техногенной деятельности на шельфе и побережье внутренних морей Европы с функционированием аквакультуры и обеспечением воспроизводства природных популяций промысловых рыб применительно к районам с интегральной оценкой устойчивости соответствующей различным классам.

Разработана методология комплексного управления природопользованием на акваториях Балтийского, Белого, Черного и Азовского морей на основе разработанных методов интегральной диагностики текущего состояния и интегральной оценки устойчивости их экосистем на основе индикаторного подхода, позволяющая повысить эффективность мероприятий по обеспечению экологической безопасности и рациональному природопользованию.

На рисунке представлена структурная методологическая схема осуществления управления морским природопользованием на основе применения разработанных

интегральных методов диагностической оценки и устойчивости состояния экосистем внутренних морей.

Основными направлениями практического применения разработанных методов в интересах обеспечения экологической безопасности могут являться следующие:

– оптимизация выбора районов промышленного рыболовства и интенсивности добычи гидробионтов на основе комплексного учета устойчивости конкретных экосистем различного пространственного масштаба;

– обоснование границ создаваемых особо-охраняемых природных объектов – заповедников и национальных парков, имеющих в своём составе морские акватории применительно к выделению районов с устойчивостью выше средней;

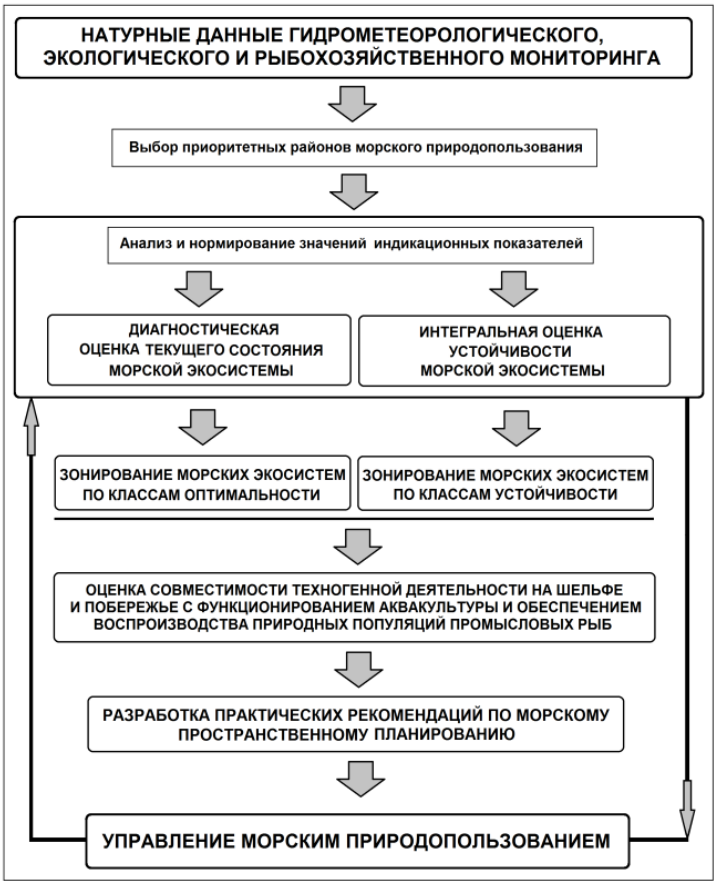



Рисунок – Структурная методологическая схема осуществления управления морским природопользованием на основе применения разработанных интегральных методов диагностической оценки и устойчивости состояния экосистем внутренних морей [6].

– обоснование границ создаваемых особо-охраняемых природных объектов – национальных парков имеющих в своём составе морские акватории применительно к выделению заповедного ядра с наиболее жестким режимом охраны;

– оптимизация выбора районов размещения портов, рейдовых баз и причалов, направлений создания новых фарватеров и районов складирования грунта при дноуглубительных работах;

– обоснование выбора районов размещения потенциально особо опасных для окружающей морской среды объектов морской техники и производств и др.

**Литература**

1. Денисов В. В. Эколого-географические основы устойчивого природопользования в шельфовых морях (экологическая география моря). – Апатиты: Изд. КНЦ РАН, 2002. – 502 с.

2. Дженюк С. Л. К обоснованию комплексной системы мониторинга морей западной Арктики // Вестн. Кольского науч. центра РАН. – 2015. – № 2 (21). – С. 94 – 102.
3. Дмитриев В..В. Методика диагностики состояния и устойчивости водных экосистем // Экологогеографический анализ состояния природной среды: проблема устойчивости геоэкосистем. – СПб., 1995. – С. 41 – 67.
4. Дмитриев В.В. Каледин Н.В. Интегральная оценка состояния региональных социо-эколого-экономических систем и качества жизни населения (на примере объектов Северо-западного Федерального округа). Балтийский регион. 2016. – Т.8. – №2. – С. 125 – 140.
5. Дроздов В. В. Влияние колебаний климата на динамику экосистем Балтийского и Белого морей: Монография / РГГМУ. – СПб., 2015. – 230 с
6. Дроздов В.В. Обеспечение экологической безопасности при освоении ресурсов шельфовых морей и управление природопользованием на основе оценки устойчивости морских экосистем к техногенному воздействию. Арктика: экология и экономика № 4(32). 2018. – С. 55 – 69.

# ENSURING ENVIRONMENTAL SAFETY ECOSISTMS OF EUROPE'S INLAND SEAS ON THE BASIS OF THE METHODS OF INTEGRAL DIAGNOSTICS OF THEIR CONDITION AND ESTIMATION OF SUSTAINABILITY

**Drozdov V.V.**[1]

[1] – *Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia, vladidrozdov@yandex.ru*

**Abstract**. Methods of integrated diagnostic assessment of current state of ecosystems of the closed seas of Europe and assessment of their stability on the basis of indicator approach are developed. The directions of practical application of the developed methods for ensuring environmental safety of marine ecosystems are proved.

Keywords: Baltic, White, Black and Azov seas, marine ecosystems, diagnostics of a state and stability, ecological safety.

# ВОЗДЕЙСТВИЕ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ РАБОТ НА МАКРОЗООБЕНТОС ЗАРОСЛЕВЫХ ПРИБРЕЖНЫХ УЧАСТКОВ ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ФИНСКОГО ЗАЛИВА

**Жигульский В.А.[1], Шуйский В.Ф.[1], Максимова Е.Ю.[1], Паничев В.В.[1]**

*[1] – ООО "Эко-Экспресс-Сервис", Санкт-Петербург, Россия, ecoplus@ecoexp.ru*

**Аннотация.** Представляются некоторые результаты двухлетних наблюдений за сообществами макрозообентоса восточной части Финского залива в зарослях макрофитов разного возраста при различном уровне воздействия гидротехнических работ.

Ключевые слова: макрозообентос, заросли макрофитов, воздействие гидротехнических работ, восточная часть Финского залива.

Изучение влияния гидротехнических работ и их последействия на макрозообентос зарослей макрофитов различного возраста входит в научно-исследовательскую программу "Плавни восточной части Финского залива", разработанную и выполняемую санкт-петербургской эколого-проектной компанией "Эко-Экспресс-Сервис". Пространственно-временная динамика экосистем зарослей макрофитов Невской губы и прилегающей акватории восточной части Финского залива в условиях ведения гидротехнических работ (ГТР) и их последствий изучается в рамках программы, начиная 2016г. Комплексные гидроэкологические наблюдения регулярно ведутся на 16 эталонных участках, характеризующих все имеющиеся сочетания основных градаций возраста зарослей и уровня воздействия ГТР вблизи Комплекса защитных сооружений Санкт-Петербурга от наводнений (КЗС) (10 участков) и вне зоны влияния КЗС (6 участков). Изучение состояния сообществ макрозообентоса эталонных участков проводилось при этом пятикратно: в августе и октябре 2017 г. и в июне, августе и октябре 2018 г. Количество станций пробоотбора на участках зависит от степени неоднородности биотопа и варьирует от 1 до 3 (всего 29 станций). На каждой станции при каждой съёмке отбирается по 3 пробы макрозообентоса с использованием дночерпателей Петерсена (усовершенствованная модель) или, на плотных грунтах, Ван-Вина (площадь захвата дна – 0,025 и 0,10 м$^2$, соответственно). Отбор и обработка проб ведутся по общепринятым методикам.

Всего на эталонных участках к настоящему времени обнаружено 149 низших идентифицируемых таксонов макрозообентоса. Значительную роль в формировании макрозообентоценозов играют состав и структура сообществ макрофитов, которые, в свою очередь, зависят от возраста зарослей и от их местоположения относительно КЗС. Заросли макрофитов, возникшие ещё до начала сооружения КЗС ("старые"), отличаются наиболее сложной структурой, наибольшей плотностью и пространственной стабильностью, поскольку доступные местные биотопы ими уже охвачены. Проективное покрытие поверхности воды растительностью в "старых" зарослях вдали от КЗС – 39-41%, у КЗС – до 66%. Кроме того, значительную дополнительную часть дна покрывает погруженная растительность покрывает (вдали от КЗС – 3-11%, у КЗС – до 23%). Структура зарослей, возникших в период строительства КЗС ("средневозрастные"), более проста, они менее плотны, имеют множественные прогалы, продолжают расширяться и уплотняться. Их проективное покрытие поверхности воды меньше: вдали от КЗС – 14-35%, у КЗС – до 40%. Погруженная растительность здесь также покрывает несколько меньшую дополнительную часть дна: вдали от КЗС – 2-7%, у КЗС – локально до 43%. Заросли, образовавшиеся уже после завершения строительства КЗС ("новые"), наиболее просты, мозаичны, заняли ещё лишь малую

часть подходящих им биотопов, активно разрастаются. Соответственно, проективное покрытие поверхности воды у них минимально: вдали от КЗС – от 2 до 12%, у КЗС – до 20%. Дополнительное покрытие дна погруженной растительностью также невелико: вдали от КЗС– 0-10%, у КЗС – локально до 23%. Таким образом, проективное покрытие воды макрофитами находится в достаточно чёткой прямой зависимости от возраста зарослей и от близости к КЗС.

При отсутствии значимого воздействия гидротехнических работ наибольшее видовое богатство макрозообентоса и его разнообразие (оцениваемое индексом Шеннона-Уивера применительно к соотношениям плотности и биомассы видов сообщества) наблюдалось в "старых" и "средневозрастных" зарослях макрофитов. При этом в большинстве случаев эти характеристики в "средневозрастных" зарослях оказывались несколько большими, чем в "старых". Видовое сходство (оцениваемое коэффициентом Сёренсена, Ks) сообществ макрозообентоса в "старых" и "средневозрастных" зарослях макрофитов было умеренным (Ks = 60-50%). Видовое богатство и разнообразие бентоса в "молодых" зарослях было значимо более низким. При этом видовой состав зообентоса в "молодых" зарослях существенно варьировал и притом в целом демонстрировал низкое сходство с таковым в зарослевых "средневозрастных" и "старых" зарослях (Ks = 30-40%).

При "умеренном" (непрямом) воздействии ГТР в "средневозрастных" и "старых" зарослях обычно наблюдалось уменьшение видового богатства и видового разнообразия макрозообентоса за счёт исчезновения и уменьшения показателей обилия наиболее стенобионтных видов. Однако при этом как в "средневозрастных", так и в "старых" зарослях видовое сходство бентоса при умеренном воздействии и вне его оставалось достаточно высоким (обычно Ks >50%). На фоне явного ингибирования видов-стенобионтов нередко возрастали показатели обилия видов сравнительно эврибионтных (в основном – индикаторов олиго-β-мезосапробности), в частности: двустворчатых моллюсков семейства *Euglesidae* (*Pisidium amnicum* Műll., виды из родов *Euglesa* и *Henslowiana*), малощетинковых червей семейства *Tubificidae* (*Spirosperma velutinus* Eisen, виды из родов *Limnodrilus*, *Tubifex*), личинок комаров-звонцов (*Endochironomus dispar* Meigen, *E. stackelbergi* Goetghebuer, *Lipiniella arenicola* Shilova, *Sergentia coracina* Zetterstedt и др.). В итоге биомасса макрозообентоса (как "тотального", так и "кормового") при "умеренном" воздействии ГТР нередко оказывалась даже большей, чем в отсутствии воздействия. В итоге угнетение представителей стенобионтных видов, местно-специфичных для различных "старых" и "старовозрастных" зарослей макрофитов, в сочетании с распространением более эврибионтных видов приводили в условиях "умеренного" воздействия к возрастанию видового сходства макрозообентоса зарослей разного возраста и местоположения. В целом, воздействие существенно увеличивает сходство макрозообентоса пространственно удалённых друг от друга "старо-" и "средневозрастных" сообществ макрофитов.

Макрозообентос в "молодых" сообществах макрофитов реагировал на воздействие ГТР менее выражено, поскольку он и в фоновых условиях небогат стенобионтными видами и наименее разнообразен.

Прямое ("сильное") воздействие ГТР, текущее или недавнее, приводило к заметному снижению видового многообразия макрозообентоса, его разнообразия и показателей обилия – как плотности, так и биомассы. Видовое сходство обеднённого бентоса, уцелевшего при воздействии, с бентосом в условиях "умеренного" воздействия и "фоновых" не превышало 30%.

Таким образом:

– Показатели видового богатства, разнообразия, обилия макрозообентоса в макрофитных зарослях, возникших в период строительства КЗС, оказываются не меньшими, а часто и более высокими, чем в зарослях более старых, существовавших и до этого строительства. У макрозообентоса более молодых зарослей, возникших в последнее десятилетие, все указанные показатели обычно ещё невелики.

– "Умеренное" воздействие ГТР заметно "стирает" пространственные границы и естественные различия макрозообентоса различных зарослей макрофитов, возникших до начала строительства КЗС или в его процессе, и формирует более однородные сообщества макрозообентоса с обедненным видовым составом, сравнительно низким разнообразием и, иногда, с более высокими показателями обилия. Это обусловлено как лимитированием стенобионтных видов, специфичных для конкретных биотопов, так и более широким распространением эврибионтных видов. "Сильное" прямое воздействие ГТР существенно угнетает макрозообентос по всем этим показателям.

## HYDRAULIC WORKS IMPACT ON MACROZOOBENTHOS OF MACROPHYTE THICKET COASTAL ECOSYSTEMS IN THE EASTERN GULF OF FINLAND

**Zhigulsky V.[1], Shuisky V.[1], Maksimova E.[1], Panichev V.[1]**

[1] – *«Eco-Express-Service» LLC, St. Petersburg, Russia, ecoplus@ecoexp.ru*

**Abstract.** Two-year surveys' results of macrozoobenthos communities in macrophyte thicket ecosystems of different ages with different levels of hydraulic works impact in the Eastern Gulf of Finland are presented.

Keywords: macrozoobenthos, macrophyte thicket ecosystems, hydraulic works impact, Eastern Gulf of Finland

# ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО БЛАГОПОЛУЧИЯ МАЛЫХ РЕК ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

**Зуева Н.В.[1], Примак Е.А.[1], Урусова Е.С.[1], Зуев Ю.А. [2], Бабин А.В. [1]**

*[1] – Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия, nady.zuyeva@ya.ru*
*[2] – Санкт-Петербургский филиал ФГБНУ «ВНИРО» ("ГосНИОРХ" им. Л.С. Берга), Санкт-Петербург, Россия*

**Аннотация.** Предложен подход к оценкам экологического благополучия и устойчивости водных объектов к воздействию (изменению параметров естественного и антропогенного режимов).

Ключевые слова: интегральная оценка, экологическое благополучие, устойчивость, водная экосистема, малые реки, биоиндикация, качество вод

В настоящее время не существует общепринятого метода оценки неаддитивных свойств экологических систем: устойчивости, экологического благополучия и др. Поэтому актуален поиск методов интегральной оценки неаддитивных свойств сложных систем в природе и обществе [1–8]. В работе предложен подход к оценкам экологического благополучия и устойчивости водных объектов к воздействию (изменению параметров естественного и антропогенного режимов). Критериями оценки экологического благополучия выступили: устойчивость водного объекта к внешним воздействиям; качество воды, оцениваемое многокритериально; продукция ресурсного звена; разнообразие биоты; скорость самоочищения водной экосистемы; трофический или продукционный потенциал водотока. По натурным данным проведена апробация моделей-классификаций оценки экологического благополучия и устойчивости для 6 водотоков, протекающих по территории г. Санкт-Петербурга и Ленинградской области. Результаты проведённой работы показали, что малые реки имеют «среднюю» устойчивость к изменению параметров. Большую роль в устойчивости водотока играют площадь водосбора и степень устойчивости русла. Расчет интегрального индекса экологического благополучия показал, что большинство исследованных станций водотоков принадлежат к категории с благополучием «ниже среднего». Лишь несколько станций, расположенных на участках водотоках, которые удалены от крупных населенных пунктов, отнесены к категориям «среднее» и «выше среднего».

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ (16-35-00382 мол_а; 19-05-00683 а).

**Литература**

1. Дмитриев В.В., Мякишева Н.В., Третьяков В.Ю., Хованов Н.В. Многокритериальная оценка экологического состояния и устойчивости геосистем на основе метода сводных показателей. II. Трофический статус водных экосистем // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 7. Геология. География. 1997. № 1. С. 51–67.

2. Дмитриев В.В., Огурцов А.Н. Подходы к интегральной оценке и ГИС-картографированию устойчивости и экологического благополучия геосистем. I. Интегральная оценка устойчивости наземных и водных геосистем // Вестник С.-Петерб. ун-та. Сер. 7. Геология. География. 2012, № 3. С. 65–78.

3. Дмитриев В.В., Огурцов А.Н. Подходы к интегральной оценке и ГИС-картографированию устойчивости и экологического благополучия геосистем. II. Методы интегральной оценки устойчивости наземных и водных геосистем // Вестник С.-Петерб. ун-та. Сер. 7. Геология. География. 2013, № 3. С. 88–103.

4. Дмитриев В.В., Третьяков В.Ю., Кулеш В.П. и др. Оценка устойчивости и чувствительности природных экосистем к антропогенному воздействию // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 7. Геология. География. 1995. № 2. С. 49–7.

5. Дмитриев В.В., Федорова И.В., Бирюкова А.С. Подходы к интегральной оценке и ГИС-картографированию устойчивости и экологического благополучия геосистем. Часть IV: Интегральная оценка экологического благополучия наземных и водных геосистем // Вестник СПбГУ. Сер. 7. 2016. Вып. 2. С. 37–53.
6. Розенберг гс. зинченко Тд. Устойчивость гидрозкосистем: обзорпроблемы Аридные экосистемы. 2014. Т.20, № 4 (61). С. 11–23.
7. Примак Е.А. Интегральная оценка устойчивости и экологического благополучия водных объектов / автореф. дисс. канд. геогр. наук / Санкт-Петербург, 2009. 24 с.
8. Примак Е.А., Зуева Н.В. Интегральная оценка экологического благополучия водных экосистем // Водные ресурсы: изучение и управление. Материалы V международной конференции молодых ученых. Т.2. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2016. С. 338–343.

# ASSESSMENT OF SMALL RIVERS ECOLOGICAL WELL-BEING OF LENINGRAD REGION

**Zueva N.[1], Primak E.[1], Urusova E.[1], Zuev Yu.[2], Babin A.[1]**

[1] – *Russian State Hydrometeorological University, St.Petersburg, Russia, nady.zuyeva@ya.ru*
[2] – *State Research Institute of Lake and River Fisheries, St. Petersburg, Russia*

**Abstract.** The approach to estimation of ecological well-being and sustainability of water bodies to influence is offered.

Keywords: integrated assessment, ecological well-being, sustainability, water ecosystem, small rivers, bioindication, water quality

# К СТРАТЕГИИ АДАПТАЦИИ К ИЗМЕНЕНИЯМ КЛИМАТА В СЕКТОРЕ «ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ» В РОССИИ

**Иголкина Е.Д.[1], Попов И.О.[1], Ясюкевич В.В.[1, 2], Семёнов С.М[1, 2]**

[1] – *Институт глобального климата и экологии имени академика Ю.А. Израэля, г. Москва*
[2] – *Институт географии РАН, 109017, г. Москва, eigolkina@yandex.ru*

**Аннотация.** Изложены принципы климатического обслуживания, выработанные Всемирной метеорологической организацией (ВМО), в контексте задач адаптации. Предложены возможные подходы к стратегии адаптации в Российской Федерации к изменениям климата в секторе «здоровье населения».

Ключевые слова: изменения климата, климатическое обслуживание, климатозависимые заболевания, адаптация, здоровье населения

Изменения климата является серьёзной угрозой для здоровья населения в XXI веке, особенно в некоторых регионах мира. Влияние изменений климата стало рассматриваться в качестве такой угрозы наравне с другими известными факторами риска здоровью, такими как курение, неумеренное потребление алкоголя, неправильное и/или избыточное питание.

Решением Третьей Всемирной Климатической Конференции, организованной ВМО в 2009 году, была учреждена - Глобальная рамочная основа климатического обслуживания – ГРОКО (GFCS – Global Framework for Climate Services) [7]. Это стало важным шагом в объединении и координации усилий мирового сообщества в области адаптации населения к изменениям климата. Приоритетными отраслями для климатического обслуживания ВМО определены сельское хозяйство и продовольственная безопасность, уменьшение рисков стихийных бедствий, энергия, здоровье населения и водные ресурсы. Федеральной службой по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет) ведется работа по обоснованию национального, российского сегмента Глобальной рамочной основы климатического обслуживания [1 4, 5].

Общая заболеваемость населения России, начиная с 1990 года - периода, в течение которого Росстат публикует данные о заболеваемости, растёт (по данным Роспотребнадзора). Наиболее зависимыми от климата заболеваниями на территории Российской Федерации являются *сердечно-сосудистые, бронхо-лёгочные и трансмиссивные инфекционные заболевания* [2, 6]. Важнейшую роль в обострении сердечно-сосудистых заболеваний, а также в увеличении смертей среди пациентов различных возрастов, играют температурный и сезонный факторы. С потеплением климата рост заболеваемости населения России различными инфекциями и климатозависимыми трансмиссивными заболеваниями особенно ярко проявляется в годы с теплыми зимами [8].

Негативные последствия потепления климата для населения РФ требуют выработки мер по адаптации к изменениям климата на межгосударственном, государственном, региональном и местном уровнях. На межгосударственном уровне адаптационные меры вырабатываются Всемирной организацией здравоохранения, ВОЗ (World Health Organization, WHO). В настоящее время эти разработки находятся в значительной мере в пилотной стадии. Так, проект «Адаптация к изменению климата для защиты и здоровья населения» (The “Climate change adaptation to protect human health”) является глобальной инициативой. Он осуществляется совместно ВОЗ и

Программой ООН по развитию ПРООН (United Nations Development Programme, UNDP).

На государственном уровне важнейшей задачей является научное обоснование , разработка и внедрение в практику национального сегмента системы климатического обслуживания. В Российской Федерации эта работа должна осуществляться на межведомственном уровне.

Для успешной реализации целей и задач адаптации к изменениям климата в секторе «здоровье населения» целесообразно создание структуры, координирующей взаимодействие и сотрудничество между Росгидрометом, Минздравом России, Роспотребнадзором и РАН на всех уровнях: организаций, подведомственных служб, подведомственных научных учреждений, Это необходимо для эффективного использования погодной и климатической информации в практике здравоохранения, исследовательской деятельности в области защиты здоровья населения и выработки научно-обоснованных решений властных структур в этой области. Начальным шагом должна быть разработка национального плана действий по становлению и осуществлению погодно-климатического обслуживания системы здравоохранения Российской Федерации. Это необходимый элемент планирования и реализации мер по адаптации к изменениям климата в секторе «здоровье населения».

Должны быть расширены исследования в области климатологии по влиянию широкого спектра погодно-климатических факторов на здоровье населения с учетом региональных и местных особенностей в условиях изменения климата [3]. Необходимо развитие международного сотрудничества по линии ГРОКО по обмену климатическими данными, данными о заболеваемости населения в различных регионах мира, результатами научных исследований по прямому и косвенному влиянию климатических факторов нса здоровье населения (включая засухи, наводнения и другие явления).

Необходимо привлечь к сотрудничеству в сфере адаптации к изменениям климата здоровья населения России ряда ведомств, деятельность которых оказывает опосредованное влияние на здоровье населения. Такие ведомства отвечают, в том числе, за: водное, лесное и сельское хозяйства, охрану окружающей среды, пищевую промышленность, продовольственную безопасность.

Надо создать кадровый потенциал для подготовки и проведения адаптационных мероприятий по предупреждению неблагоприятных последствий изменения климата для здоровья населения, например, в случаях экстремальных погодно-климатических событий и других.

Назрела необходимость в разработке Национальной программы действий по снижению рисков, связанных с изменением погоды и климата, для здоровья населения России. Такой план целесообразно создать в рамках Национального плана адаптации к неблагоприятным изменениям климата, который сейчас разрабатывается в России и утверждение которого Правительством Российской Федерации ожидается в 2019 г.

## TO THE ADAPTATION STRATEGY TO CLIMATE CHANGES IN THE “HEALTH OF THE POPULATION” SECTOR IN RUSSIA

**Igolkina E.D.[1], Popov I.O.[1], Yasyukevich V.V.[1, 2], Semenov S.M.[1, 2]**

*[1] – Yu.A. Izrael Institute of Global Climate and Ecology, Moscow, Russia*
*[2] – Institute of Geography, Russian Academy of Science, Moscow, Russia eigolkina@yandex.ru*

**Abstract.** Current situation in Russia in regard to the climate dependent human diseases is briefly characterized. The principles of climate services elaborated dy the World Meteorological Organization (WMO) are presented in the context of adaptation issues. Potential approaches to the adaptation strategy to climate change in the human health sector in the Russian Federation are proposed.

Key words: climate changes, climatic service, climate dependent diseases, adaptation, human health.

# К ВОПРОСУ О МЕТОДАХ СНИЖЕНИЯ СМЕРТНОСТИ МЕЛКИХ КИТООБРАЗНЫХ ПРИ ОКЕАНИЧЕСКОМ ПРОМЫСЛЕ

**Краснобородько О.Ю.[1]**

*[1] – Атлантический филиал ФГБНУ «ВНИРО» («АтлантНИРО»), Калининград, Россия, sea@atlantniro.ru*

Факты побочной смертности мелких китообразных в результате промышленного рыболовства широко представлены в литературе. Наряду с их целевым промыслом в странах Карибского бассейна, Африки, Юго-Восточной Азии, высок уровень смертности в результате промышленного лова [Debrah et al., 2010; Reeves et al., 2013]. Несмотря на способности к эхолокации, она не всегда позволяет китообразным избегать попадания в орудия лова. Статистика прилова по большинству промысловых районов фрагментарна, численности видов точно не известны [IUCN News Release, 2003]. Современный уровень прилова колеблется от 1 до 2 тыс. шт. в год [Центрально-Восточная часть Тихого океана, SWFSC NOAA, 2017]. Для отечественного промыслового флота важно недопущение прилова в традиционный районах его работы – Северо-Восточной, Центрально-Восточной Атлантике (ЦВА), Северо-Западной части Тихого океана. В 2001-2005 гг. в ЦВА на судах Евросоюза проводились наблюдения за уровнем прилова китообразных, который варьировал от 70 до 720 шт. в год [Baker et al., 2014]. Наблюдения 2011-2013 гг. под эгидой ФАО и ЮНЕСКО выявили возможное снижение видового разнообразия китообразных в ЦВА [Oceanographic and biological features…, 2015]. Информация о прилове в ЦВА аккумулируется в рамках CITES, IUCN, CMS, ASCOIBANS, ACCOBAMS, COREWAN, WAFCET. Россия принимает участие в их работе. Сегодня районы возможного прилова китообразных в ЦВА находятся севернее разрешенной для промысла российским флотом акватории (21-26° с.ш.). Это районы промысла сардины марокканским национальным флотом. Колебания численности сардины вследствие естественных или антропогенных причин могут вызывать активные миграции китообразных. На фоне современного снижения численности пополнения сардины в ЦВА, показатели прилова дельфиновых здесь также снижаются. Полное недопущение прилова возможно путем установки на орудия лова клапанных и селективных устройств, а также применения акустических пингеров. Опыт показывает высокую эффективность последних [Baker et al., 2014]. Существующие модификации насчитывают десяток вариантов, работающих на частотах от 0.1 до 200 кГц. Установка пингеров на сети и невода практикуется давно, установка на пелагические тралы – нет. Основное препятствие - мнимый эффект отпугивания рыбы. Нами показано, что возможность ухода рыб из зоны облова трала минимальна и обусловлена несовпадением их акустической чувствительности (0.09-1 кГц) и рабочей частоты пингеров [Effects of Noise on Fish…, 2012]. А учитывая скорости траления современных судов (3.0-5.5 узла) и размеры устья тралов (от 50-100 х 30-50 м), уход рыб из зоны облова практически невозможен.

Для дальнейшего исследования проблемы необходима практика применения пингеров на отечественных промысловых судах.

**Литература**

1. Baker, B., Hamilton, S., McIntosh, R. and Finley, L. Technical Review: Development and Application of Bycatch Mitigation Devices for Marine Mammals in Mid-Water Trawl Gear. // Report prepared for the Department of the Environment, Australia (2014). 90 pp.

2. Effects of Noise on Fish, Fisheries, and Invertebrates in the U.S. Atlantic and Arctic from Energy Industry Sound-Generating Activities. // A Workshop Report for the U.S. Dept. of the Interior, Bureau of Ocean Energy Management. Contract # M11PC00031. Normandeau Associates, Inc. 2012. 72 pp.
3. Debrah Joseph S., Ofori-Danson Patrick K. and Waerebeek Koen Van // An update on the catch composition and other aspects of cetacean exploitation in Ghana. Scientific Committee Meeting, Agadir, Morocco, June 2010 (SC/62/SM10). 8 p.
4. Reeves Randall R., McClellan Kate, Werner Timothy B. Marine mammal bycatch in gillnet and other entangling net fisheries, 1990 to 2011 // Endangered Species Research, Vol. 20 (2013): pp. 71–97.
5. Oceanographic and biological features in the Canary Current Large Marine Ecosystem // Valdés, L. and Déniz-González, I. (eds.). IOC-UNESCO, Paris. IOC Technical Series, No. 115 (2015): 383 pp.
6. Mass deaths of dolphins and turtles on Mauritanian beaches highlight escalating bycatch problem - IUCN News Release 20.06.2003 // URL: http://www.eurocbc.org/prdolphins.pdf (дата обращения: 13.06.2017)
7. NOAA Fisheries Service's Southwest Fisheries Science Center (NOAA SWFSC) // URL: https://swfsc.noaa.gov/submenu.aspx?ParentMenuId=6 (дата обращения: 05.06.2017)

# ON METHODS TO REDUCE SMALL CETACEANS MORTALITY IN OCEANIC FISHERIES

**Krasnoborodko O.[1]**

[1] – *«VNIRO» («AtlantNIRO»), Kaliningrad, Russia, sea@atlantniro.ru*

**Abstract.** The paper traces the information on change in the abundance of small cetaceans in the waters of the Eastern-Central Atlantic and the other regions of the World Ocean. Modern commercial oceanic fisheries has direct and indirect effect on cetaceans. The level of by-catch of small cetaceans in different regions of the World Ocean also remains high. The methods for reducing cetaceans' mortality in the trawl oceanic fisheries, exclusion devices effectiveness, regulatory and legal framework, scientific support of the mentioned problem are described. The ways to solve small cetaceans' by-catch problem are implementation of modernized fishing technologies with exclusion devices and acoustic pingers.

# ВЛИЯНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА НА СООБЩЕСТВА МОРСКИХ РЫБ В СЕВЕРОАТЛАНТИЧЕСКОМ РЕГИОНЕ

**Кровнин А.С.[1], Мельников С.П.[1], Артеменков Д.В.[1], Мурый Г.П.[1]**

*[1] – Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»), г. Москва, Россия, akrovnin@vniro.ru*

**Аннотация.** Потепление вод в североатлантическом регионе с 1996 г. обусловило существенные сдвиги границ ареалов основных промысловых рыб. Рассмотрены вероятные сценарии климатических изменений и связанных с ними изменений в распределении запасов промысловых рыб.

Ключевые слова: североатлантический регион, изменения климата, распределение промысловых рыб.

Североатлантический регион является одним из наиболее рыбопродуктивных районов Мирового океана с ежегодным выловом водных биологических ресурсов в объеме около 8 млн т. Увеличение интереса к этому региону в последние два десятилетия связано с наблюдаемыми и ожидаемыми климатическими изменениями. Их важнейшими показателями являются термический режим вод и связанное с ним сокращение ледового покрова в Арктике. Установление положительной фазы атлантической многодекадной осцилляции (АМО) с 1996 г. сопровождалось потеплением поверхностных вод в регионе.

Анализ межгодовой изменчивости пространственного распределения рыб по данным 1982-2017 гг. показал, что после 1995 г. в Баренцевом море произошло смещение границ ареалов донных рыб (треска, пикша) в северо-восточной направлении на 4-5° широты вследствие усилением адвекции теплых и более соленых атлантических вод в море. Анализ межгодовой динамики положения центров скоплений указанных видов рыб показал, что с потеплением и осолонением вод северо-западная граница района нагула сдвинулась далеко на север от архипелага Шпицберген, а северо-восточная граница - ближе к Земле Франца-Иосифа. При этом от 1995-1998 гг. к 2017 г. аномалии солености изменились от -0,03 ‰ до 0,05-0,08 ‰.

Ареалы пелагических видов (норвежская весенне-нерестующая сельдь, путассу) в Норвежском море расширялись во всех направлениях. В холодные и умеренные годы российский промысел путассу концентрировался в центре и юге Норвежского моря, где аномалии солености составляли около -0,03 ‰. В последние годы граница области нагула достигла моря Ирмингера на юго-западе и Гренландского моря на северо-западе.

Для пелагического окуня-клювача моря Ирмингера изменения в границах ареала носили иной характер. В холодный период первой половины 1980-х гг. окунь распределялся в верхнем 400-м слое северной и центральной частей моря Ирмингера при слабых отрицательных аномалиях температуры. Во время максимального потепления в 1999-2006 гг. основной район промысла в верхней пелагиали находился в море Лабрадор, где аномалии температуры воды не превышали 0,4°С. В северо-восточной части моря Ирмингера окунь ловился в основном глубже 600 м при температуре воды, близкой к норме. Таким образом, с середины 1990-х гг. были сформированы два различных промысловых района, которые были связаны с существованием «линзы» аномально теплых вод (более 1,0 °С) на глубинах до 400 м в центральной части моря Ирмингера. В 2014-2015 гг. тепловые условия в этом море

были близки к норме, что привело к обратному перераспределению рыб в традиционный район нагула.

Текущие климатические изменения, с одной стороны, открывают новые возможности для рыболовства в североатлантическом регионе, но, с другой – порождают новые вызовы. Перераспределение запасов могут повлечь существенные изменения в их юрисдикции и стратегиях управления. Рассмотрены наиболее вероятные сценарии ожидаемых климатических изменений и связанных с ними изменений в распределении запасов промысловых рыб.

Сценарий 1. Результаты моделирования показывают, что при сохранении современных темпов выбросов $CO_2$ максимальные темпы потепления в XXI веке будут наблюдаться в Баренцевом море (Gattuso et al., 2015). В этом случае расширение ареалов тепловодных видов рыб на север и восток продолжится. Поскольку треска и пикша обитают в сравнительно мелководных шельфовых районах, то вероятность их продвижения дальше на север очень мала. Только пелагические виды, к примеру, мойва, сельдь, сайка, будут способны мигрировать далее в северном направлении. Миграция видов на восток перспективна с точки зрения промысла в Карском море черного палтуса, трески, пикши, мойвы, полярной трески и краба опилио.

Сценарий 2. Скорость фактического роста глобальной ТПО в 1982-2015 гг. была более чем в 1,5 раза ниже, чем по моделям МГЭИК (Tisdale, electronic resource). Поэтому современный тренд потепления может быть связан с природными процессами. Потепление происходит неравномерно вследствие наличия 60-летнего климатического цикла с чередованием периодов потепления и похолодания. В Северной Атлантике такие колебания известны как АМО. Ожидается, что переход к его очередной отрицательной фазе и начало периода похолодания произойдет около 2030 г. Новый вековой минимум солнечной активности, который начнется в середине 2020-х гг., рассматривается как еще один фактор, способствующий похолоданию климата в предстоящие десятилетия. В этом случае ситуация в регионе изменится на противоположную, с возвратом пелагических и донных рыб в традиционные районы промысла, типичные для нормальных и холодных лет.

**Литература**

1. Gattuso, J.-P., Magnan, A., Billé, R., Cheung, W.W.L., Howes, E.L., Joos, F., Allemand, D. et al. 2015. Contrasting futures for ocean and society from different anthropogenic CO2 emissions scenarios. Science, 349(6243): aac4722. (also available at https://doi. org/10.1126/science.aac4722).

2. Tisdale B. Dad, why are you a global warming denier? : a short story that's right for the times [Electronic resource]. – URL:https://bobtisdale.wordpress.com/2018/01/10/illustrations- from-my- short-story-dad-why-are-you-a-global-warming-denier

# CLIMATE CHANGE IMPACT ON FISH COMMUNITIES IN THE NORTH ATLANTIC REGION

**Krovnin A.S.[1], Melnikov S.P.[1], Artemenkov D.V.[1], Moury G.P. [1]**

*[1] – Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (VNIRO), Moscow, Russia, akrovnin@vniro.ru*

**Abstract.** Warming in the North Atlantic region since 1996 has resulted in substantial shifts of area boundaries of the main commercial fishes. The possible scenarios of future climate change and associated changes in distribution of these fishes were considered.

Keywords: North Atlantic region, climate change, distribution of commercial fishes

# ВЛИЯНИЕ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ И КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ НА ДИНАМИКУ ДОЛИННЫХ ЭКОСИСТЕМ В ЗОНЕ ЮЖНОЙ ТАЙГИ ЕВРОПЕЙСКОЙ РОССИИ

**Кузьмина Ж.В.[1], Черноруцкий С.В.[2]**

*[1] – Институт водных проблем РАН, Москва, Россия, jannakv@yandex.ru,*

*[2] – Институт водных проблем РАН, Москва, Россия*

**Аннотация.** Работа посвящена исследованиям динамики экосистем в долинах малых рек бассейна Верхней Волги вследствие совокупного влияния климатических изменений и антропогенного фактора (зарегулирования рек, мелиоративных мероприятий).

Ключевые слова: долинные экосистемы, динамика растительности, нарушения водного режима.

Климатические изменения последних десятилетий проявляют устойчивые тенденции, которые, имея свою специфику в различных регионах мира, по разному влияют на экосистемы. Изменение температур (средних, максимальных, минимальных) и количества выпадающих осадков, изменение внутригодового их распределения, а также вытекающие из них изменения многочисленных параметров, таких как количество и общая продолжительность оттепелей, меняют состояние экосистем, выводя их из состояния динамического равновесия. Для рассматриваемой территории характерно гумидное потепление, характеризующееся повышением среднегодовой температуры на фоне увеличения количества выпадающих атмосферных осадков и повышения расходов и уровней воды в реках, особенно в меженный период (Кузьмина и др., 2011; Кузьмина, Трешкин, 2017а).

Специфика долинных экосистем в свете данной проблемы состоит в наличии основного определяющего фактора – влияния водотока. Гидрологические изменения, определяемые динамикой климата, вместе с прямым влиянием климатических изменений, приводят в долинах рек к изменению режима колебаний уровня грунтовых вод, связанного с урезом воды в водоеме и определяют изменения в наземных долинных экосистемах. Эти изменения в пределах отдельных регионов (например, изменение: меженного положения УГВ, распределения оглеения в почвах или направления сукцессионных рядов растительности), также как и количественные климатические и гидрологические показатели, имеют устойчивые тенденции в течение последних десятилетий.

Однако в нарушенных человеком долинных экосистемах (главным образом, речь идёт о гидротехническим строительстве, факторе зарегулированности, искусственном обводнении и осушении земель), наблюдается совокупное влияние климатического и антропогенного фактора. Гидротехническое строительство существенно изменяет экологические естественные взаимосвязи в пойменных и долинных экосистемах (Кузьмина, Трёшкин, 2010). Исследования динамики и прогнозирование состояния долинных экосистем, её связей с изменением гидрологических, климатических и иных параметров являются чрезвычайно актуальными по многим причинам, в том числе из-за того, что выявленные изменения означают деградацию почв, гибель ценных и возникновение малопродуктивных сообществ.

Многолетние исследования этих процессов проводились сотрудниками лаборатории Динамики наземных экосистем под влиянием водного фактора ИВП РАН в разных зонах и подзонах: широколиственных лесов (бассейны рек Эльбы, Саале, Дуная), в лесостепной и степной (бассейн р. Сейм), полупустынной (бассейн Нижней

Волги), и пустынной (бассейн рр. Амударьи, Теджен, Мугараб, Сумбар; Кузьмина, Трёшкин, 2017б). Помимо этого исследования ведутся в бассейне верхней Волги, в Талдомском и Сергиево-Посадском районах Московской области, в том числе на землях заказника «Журавлиная родина». Исследуются долины малых рек этой территории – Дубна, Кильма, Павловка, Костинка, Сулать, Вьюлка и др. Водные объекты были выбраны с учётом специфики в разное время влияющих на них факторов (малонарушенные, зарегулированные, с наличием мелиоративно-ирригационных мероприятий в пределах их бассейнов, с наличием элементов спрямления русла). Малонарушенными водными объектами считаются реки, не испытавшие подобного влияния, а также наименее затронутые другими видами антропогенного воздействия.

Мониторинг динамики экосистем ведётся на поперечных (пересекающих долины) профилях, каждый из которых состоит из ряда мониторинговых площадок с геоботаническим описанием, и ежегодным мониторингом почв (методом исследования почвенных разрезов с отбором проб и последующим анализом образцов из различных почвенных горизонтов на влажность и химизм). Также на точках, выбранных в качестве модельных для различных типов экосистем, измеряется годовой ход температуры и влажности для воздуха (на высоте 2 м от поверхности земли) и почв (на глубине 20, 60 и 120 см). Измеряется меженный уровень воды в нескольких водных объектах и меженный УГВ в модельных почвенных разрезах.

По полученным результатам построены графики изменения различных экологических параметров в экосистемах. Исследование рядов данных позволило математически подтвердить существование устойчивых трендов с достоверными коэффициентами корреляции при допустимых показателях значимости для исследований такого типа (Крицкий, Менкель, 1981). Также исследованы связи этих изменений с совокупным влиянием антропогенного (гидротехническое строительство) и условно-естественного (климатического) факторов.

Основными выделенными тенденциями, доказанными и исследуемыми в рамках работы, являются: 1) подъём и стабилизация уровня грунтовых вод в пределах зоны влияния верхних бьефов плотин; 2) подъем УГВ в долинах малых рек и на водосборных территориях малонарушенных (эталонных) территорий; 3) связанные с подъемом УГВ и общей гумидизацией климата в регионе процессы заболачивания и оглеения в почвах, гибели многих лесных сообществ, смена доминантов растительного покрова; 4) изменение структуры и состава лугов верхней поймы, увеличение доли влаголюбивых и сорных видов; 5) распространение сходных процессов заболачивания и оглеения не только в поймах рек, но и на водораздельных территориях, где оно полностью обусловлено климатическими изменениями и, в зависимости от характера и интенсивности воздействия антропогенного фактора, усилено или ослаблено человеческой деятельностью; 6) обсыхание пойм в нижних бьефах плотин.

**Литература**

1 *Крицкий С.Н., Менкель М.Ф.* Гидрологические основы управления речным стоком. М.: Наука. 1981. 255 с.

2. *Кузьмина Ж. В. , Каримова Т. Ю., Трешкин С. Е. , Феодоритов В.М.* Влияние климатических изменений и зарегулирования речного стока на динамику растительности долин рек // Использование и охрана природных ресурсов в России. 2011. С. 34-40.

3. *Кузьмина Ж. В., Трешкин С. Е.* Антропогенное изменение пойменных экосистем и их *охрана //* Использование и охрана природных ресурсов в России. 2010. № 5 (113). С. 58-64.

4. *Кузьмина Ж.В., Трешкин С.Е.* Многолетние изменения основных метеорологических характеристик в зоне южной тайги Европейской части России (бассейн верхней Волги) // Использование и охрана природных ресурсов в России. 2017а. № 4 (152). С. 50-61.

5. *Кузьмина Ж.В., Трешкин С.Е.* Методика оценки нарушений в наземных экосистемах и ландшафтах в результате климатических и гидрологических изменений // Экосистемы: экология и динамика. 2017б. Т. 1. № 3. С. 146-188 (доступно по ссылке http://www.ecosystemsdynamic.ru

# THE IMPACT OF HYDROTECHNICAL STRUCTURES AND CLIMATE CHANGES ON THE LOWLAND ECOSYSTEMS DYNAMICS IN THE SOUTHERN TAIGA OF EUROPEAN RUSSIA

**Kuzmina Zh.V.[1], Chernorutsky S.V.[2]**

[1] – *Water Problems Institute of RAS, Moskow, Russia, jannakv@yandex.ru*

[2] – *Water Problems Institute of RAS, Moskow, Russia*

**Abstract.** The work is devoted to ecosystem dynamics research in the small rivers valleys within the Upper Volga basin due to the combined influence of climate changes and anthropogenic factors (river overregulation, reclamation activities).

Key words: valley ecosystems, vegetation dynamics, water regime disturbances.

# ОЦЕНКА ВЕЛИЧИНЫ ВЫПАДЕНИЙ БИОГЕННЫХ ВЕЩЕСТВ ИЗ АТМОСФЕРЫ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН

**Минакова Е.А.[1], Шлычков А.П.[2], Кондратьев С.А.[3]**

*[1] – Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия, ekologyhel@mail.ru*
*[2] – Институт проблем экологии и недропользования АН РТ, Казань, Россия, anatoliy.shlychkov@mail.ru*
*[3] – Институт озероведения РАН. Санкт – Петербург, kondratyev@limno.org.ru*

**Аннотация.** Приведены результаты анализа годовой изменчивости величины выпадений соединений азота и фосфора на частный водосбор Куйбышевского водохранилища в пределах Республики Татарстан (РТ) за период 2009-2015 гг.

Ключевые слова: влажные выпадения, биогенные элементы, соединения азота и фосфора, Куйбышевское водохранилище.

Интенсивность геохимических потоков биогенных элементов в естественные экосистемы из атмосферы возрастает в условиях активной техногенной эмиссии загрязнителей, что становится причиной нарушения ключевых биогеохимических потоков. На протяжении последних двух столетий сельское хозяйство и сжигание ископаемого топлива значительно увеличило выбросы в атмосферу химически активных форм азота ($NO_x$, $NH_3$, $N_2O$) [1], которые достаточно быстро выводятся из нее с влажными выпадениями (снег и дождь) и в виде сухого выпадения (пыль, взвеси и т.п.).

В пределах Республики Татарстан (РТ) функционирует самое крупное в Европе, а также крупнейшее водохранилище системы Волжско-Камского каскада – Куйбышевское водохранилище, образованное в результате перекрытия р. Волги плотиной Куйбышевского гидроузла. В настоящее время по площади водного зеркала Куйбышевское водохранилище входит в первую десятку крупнейших водохранилищ Мира (6,5 тыс. км$^2$) [2].

В последние годы темпы заиления и «цветения» вод Куйбышевского водохранилища, вызванные процессами эфтрофикации, значительно возросли, что может быть обусловлено биогенным загрязнением [3, 4]. Кроме того, чрезмерное привнесение биогенных веществ в условиях замедленного водообмена вызывает массовое развитие сине-зеленых водорослей и «цветение» воды, что значительно ухудшает её качество, снижает рекреационный и рыбохозяйственный потенциал водохранилища [5]. Сухие и влажные выпадения соединений азота и фосфора из атмосферного воздуха являются одним из факторов, контролирующих эвтрофикацию водоемов и водотоков, что обуславливает необходимость детального изучения этих процессов.

В качестве исходных данных были использованы материалы Федеральных государственных учреждений Росгидромета (ФГБУ Росгидромета), расположенных в бассейне Средней Волги за период 2011-2015 г.г.

Оценка поступления удельной массы соединений фосфора поступающих с влажными выпадениями из атмосферы на территории Республики Татарстан (частный водосбор Куйбышевского водохранилища) выполнена с использованием зависимости между соединениями азота и фосфора, приведенной в [6].

Установлено, что за период наблюдений с 2011 по 2015 гг. средняя удельная масса выпадения соединений азота с атмосферными осадками на территории Республики Татарстан составляла 6,8 кг N/га. За исследуемый период максимальная величина выпадения с атмосферными осадками массы соединений азота зарегистрирована в 2014 г. (8,5 кг N./га), а минимальная в 2012 г. – 4,5 кг N./га. Показано, что средняя удельная

масса выпадения с атмосферными осадками соединений фосфора на территории Республики Татарстан составляла 0,24 кг Р./га. За исследуемый период максимальная величина выпадения с атмосферными осадками массы соединений фосфора зарегистрирована в 2014 г. (0,34 кг Р./га), а минимальная в 2012 г. – 0,13 кг Р /га.

Кроме того анализ годовой изменчивости суммарных выпадений соединений азота и фосфора на частный водосбор Куйбышевского водохранилища в пределах РТ за период 2009-2015 гг. показывает, что наблюдалась заметная тенденция увеличения удельной массы влажного выпадения соединений азота и фосфора с атмосферными осадками на частный водосбор Куйбышевского водохранилища в пределах РТ. Полученные результаты хорошо согласуются с данными о поступлении с атмосферными осадками соединений азота и фосфора, приведенными в [7]. Так, среднее поступление соединений азота и фосфора в Московской области в 1967-1977 гг. соответственно составляло 7,8 кг/га и 0,375 кг/га.

Учитывая определяющую роль соединений фосфора в эфтрофикации водоемов и водотоков, целесообразно организовать проведение систематических наблюдений за содержанием этого элемента в атмосферных осадках в системе Росгидромета на территории Российской Федерации [8].

**Литература**

1. Свистов П.Ф., Першина Н.А., Полищук А.И. Кислотность и химический состав атмосферных осадков. // Обзор загрязнения природной среды в Российской Федерации за 2006 гг. – М.: Росгидромет, 2007., – 44-48 с.
2. Розенберг Г.С. Волжский бассейн: на пути к устойчивому развитию. – Тольятти: ИЭВБ РАН; Кассандра, 2009. – 477 с.
3. Даценко Ю.С. Эвтрофирование водохранилищ: гидролого-гидрохимические аспекты. – М., ГЕОС, 2007, 232 с.
4. Селезнёва А.В. Экологическое нормирование антропогенной нагрузки на водные объекты. Самара: Самар. НЦ РАН, 2007. – 107 с.
5. Розенберг Г.С. Волжский бассейн: на пути к устойчивому развитию. – Тольятти: ИЭВБ РАН; Кассандра, 2009. – 477 с.
6. Савенко В.С., Савенко А.В. Геохимия фосфора в глобальном гидрологическом цикле. – М.: ГЕОС, 2007. – 248 с.
7. Хрисанов Н.И. Осипов Г.К. Управление эвтрофированием водоемов Л.: Гидрометеоиздат, 1993. – 278 с.
8. Минакова Е.А. Выпадения биогенных веществ с атмосферными осадками в бассейне Средней и Нижней Волги / Е.А. Минакова, А.П. Шлычков // Проблемы региональной экологии. 2018. № 6. С. 92-97.

# EVALUATION OF THE AMMOUNT OF BIOGENIC SUBSTANCES FROM THE ATMOSPHERE IN THE TERRITORY OF THE REPUBLIC OF TATARSTAN

**Minakova E.A.[1], Shlychkov A.P.[2], Kondratyev S.A.[3]**

*[1] – Kazan Federal University, Kazan, Russia, ekologyhel@mail.ru*
*[2] – Institute of problems of ecology and subsoil use of the Academy of Sciences of the Republic of Tatarstan, Kazan, Russia, anatoliy.shlychkov@mail.ru*
*[3] – Institute of Limnology of the Russian Academy of Sciences, kondratyev@limno.org.ru*

**Abstract.** Results of the analysis of annual variability of size of losses of compounds of nitrogen and phosphorus on a private reservoir of the Kuibyshev reservoir within the Republic of Tatarstan (RT) during 2009-2015 yrs. are given.

Keywords: wet deposition, nitrogen and phosphorus compounds, biogenic elements, Kuibyshev reservoir.

# ИНСТРУМЕНТ РИСКА В ОБЕСПЕЧЕНИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

**Музалевский А.А.**[1]

[1] – *Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия, muzalev@rshu.ru*

**Аннотация.** Показано, что анализ рисков должен содержать: во-первых**,** оценку всей совокупности рисков (экономический, экологический, социальный и другие), действующих в обществе до принятия соответствующего решения и после того; во-вторых, анализ затрат на реализацию данного решения, причем не только экономических, но и социальных и экологических затрат; в-третьих, необходимость той или иной деятельности, определяется, исходя из конкретных социально-экономических условий той или иной страны и закрепляется законодательно.

Ключевые слова: риск, опасность, безопасность, индивидуальный риск, социальный риск, оценка риска, управление риском.

Создание стратегии снижения рисков потребует определения следующих понятий:

1) безопасность при чрезвычайных ситуациях; 2) угрозы и опасности чрезвычайных ситуаций; 3) меры безопасности; 4) меры опасности; 5) какая опасность может считаться "приемлемой"; 6) степени опасности, которая может считаться "чрезмерной"; 7) степени опасности, которая может считаться "пренебрежимой"; 8) риска, ущерба, индивидуального и социального риска, оценки, анализа и управления рисками, формационного обеспечения анализа риска; 9) основные понятия об основах методологии принятия решений; 10) основные понятия об основах методологии оценки неверно принятого решения.

Оценка риска осуществляется с учетом опасных факторов, присущих определенному веществу или ситуации, степени подверженности человека и окружающей среды воздействиям этих факторов и информации о соотношении воздействий и вызываемых ими последствий

Оценку риска можно разделить на следующие четыре этапа:

1. Распознавание опасности — процесс определения, как какое-либо вещество ассоциируется с определенным нарушением здоровья.

2. Оценка "дозы-эффекта" — процесс описания взаимоотношений между примененной или полученной дозой вещества (агента) и частотой отрицательного влияния на здоровье. Для разных агентов возможны многочисленные виды взаимодействий типа доза-эффект, в зависимости от того, является ли ответная реакция (эффект) канцерогенной или не канцерогенной, а также от того, проявился ли данный эффект в результате одноразового или многоразового воздействия.

3. Оценка воздействия — включает определение размера группы лиц, подвергшейся воздействию данного токсиканта, а также периода воздействия и концентрации вещества.

4. Характеристика риска — интеграция трех вышеуказанных стадий, приводящая к оценке степени влияния данного воздействия на здоровье населения.

Таким образом, на "шкале" индивидуальных рисков можно выделить три зоны:

1) область чрезмерного риска: любая деятельность, имеющая такой уровень риска, недопустима (в Нидерландах и США более $10^{-6}$ в год);

2) область пренебрежимого риска: любая деятельность с уровнем риска из этой области не контролируется регулирующим органом (в Нидерландах и США менее чем $10^{-8}$ в год);

3) область приемлемого риска: любая деятельность с уровнем риска из этой области является объектом контроля для регулирующего органа в целях постоянного снижения риска настолько, насколько это допустимо по социально-экономическим соображениям (в Нидерландах и США в диапазоне $10^{-6}$ — $10^{-8}$ на человека в год).

В соответствии с определением экологической безопасности в качестве единиц для измерения безопасности должны использоваться показатели, характеризующие состояние здоровья человека и состояние (качество) окружающей среды.

Качество окружающей среды может быть оценено с помощью индексов качества. Эти индексы качества легко связываются, как показано в наших работах, с соответствующим уровнем экологического риска [1].

Методология управления риском (экологической безопасностью) окружающей среды предполагает соблюдение следующих требований:

во-первых, оценку всей совокупности рисков, действующих в обществе до принятия соответствующего решения и после того;

во-вторых, анализ затрат на реализацию данного решения;

в-третьих, анализ выгод от принятия данного решения - не только экономических (а чаще только финансовых), но и социальных, политических, экологических и прочих.

Только в этом случае методология анализа управления риском позволяет выбрать стратегию при принятии решения, исходя из соблюдения баланса затрат, выгод и рисков.

Сейчас еще слишком рано говорить о каких-либо серьезных достижениях и успехах. В частности, в тщательной проработке нуждаются следующие аспекты:

1) изучение взаимосвязанности вредных воздействий и тех последствий, которые они вызывают при попадании в организм человека или окружающую среду;

2) установление региональных различий в доминировании той или иной болезни как реакции организма на загрязнения окружающей среды, а также тенденций развития ситуации (увеличение или снижение количества случаев проявления эффектов вредных воздействий) и опасных факторов;

3) создание надежной базы данных, объединяющей в единое целое все имеющиеся сведения и позволяющей, например, получить информацию об уровнях заболеваний различного рода с указанием конкретных экологических причин, их вызывающих;

4) выявление наиболее важных экологических причин, вызывающих необратимые изменения в организме человека и ответственных за возникновение серьезных заболеваний.

Вышеизложенные соображения представляют собой:

1) интегрированный, системный подход к решению проблем в области здоровья человека и окружающей среды;

2) точку зрения, нацеленную на использование наиболее полных данных по оценке риска и экономическому анализу и предполагает принятие наилучшего управленческого решения.

Ресурсы общества всегда будут ограничены, и в этом случае для обеспечения защищенности жизненно важных интересов личности, общества и государства от угроз *уровень экологической безопасности* должен быть *адекватен степени угрозы.*

**Литература**

1. Музалевский А.А. Карлин Л.Н. Экологические риски: теория и практика. Изд-во РГГМУ, 2011 г. 448 С.

# RISK TOOL IN ENSURING ENVIRONMENTAL SAFETY OF ST. PETERSBURG

**Muzalevsky A.A.**[1]

[1] – *Russian State Hydrometeorological University, St.Petersburg, Russia,* muzalev@rshu.ru

**Abstract**. Risk analysis contains: firstly, the assessment of the entire set of risks (economic, environmental, social and others) that operate in the society before the adoption of the relevant decision and thereafter; secondly, an analysis of the costs of implementing this solution, not only economic, but also social and environmental costs; thirdly, the need for a particular activity is determined on the basis of the specific socio-economic conditions of a particular country and is enshrined in law.

Keywords: risk, danger, safety, individual risk, social risk, risk assessment, risk management.

# КЛИМАТИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ УСТОЙЧИВОГО РОСТА СОЛЕНОСТИ ВОД АЗОВСКОГО МОРЯ

**Панов Б.Н.[1] Спиридонова Е.О.[2]**

*[1] – Азово-Черноморский филиал («АзНИИРХ») ФГБНУ «ВНИРО», г. Керчь, Россия, panov_bn@mail.ru*
*[2] – ФГБОУ ВО «КГМТУ», г. Керчь, Россия.*

**Аннотация.** В 70-х годах прошлого века рост солености был обусловлен влиянием на регион Переднеазиатской депрессии и Сибирского антициклона, после 2010 года – ослаблением влияния центров высокого давления и активизацией Средиземноморских циклонов.

Ключевые слова: соленость, Азовское море, атмосферная циркуляция, связи.

В течение последних 60 лет средняя соленость вод Азовского моря (без Таганрогского залива) дважды увеличивалась до значений 14‰. В 70-х годах прошлого столетия рост продолжался 10 лет (с 1967 по 1976 год), в начале текущего столетия рост начался в 2007 году и продолжается до настоящего времени. Это привело к ухудшению условий нагула и размножения проходных и придонных видов рыб [1].

Основные составляющие водного баланса моря: речной сток, осадки и испарение, водообмен в Керченском проливе в значительной степени зависят от особенностей атмосферной циркуляции.

В ряде работ [2-4] приводятся результаты исследований связи солености вод Азовского моря с индексами атмосферной циркуляции Вангенгейма – Гирса, индексами северно-атлантической осцилляции и давлением в центре Сибирского антициклона. Достоверные связи были получены для сглаженных рядов, а также при сдвиге индексов атмосферной циркуляции на 1-2 года.

В данной работе использованы среднегодовые значения солености с 1960 по 1991 год из [5] и рассчитанные по той же методике по материалам наблюдений ЮгНИРО и ФГБНУ «АзНИИРХ» значения для 1992-2016 годов. Показатели атмосферной циркуляции - среднегодовые значения трех первых коэффициентов ($A_{00}$, $A_{01}$, $A_{10}$) разложения ежедневных полей приземного атмосферного давления в Азово-Черноморском регионе (с 1960 по 2016 год) по 16-точечной сетке в ряды по полиномам Чебышева. $A_{00}$ характеризует среднее атмосферное давление, $A_{01}$ – вклад зональных переносов, $A_{10}$ – вклад меридиональных переносов [6].

Учитывая тенденции изменений исследуемых среднегодовых характеристик, для оценки связей был использован множественный линейный регрессионный анализ, в котором предикторами служили ряды значений $A_{00}$, $A_{01}$, $A_{10}$ с упреждающим сдвигом от 0 до 15 лет. Для учета коротких трендов, массив переменных был разделен на две части: до 1989 года (30 значений) и после (27 значений). За достоверные принимались связи с уровнем значимости $\alpha \leq 0.05$ по таблице Стьюдента. Статистическая значимость уравнений регрессии проверялась с помощью коэффициента детерминации и критерия Фишера. Из модели исключались статистически значимые факторы, имеющие низкие ($\leq 0{,}01$) коэффициенты раздельной детерминации.

Регрессионный анализ рядов (Таблица) с 1960 по 1989 г. выявил статистически достоверные связи солености с показателем $A_{00}$ при упреждающих сдвигах последнего на 9 и 10 лет (Модель I), а рядов с 1990 по 2016 г. – с показателем $A_{01}$ при сдвигах 10, 11 и 12 лет (Модель II). В первом случае соленость возрастает под влиянием пониженного атмосферного давления, во втором – при усилении западных атмосферных переносов.

Таблица – Параметры прогностических моделей солености Азовского моря

| № модели | Предиктор (Xn) | Упрежд. сдвиг, (n лет) | Длина ряда | Коэф. парной корреляции | Коэф. множ. корреляции | Коэф. раздельной детерминации | Коэф. детерминации модели |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Для периода 1960 – 1989 гг. (30 значений) | | | | | | | |
| I | $A_{00-9}$ | 9 | 20 | -0,49 | 0,68 | 0,16 | 0,458 |
| | $A_{00-10}$ | 10 | | -0,60 | | 0,29 | |
| Для периода 1990 – 2016 гг. (27 значений) | | | | | | | |
| II | $A_{01-10}$ | 10 | 15 | 0,50 | 0,85 | 0,19 | 0,727 |
| | $A_{01-11}$ | 11 | | 0,49 | | 0,28 | |
| | $A_{01-12}$ | 12 | | 0,54 | | 0,25 | |

Чтобы объяснить полученные связи нами были исследованы многолетние и сезонные изменения структуры поля приземного атмосферного давления в Азово-Черноморском регионе.

Для первого периода было выполнено сравнение полей среднего многолетнего атмосферного давления для трех лет с наиболее высоким среднегодовым давлением и трех лет с наиболее низким. Во втором периоде сравнили средние многолетние поля трех лет с наиболее интенсивным восточным атмосферным переносом и трех лет с преобладанием западного.

В первом периоде годы с пониженным атмосферного давлением (1960-1971 гг.) характеризуется активным распространением в Азово-Черноморский регион влияния с юго-востока Переднеазиатской депрессии, а с северо-востока - гребня Сибирского антициклона. Влияние указанных центров атмосферного давления объясняет понижение общего влагозапаса в регионе указанные годы.

Во втором периоде преобладание западных атмосферных переносов (период роста их активности приходится на 1989-2004 годы) связано со значительным ослаблением в регионе влияния Сибирского антициклона и активизацией влияния Средиземноморских циклонов, основной влагозапас которых реализуется в атмосферных осадках в юго-восточной части Черного моря и на Кавказе, не оказывая значительного влияние на водный баланс Азовского моря.

Годы повышенного давления (в первом периоде) и активных восточных переносов (во втором периоде) характеризуются, прежде всего, влиянием на регион центра высокого давления с северо-запада и низкого давления с юго-востока.

Анализ средних сезонных карт для экстремальных лет показывает, что характерные особенности структуры среднего годового поля определяются, прежде всего, процессами весеннего сезона.

Высокая заблаговременность выявленных связей может быть частично объяснена известными [1, 3] инерционными и кумулятивными свойствами водосборного бассейна Азовского моря, но требует и дополнительных исследований.

Модель II позволяет утверждать, что устойчивое уменьшение солености Азовского моря начнется с 2020 года, а к 2026 году соленость снизится до 10,0 ‰.

**Литература**

1. Бронфман А.М., Хлебников Е.П. Азовское море. Основы реконструкции. Л.: Гидрометеоиздат, 1985.– 270 с.

2. Оценочный доклад Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Том 2. М., 2008. – С. 154-159 (Азовское море).

3. Гаргопа Ю.М. Изменения водного баланса, солености и биоресурсов Азовского моря под влиянием атмосферной циркуляции // XI Всероссийская конференция по промысловой океанологии: Тезисы докладов. – М.: Изд-во ВНИРО, 1999. – С. 71-72.

4. Дроздов В.В. Особенности многолетней динамики экосистемы Азовского моря под влиянием климатических и антропогенных факторов // Ученые записки РГГМУ, СПб.: изд. РГГМУ, № 15, 2010. – С.155-176.
5. Гидрометеорологические условия шельфовой зоны морей СССР. Справочник. Том 3. Азовское море. Л.: Гидрометеоиздат, 1996. 217 с.
6. Кудрявая К.И., Серяхов Е.И., Скриптунова Л.И. Морские гидрологические прогнозы. Л.: Гидрометиздат, 1974. – 310 с.

# CONNECTIONS OF SALINITY OF SEA OF AZOV WATERS WITH ATMOSPHERIC CIRCULATION AT AZOV-BLACK SEA REGION

**Panov B. N.[1], Spiridonova E.O.[2]**

*[1] – Azov-Black sea branch of FSBSI "VNIRO" (“AzNIIRKH”), Kerch, Russia panov_bn@mail.ru*
*[2] – FSBEI HE «KSMTU», Kerch, Russia*

**Abstract.** In 70-th years of last century the growing of salinity was characterized by influence of Persian depression and Siberian anticyclone, after 2010 was characterized by weakening of influence of centres of high pressures and activation of Mediterranean cyclones.

Key words: salinity, Sea of Azov, atmospheric circulation, connections.

# ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОДНОЙ СРЕДЫ МИКРОПЛАСТИКОМ КАК АКТУАЛЬНАЯ ПРОБЛЕМА СОВРЕМЕННОСТИ

**Поздняков Ш.Р.[1], Иванов Е.В.[1], Гузева А.В.[1], Ревунова А.О.[1]**

[1] – *Институт озероведения РАН, spb.spt@mail.ru*

**Аннотация.** В связи с ежегодным увеличением производства пластиковых изделий и низкими объемами их переработки в заводских условиях загрязнение природной среды микропластиком является актуальной проблемой последних десятилетий. Одним из наиболее действенных методов ее решения является эффективное экологическое просвещение населения. Институт озероведения РАН в содружестве с другими научными учреждениями (РГГМУ и СПБГУ) и общественной организацией «Друзья Балтики» принимает участие в адаптации разработанных научных методик для студентов, школьников и гражданского населения.

В 2018 году Институт озероведения РАН провел исследования содержания микропластика на акватории Ладожского озера и его притоках, некоторых водотоках и водоемах Санкт-Петербурга и Финском заливе.

Ключевые слова: микропластик, Ладожское озеро, экологическое просвещение

В настоящее время пластик является одним из наиболее востребованных искусственных материалов, широко применяемых во всех сферах потребления. Объем производства пластика составляет порядка 300 миллионов тонн в год, при этом лишь небольшая часть пластиковых отходов идет на переработку. Основная часть потребляемого пластика попадает в окружающую среду. Наибольшая доля потребления приходится на полиэтилен (около 38%), на втором месте — полипропилен (около 26%), на третьем — поливинилхлорид (примерно 18%) [1].

Мелкие фракции частиц пластика (размером менее 5 мм) называют микропластиком. В зависимости от происхождения микропластик разделяют на первичный и вторичный. Первичный микропластик — это специально произведённые и добавленные в различную продукцию микрогранулы пластика. Они встречается в составе средств гигиены и косметики и после использования попадают в окружающую среду.

Вторичный микропластик – это продукт распада крупных фрагментов пластика в природной среде на мелкие частицы. Эти частицы крайне сложно изъять из окружающей среды и природных вод [2].

К настоящему времени сложилась ситуация, при которой дальнейшее увеличение интенсивности поступления пластиковых отходов в водные объекты приведет к серьезной экологической проблеме, при которой самоочищающая способность водных экосистем будет неспособна предотвратить качественные нарушения в их экологическом равновесии.

В 2018 году Институт озероведения РАН провел исследования содержания микропластика на акватории Ладожского озера и его притоках, некоторых водотоках и водоемах Санкт-Петербурга и Финском заливе [3]. В процессе этих исследований в воде и донных отложениях анализировались концентрации микропластика в диапазоне размеров от 100 микрон до 5 мм. Предварительные результаты исследований на Ладожском озере показали наличие определенных закономерностей в распределении концентраций микропластика по акватории.

Наименьшая концентрация микропластика в данном диапазоне размеров зафиксирована в северной части Ладожского озера – от 0.01 до 0.03 частиц/литр. В центральной части озера содержание такого микропластика варьирует от 0.1 до 0.5

частиц/литр. Наибольшая концентрация характерна для южной части акватории Ладоги, а также прибрежных районов. При этом стоит принимать во внимание важность южных районов Ладожского озера с точки зрения формирования вод, поступающих в исток реки Нева и, соответственно, в водозаборы Санкт-Петербурга.

В донных отложениях Ладожского озера концентрация микропластика превышает концентрации в воде в сотни раз. Для исследования донных осадков на наличие микропластика применялся метод, разработанный NOAA [4], адаптированный с учетом особенностей отложений Ладожского озера. В этой связи, важнейшей задачей исследований является оценка гидродинамического поведения частиц микропластика в водной толще, механизмов его осаждения на дно, а также возможного вторичного поступления в водную массу.

Институт озероведения РАН в содружестве с другими научными учреждениями (РГГМУ и СПБГУ) и общественной организацией «Друзья Балтики» принимает участие в адаптации разработанных научных методик для студентов, школьников и гражданского населения. Важнейшим путем снижения экологической напряженности, связанной с микропластиковым загрязнением, является сокращение интенсивности поступления пластиковых отходов в водные экосистемы. При этом одним из наиболее действенных методов такого снижения может являться экологическое просвещение населения. Для обеспечения эффективности данного процесса необходимо сотрудничество научных учреждений и общественных организаций.

**Литература**

1. Л.В. Иванова, К.М.Соколов, Г.Н. Харитонова. Тенденции загрязнения пластиком акваторий и побережья Баренцева моря и сопредельных вод в условиях изменения климата //АиС. 2018. №32.

2. Barnes, D.K.A.; Galgani, F.; Thompson, R. C. & M. Barlaz (2009): Accumulation and fragmentation of plastic debris in global environment. In: Philosophical Transaction of the Royal Society B (biological sciences) 364: 1985-1998

3. Ш. Р. Поздняков, Е. В. Иванова. Оценка концентраций частиц микропластика в воде и донных отложениях Ладожского озера // Региональная экология. 2018. № 4 (54). С. 48–52

4. Masura, J., Baker, J., Foster, G., Arthur, C., 2015. Laboratory methods for the analysis of microplastics in themarine environment: recommendations for quantifying synthetic particles in watersand sediments. NOAA Technical Memorandum NOS-OR&R-48

## MICROPLASTICS POLLUTION OF AQUATIC ENVIRONMENT IS A CHALLENGING ISSUE OF PRESENT TIME

**Pozdnyakov Sh.R.[1], Ivanova E.V.[1], Guzeva A.V.[1], Revunova A.O.[1]**

[1] – *Institute of limnology RAS, Saint Petersburg, Russia, spb.spt@mail.ru*

**Abstract.** Due to annual increasing of plastic goods production and low amount of plastic recycling, microplastics pollution became a current problem of the last decades. One of the most effective methods to improve the situation is to expend effective environmental education of the population. Institute of Limnology RAS in collaboration with other institutes (Russian State Hydrometeorological University and Saint-Petersburg State University) and non-governmental organization «Friends of the Baltic» takes part in adaptation of scientific methods of microplastics research for students, pupils and citizens.

From 2018 Institute of Limnology RAS investigate microplastics content in Ladoga Lake and its tributaries and various rivers and water bodies of Saint-Petersburg and Leningrad oblast.

Key words: microplastics, Ladoga Lake, environmental education.

# ДИНАМИКА БИОТИЧЕСКОЙ КОМПОНЕНТЫ НАЗЕМНЫХ ЭКОСИСТЕМ ПОД ВЛИЯНИЕМ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА

**Попова Е.Н.[1, 2], Попов И.О.[2], Кухта А.Е.[1, 2]**

*[1] – Институт географии РАН, г. Москва, Россия, en_popova@mail.ru; anna_koukhta@mail.ru*
*[2] – Институт глобального климата и экологии им. акад. Ю.А. Израэля, г. Москва, Россия, igor_o_popov@mail.ru*

Климат Земли не постоянен и, как показали современные палеоклиматические реконструкции, менялся на протяжении всей её истории. Периоды потепления сменялись периодами похолодания. Современное изменение климата происходит как по естественным причинам, так и вследствие антропогенного воздействия на климатическую систему. Последняя составляющая стала доминировать с развитием промышленности в т.н. индустриальный период (который принято начинать с 1900 года), характеризующийся высокой антропогенной эмиссией парниковых газов. Вследствие этого в последние десятилетия наблюдается устойчивый тренд повышения средней глобальной температуры приземного воздуха Земли [1]. В свою очередь, наблюдаемые климатические изменения оказывают значительное влияние как на биосферу в целом, так и на отдельные экосистемы. Воздействующие на них изменения климата и их последствия многообразны. Они включают в себя изменение температуры и осадков, режима увлажнения почвы, частоты таких экстремальных явлений как лесные пожары, засухи и наводнения, таяние вечной мерзлоты, а также другие процессы и явления.

Экосистемы, или биогеоценозы, слагаются из отдельных биотических и абиотических компонентов, связанных между собой многообразными взаимодействиями, образующими единый многоуровневый и многофакторный комплекс. Изменение экосистемы в целом – достаточно сложный процесс, который может происходить со значительным сдвигом во времени относительно какого-либо внешнего воздействия, в том числе, изменения климата. Однако отдельные ее компоненты способны реагировать на это воздействие достаточно быстро. Наиболее уязвима в отношении климатических изменений биотическая составляющая экосистем, особенно т.н. эктотермные виды, которые существенно зависят от температуры окружающей среды, и различные влагозависимые виды [2]. Влияние изменения климата на биологические объекты довольно многообразно. Многие виды животных и растений, особенно обитающие в регионах с меняющимися в течение года погодными условиями, имеют сложные фенологические жизненные циклы, зависящие от сезонных изменений метеорологических условий окружающей среды. Например, при более раннем установлении теплого безморозного периода и достаточном количестве осадков весной сроки распускания и облиствения растений также наступают раньше. То же относится и к климатозависимым животным, особенно насекомым, личинки которых раньше выходят из состояния зимней диапаузы. С увеличением длины вегетационного периода у поливольтинных видов увеличивается количество генераций, которые они могут воспроизводить за сезон. В случае с опасными насекомыми – вредителями сельскохозяйственных культур – это может приводить к негативным последствиям и требовать дополнительных затрат и усилий на защиту растений [1, 2]. Другой тип экологических последствий изменения климата – это смещение границ ареалов живых организмов в районы с более благоприятными для них условиями. Большинство видов растений и животных имеют определенные нижние и верхние пороги развития и жизнедеятельности, внутри которых только и может происходить их существование, за пределами этих порогов наступает угнетение и гибель особей данного вида или же невозможность воспроизведения его популяций [2]. Наблюдаемое потепление климата уже привело к смещению границ многих климатозависимых видов к

северу и северо-востоку на территории Северного полушария [2, 3]. Возможность инвазии в новые регионы опасных вредителей и возбудителей болезней растений, животных и человека требует постоянного мониторинга на границах их ареалов и проведения различных профилактических мероприятий. В частности, это касается таких опасных переносчиков болезней человека и животных как иксодовые клещи, которые способны распространять возбудителей клещевого энцефалита и клещевых боррелиозов.

Одним из ключевых звеньев лесных экосистем Северного полушария являются древостои сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), которая, в силу своей экологической пластичности, занимает широкий спектр местообитаний – от сухих (скальные биотопы) до влажных (сфагновые болота). Благодаря эврибионтности эта порода является репрезентативным индикатором состояния лесных биоценозов. Мониторинг откликов сосны на воздействие климатических факторов позволяет осуществлять оценку степени устойчивости фито-ассоциаций, а также проводить моделирование и прогнозы динамики экосистем России при вероятных изменениях климатической системы Земли. Неотъемлемой составляющей методологии выявления и оценки откликов древостоев сосны на изменение климата является изучение параметров вариабельности радиальных и линейных (в высоту) приростов деревьев под воздействием метеорологических факторов. Анализ мониторинговых данных отклика бореальных древостоев на климатические изменения показал, что приросты в высоту сосны обыкновенной на севере Европейской части России в значительной степени зависят от межгодовых вариаций температуры и осадков. Подобные закономерности следует учитывать при выявлении и анализе трендов состояния лесных экосистем севера ЕЧР в условиях наблюдаемых изменений климата [4].

Таким образом, изучение роли изменения климатических факторов в динамике биотической компоненты различных наземных экосистем необходимо для успешного развития методологии оценки их состояния и выявления связанных с наблюдаемыми изменениями рисков для человека и окружающей его среды обитания.

**Литература**

1. Второй оценочный доклад Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Под ред. В.М. Катцова и С.М.Семенова. М., Росгидромет, 2014. 1008 с.

2. Попова Е. Н., Попов И. О. Климатические факторы, определяющие границы ареалов вредителей и возбудителей болезней сельскохозяйственных растений, и расчетные методы оценки изменения ареалов при изменении климата / В сб.: Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. М., ИГКЭ, т. 25, 2013, с. 175–204.

3. Попов И. О., Титкина С. Н., Семенов С. М., Ясюкевич В. В. Модельные оценки распространения переносчиков некоторых болезней человека в XXI веке в России и соседних странах. Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем, М.: ИГКЭ, т. 25, 2013, с. 395-427.

4. Chernogaeva G.M., Kukhta A.E. The Response of Boreal Forest Stands to Recent Climate Change in the North of the European Part of Russia // Russian Meteorology and Hydrology. Allerton Press Inc. (United States), v. 43, N 6. 2018. 418-424 pp.

## DYNAMICS OF THE BIOTIC COMPONENTS OF TERRESTRIAL ECOSYSTEMS UNDER THE INFLUENCE OF CLIMATE CHANGES

**Popova E.N.[1, 2], Popov I.O.[2], Kuchta A.E.[1, 2]**

[1] - *Institute of geography RAS, Moscow, Russia, en_popova@mail.ru; anna_koukhta@mail.ru*

[2] - *Izrael' Institute of global climate and ecology, Moscow, Russia, igor_o_popov@mail.ru*

**Abstract**. Principal aspects of the impact of the observed climate change on the dynamics of the biotic component of various terrestrial ecosystems are revealed. The risks associated with this phenomenon for humans and their environment are estimated. The need for continuous monitoring and development of the methodology for assessing existing risks was stated.

# ГИДРОЛОГО-ГИДРОХИМИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ОЛИГОТРОФНЫХ БОЛОТНЫХ ЭКОСИСТЕМ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ СБРОСОВ СТОЧНЫХ ВОД

**Потапова Т.М.[1], Задонская О.В.[2], Марков М.Л.**

*[1] – Санкт-Петербургский государственный университет Институт наук о Земле, ptm2000@mail.ru*
*[2] – Государственный гидрологический институт*

**Аннотация.** На основе определения фоновых гидрохимических показателей олиготрофных болот установлены ориентировочно допустимые концентрации химических веществ в сбрасываемых на болото сточных водах для сохранения естественной болотной экосистемы.

Ключевые слова: олиготрофные болота, фоновые концентрации, загрязняющие вещества

В последние десятилетия в связи с широкомасштабным освоением нефтегазоносных верховых болот и все возрастающей тенденцией их использования в качестве приемников сточных вод различных промышленных предприятий особенно актуальными становятся гидрохимические исследования, направленные на оптимизацию вредных воздействий и сохранение естественного геохимического фона болот.

Наиболее оптимальным и соответствующим поставленной задаче сохранения и улучшения экологического состояния болот при устойчивом функционировании его экосистемы на естественном уровне трофности является установление нормативов качества сбрасываемой воды с учетом регионального фона болот по основным макро(главные ионы, биогенные элементы, органические вещества) и микро(тяжелые металлы, нефтеуглеводороды) компонентам. Установление степени антропогенных воздействий на болотные экосистемы должно опираться на репрезентативную оценку фоновых концентраций химических веществ [1]. Фоновые концентрации в водах верховых болот различных регионов страны рассчитаны по наиболее репрезентативным данным, охватывающим длительные периоды наблюдений (от 5 до 20 лет) на болотах различных регионов нашей страны (Северо-Запад, Западная Сибирь, Центральный район) [2]. Установлено, что несмотря на различное географическое положение исследованных болот, их основные гидрохимические показатели (pH, общая минерализация, содержание главных ионов и органических веществ) варьируют в близких (в пределах статистической погрешности) диапазонах. При этом выявлены некоторые региональные особенности биогенного и микроэлементного состава болотных вод, к которым относятся повышенный уровень содержаний биогенных элементов (нитратного азота, минерального фосфора) и ряда микроэлементов (марганца, алюминия) в болотных водах Западной Сибири (Васюганский болотный массив) по сравнению с болотами северо-западного региона (Иласский, Ширинский массивы).

В результате установления фоновых гидрохимических показателей разработаны ориентировочно допустимые концентрации (ОДК), которые не рекомендуется превышать при осуществлении сбросов сточных вод на верховые болота. В основу предлагаемых ОДК заложена концепция сохранения естественного состояния растительности эксплуатируемых болот. Для сохранения естественных олиготрофных микроландшафтов на эксплуатируемых болотах необходимо учитывать ультрамалые содержания главных ионов (в 100 раз ниже санитарно-гигиенических ПДК), в особенности ионов кальция, хлоридов и сульфатов, фоновые концентрации которых

варьируют на уровне 1-10мгдм$^3$ в водах верховых болот. Сброс минерализованных сточных вод может привести к быстрому исчезновению олиготрофной растительности и переход болота на другой уровень трофности. Сопоставление действующих норм ПДК с фоновыми содержаниями химических веществ положено в основу расчета ОДК, соблюдение которых необходимо при сбросах сточных вод на верховые болота. Для главных ионов с ультрамалыми фоновыми содержаниями рекомендуются значения ОДК не более 1 градуса.жесткости и не более 200 мг/дм$^3$ общей минерализации. Для показателей бихроматной окисляемости, азота аммонийного, общего железа, марганца, которые существенно превышают гигиенические рыбохозяйственные ПДК, в качестве ОДК рекомендуется принимать верхнюю границу их фоновых содержаний [3].

**Литература**

1. Методические указания.Проведение расчетов фоновых концентраций химических веществ в воде водотоков. РД 52.24.622-2001 -34с.

2. Потапова Т.М. Гидрохимическая характеристика заболоченных территорий //В кн: Гидрология заболоченных территорий зоны многолетней мерзлоты Западной Сибири. Подред. С.М. Новикова-СПб.:ВВМ, 2009,с.365-391

3. Перечень предельно допустимых концентраций и ориентировочно безопасных уровней воздействия вредных веществ для воды рыбохозяйственных водоемов. Москва, Роскомрыболовство, 1995 г, 120с.

## HYDROCHEMICAL CONDITIONS OF OLIGOTROPHIC BOGS FORMATION UNDER SEWAGE DUMPING

**Potapova T.[1], Zadonskay O.[2], Markov M.[2]**

[1] – *State Hydrological Institute, Saint Petersburg State University, Russia.*
[2] – *Russian Scientific Research Institute of Water Management , Russia*

**Abstract.** Definition of background chemical parameters of bog waters is a necessary stage in determining allowable anthropogenous loading on bogs, including allowable dumps of polluting substances. The aim of the research is to define the allowable parameters of sewage to save natural bogs.

Key words: Oligotrophic bogs, the background chemical concentrations, polluting substances

# ФОНОВЫЙ МОНИТОРИНГ ЭПИФИТНЫХ ЛИШАЙНИКОВ В СЕВЕРО-ОСЕТИНСКОМ ЗАПОВЕДНИКЕ

**Пчелкин А.В.[1], Кухта А.Е.[1]**

[1] – *ФГБУН Институт географии РАН, Москва, Россия, pchelkin@igras.ru*

**Аннотация.** Приведены результаты вычисления линейного проективного покрытия и встречаемости эпифитных лишайников на *Pinus kochiana* и *Fagus orientalis* в Северо-Осетинском заповеднике.

Ключевые слова: фоновый мониторинг, лишайники, Северо-Осетинский заповедник.

Эпифитные лишайники являются классическими биоиндикаторами, используемыми для биологической индикации и мониторинга. Благодаря высокой чувствительности к поллютантам они имеют большой потенциал не только в биоиндикационных исследованиях, но и для раннего обнаружения наступающих изменений состояния природной среды как в региональном, так и континентальном масштабах, когда требуется выявление изменений лихенологических параметров на фоне естественных флуктуаций. Фоновый мониторинг с лишайниками в качестве биологических тест-объектов обычно осуществляется на базе особо охраняемых природных территорий, используемых в качестве эталонов, в частности, в заповедниках. Статус эталона, т. е. объекта, который в течение значительного времени будет служить для сравнения на предмет выявления временных трендов в его собственном состоянии, а также антропогенных аномалий в пространстве, требует также наличия определенного природоохранного режима. В России этим требованиям - представительности, естественности условий, сохранности - наилучшим образом соответствуют государственные заповедники. Северо-Осетинский заповедник расположен на северных макросклонах Большого Кавказского хребта и на Боковом хребте, в бассейне левых притоков р. Терека – Ардона и Фиагдона. Если для биоиндикации часто достаточно общих параметров лихенобиоты, даже без видовой детализации (Бадтиев и др., 2012; Дзодзикова, Бадтиев, 2013), то для фонового мониторинга используется методика, учитывающая видовые показатели (Инсаров, Пчелкин, 1983). Сборы эпифитных лишайников проводили в 1986 г. на сосне Коха **(***Pinus kochiana***),** а в 1987 г. – на сосне Коха и буке восточном (*Fagus orientalis*), в основном, в Цейском ущелье. Список видов актуализирован в 2019 г. Для оценки использовали метод линейных пересечений, вычисляли проективное покрытие и встречаемость. Проективное покрытие (П) данного вида лишайников на стволе данного дерева, измеренное методом линейных пересечений (для краткости - линейное проективное покрытие), есть сумма длин частей горизонтального сечения боковой поверхности дерева на высоте 1.5 м, принадлежащих талломам лишайников данного вида (пересечения с мерной лентой), деленная на длину всего горизонтального сечения, выраженное в процентах. Встречаемость (В) - доля (в %) тех модельных деревьев, на которых данный вид лишайника встретился при обследовании. Базовые результаты лихенологического обследования 1987 г., актуализация списка видов 2019 г.: число пробных площадей=11; число деревьев=58; число найденных видов лишайников=39. Результаты для *Pinus kochiana:* встречаемость общая В = 86,2%; линейное проективное покрытие общее П = 8,9% (ошибка средней 1,8). По видам (вычисление до 0,1%, если показатель был менее 0,1%, то он указывался, как 0,0): *Arthonia atra* (В=1,7; П=0,0); *Bryoria fuscescens (+Br. Sp.)* (В=15,5; П=0,4); *Evernia divaricata* (В=6,9; П=0,1); *Bryoria capillaries* (В=5,2; П=0,1); *Buellia disciformis* (В=3,4; П=0,1); *Caloplaca ferruginea*

(В=5,2; П=0,1); *Candelariella xanthostigma* (В=3,4; П=0,2); *Chaenotheca ferruginea* (В=3,4; П=0,1); *Hypogymnia bitteri* (В=5,2; П=0,1); *Hypogymnia physodes* (В=44,8; П=1,9); *Hypogymnia tubulosa* (В=5,2; П=0,1); *Lecanora pulicaris* (В=3,4; П=0,1); *Lecanora glabrata* (В=1,7; П=0,1); *Lecanora subintricata* (В=1,7; П=0,0); *Lecanora symmicta* (В=12,1; П=0,4); *Lecidella elaeochroma* (В=3,4; П=0,1); *Lepraria incana* (В=1,7; П=0,0); *Leptogium saturninum* (В=1,7; П=0,0); *Melanohalea exasperatula* (В=27,6; П=0,5); *Melanelixia glabra* (В=1,7; П=0,1); *Melanelixia fuliginosa* ssp. *glabratula* (В=3,4; П=0,1); *Parmelia sulcata* (В=6,9; П=0,1); *Imshaugia aleurites* (В=10,3; П=0,3); *Parmeliopsis ambigua* (В=1,7; П=0,0); *Platismatia glauca* (В=1,7; П=0,0); *Pseudevernia furfuracea* (В=50,0; П=2,3); *Ramalina fraxinea* (В=1,7; П=0,0); *Rinodina sophodes* (В=1,7; П=0,0); *Scoliciosporum umbrinum* (В=5,2; П=0,1); *Usnea barbata* (В=10,3; П=0,4); *Usnea cavernosa* (В=5,2; П=0,1); *Usnea dasypoga* (В=3,4; П=0,0); *Usnea florida* (В=19,0; П=0,4); *Usnea glabrata* (В=3,4; П=0,0); *Usnea glabrescens* (В=8,6; П=0,1); *Usnea hirta* (В=20,7; П=0,7); *Usnea sp*. (В=3,4; П=0,1); *Flavoparmelia caperata* (В=3,4; П=0,0).

Данные для *Fagus orientalis*: В общее = 100; П общее = 32,3. По отдельным видам: *Buellia disciformis* (В=40,0; П=4,2); *Buellia lauri-cassiae* (В=10,0; П=0,0); *Candelaria concolor* (В=40; П=0,6); *Collema furfuraceum* (В=20,0; П=0,7); *Lecanora allophana* (В=40; П=1,1); *Lecanora glabrata* (В=20; П=1,8); *Lecanora campestris* (В=30,0; П=4,6); *Lecidella elaeochroma* (В=50; П=1,7); *Leptogium saturninum* (В=10; П=0,1); *Ochrolechia pallescens* (В=10; П=0,9); *Melanelixia glabra* (В=70; П=8,6); *Parmelia sulcata* (В=20; П=1,1); *Physcia stellaris* (В=30,0; П=0,7); *Physconia distorta* (В=60,0; П=5,7); *Ramalina asahinana* (В=10; П=0,2); *Ramalina fastigiata* (В=10,0; П=0,0); *Ramalina fraxinea* (В=10,0; П=0,0); *Rinodina sophodes* (В=10,0; П=0,2); *Usnea florida* (В=20,0; П=0,1).

Эти лихенологические параметры можно считать базовыми для оценки динамики лихенологических показателей на фоновом уровне в Северо-Осетинском заповеднике с использованием эпифитных лишайников в качестве биологических тест-объектов.

**Литература**

1. Бадтиев Ю.С., Дзодзикова М.Э., Алагов А.А. Лихеноиндикация качества воздушного бассейна территорий Северо-Осетинского заповедника //Вестник Владикавказского научного центра. 2012. Т.12. №3. с.52-60.

2. Дзодзикова М.Э., Бадтиев Ю.С. Лихеноиндикаци качества воздушного бассейна территорий объектов Зарамагской ГЭС. //Материалы I Международной конференции. Северо-Осетинский гос.ун-т им. К.Л.Хетагурова. 2013. с.160-169.

3. Инсаров Г. Э., Пчелкин А.. В. Сравнение различных методов учета лишайников-эпифитов. // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. Л.: Гидрометеоиздат, 1983, с. 90-103.

## BACKGROUND MONITORING OF EPIPHYTIC LICHENS IN THE NORTH OSSETIAN RESERVE

**Pchelkin A.V.[1], Koukhta A. E.[1]**

[1] – *Institute of geography RAS, Moscow, Russia, pchelkin@igras.ru*

**Abstract.** The results of the calculation of the linear projective cover and the occurrence of epiphytic lichens on *Pinus kochiana* and *Fagus orientalis* in the North Ossetian Reserve are presented.

Key words: background monitoring, lichens, North Ossetian Reserve.

# ВЛИЯНИЕ ЭМИССИИ ПОЛЛЮТАНТОВ ПОЛИГОНА ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ НА ЛИХЕНОБИОТУ

**Пчелкин А.В.[1], Кухта А.Е.[1]**

[1] – *ФГБУН Институт географии РАН, Москва, Россия, pchelkin@igras.ru*

**Аннотация.** Обследованы лишайники в районе полигона твердых бытовых отходов. Индекс чистоты атмосферы возрастает от 0,5 на расстоянии 5 м до 43,68 на расстоянии 150 м. Число видов увеличивается от 4 на расстоянии 20-30 м до 16 на расстоянии 150 м.

Ключевые слова: лишайники, индекс чистоты атмосферы, полигон твердых бытовых отходов.

Полигон твердых бытовых отходов (ТБО) в окрестностях г. Электросталь функционировал с 1973 г. Первоначально он занимал площадь участок площадью около 5 га и глубиной заполнения 3-10 м, служил для сброса как бытовых отходов, так и отходов промышленного производства (ДСП, полипропилен и т.д.) и был окружен древесно-кустарниковой растительностью в болотистой местности с доминирующими породами: березой, ольхой, осиной, сосной. В непосредственной близости от полигона располагались садово-дачные участки. С 2001 г. площадь полигона ТБО была увеличена до 9,85 га, Захоронение отходов осуществлялось по высотной схеме: проектная высота поверхности полигона составляла 22 м глубиной и вместимостью 733 тыс. тонн. Новый полигон ТБО был закрыт в 2014 году после исчерпания лимита вместимости, которая составила около 1 млн. т. Рекультивация полигона началась в 2017-м и на сегодняшний день завершена. Нами были проведены исследования по влиянию полигона на эпифитные лишайники. Для общей характеристики степени загрязнения некоторых участков в окрестностях полигона был использован индекс чистоты атмосферы, широко используемый в Западной Европе и Америке при биоиндикационных исследованиях городов и промышленных районов. Всего нами было обследовано 20 пробных площадок. Все виды лишайников, встреченных в окрестностях полигона, являются токсикотолерантными и выдерживают сильное и умеренное загрязнение воздуха. Такие виды, как *Scoliciosporum schlorococcum (Graewe ex Vezda) Vezda, Phaeophyscia orbicularis (Neck.) Moberg, Phaeophyscia nigricans (Floerke) Moberg, Candelariella aurella (Hoffm.) Zahlbr., Candelariella xanthostigma (Ach.) Lettau, Lecanora hagenii (Ach.) Ach., Physcia stellaris (L.) Nyl.* выдерживают очень сильное загрязнение воздуха и характерны для урбанизированных территорий. Такие виды, как *Parmelia sulcata Taylor, Hypogymnia physodes (L.) Nyl.*, способны выдерживать довольно сильное загрязнение воздуха. Виды *Parmelipsis ambigua (Wulfen) Nyl., Vulpicisa pinastri (Scop.) J.-E. Mattsson & M.J.Lai* выносят умеренное загрязнение воздуха.

Самые низкие показатели покрытия-встречаемости и самые большие индекса витальности (степени повреждения талломов лишайников) отмечены в непосредственной близости от полигона, где на расстоянии до 5 м часто лишайники вообще отсутствуют или встречается вид *Scoliciosporum schlorococcum*, один из самых устойчивых к загрязнению, но на расстоянии нескольких десятков метров от свалки индекс покрытия-встречаемости и чистоты атмосферы (I.A.Q.) резко возрастают. Так, с увеличением расстояния от полигона происходит увеличение индекса чистоты атмосферы (Рис. 1), комбинированного показателя, учитывающего как покрытие-встречаемость, так и видовое богатство, причем на протяжении примерно 150м этот показатель увеличивается почти в 100 раз (от 0,5 до 43,68). По мере удаления от

полигона суммарный показатель покрытия-встречаемости резко возрастает на расстоянии 60-80 м, затем идет более плавное его увеличение (Рис.2).

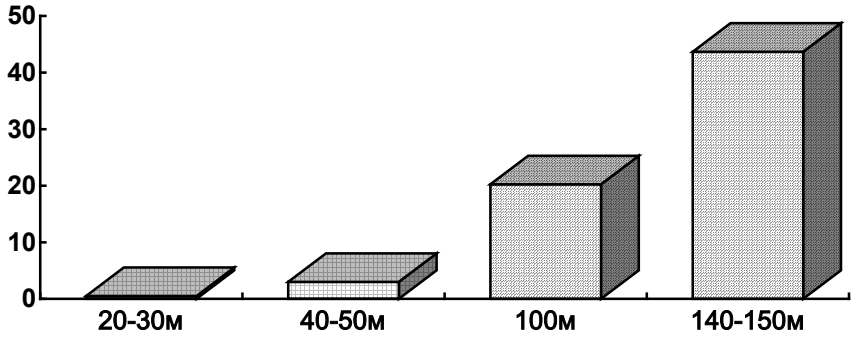



Рис. 1. Зависимость индекса чистоты атмосферы (I.A.Q.)
от расстояния до источника загрязнения атмосферы (полигона ТБО).

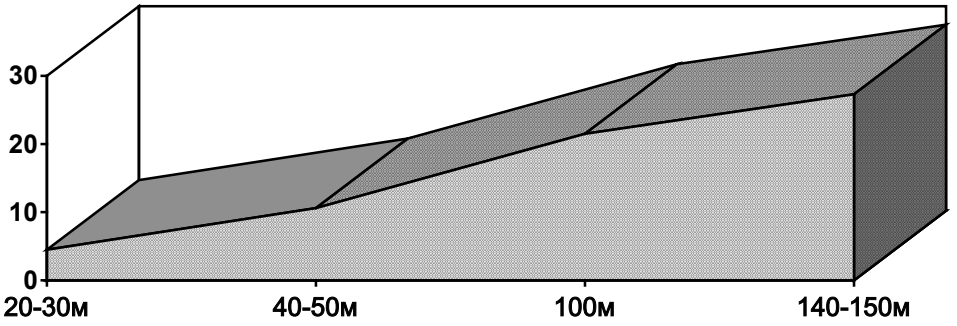



Рис. 2 Зависимость значения суммарного показателя покрытия-встречаемости лишайников от расстояния до источника загрязнения атмосферы (полигона ТБО).

На расстоянии 150м уже встречаются лишайники, обычные для лесов средней полосы европейской части России. При удалении от полигона с увеличением показателя покрытия-встречаемости снижается индекс витальности и увеличивается число видов (с 4 на расстоянии 20-30 м от полигона до 16 на расстоянии 150 м), обнаруженных во время количественных сборов. На западном направлении от полигона на лишайники непосредственно воздействовал пирогенный фактор, что по-видимому связано с сжиганием мусорных отходов и возникновением низовых палов, которые обжигают стволы деревьев. Эпигейные лишайники на территории полигона отсутствовали, что, несомненно, связано с засыпкой поверхности почвы мусором, сжиганием отходов и т.д. В некотором отдалении от полигона из эпигейных видов встречены только представители рода *Cladonia*, развивающиеся преимущественно на комлях деревьев в виде первичного таллома. Наиболее загрязненными по лихенометрическим показателям направлениями являются юго-западное, юго-восточное, южное. Менее загрязненным является западное направление. Относительно малое влияние полигона отмечено в северо-западном и северном направлениях. Работа выполнена в рамках темы ГЗ № 0148-2019-0009 «Изменения климата и их последствия для окружающей среды и жизнедеятельности населения на территории России».

# THE IMPACT OF EMISSIONS OF SOLID WASTE LANDFILL ON LICHENS

**Pchelkin A.V[1]., Koukhta A. E. [1]**

[1] – *Institute of geography RAS, Moscow, Russia, pchelkin@igras.ru*

**Abstract.** Lichens in the area of solid waste landfill were examined. The index of atmospheric purity increases from 0.5 at a distance of 5 m to 43.68 at a distance of 150 m. The number of species increases from 4 at a distance of 20-30 m to 16 at a distance of 150 m.

Key words: lichens, index of atmospheric quality, the solid waste landfill.

# ПРАВОВАЯ ОХРАНА АРКТИЧЕСКИХ ЭКОСИСТЕМ И ИХ КОМПОНЕНТОВ

**Редникова Т.В.**[1]

*1 – Научный сотрудник ФГБУН «Институт государства и права Российской академии наук», кандидат юридических наук, Москва, Российская Федерация, trednikova@yandex.ru*

**Аннотация**. Биогеографическое единство Арктического региона требует особого подхода к правовой охране его окружающей среды. Для повышения эффективности охраны уникальных арктических экосистем на основе междисциплинарного подхода представляется целесообразной разработка единой для всех приарктических государств комплексной системы правовых и иных мер, обеспечивающих индивидуальный подход к охране экосистем региона.

Ключевые слова: биологическое разнообразие, Арктика, экосистема, правовая охрана, устойчивое развитие, антропогенное воздействие, растения, животные, негативное влияние, окружающая среда, хозяйственная деятельность

Уникальное циркумполярное положение Арктики определяет условия для расселения и существования компонентов биологического разнообразия, обеспечивая целостность бинома экосистем всего региона. Значительная часть сохранившегося в нашей стране крупнейшего на планете массива естественных экосистем [3] находится на территории Арктической зоны Российской Федерации.

Сохранение уникальной арктической природной среды в интересах нынешнего и будущих поколений является одним из условий обеспечения устойчивого развития региона и Российской Федерации в целом. Данная цель достижима только в случае эффективной реализации экосистемного подхода к ее охране. С учетом интенсификации хозяйственной деятельности на территории всех приарктических государств значительно возрастает антропогенная нагрузка на окружающую природную среду региона. Именно поэтому необходим поиск оптимального баланса между экономическими и природохранными интересами различных субъектов, осуществляющих хозяйственную и иную деятельность в регионе, а также закрепление найденных подходов в правовых нормах как национального, так и международного и межгосударственного уровня.

Восстановление природных систем Арктики, в частности нарушенного почвенного покрова, мерзлотного режима, численности отдельных видов флоры и фауны, пострадавших от негативного воздействия на них различных внешних факторов (суровые климатические условия, аккумуляция загрязнений с огромных пространств в результате переноса их с воздушными массами, морскими течениями и водами северных рек и т.п.) , происходит относительно долго по причине их особой чувствительности и слабой способности к самовосстановлению из-за низкой интенсивности биоценотических процессов [1].

Биогеографическое единство Арктического региона требует особого подхода к правовой охране его окружающей среды. На суверенной территории приарктических государств в сфере охраны окружающей среды наряду с нормами международного права действуют национальные правовые акты, устанавливающие требования различной степени жесткости [2]. Для эффективного достижения целей сохранения уникальных арктических экосистем необходимо обеспечить единообразие подходов к их правовой охране как в рамках международно-правовых соглашений, действующих в регионе, так и в национальном праве приарктических государств. Для повышения эффективности такой охраны на основе междисциплинарного подхода представляется целесообразной разработка единой для всех приарктических государств комплексной

системы правовых и иных мер, обеспечивающих индивидуальный подход к охране морских экосистем, экосистем суши, водных экосистем северных рек и озер. В целях охраны экосистем в Арктической зоне РФ уже создана и функционирует целая сеть арктических особо охраняемых природных территорий федерального и регионального значения [4]. Особенностью охраняемых природных территорий региона является необходимость выделения больших по сравнению с другими климатическими зонами площадей, включение их состав одновременно как участков суши, так и морских акваторий.

При планировании и развитии промышленной и транспортной инфраструктуры региона целесообразным представляется применение экосистемного подхода к охране окружающей среды. К примеру, надо принимать во внимание необходимость развития сети особо охраняемых природных территорий, обеспечивающих беспрепятственную миграцию видов, минимизировать площади, занимаемые под объекты хозяйственной и транспортной инфраструктуры, совершенствовать меры экономического стимулирования субъектов хозяйственной деятельности за участие в реализации мер по сохранению арктической природной среды. Следует отметить, что рациональная неистощительная эксплуатация арктических экосистем является также основой жизни и обеспечения традиционных видов деятельности коренных малочисленных народов региона [5].

В целях сохранения ненарушенных и малонарушенных арктических экосистем наряду с установлением режимов особой охраны арктических территорий и акваторий и созданием оптимизированной системы особо охраняемых арктических природных территорий необходимо на основе данных междисциплинарных научных исследований, проводимых учеными разных специальностей в этой сфере, разработать комплексную систему мер по усилению их правовой охраны.

**Литература**

1. Тишков А.А. «Арктический вектор» в сохранении наземных экосистем и биоразнообразия // Арктика: экология и экономика No2 (6). 2012. С. 28-43
2. Koivurova, Timo (2005) "Environmental Protection in the Arctic and Antarctic: Can the Polar Regimes Learn From Each Other?" International Journal of Legal Information: Vol. 33: Iss. 2, Article 5.
3. Лосев К. Экодинамика России и ее взаимодействие с сопредельными территориями //Зеленый мир. 2007. № 11-12. С. 4-11
4. Хлуденева Н.И. Перспективы развития правовой охраны арктических экосистем // Журнал российского права. 2015. № 11. С. 114-122.
5. Майорова Е.И. Некоторые эколого-правовые проблемы арктического региона // Вестник Мордовского государственного университета – Лесной вестник. Т.9. № 4. С. 110-116.

## LEGAL PROTECTION OF ARCTIC ECOSYSTEMS AND THEIR COMPONENTS

**Rednikova T.V.**[1]

[1] *– Researcher at FBGUN "Institute of State and Law of the Russian Academy of sciences", Moscow, Russian Federation, trednikova@yandex.ru*

**Abstract.** The biogeographic unity of the Arctic region requires a special approach to the legal protection of its environment. To improve the efficiency of protection of unique Arctic ecosystems on the basis of an interdisciplinary approach, it is advisable to develop a unified for all the Arctic States integrated system of legal and other measures that provide an individual approach to the protection of ecosystems in the region.

Key words: biological diversity, Arctic, ecosystem, legal protection, sustainable development, anthropogenic impact, plants, animals, negative impact, environment, economic activity

# МИКРОКЛИМАТ КАК КОМПЛЕКС АБИОТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ВЫЖИВАНИЕ И СОХРАНЕНИЕ ПОПУЛЯЦИЙ КЛЕЩЕЙ IXODES RICINUS L. И I. PERSULCATUS SCH. (НА ПРИМЕРЕ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА И ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ)

**Самойлова Е.П.[1, 2], Осипова Т.Н.[3]**

*[1] – Зоологический институт РАН, Санкт-Петербург, Россия Elizaveta.Samoylova@zin.ru*
*[2] – Главная геофизическая обсерватория им. А. И. Воейкова, Санкт-Петербург, Россия*
*[3] – Санкт-Петербургский Государственный Университет, Санкт-Петербург, Россия*

**Аннотация.** В исследовании рассмотрено влияние мезо- и микроклиматических факторов на количество активных клещей Ixodes ricinus L. и I. persulcatus Sch. в Санкт-Петербурге и Ленинградской области.

Ключевые слова: мезоклимат, микроклимат, Ixodes ricinus, Ixodes persulcatus, клещи, биотоп

Повышенное внимание ученых и общественности к вопросу распространения природно-очаговых инфекций и их зависимости от изменяющегося климата привело в последние десятилетия к появлению большого числа исследований и публикаций по данной проблеме. До сих пор ученые не пришли к единому мнению о роли метеорологических и климатических факторов в динамике клещевых популяционных процессов.

Структура популяций таёжного и европейского лесного клещей, переносчиков основных зооантропанозных трансмиссивных инфекций в России, отличается исключительной сложностью. Одна генерация включает 4 фазы развития: яйцо, личинка, нимфа, взрослые (имаго) самки и самцы. Каждая фаза образует отдельную гемипопуляцию, занимающую свою микросреду обитания и специфично реагирующую на весь набор биотических и абиотических факторов [1]. Паразитическое существование всех 3 фаз развития таёжного клеща занимает не более 12-20 сут. Непаразитический период жизни всех фаз развития таёжного клеща в условиях Санкт-Петербурга и Ленинградской области составляет 3 года [8], европейского лесного – 3-6 лет [2]. В это время клещи наиболее зависимы от воздействия температуры и влажности в микростациях их обитания.

Большое количество метеопоказателей и их сочетаний, неоднозначная оценка степени влияния разномасштабных метеорологических процессов и климата на численность и активность клещей значительно осложняют определение их роли в качестве абиотических факторов, регулирующих скорости разнообразных биологических процессов у иксодовых клещей. Все это осложняет выбор метеорологических данных, влияющих на формирование среды обитания клещей.

Набор метеохарактеристик, рассматриваемых разными авторами, отличается, зависит от региона исследований и доступности исходных данных. Используются спутниковые данные [5], данные метеостанций и полевых наблюдений [6]. Различия в периодах наблюдений и пространственная неоднородность исходных данных приводит к тому, что связи между метеоэлементами и количеством клещей, установленные в одних регионах не подтверждаются в других [3, 4].

К настоящему времени из всех климатических факторов, влияющих на количество активных клещей наиболее полно исследованы температура и влажность [7]. Однако разные авторы используют различные температурно-влажностные показатели. Всего таких метеофакторов насчитывается более 30.

Распространение клещей имеет мозаичный характер, и каждый биотоп может отличаться от другого микроклиматическими характеристиками. Однако в большинстве

исследований в качестве исходных используются данные, полученные на ближайших к клещевому биотопу метеостанциях. Данные наблюдений в психрометрической будке, установленной на высоте 2 м над поверхностью, не будут отражать микроклиматические особенности реальный клещевого биотопа. Тонкие изменения температуры исследуемого микроклимата клещевого биотопа почти наверняка будут потеряны в ряду данных, полученных на метеорологической станции, и возможную связь между метеорологическими факторами и клещевой активностью будет невозможно обнаружить [7].

Авторы склоняются к точке зрения Estrada-Peña (2013), который считает, что для поиска связей между количеством активных клещей и температурно-влажностными показателями следует использовать те ряды данных по температуре и влажности, которые был получены в поле в течение сезона сбора клещей на флаг и на прокормителя.

Микроклимат в конкретно взятом биотопе имеет более непосредственное влияние на клеща, чем макроклимат и мезоклимат, но, только макроклиматические и мезоклиматические данные, влияющие на формирование микроклимата клещевых биотопов, доступны для моделирования ареалов распространения клещей в большом пространственном масштабе.

В исследовании для Санкт-Петербурга и Ленинградской области авторы попытались сделать прогноз количества активных клещей с помощью дискриминантного анализа с использованием в качестве предикторов только метеорологических показателей, так как они являются единственными доступными численными показателями для прогнозирования. Прогноз количества активных клещей оправдался на 74%. Помимо анализа мезоклиматических характеристик в работе представлен анализ и микроклиматических особенностей отдельных биотопов, основанный на полевых наблюдениях. При использовании любой методики для улучшения прогноза следует включать в модель комплекс метеорологических показателей, а также другие факторы среды, влияющие на количество иксодид.

Для отдельных регионов России рост обилия иксодовых клещей может являться угрозой для безопасности населения. В Санкт-Петербурге же наблюдается снижение количества клещей в последние 30 лет на фоне слабых многолетних изменений метеорологических факторов, однако рост числа пострадавших объясняется интенсивным антропогенным вмешательством в клещевые биотопы. Поэтому перспективы дальнейшего исследования проблемы заключаются в изучении микроклиматических особенностей клещевых биотопов, влияющих на физиологию и количество иксодовых клещей для целей прогноза возможных мест обитаний клещей на территории Санкт-Петербурга и в его окрестностях.

Исследование выполнено в рамках гранта РФФИ №18-04-00075.

**Литература**

1. Балашов Ю.С. 1998. Иксодовые клещи – паразиты и переносчики инфекций. СПб. Наука. 287с.

2. Григорьева Л.А. 2017. Жизненный цикл европейского лесного клеща, Ixodes ricinus L., 1758 Aacari: Ixodidae) в условиях северо-запада России. Зоологический институт РАН, Санкт-Петербург. Материалы Юбилейной отчетной научной сессии, посвященной 185-летию Зоологического института РАН (Санкт-Петербург, Россия, 13–16 ноября 2017 г.). Сборник статей. 238 с, с. 58-61.

3. Коротков Ю.С., Акулова Л.М., Хазова Т.Г., Килина А.И., Кисленко Г.С., Чунихин С.П. 1992. Циклические изменения численности таежного клеща в заповеднике «Столбы». Мед. Паразитол. Паразит. Болезни 3: 7—10.

4. Коротков Ю.С., Никитин А.Я., Антонова А.М., Вержуцкий Д.Б., Вершинин Е.А., Корзун В.М., Мельникова О.В., Козлова Ю.А. 2007. Временная структура численности таежного клеща в пригородной зоне Иркутска. Бюллетень ВСНЦ СО РАМН, 3, 55 ПРИЛОЖЕНИЕ: 126-130

5. Agoulon A., Malandrin L., Lepigeon F., Vénisse M., Bonnet S., Becker C.A.M., Hoch T., Bastian S., Plantard O., Beaudeau F. 2012. A Vegetation Index qualifying pasture edges is related to Ixodes ricinus density and to Babesia divergens seroprevalence in dairy cattle herds // Vet. Parasitol. 185: 101– 109

6. Alonso-Carné J, García-Martín A, Estrada-Peña A. Assessing the statistical relationships among water-derived climate variables, rainfall, and remotely sensed features of vegetation: implications for evaluating the habitat of ticks. Exp Appl Acarol. 2015; 65:107–24.
7. Estrada-Peña A, Gray JS, Kahl O, Lane RS, Nijhof AM (2013) Research on the ecology of ticks and tick-borne pathogens-methodological principles and caveats. Front Cell Infect Microbiol 3:29
8. Grigoryeva L.A., Stanyukovich M.K. 2016. The features of the taiga tick life cycle Ixodes persulcatus Sch., (Acari: Ixodinae) in the North-West of Russia. Exp. Appl. Acarol. 69, 3: 347-357. DOI 10.1007/s10493-016-0038-1

# MICROCLIMATE AS A COMPLEX OF ABIOTIC FACTORS AFFECTING THE SURVIVAL AND CONSERVATION OF POPULATIONS OF TICKS IXODES RICINUS L. AND I. RERSULCATUS SCH. (ON THE EXAMPLE OF ST. PETERSBURG AND THE LENINGRAD REGION)

**Samoilova E.P.[1, 2], Osipova T.N.[3]**

[1] – *Zoological Institute RAS, St. Petersburg, Russia, Elizaveta.Samoylova@zin.ru*
[2] – *The Voeikov Main Geophysical Observatory, St. Petersburg, Russia*
[3] – *St. Petersburg State University, St. Petersburg, Russia*

**Abstract.** The research shows how meso- and microclimatic factors affect on the number of active ticks Ixodes ricinus L. and I. Persulcatus Sch. in St. Petersburg and Leningrad region.

Key words: mesoclimate, microclimate, Ixodes ricinus, Ixodes persulcatus, ticks, biotope

# ИСКУССТВЕННЫЕ ЗЕМЕЛЬНЫЕ УЧАСТКИ ГОРОДА КАЗАНИ И ВОДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ АКВАТОРИИ КАЗАНСКОГО ЗАЛИВА КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

**Сафина Г.Р.[1], Федорова В.А.[1]**

[1] – *Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия, Safina27@mail.ru*

**Аннотация.** Развитие городов зачастую приводит к дефициту территориальных ресурсов внутри города. Одним из способов решения этой проблемы в городе Казань является создание искусственных земельных участков (ИЗУ). Однако наряду с решением территориальных проблем создание ИЗУ в акватории Казанского залива Куйбышевского водохранилища приводит к возникновению нежелательных экологических последствий как на вновь созданных территориях, так и в акватории залива.

Ключевые слова: город, территория, дефицит, искусственные земельные участки, экологические проблемы.

В настоящее время актуальными являются вопросы поиска территориальных резервов для развития городских систем. Существуют несколько подходов, позволяющих решить проблему дефицита земель в пределах городской черты: увеличение площади города, уплотнение застройки, реновация, перевод промышленных предприятий за черту города и освоение освободившихся территорий, высотное строительство, создание искусственных земельных участков, подземное строительство [1, 2, 3]. Цель работы – рассмотреть влияние искусственных земельных участков (ИЗУ) на наземные и водные экосистемы в период создания и последующей эксплуатации.

В соответствии со статьей 3 Федерального Закона от 19 июля 2011 г. №246-ФЗ «Об искусственных земельных участках, созданных на водных объектах, находящихся в федеральной собственности, и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» искусственный земельный участок, созданный на водном объекте – это сооружение, создаваемое путем намыва или отсыпки грунта либо использования иных технологий и признаваемое после ввода в эксплуатацию также земельным участком [4].

Намывать или насыпать территории в Казани начали давно, что обусловлено расположением города в долинах двух рек – Волги и Казанки и ежегодной опасности при разливах рек в половодье и паводки. В городе проводились берегоукрепительные работы и мероприятия по повышению абсолютных отметок, призванные противостоять наводнениям. Создание ИЗУ в акватории реки Казанки в настоящее время обусловлено дефицитом земли в пределах городской черты, высокой инвестиционной привлекательностью и обширными возможностями в сфере градостроительства при образовании данного вида искусственных территорий [5].

ИЗУ Казанского залива Куйбышевского водохранилища исследовались по официально опубликованными материалам (Генеральный план г. Казани, 2007 г.), картографической информации, данным публичной кадастровой карты. Определение границ акватории Казанского залива было выполнено в программном пакете MapInfo Professional.

Анализ метахронных картографических данных показал, что в 1939 году, когда акватория р. Казанка имела естественный гидрологический режим, ее площадь составляла 58,28 га. Левый берег р. Казанка был застроен. Правый берег р. Казанка, представленный пойменными лугами и заболоченными участками.

После создания Куйбышевского водохранилища и до его заполнения в 1960 г. общая площадь акватории Казанского залива увеличилась на 647,2 га. Сокращение площади акватории Казанского залива Куйбышевского водохранилища в результате создания ИЗУ началось с 2004 г., когда в результате гидронамыва площадь акватории сократилась на 119,6 га. В период с 2013 по 2017 гг. увеличение площади ИЗУ сократило площадь еще на 17,9 га, таким образом за 13 лет площадь акватории Казанского залива Куйбышевского водохранилища сократилась на 136,5 га.

Создание ИЗУ обуславливает возникновение ряда экологических проблем как на вновь созданных участках, так и на прилегающей акватории. В пределах карты намыва грунты характеризуются низким содержанием питательных элементов в грунте. Исследования почв на участках намыва выявило наличие бесструктурной, серой толщи, характеризующейся горизонтальной слоистостью, которая определяется технологией намывных работ. Грунты характеризуются повышенной плотностью, что негативно отражается на процессах развития корневых систем древесной растительности. Таким образом, намывные грунты представляют собой специфичный субстрат, на котором сложно полноценно развиваться зеленым насаждениям.

К числу экологических проблем г. Казани, причиной которых являются работы по созданию искусственных земельных участков в пределах акватории р. Казанки, следует отметить разрушение природного комплекса поймы и акватории Куйбышевского водохранилища, который выполняет целый ряд функций природоохранного значения: регулирует микроклимат; выполняет шумозащитные функции; является местом отдыха жителей города; обеспечивает биоразнообразие городской экосистемы; является воспроизводственным участком дикорастущих видов; является воспроизводственным участком для ряда видов ихтиофауны; вследствие мощных полей рогоза и тростника обеспечивает естественное самоочищение водоема за счет процессов биологической фильтрации и биодеградации загрязняющих веществ.

По мнению О.В. Лебедевой и О.И. Мицкевич [6] в результате гидротехнических работ происходит коренное изменение в бентоценозах водоема, восстановление которых происходит достаточно медленно и неравномерно.

Таким образом, создание ИЗУ в акватории Казанского залива Куйбышевского водохранилища, с одной стороны решает проблему территориальных ресурсов города, имеет уникальные возможности в сфере градостроительства и привлечения инвестиций, а с другой стороны – становится причиной развития новых экологических проблем как на вновь созданных территориях, так и в акватории залива.

**Литература**

1. Сафина Г.Р. Освоение подземного пространства городов: проблемы и перспективы // География в школе. 2012. № 5. С. 9-14.

2. Федорова, В.А., Сафина Г.Р. Преодоление дефицита территории в крупных городах как фактор улучшения городской среды // Региональные географические и экологические исследования: актуальные проблемы. Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова. 2016. С. 448-456.

3. Safina G.R., Fedorova V.A., Sirotkin V.V., Gasanov I.M. Territorial reserves of major cities: challenges, experience, solutions//International Journal of Pharmacy and Technology. 2016. Т. 8. № 3. С. 14864-14871.

4. Об искусственных земельных участках, созданных на водных объектах, находящихся в федеральной собственности, и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации: закон Российской Федерации. М.: Совет Федерации, 2015. 53 с.

5. Федорова В.А., Сафина Г.Р. Развитие современного города и территориальные резервы. Учебное пособие. Казань, 2018. 152 с.

6. Лебедева О.В. Влияние дноуглубительных работ в подводном фарватере Сайменского канала и дампинга в бухте Защитной на состав, структуру и обилие макрозообентоса // Сборник научных трудов ГосНИОРХ. СПб:., 2006. вып. 331. с. 56 - 76.

# ARTIFICIAL PLOTS OF LAND IN KAZAN AND THE WATER ECOSYSTEMS OF THE KAZAN BAY OF THE KUIBYSHEV RESERVOIR

**Safina G.R.[1], Fedorova V. A.[1]**

[1] – *Kazan Federal Universit, safina27@mail.ru*

**Abstract.** Urban development often leads to a shortage of territorial resources within the city. One of the ways to solve this problem in the city of Kazan is the creation of artificial land (IZ). However, along with the solution of territorial problems, the creation of ISU in the water area of the Kazan Bay of the Kuibyshev reservoir leads to undesirable environmental consequences both in the newly created territories and in the water area of the Gulf.

Keywords: city, area, scarcity, artificial land, environmental problems

# ПРИМОРСКИЕ ЭКОСИСТЕМЫ ЕВРОПЕЙСКОГО СЕКТОРА РОССИЙСКОЙ АРКТИКИ В УСЛОВИЯХ УСКОРЕНИЯ ПРИРОДНЫХ И АНТРОПОГЕННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ

**Сергиенко Л.А.[1], Минаева Т.Ю.[2], Дьячкова Т.Ю.[1]**

*[1] – Петрозаводский государственный университет, Петрозаводск, Россия, saltmarsh@mail.ru*
*[2] – Центр сохранения и восстановления болотных экосистем – филиал ИЛАН РАН, Москва, Россия*

**Аннотация.** Приморские экосистемы являются целостным образованием и источниками исключительной продуктивности и биоразнообразия. Дается комплексная характеристика их состава и структуры растительного покрова на внутривидовом, видовом и на ценотическом уровнях.

Ключевые слова: прибрежная зона, флора, растительность, климат, изменения.

В приморских экосистемах Голарктических морей формируются специфические экологические условия, которые определяют уникальность их биологического разнообразия: они включают ключевые местообитания для перелетных птиц и морских млекопитающих; способствуют накоплению углерода и сохранению его запасов, являются территориями для регулирования и накопления различных форм загрязнения; играют важную роль в сохранении целостности ландшафтов. На настоящее время наиболее явными угрозами для приморских экосистем являются: загрязнение мирового океана от оффшорной деятельности (включая добычу и доставку углеводородов по водным и сухопутным путям); повышение доступа к береговым зонам и развития нам них современной инфраструктуры; изменение климата отражается в повышении уровня моря, высокой повторяемости сильных штормов, в повышении температуры вод океана и температуры почвы с последующим таянием вечной мерзлоты. В то время когда в зональных сообществах таежной зоны Европейского сектора Российской Арктики можно хотя бы условно говорить о стабильном существовании зрелых сообществ, то в прибрежных экосистемах состояние покрова подходит под определение перманентно-пионерного. По облику эти сообщества — пионерные, а по сути — хронически пионерные, остающиеся на начальных стадиях сукцессионного процесса не определенно долго. В прибрежных экосистемах развитие сообществ обрывается на ранних стадиях, формирующихся относительно немногочисленными видами сосудистых растений.

В приморских экосистемах Арктики и Голарктики небольшое количество видов сосудистых растений (до 30-45) распространены достаточно повсеместно, и именно они определяют облик растительного покрова, хотя часто различные по внешнему облику сообщества формируются из одних и тех же видов, представленных с разным обилием. При удлинении сукцессий возникают условия, допускающие внедрение видов растений более продвинутых семейств с более строгими требованиями к среде. В прибрежных экосистемах проявляются различные формы адаптационных стратегий видов растений, способствующих формированию широкого спектра морфотипов и ценотических структур при снижении видового разнообразия. Исследование таких относительно несложных сообществ важно для понимания процессов формирования биоразнообразия в нестабильных условиях прибрежных экосистем (Сергиенко, 2008).

Предметом нашего исследования являлись два из пяти основных типов водно-болотных угодий, а именно: *морские* - прибрежные лагуны; мелководные морские акватории вместе с островами, расположенными в мелководье; прибрежные влажные

низменности, заливаемые морской водой во время высоких приливов и нагонов (марши), а также пляжи, скалы и другие природные комплексы вблизи морских берегов; *устьевые* - дельты с речными рукавами, протоками, участками суши между ними, приустьевые мелководья на море (авандельты). Комплексная оценка устойчивости и уязвимости приморских экосистем основывалась на представлениях об их структурно-функциональных особенностях и проводилась, исходя из абиотических и биотических характеристик экосистем. , как: тип почвы; относительное положение биотопа в приливной зоне. В оценку включены такие параметры, как: соотношение видов растений различных жизненных форм в приморских растительных сообществах; видовая насыщенность и мозаичность растительного покрова; структура ценопопуляций; сезонная и многолетняя динамика приморской растительности; соотношение эколого-ценотических групп, биогеографических элементов (Минаева, Сирин, 2017).

Для изучения рисков нарушений устойчивости приморских экосистем, были выбраны уникальные природные комплексы западного побережья Белого моря – 1) меромиктический водоем – в губе Лебяжья, в эстуарии реки Кереть на западном побережье Белого моря и 2) томболо или перейма в устье реки Колежма – пересыпь, соединяющая остров с материком. Основные изменения растительного покрова, происшедшие на этой территории, начиная с 2000 г. связаны с изостатическим поднятием берега Белого моря и с усиленным антропогенным влиянием (в 2011 г. на острове Лопский была построена база отдыха, что значительно изменило условия существования такой геоморфологической формы рельефа, как томболо). В данном случае нарушен основной принцип существования приморских экосистем - основное функционирование приморских систем в переменной среде возможно лишь при условии нахождения их в колебательном режиме – а колебательный режим исчез из-за резкой смены условий их существования. Приморские виды отреагировали на это изменением видового состава и соотношением жизненных форм. Даже, несмотря на то, что в условиях приливно-отливной зоны устойчивость приморских экосистем все-таки может поддерживаться за счет компенсированного повышения качественного разнообразия, отражающего сложность взаимодействий между различными компонентами сообщества, в данном случае это разнообразие уходит в сторону формирования на приморской территории с многочисленными «микронишами» особых приморско-болотных экосистем, уклоняющихся в своем развитии в сторону формирования не приморских маршей, а осоково – моховых пресноводных болот. Проведенные исследования устойчивости и ценности приморских экосистем Северо-Востока Европы (на примере Ненецкого Автономного Округа) показали, что при выявлении их характеристик, основное внимание необходимо уделять тем аспектам, которые определяются свойствами естественного развития устойчивости как самостоятельной системы. В условиях приливной зоны устойчивость приморских экосистем поддерживается за счет компенсированного повышения качественного разнообразия, отражающего сложность взаимодействий между различными компонентами сообществ. Это позволит более полно учитывать эволюционно-динамический потенциал естественной устойчивости развития приморской растительности и соотносить его с возможностями природопользования на определенной территории, с сохранением ее биоразнообразия и оптимального состояния природной среды.

**Литература**

1. Сергиенко Л.А. Флора и растительность побережий Российской Арктики и сопредельных территорий. Петрозаводск, 2008. 225 с.

2. Минаева Т.Ю., Сирин А.А. Пространственные единицы для картирования экосистемных функций и услуг болот // Материалы конференции «VIII Галкинские Чтения» (Санкт-Петербург, 2–3 февраля 2017 г. под ред. д.б.н. Т. К. Юрковской). – Санкт-Петербург: Издательство СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2017. – С.70-74.

# COASTAL ECOSYSTEMS OF THE EUROPEAN SECTOR OF THE RUSSIAN ARCTIC IN THE CONDITIONS OF ACCELERATION OF NATURAL AND ANTHROPOGENIC IMPACTS

**Sergienko L.A.[1], Minayeva T.Yu.[2], Dyachkova T.Yu.[1]**

[1] – *Petrozavodsk state university, Petrozavodsk, Russia, saltmarsh@mail.ru*
[2] – *Center for conservation and restoration of mire ecosystems-branch of ILAN RAS, Moscow, Russia*

**Abstract:** Coastal ecosystems are the holistic entity and a source of exceptional productivity and biodiversity. The complex characteristic of their composition and structure of vegetation cover at the intraspecific, species and coenotic levels is given.

Key words: coastal zone, flora, vegetation, climate, changes

# ОСУЩЕСТВЛЕНИЕ ГОСУДАРСТВЕННОГО МОНИТОРИНГА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В РАМКАХ ТЕРРИТОРИАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ НАБЛЮДЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

**Серебрицкий И.А.[1], Азёмов Д.Т.[2]**

*[1] – Комитет по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности, Санкт-Петербург, Россия, serebr@kpoos.gov.spb.ru*

*[2] – Комитет по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности, Санкт-Петербург, Россия, azemov@kpoos.gov.spb.ru*

**Аннотация.** Государственный мониторинг атмосферного воздуха в Санкт-Петербурге осуществляется с использованием Автоматизированной системы мониторинга атмосферного воздуха, включающей 25 автоматических станций, расположенных во всех районах города. Величины среднегодовых концентраций основных загрязняющих веществ, по данным измерений 2018 года, имели тенденцию слабого спада или сохранения на уровне прошлых годов.

**Ключевые слова:** Государственный экологический мониторинг, атмосферный воздух, Санкт-Петербург.

В рамках формирования территориальной системы наблюдений за состоянием окружающей среды в Санкт-Петербурге сформирована и функционирует автоматизированная система мониторинга атмосферного воздуха Санкт-Петербурга (далее - АСМ-АВ).

В 2018 году в состав АСМ-АВ входят: 25 автоматических станций, испытательная лаборатория, совмещённая с центром сбора, хранения и обработки данных мониторинга и управления работой станций, 3 передвижные лаборатории мониторинга загрязнения атмосферного воздуха, 2 передвижные технические лаборатории, 1 передвижная метрологическая лаборатория иное необходимое оборудование и средства измерений.

По количеству станций мониторинга и объёму данных автоматизированная система мониторинга атмосферного воздуха Санкт-Петербурга соответствует требования нормативных документов Росгидромета и директиве № 2008/50/ЕС Европейского парламента и совета о качестве атмосферного воздуха и мерах его очистки.

Загрязняющими веществами, измеряемыми на автоматических станциях АСМ-АВ, являются: оксида азота, диоксида азота, оксида углерода, диоксида серы, взвешенные частицы диаметром менее 10 мкм (PM10) и взвешенные веществ диаметром менее 2,5 мкм (PM2,5), озон. Кроме того, на ряде станций, согласно программе мониторинга, измеряются: бензол, толуол, этилбензол, о-ксилол, м-ксилол, п-ксилол, фенол, отбираются пробы на бенз/а/пирен.

В 2018 году общее количество проведённых измерений уровня загрязнения атмосферного воздуха составило 2863781, в том числе 2849500 измерений выполнено с использованием автоматических станций АСМ-АВ и 14281 измерение загрязняющих веществ выполнено при проведении маршрутных наблюдений. Актуальная информация о результатах мониторинга атмосферного воздуха по всем станциям автоматизированной системы мониторинга размещается на Экологическом портале Санкт-Петербурга (www.infoeco.ru) в разделе «Окружающая среда – Атмосферный воздух».

Величины среднегодовых концентраций основных загрязняющих веществ, по

данным измерений 2018 года имели тенденцию слабого спада или сохранения на уровне прошлых годов.

**Литература**

1. Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды»;
2. Директива №2008/50/ЕС Европейского парламента и совета о качестве атмосферного воздуха и мерах его очистки;
3. РД 52.04.186-89 Руководство по контролю загрязнения атмосферы, М., 1991.

# IMPLEMENTATION OF THE STATE AMBIENT MONITORING IN THE FRAMEWORK OF THE REGIONAL OBSERVATION SYSTEM IN ST. PETERSBURG

**Serebritsky I.A.[1], Azemov D.T.[2]**

*[1] – Committee for Nature Use, Environmental Protection and Ecological Safety, St. Petersburg, Russia, serebr@kpoos.gov.spb.ru*

*[2] – Committee for Nature Use, Environmental Protection and Ecological Safety, St. Petersburg, azemov@kpoos.gov.spb.ru*

**Abstract.** The state monitoring of the ambient air in St. Petersburg is carried out using the Automated Air Monitoring System, which includes 25 automatic stations located in all districts of the city. The values of the average annual concentrations of the main pollutants, according to measurements of 2018, tended to be slightly decreasing or maintaining at the level of previous years.

**Key words:** State environmental monitoring, ambient air, St. Petersburg

# ХАРАКТЕРИСТИКА ЗАГРЯЗНЕННОСТИ РЕКИ СЛАВЯНКА В РАЙОНЕ МО РЫБАЦКОЕ

**Степанова Е.В.[1], Степанов А.И.[2]**

*[1] – Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия stepanoffev@yandex.ru*
*[2] – ФГУП «Специальное конструкторско-технологическое бюро «Технолог», Санкт-Петербург, Россия stepanoffai@yandex.ru*

**Аннотация.** В работе приводятся результаты мониторинга состояния воды р. Славянка, осуществляемого экологической лабораторией ФГУП «СКТБ «Технолог», за период 2015-2018 гг.

Ключевые слова: река Славянка, притоки реки Невы, загрязнение природных вод, загрязнение окружающей среды, качество воды.

Река Славянка протекает по Прибалтийской возвышенности в Гатчинском районе Ленинградской области и по территории трех районов Санкт-Петербурга (Пушкинского, Колпинского и Невского) через Павловск, Тярлево, Шушары, Колпино и Петро-Славянку и впадает в Неву, разделяя Рыбацкое и Усть-Славянку. Река испытывает значительную антропогенную нагрузку [1]. Вдоль берегов реки и ее притоков располагаются дачные, садоводческие хозяйства, частные огороды, сельскохозяйственные поля. В реку сбрасываются бытовые, производственные и сточные воды г. Пушкина, г. Павловска, десятков промышленных и сельскохозяйственных предприятий и нескольких поселков. Неоднократно имели место залповые выбросы неочищенных сточных вод предприятий.

Интегральные характеристики загрязненности р. Славянка по комплексу основных загрязняющих веществ в Балтийском гидрографическом районе согласно данным Комитета по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности [2] представлены в табл. 1, 2.

Таблица 1. Класс качества воды в р. Славянка на основе ИЗВ за период 1986-2005 гг.

| Год | 1986 | 1987 | 1988 | 1989 | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ИЗВ | V | V | IV | V | IV | V | VI | V | V | V |
| Год | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 |
| ИЗВ | V | V | VI | V | IV | IV | IV | IV | IV | IV |

Таблица 2. Класс качества воды в р. Славянка на основе УКИЗВ за период 2005-2017 гг.

| Год | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| УКИЗВ | 3б | 4а | 3а | 4а | 4а | 3б | 3б | 3б | 3б | 3б | 4а | 3б | 3а |

В табл. 3, 4 приводятся результаты осуществляемого экологической лабораторией ФГУП «СКТБ «Технолог» мониторинга загрязненности р. Славянка. Предприятие расположено на расстоянии около 2 км от устья реки, основано в 1963 г. и специализируется на лабораторной отработке и технологическом апробировании разработок синтеза органических веществ, выпуске опытных партий отдельных наименований продуктов и полупродуктов для химической, медицинской и других отраслей промышленности. Согласно данным экологической лаборатории за последние 4 года систематические превышения ПДК наблюдаются по 5 показателям (табл.3).

Таблица 3. Медианные значения годовых показателей содержания основных загрязняющих веществ в р. Славянка в период 2015-2018 гг.

| Показатель/ Год наблюдения | Значение в воде, мг·дм$^{-3}$ | | | | Превышение ПДК, % | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 |
| $NH_4^+$ | 2,50 | 2,19 | 3,98 | 2,70 | 15 | -10 | 82 | 35 |
| $БПК_5$ | 53,4 | 10,1 | 12,5 | 11,7 | 1235 | 152 | 214 | 192 |
| ХПК | 123 | 72 | 57,5 | 40 | 720 | 380 | 283 | 167 |
| Fe(общ.) | 2,7 | 1,2 | 0,91 | 0,86 | 170 | 20 | –9 | –14 |
| Нефтепродукты | – | 0,11 | 0,19 | 0,13 | – | 14 | 85 | 30 |

В табл. 4 сопоставлены результаты мониторинга состава вод р. Славянка выше (50 м) и ниже (20 м) точек сброса сточных вод предприятия ФГУП «СКТБ «Технолог».

Таблица 4. Медианные значения годовых показателей качества воды р. Славянка до и после точек сброса промышленно-бытовых вод предприятия

| Показатель/ Год наблюдения | Разность показателей качества воды выше (50 м) и ниже (20 м) точек сброса сточных вод предприятия, % | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 |
| $NH_4^+$ | +67 | +37 | 0 | –6,3 |
| $NO_2^-$ | 0 | –9,1 | 0 | 0 |
| $NO_3^-$ | –15 | –9,7 | 0 | 0 |
| $PO_4^{3-}$ | –0,69 | –2,7 | 0 | 0 |
| $БПК_5$ | +55 | +16 | –6,5 | +1,0 |
| ХПК | +34 | +29 | –6,7 | +4,8 |
| $SO_4^{2-}$ | +95 | +82 | +43 | +43 |
| $Cl^-$ | 0 | +3,9 | 0 | 0 |
| Сухой остаток | –0,55 | –1,9 | –12 | –2,5 |
| Взвешенные вещества | –5,7 | +24 | –38 | 0 |
| Fe (общ.) | –5,9 | +5,5 | –1,2 | 0 |
| Mn | – | –14 | –8,7 | +7,7 |
| Pb | – | –32 | 0 | –39 |
| Cr (общий) | – | –7,1 | 0 | 0 |
| Cr(VI) | – | – | 0 | 0 |
| Нефтепродукты | – | +92 | –5,8 | –20 |
| ПАВ | – | –19 | +1,9 | –35 |

Приведенные данные показывают, что за период 2015-2018 гг. в целом наблюдается положительная динамика качества воды р. Славянка, при этом предприятие «СКТБ «Технолог» не оказывает негативного воздействия на воды р. Славянка.

**Литература**

1. *Каретникова Т.И., Фрумин Г.Т., Степанова Е.В.* Качество вод водотоков Санкт-Петербурга в 2007 году, В сб: Охрана окружающей среды, природопользование и обеспечение экологической безопасности в Санкт-Петербурге в 2007 году. Под ред. Д.А.Голубева, Н.Д.Сорокина. – СПб: Комитет по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности, 2008. – С.201-222.

2. Экологический портал Санкт-Петербурга: http://www.infoeco.ru/index.php?id=54 (электронный ресурс).

# CHARACTERISTIC OF WATER POLLUTION OF SLAVYANKA RIVER IN THE MUNICIPAL DISTRICT RYBATSKOE

**Stepanova E.V.[1], Stepanov A.I.[2]**

*[1] – Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, Russian Federation*
*stepanoffev@yandex.ru*
*[2] – Special Design-Technological Bureau "Technolog", St. Petersburg, Russian Federation*
*stepanoffai@yandex.ru*

**Abstract.** The paper presents some results of monitoring of Slavyanka River ecological state which was carried out by the environmental laboratory of Federal State Unitary Enterprise "SCTB "Technolog" in the period of the 2015-2018 yrs.

Keywords: Slavyanka River, tributaries of the Neva River, pollution of natural waters, environmental contamination, water quality.

# ШУМОВОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

**Стрельников А.Н.**[1]

[1] – *Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный гидрометеорологический университет» Россия, Санкт-Петербург, aleksstrelnikov@yandex.ru*

**Аннотация.** Статья посвящена проблеме шумового загрязнения планеты, в частности, таких городов как Санкт-Петербург и Владивосток. В ней описывается влияние на организм человека шумового воздействия, и предлагаются возможные варианты устранения экологической проблемы.

Ключевые слова: шум, шумовое загрязнение, здоровье человека, измерения шума, шум в окружающей среде

Как известно, в современных крупных городах одним из наиболее распространённых видов загрязнения окружающей среды, постоянно действующим и неблагоприятно сказывающимся на жизнедеятельности человека, является шум. Согласно Федеральному закону от 4 мая 1999 г. № 96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха» [4] воздействие шума относится к вредному физическому воздействию на атмосферный воздух.

Шум в окружающей среде – это нежелательный или вредный наружный шум, создаваемый в результате деятельности человека, в том числе шум, излучаемый подвижными и стационарными источниками шума. [5]

Один из основных источников шума в городе – автомобильный транспорт, интенсивность движения которого постоянно растёт, и уловить его практически невозможно. 80 % от общей доли звуковых волн, составляющих уличный шум, приходится на автотранспорт. [6]

По санитарным нормам [3], допустимым уровнем шума, который не наносит вреда слуху даже при длительном воздействии на слуховой аппарат, принято считать 55 дБ в дневное время и 40 дБ ночью. Стоит отметить, что наиболее опасно превышение шума для здоровья человека в ночное время, так как это приводит к нарушению восстановления биологических ресурсов организма во время сна.

В это время подвержены стрессу все жители, а в дневное – зачастую пожилые люди и матери с маленькими детьми, т.е. тот слой населения, который не работает, а это и есть контингент наиболее подверженный воздействию данного вида загрязнения.

В 2017 была проведена гигиеническая оценка акустического воздействия на население селитебных зон города Санкт-Петербурга. Опираясь на полученные результаты, можно сделать вывод о том, что по всем адресам мониторинга уровней шума от стационарных источников и автотранспорта отмечено наличие сверхнормативной акустической нагрузки. [2]

Максимальные значения уровней шума фиксировались по адресу Невский пр., д. 146 в ночное время на протяжении исследуемого периода, превышающие ПДУ на 30-32 дБА по эквивалентным и 28-29 дБА по максимальным уровням звука. [2]

Превышение уровня шума в некоторых районах Владивостока связано с тем, что ул. Некрасовская, ул. Алеутская и ул. Светланская являются главными улицами и находятся вблизи с крупными перекрёстками города, а пр-т Столетия Владивостока и ул. Светланская – основные дорожные артерии на которых можно наблюдать большое скопление машин, особенно в час пик. [1]

Таким образом, в статье рассмотрена и обоснована серьёзность проблемы

шумового загрязнения. Решением же по борьбе с повышенным уровнем шума вблизи жилых домов, расположенных в районах повышенной шумоопасности, может быть предложена, например, установка звукоизоляционных экранов вдоль транспортных дорог и посадка зелёных насаждений на этих территориях для поглощения и рассеивания шумового загрязнения. Целесообразна и реорганизация движения транспорта в центральных районах города и его пригородов с выведением значительной части транспортного потока на объездные магистрали.

**Литература**

1. Слученкова В.В., Зацепина П.П. ИССЛЕДОВАНИЕ ШУМОВОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ГОРОДА ВЛАДИВОСТОКА // Наука вчера, сегодня, завтра: сб. ст. по матер. XLII междунар. науч.-практ. конф. № 1(35). – Новосибирск: СибАК, 2017. – С. 21-27.
2. Доклад об экологической ситуации в Санкт-Петербурге в 2017 году/ Под редакцией И.А. Серебрицкого – СПб.: ООО «Сезам-принт», 2018. — 158 с.
3. Санитарно-эпидемиологические требования «Шум на рабочих местах в помещениях жилых и общественных зданий и на территориях жилой застройки»: санитарно-эпидемиологические правила 2.2.4/2.1.8562 – 96 (утверждены постановлением Госкомсанэпиднадзора РФ от 31 октября 1996 г. № 36).
4. Федеральный закон от 4 мая 1999 г. № 96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха» (ред. от 27.12.2009 №374-ФЗ). – Режим доступа: http://www.consultant.ru/online/base/?req=doc;base=LAW;n=95673 от 23.11.2011.
5. ГОСТ Р 53187-2008 Группа Т34. Национальный стандарт Российской Федерации. Акустика. Шумовой мониторинг городских территорий. // ОКС 13.140, 17.140.30. Дата введения 2009-12-01. – М.: Стандартинформ, 2009.
6. Аксёнов, И.Я. Транспорт и охрана окружающей среды / И.Я. Аксёнов. – М.: Транспорт, 1986. - 176 с.
7. Государственный доклад «О состоянии санитарноэпидемиологического благополучия населения в Приморском край в 2017 году»/ Под общей редакцией Маслова Д.В. – руководителя Управления Роспотребнадзора по Приморскому краю — Владивосток 2018. — 200 с.

## NOISE POLLUTION OF THE URBAN ENVIRONMENT

**Strelnikov A.N.[1]**

*[1] – Federal State Educational Institution of Higher Education "Russian State Hydrometeorological University", Russia, St. Petersburg, aleksstrelnikov@yandex.ru*

**Abstract.** The article is devoted to the problem of noise pollution of the planet, in particular, such cities as St. Petersburg and Vladivostok. It describes the impact on the human body of noise exposure, and suggests possible solutions to ecological problems.

Key words: noise, noise pollution, health, noise measurement, environmental noise

# ЭКОЛОГИЯ И ТЕРМИНОЛОГИЯ

**Фрумин Г.Т.[1]**

*[1] – Российский государственный гидрометеорологический университет. Санкт-Петербург. Россия. gfrumin@mail.ru*

Автором термина «экология» был профессор Йенского университета Э. Геккель. Точный перевод греческого слова «экология» означает изучение собственного дома, а нашим домом является биосфера, в которой мы живем и частью которой являемся. В то же время понятие «экология», появившееся в позапрошлом веке, относилось лишь к одной из сторон жизни обитателей биосферы. Эту экологию называют биологической, и она является всего лишь составной частью той дисциплины, которую сейчас принято называть экологией человека или современной экологией.

Первоначально экология рассматривалась как часть биологии, изучающая взаимодействие живых организмов в зависимости от состояния окружающей среды. Позднее на Западе появилось понятие «экосистема», а в СССР – «биоценоз» и «биогеоценоз» (академик В.Н. Сукачев). Это почти идентичные термины. Первые два – экосистема и биоценоз – абсолютно тождественные. Они означают любую совокупность взаимодействующих живых организмов. Последний термин отличается от первых двух только тем, что в нем присутствует частица «гео», означающая, что данная экосистема рассматривается на некоторой вполне определенной территории и учитывает влияние окружающей среды на взаимодействие живых организмов. Издано большое количество терминологических словарей экологической направленности, в которых одни и те же термины зачастую несут различную смысловую нагрузку. Так, приводимая в словарях и справочниках трактовка даже такого более чем популярного термина, как мониторинг, различна. Немецкий философ, математик, физик, юрист, теолог, языковед Г.В. Лейбниц писал: «Понимайте значения слов и мир будет избавлен от множества ошибок». Завет Декарта: «Договоритесь о терминах — и вы избавите человечество от половины заблуждений» (Рене Декарт - французский математик, философ, физик и физиолог, создатель аналитической геометрии и современной алгебраической символики).

Слово экология у всех на слуху. Неоправданное или спекулятивное употребление его стало модой, словесным штампом, начало входить в привычный обиход. Все чаще слово экология воспринимается как синоним загрязнения. Уже как бы не замечаются в научной и особенно в популярной литературе и СМИ даже такие абсурдные словосочетания, как плохая экология, последствия экологии, экология языка, экология души и множество других [5]. «В наше время экология стала популярной. К сожалению, в нашей стране слово «экология» с легкой руки непрофессионалов широко употребляется для обозначения всех форм взаимоотношений человека и окружающей среды, в том числе им же созданной. Часто науку экологию и окружающую среду рассматривают как синонимы и связывают с проблемами взаимоотношений человека и природы…. Непрофессиональное использование понятия экология приводит к размыванию представления о науке, которая имеет свой специфический предмет, метод и цель исследования» [1].

К сожалению, в настоящее время слово «экология» зачастую используется совершенно неоправданно. Академик Н.Н. Моисеев писал об этом в журнале «Наука и жизнь»: «Сегодня термин «экология» стал применяться очень широко по самым различным поводам (по делу и не по делу). И процесс этот, по-видимому, необратим. Однако чрезмерное расширение понятия «экология» и включение его в жаргон все же недопустимо. Так, например, говорят, что в городе «плохая экология». Выражение бессмысленное, ибо экология – научная дисциплина, и она одна для всего человечества. Можно го-

ворить о плохой экологической обстановке, о неблагоприятных экологических условиях, о том, что в городе отсутствуют квалифицированные экологи, но не о «плохой экологии». Ведь это также нелепо, как сказать, что в городе плохая арифметика, плохая физика или плохая химия ртути. Нельзя обойти вниманием и вопиющую безграмотность выражений «экология заводского цеха», «экология улиц города», «экологически чистое производство». Такого не бывает, ибо любое производство прямо или косвенно отнимает энергию у биосферы. Или такие «шедевры». В витрине одного из магазинов в Германии: «Мы заботимся о вашем здоровье. Наши похоронные венки сделаны из экологически чистых материалов». Один из подобных «шедевров» последних лет «экологическое материнство» и «последствия экологии». Во многих случаях экология употребляется как слово-паразит, для придания речи наукообразия. В выставочном зале «Интенсификация-90» в Санкт-Петербурге с успехом прошла выставка «Экология женщины», после чего в петербургских газетах промелькнуло выражение «экологически чистые девушки». Уже никого не удивляет, когда дикторы центрального телевидения говорят о регионах с «плохой» и «хорошей» экологией. Отправляя внучат на лето за город, бабушки радуются, что «там у них в деревне еще много экологии!» [3].

Изложенное выше побуждает ученых и специалистов к проведению дискуссий но вопросам чистоты экологической терминологии, установления границ и областей ее применения. Примером может служить плодотворная работа Научного совета по аналитической химии РАН под руководством академика Ю.Л.Золотова, итогом которой явилась разработка рекомендаций по использованию терминов экологической направленности применительно к контролю загрязнения природной среды и экоаналитике [4].

В зарубежной литературе различают экологическую фундаментальную биологическую науку и энвайронментологию (от англ. environment – окружающая среда). В нашей стране произошло смешение понятий – «экология» и «природоведение» стало одной из причин низкой эффективности экологического образования. «Не случайно экологическое движение конца 80-х годов формировалось в основном как эмоциональный всплеск «экологистов» (по определению Н.Ф. Реймерса). Более того, при организации специализированной службы охраны окружающей среды ее кадры комплектовались преимущественно из непрофессионалов и тех же «экологистов» [2]. «Произошла девальвация самой специальности, на «эколога» учатся почти во всех учебных заведениях… Это трудная профессия. Она требует хорошего специального образования, умения применять знания разных наук, самые современные методы, в том числе методы математического моделирования биологических и экологических систем» [1].

**Литература**

1. Алимов А.Ф. Об экологии всерьез // Вестник Российской академии наук. 2002. Т.72. №12. С. 1075-1080.
2. Розенберг Г.С., Мозговой Д.П., Гелашвили Д.Б. Экология. Элементы теоретических конструкций современной экологии (учебное пособие). Самара: СНЦ РАН. 1999. 396 с.
3. Старобогатов Я.И., Гальцова В.В., Шилин М.Б. Мифы и реалии современной экологии. Тема I. Что такое экология. Учебное пособие. СПб.: Немецкая гимназия св. Петра «Петершуле». 2000. 20 с.
4. Фрумин Г.Т. Экология и геоэкология: мифы и реальность. СПб.: РГГМУ. 2011. 236 с.
5. Якимова В.П. Об экологических терминах // Научно-информационный бюллетень. Экологическая безопасность. №1-2 (7-8). 1997.

## ECOLOGY AND TERMINOLOGY

**Frumin G.T.[1]**

[1] – *Russian State Hydrometeorological University. St. Petersburg. Russia. gfrumin@mail.ru*

**Abstract.** The theses discuss the problem of environmental terms. Examples of the misuse of the term ecology in the media (in newspapers, magazines, on television) are given. For example, bad ecology, ecological motherhood, eco-friendly girls.

# ОЦЕНКА ТОКСИЧНОСТИ НЕОБЕЗВРЕЖЕННЫХ ОТХОДОВ НА ПОЛИГОНЕ КРАСНЫЙ БОР

**Фрумин Г.Т.[1], Малышева Н.А[2].**

*[1] – Российский государственный гидрометеорологический университет. Санкт-Петербург. Россия. gfrumin@mail.ru*
*[2] – Сотрудник Администрации Губернатора Санкт-Петербурга, помощник депутата Государственной Думы Федерального Собрания Российской Федерации. Россия, 9560895@gmail.com*

**Аннотация.** Рассчитаны величины рисков комбинированного действия при воздействии на дафний металлов, содержащихся в не обезвреженных отходах на полигоне «Красный Бор».

Ключевые слова: токсичность, металлы, дафнии, полигон «Красный Бор».

Концентрация в Санкт-Петербурге и Ленинградской области большого количества промышленных производств послужила в свое время основанием для создания в регионе предприятия захоронения промышленных токсичных отходов. СПб ГУПП «Полигон «Красный Бор» организован на основании решения Ленгорисполкома № 1068 от 02.12.1967 г., введён в эксплуатацию в 1969 году. «Красный Бор» – полигон для утилизации токсичных отходов, продуктов деятельности химических, медицинских и промышленных предприятий.

На Полигоне накоплены следующие отходы: – твердые, пастообразные органические и неорганические отходы (II, III, IV классы опасности); – жидкие органические и неорганические отходы с содержанием воды не более 60% (II, III, IV классы опасности); – кислоты, в том числе электролиты, с концентрацией кислоты более 50%; – отходы щелочей, в том числе растворы (гальваношлам); – химические реактивы; – отходы средств защиты растений (II, III, IV классы опасности); – особо опасные отходы I класса опасности; – аккумуляторы свинцово-содержащие, никельсодержащие, металлогидридные и литиево-ионные, другие; – грунт, загрязненный нефтепродуктами (IV класс опасности), грунт загрязненный тяжелыми металлами (II, III классы опасности). С2014 года по настоящее время, по решению Тосненского городского суда Ленинградской области, полигон не осуществляет прием отходов.

В связи с изложенным цель исследования заключалась в оценке токсичности некоторых металлов, не подвергавшихся обезвреживанию, для дафний как представительного вида гидробионтов.

Во второй половине XX века в связи с необходимостью оценки токсичности природных и сточных вод, а также некоторых химических веществ во многих странах мира стали использовать биотестирование на *Daphnia magna Straus*. Дафнии широко применяются в биотестировании в таких странах мира, как США, Германия, Франция, Венгрия и др. Во многих из них дафния принята как стандартный тест-организм. Дафнии как обязательный тест-объект включены в схему установления ПДК веществ-загрязнителей и сточных вод России.

По данным литературы о токсичности катионов металлов для дафний в работе [3] были построены математические модели, связывающие величины рисков (вероятности) летальных исходов при воздействии двухзарядных катионов металлов на дафний в широком диапазоне варьирования концентраций (табл.1).

Таблица 1. Математические модели для оценки рисков летальных исходов при воздействии катионов металлов на дафний

| металл | Модель | металл | Модель |
|---|---|---|---|
| Ртуть | Риск=1-exp(-13,777$C^{0,547}$) | Цинк | Риск=1-exp(-2,02$C^{1,168}$) |
| Медь | Риск=1-exp(-25,103$C^{0,956}$) | Кобальт | Риск=1-exp(-0,011$C^{1,36}$) |
| Свинец | Риск=1-exp(-0,2653$C^{1,1}$) | Железо | Риск=1-exp(-0,017$C^{1,319}$) |
| Кадмий | Риск=1-exp(-86,14$C^{0,979}$) | Марганец | Риск=1-exp(-0,007$C^{1,489}$) |

Примечание. С – концентрация катиона металла, мг/дм$^3$

Учитывая, что риск является вероятностной величиной, для определения риска комбинированного действия в соответствии с правилом умножения вероятностей, где в качестве сомножителей выступают не риски, а значения, характеризующие вероятности их отсутствия, было применено следующее уравнение:

$$Риск_{комб} = 1 - (1 – Риск_1)(1 - Риск_2)(1 - Риск_3)-…(1 - Риск_n), \quad (1)$$

где $Риск_{комб}$ – риск комбинированного действия катионов металлов, $Риск_i$ – риск воздействия индивидуальных катионов металлов.

Для классификации качества вод по уровням их загрязненности металлами была использована модель «разломанного стержня» [1] (табл. 2).

Таблица 2. Классификация качества вод по величинам комбинированных рисков

| Качество воды | Риск комбинированный, $Риск_{комб}$ | Класс качества |
|---|---|---|
| Очень хорошее | 0,00-0,04 | I |
| Хорошее | 0,04-0,09 | II |
| Удовлетворительное | 0,09-0,16 | III |
| Плохое | 0,16-0,26 | IV |
| Очень плохое | 0,26-1,00 | V |

Разработанный подход, базирующийся на моделях, приведенных в табл. 1 и формуле 1, был использован для оценки загрязненности металлами (ртутью, медью, свинцом, кадмием, цинком, кобальтом и марганцем) карт №64, №68, внутреннего и кольцевого каналов полигона. Первичные данные для расчетов были заимствованы из работы [2].

Результаты расчетов риска комбинированного действия катионов металлов для дафний и качество вод рассмотренных объектов представлены в табл. 3.

Таблица 3. Уровни загрязненности металлами карт, внутреннего и кольцевого каналов

| Объект | Риск комбинированный, $Риск_{комб}$ | Качество воды | Класс качества |
|---|---|---|---|
| Карта №64 | 1,00 | Очень плохое | V |
| Карта №68 | 0,98 | Очень плохое | V |
| Внутренний канал | 0,99 | Очень плохое | V |
| Кольцевой канал | 1,00 | Очень плохое | V |

Как следует из табл. 3, по величинам комбинированных рисков, комплексно учитывающих содержание тяжелых металлов, качество воды рассмотренных объектов характеризуется как «очень плохое», что побуждает необходимость принятия срочных управленческих решений.

**Литература**
1. Мостеллер Ф. Пятьдесят занимательных вероятностных задач с решениями. М.: Наука, 1975. 112 с.
2. Собко А.А., Богданов Д.А. Канализационные очистные сооружения производственных и поверхностных сточных вод СПб ГУПП «Полигон «Красный Бор». Техническая документация. Оценка воздействия объекта на окружающую среду. 132414.0000.160048-ОВОС. Книга 1. СПб.: АО РАОПРОЕКТ, 2016. 330 с.
3. Фрумин Г.Т., Жаворонкова Е.И. Оценка риска воздействия металлов на гидробионты //Оценка и управление природными рисками. Материалы Всероссийской конференции «Риск-2003». Том 2. М.: Издательство Российского университета дружбы народов, 2003. С.258-261.

# ASSESSMENT OF TOXICITY OF NOT NEUTRALIZED WASTE AT THE SITE OF KRASNYI BOR

**Frumin G.T.[1], Malysheva N.A.[2]**

*[1] – RussianState Hydrometeorological University. St. Petersburg. Russia.gfrumin@mail.ru*
*[2] – Employee of the Administration of the Governor of St. Petersburg, Assistant Deputy of the State Duma of the Federal Assembly of the Russian Federation.9560895@gmail.com*

**Abstract.** The values of the risks of the combined action when exposed to daphnia metals contained in non-disposed waste at the Krasny Bor landfill are calculated.

Key words: toxicity, metals, daphnia, site of Krasny Bor.

# ПРИБРЕЖНО-МОРСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ГИДРОХИМИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ ВОД НА МОНИТОРИНГОВОМ РАЗРЕЗЕ В СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ЧЕРНОГО МОРЯ

**Часовников В.К.[1], Чжу В.П.[1], Часовникова Л.А.[1]**

*[1] – Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, г. Москва, Россия, chasovn@mail.ru*

**Аннотация.** Представлены результаты гидрохимических исследований, которые осуществлялись в рамках комплексной научной экспедиции «Черное море-2018» и посвящены изучению прибрежной зоны на основе мониторинговых наблюдений на 5-ти мильном разрезе.

Ключевые слова: Черное море, прибрежная зона, мониторинг, биогенные элементы, изменчивость

Настоящие исследования осуществлялись в рамках комплексной научной экспедиции «Черное море - 2018» и посвящены изучению шельфовой зоны и континентального склона на основе мониторинговых наблюдений за гидрофизической, химической и биологической структурой вод Черного моря [1, 2].

Основная цель данной программы исследований – проведение наблюдений на разрезе, расположенном перпендикулярно берегу, от Голубой бухты до середины континентального склона (~ 5 миль от берега). На разрезе выполняются 5 станций с CTD зондированиями и исследованиями химической и биологической структуры прибрежных вод над изобатами 10, 25, 50, 100 и 500 метров.

Задачи рейса на 5-ти мильном разрезе:

1. Произвести измерения характеристик гидрологической структуры.
2. На основании гидрофизических данных выбрать горизонты и осуществить с них прицельный отбор проб воды на гидрохимию и фитопланктон.
3. На глубоководной станции изучить особенности химической структуры зоны контакта аэробных и анаэробных вод.

Список гидрохимических параметров, определявшихся непосредственно после рейса, включает в себя: растворенный кислород, pH, фосфаты, валовый фосфор, силикаты, нитриты, нитраты, аммоний, валовый азот, сероводород. Методы определения содержания элементов были стандартными, принятыми в практике морских экспедиционных работ [3].

В течение 2018 года осуществлено 11 выходов в море на МНИС «Ашамба», на 55 станциях осуществлен отбор проб воды с 350 горизонтов для определения гидрохимических параметров. Проведено около трех тысяч химических анализов.

Судовые наблюдения проводились в период времени с февраля по ноябрь 2018 года. В результате выполненных работ получен значительный массив информации по гидрохимическому режиму в шельфово-склоновой зоне Черного моря в районе г. Геленджик.

Таблица 1 – Средние годовые значения химических параметров в верхнем 50-ти метровом слое воды на 5-ти мильном разрезе, по данным мониторинга в 2017- 2018 гг.

| Параметр | Среднее значение за год | |
|---|---|---|
| | 2017 год | 2018 год |
| Растворенный кислород ($O_2$), мкМ | 294.7 | 274.6 |
| Фосфаты (PO4), мкМ | 0.07 | 0.10 |
| Фосфор общий, мкМ | 0.32 | 0.26 |
| Кремний (Si), мкМ | 4.90 | 4.19 |
| Нитраты (NO3), мкМ | 0.36 | 0.35 |

| Параметр | Среднее значение за год | |
|---|---|---|
| | 2017 год | 2018 год |
| Нитриты (NO2), мкМ | 0.07 | 0.12 |
| Аммоний (NH4), мкМ | 0.46 | 0.92 |
| Азот минеральный (N мин), мкМ | 0.85 | 1.39 |

Полученные результаты показывают (табл. 1), что в деятельном слое моря, в 2018 году наблюдается тенденция увеличения запаса минерального азота (Nмин) и фосфатов по сравнению с прошлым годом. Повышение, в целом, величин Nмин происходило за счет увеличения концентраций таких форм как аммоний и нитриты. Содержание нитратов осталось на прежнем уровне. Следует отметить, что тренд повышения среднегодового содержания кремния, отмечаемого нами три года подряд с 2015 года, сменился на тенденцию уменьшения среднегодовых концентраций кремнекислоты (табл. 1) в прибрежной зоне моря в 2018 году.

Таким образом, по данным мониторинга 2018 года, в деятельном слое прибрежно-шельфовой зоны Черного моря, зафиксировано значительное увеличение запасов минерального азота и фосфора, соответственно в 1.6 и 1.4 раза, по сравнению с прошлым годом. Трехлетняя тенденция ежегодного увеличения содержания кремния, сменилась на уменьшение его концентраций в 2018 году.

Содержание основных биогенных элементов, их соотношения являются важнейшими показателями состояния морской экосистемы. Даже краткосрочные изменения режима биогенных элементов могут приводить к перестройке биологических сообществ. Поэтому вопрос о наличии в Черном море устойчивых изменений содержания биогенных элементов представляет большой интерес, как для гидрохимиков, так и для морских биологов.

Работа выполнена в рамках государственного задания (тема № 0149-2018-0013) и при финансовой поддержке гранта РФФИ № 17-05-00381 «Роль придонного экмановского слоя на континентальном шельфе в поддержании аэробной зоны Черного моря»

**Литература**

1. Часовников В.К., Чжу В.П., Очередник О.А., Петров И.Н. Изменчивость содержания биогенных элементов в прибрежной зоне Черного моря (район Геленджика) // Сборник трудов Международного симпозиума «Мезомасштабные и субмезомасштабные процессы в гидросфере и атмосфере» (МСП-2018). М.: ИО РАН. – 2018. – С 370-373.

2. Арашкевич Е.Г., Луппова Н.Е., Подымов О.И., Часовников В.К. Экологический мониторинг пелагического сообщества //Некоторые результаты комплексной прибрежной экспедиции “Черное море - 2017” на МНИС “Ашамба” Ред. Зацепин А.Г., Куклев С.Б. – Научный мир. – М. – 2018. – С. 44- 66.

3. Бордовский О.К., Чернякова А.М Современные методы гидрохимических исследований океана / М.: ИО РАН, 1992. 200 с.

# COASTAL-MARINE STUDIES OF THE HYDROCHEMICAL STRUCTURE OF WATERS IN THE MONITORING SECTION IN THE NORTH-EASTERN PART OF THE BLACK SEA

**Chasovnikov V. K.[1], Chjoo V. P.[1], Chasovnikova L. A.[1]**

*[1] – Shirshov Institute of Oceanology RAS, Moscow, Russia, chasovn@mail.ru*

**Abstract.** The results of hydrochemical studies are presented, which were carried out within the framework of the integrated scientific expedition "Black Sea-2018" and are devoted to the study of the coastal zone based on monitoring observations on the 5-mile section.

Key words: Black Sea, coastal zone, monitoring, nutrients, variability

# МОНИТОРИНГ СТОКА СОЕДИНЕНИЙ ВАЛОВОГО ФОСФОРА ПО Р. НЕВЕ

**Шелутко В.А.[1], Алексеев Д.К.[1], Говор А.А.,[1]**

[1] – *Российский государственный гидрометеорологический университет, г. Санкт-Петербург*

**Аннотация.** В работе рассматриваются проблемы оценки качества вод с учетом особенностей гидрохимической информации. Приводится анализ динамики валового фосфора по р. Неве за период с 1978 по 2017.

Ключевые слова: валовый фосфор, качество вод, экологический мониторинг, загрязнение, гидрохимический режим.

Экологическое состояние городских водных объектов в значительной мере определяется совокупным воздействием многих техногенных факторов. Степень влияния антропогенной нагрузки на водные объекты зависит не только от объема и химического состава сбрасываемых загрязняющих веществ, но и от гидрологических условий и процессов самоочищения. Качество поверхностных вод на урбанизированной территории следует рассматривать как результат сложного совместного действия разнонаправленных процессов загрязнения и самоочищения.

Одним из важнейших параметров при оценке качества вод являются средние значения концентраций растворенных веществ за различный период осреднения. При этом зачастую не учитываются особенности гидрохимической информации. Общепринятым методом оценки среднегодовых значений концентрации является простое математическое осреднение всех измеренных за год значений. Данный подход не учитывает ни одну из особенностей рядов данных. Например, наличие в рядах выбросов наблюдений способствует завышению среднегодовых значений концентраций (Урусова, 2017). В настоящее время найдены достаточно эффективные способы оценки выбросов в исходных рядах наблюдений с целью их последующего исключения.

Цель данной работы заключалась в анализе содержания соединений валового фосфора в р. Неве. В рамках поставленной цели решались следующие задачи: 1) оценка числовых характеристик концентраций валового фосфора по длине р. Невы от истока до устья; 2) анализ изменения средних годовых концентраций по длине р. Невы; 3) выявление причин несоответствия изменений средних годовых концентраций валового фосфора по длине реки Невы существующим представлениям.

При решении поставленных задач использовались данные наблюдений Северо-западного межрегионального территориального управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды за период с 1978 по 2013 год и статистические средства обработки информации, метод территориальных общений и гидрологической аналогии. Кроме того, для анализа пространственно-временных изменений средних годовых концентраций по реке Нева использовались интегральные кривые, построенные по средним годовым концентрациям в каждом створе наблюдений.

Оказалось что Распределение значений средних годовых концентраций валового фосфора по длине р. Невы имеет довольно сложный характер. Так на сравнительно коротком расстоянии средние многолетние значения концентраций то возрастают то уменьшаются почти в два раза ( в пределах от 0,04 до 0,13 мг/дм$^3$). Такие изменения концентраций по длине р. Невы физически мало оправданы и поэтому должны быть детально изучены..

На основе анализа интегральных кривых средних годовых концентраций установлено, что многолетние колебания концентраций по трем створам существенно

отличаются от колебаний концентраций по другим створам наблюдений. Оказалось, что весь имеющийся период наблюдений за содержанием валового фосфора может быть разбит на три части. При этом оценки математических ожиданий по второй части периода наблюдений (1991 - 2001 год) существенно отличаются от данных полученных по первой (1978 - 2000 год) и третьей части (2002 - 2013 год). Вероятность того, что данные за второй период принадлежат к одной генеральной совокупности с первой и третьей частью периода наблюдений составляет менее 0,1%.

На этом основании возникла необходимость отдельного анализа рядов, составленных из данных за первый и третий период наблюдений и рядов составленных из данных за второй период наблюдений. При дальнейшем анализе из исходных рядов наблюдений был исключен 2 период (1991-2001), как не принадлежащий к общей генеральной совокупности. Данные наблюдений по каждому створу за первый и третий период были объединены в одну совокупность.

Исключение данных за второй период из исходных рядов наблюдений существенно изменило характеристики концентраций валового фосфора как во времени, так и по длине реки Невы. Здесь можно отметить два периода, первый период - до 1990 года, второй период - после 2002 года. За второй период по всем рядам наблюдений по длине реки Нева произошло некоторое уменьшение стока валового фосфора за счет сокращения сброса сточных вод.

После исключения 2-го периода наблюдений расчетные изменения средних многолетних концентраций по длине реки Нева стали более упорядоченными и более соответствующими физическим процессам стока валового фосфора урбанизированных территорий.

Вместе с тем необходимо отметить важность и спорность полученных результатов. Действительно, в данном случае из расчетов полностью или частично исключается десятилетний период наблюдений в 11 створах расположенных на реке Нева. В дальнейшем, по-видимому, необходимо продолжить исследования причин отклонения средних годовых концентраций в этот период .

## THE MONITORING ISSUE OF THE TOTAL PHOSPHORUS INTO NEVA RIVER RUNOFF

**Govor A.A.[1], Shelutko V.A.[1], Alexeev D.K.[1]**

[1] – *Russian State Hydrometeorological University, Saint-Petersburg*

**Abstract.** In this topic we review the issue of estimate of water quality with taking into features of hydrochemical data. The topic contains the analysis of dynamics of total phosphorus into Neva river runoff from 1978 to 2017.

Keywords: total phosphorus, water quality, environmental monitoring, pollution, hydrochemical relationships.

# ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ГИДРОХИМИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ И ГОДОВОЙ СТОК СУЛЬФАТОВ ПО РЕКЕ ВАХШ

**Шелутко В.А.[1], Рахмутоллозода А.А.[2]**

[1] – *РГГМУ, Санкт-Петербург, Россия, shelutko@rshu.ru*
[2] – *РГГМУ, Санкт-Петербург, Россия,*

**Аннотация.** Целью работы является выявления основных источников загрязнения сульфатами и степени антропогенной нагрузки на водные ресурсы реки Вахш.

Ключевые слова: реки Вахш, сульфаты, загрязнения, антропогенная нагрузка

На территории реки Вахш формируется и сбрасывается в природные поверхностные воды 1200 млн м3/год сточных и коллекторно-дренажных вод, из них на орошение используется 4 млн м3/год. По сведениям Агентства по гидрометеорологии Комитета охраны окружающей среды при Правительстве Республики Таджикистан в наиболее важной проблемой, связанной с загрязнением реки Вахш, является повышенное содержание сульфатов. По некоторым данным концентрация $SO_4$ в составе воды реки Вахша во многих случаях превышает допустимые пределы. В тоже время изученность режима загрязнения реки Вахш, особенно сульфатами пока явно не достаточна.

Целью настоящей работы является исследование годового стока сульфатов по реке Вахш и определение стационарных источников загрязнения бассейна реки Вахш.

Река Вахш является Одной из крупных рек Таджикистана (длина 524 км), пересекающая его центральную часть с северо-востока на юго-запад.

Потенциальные энергетические ресурсы реки Вахш составляют 28,6 млн кВт/ч (250 млн (кВт/ч)/год электроэнергии). Освоение гидроэнергетического потенциала реки Вахш будет продолжено строительством еще нескольких крупных и средних гидроэлектростанций (ГЭС) с водохранилищами наряду с ныне действующими. На территории бассейна реки Вахш по имеющимся оценкам формируется 1213 млн $м^3$/год сточных и коллекторно-дренажных вод, из них на орошение используется 4 млн $м^3$/год и сбрасывается в природные поверхностные водные объекты 1210 млн $м^3$/год.

Качество природных вод на большинстве водосборов формируется под воздействием как природных, так и антропогенных факторов. Промышленные, бытовые, сельскохозяйственные и другие сточные воды, сбрасываемые в водные объекты, вносят большие изменения в их режим, ухудшая качество воды. Воды Вахша широко используются для орошения и водообеспечения, а также для получения электроэнергии. Воды р.Вахш в той или иной степени загрязнены минеральными удобрениями и ядохимикатами, попадающими в нее с сельскохозяйственных угодий, а также продуктами переработки предприятий-водопользователей Курган-Тюбинского водоканала и Вахшского азотно-тукового завода (ВАТЗ). Большое количество солей попадает в реку и в результате промывки орошаемых земель. Промышленные источники загрязнения сосредоточены в нижнем течении р. Вахш, а именно: г. Яван (по хлору), и г.Сарбанд (по азотным соединениям). Тем не менее по индексу загрязненности вод (ИЗВ) качество воды р. Вахш во всех пунктах контроля в основном соответствует I классу (очень чистые воды), а в створе реки, после сбросов ВАТЗ — II (чистые).

В бассейн реке Вахш имеется 18 гидрологических постов, где производится отбор проб воды на химический анализ. Однако только по 3-пунктам имеются продолжительные периоды наблюдений с перерывами в период военных действий

(Вахш-Нуробод (Комсомолабад), Вахш-Кизил-Кала и Вахш-Главная ГЭС). По остальным пунктам наблюдения имеют эпизодический характер и не превышают 5-10 лет. Следует также отметить, что расходы воды в период отбора проб часто не измерялись. Временные ряды наблюдений по всем пунктам являются неэквидистантными. Кроме того большие перерывы в данных наблюдений имеются в период с 1991 по 1998год, когда в Таджикистане шла гражданская война.

Анализ данных наблюдений на указанных выше постах показал, что измеренные значения концентраций $SO_4$ за период 1984 по 2017 изменялись в очень широком диапазоне. Достаточно отметить, что за этот период максимальные годовые концентрации изменялись по данным наблюдений в Нурабаде от 319 до 10,3 мг/дм$^3$, Курган-Тюбе от 369 до 18 мг/дм$^3$, Главная ГЭС от 386 до 9 мг/дм$^3$. Средние многолетние значения измеренных концентрации $SO_4$ по указанным постам составили соответственно от 386 до 9.Средние годовые значения концентраций рассчитывались как средние арифметические по измеренным за год значениям и с учетом водности. Интересно, что в данном случае учет водности оказался очень эффективным и полученные результаты на много отличается от средних арифметических значений. Однако за многолетний период эти отличия становятся менее существенными. Коэффициенты вариации как измеренных так средних годовых концентраций изменяются в пределах от и на много превышают полученные ранее коэффициенты по рекам Северо- Запада.

Для проверки стационарности загрязнений реки Вахш сульфатами производился расчет и анализ интегральных кривых. Оказалось, что процесс загрязнений вообщем является стационарным. Правда имеются некоторые отклонения кривых в девяностые годы, но они не значительны.

В ходе исследования выяснилось, что, учитывая наличие каскада ГЭС, полученные результаты являются приближенными и нуждаются в дальнейшем уточнении, за счет более полного использования информации, в частности по коротким рядам наблюдений

**Литература**

1. Гидрохимия и изотопный состав реки Вахш и ее притоков. П.И.Норматов , Г.Т.Фрумин, И.Ш.Норматов, Б.А.Маркоев// УЧЕНЫЕ ЗАПИСКИ РГГМУ. № 50. С.81-87.

2. Тахиров, И. Г. Водные ресурсы Республики Таджикистан. Ч. I [Текст] / И. Г. Тахиров, Г. Д. Купайи; НПИ Центр. – Душанбе, 1994. –182 с..

3. Ресурсы поверхностных вод СССР: Гидрологическая изученность. Т. 14. Бассейны рек Средней Азии. Вып. 3. Бассейн р. Аму-Дарьи / под ред. В. М. Федотовой. — Л.: Гидрометеоиздат, 1967. — С. 54—59.

# INFORMATION SUPPORT OF HYDROCHEMICAL OBSERVATIONS AND ANNUAL FLOW OF SULPHATES ON THE VAKHSH RIVER

**Shelutko V.A.[1], Rahmatullozoda A.A.[2]**

[1] – *RSHU, Saint-Petersburg, Russia, shelutko@rshu.ru.*

[2] – *RSHU, Saint-Petersburg, Russia*

**Abstract.** The objective of the work is to identify the main sources of sulphate pollution and the degree of anthropogenic influence on the water resources of the Vakhsh river.

Key words: the Vakhsh river, sulphate, pollution, anthropogenic influence

# КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПРИБРЕЖНЫХ ВОД В РЕГИОНЕ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ И РЕСПУБЛИКИ АБХАЗИЯ

**Экба Я.А.[1], Гицба Я.В.[1], Долгова-Шхалахова А.В.[2], Аракелов М.С.[2]**

*[1] – Абхазский государственный университет, Сухум, Абхазия, absu1@mail.ru, ekba-yan@yandex.ru*
*[2] – Филиал Российского государственного гидрометеорологического университета в г. Туапсе Краснодарского края. rggmu@mail.ru*

**Аннотация.** В статье изучен гидрохимический состав прибрежных вод в регионе Краснодарского края и республики Абхазия. Выявлено, что значения концентраций аммонийного азота, НУ, $БПК_5$ и pH значительно превышены в связи, с чем экологическое состояние морских вод ухудшилось.

Ключевые слова: экологический мониторинг, гидрохимические показатели, предельно-допустимая концентрация, морская вода.

Экстремальные погодные условия оказывают влияние на гидрохимические показатели прибрежных вод побережья Краснодарского края и Абхазии. Наблюдения за состоянием морской среды в прибрежных районах Краснодарского края регулярно проводятся на станциях государственной службы наблюдения и контроля загрязнения объектов природной среды (станции ГСН). В регионе Абхазии измерение гидрохимических параметров сухумской акватории Черного моря проводится Абхазским государственным центром экологического мониторинга (АГЦЭМ).

Анализ полученных данных показывает, что наиболее критичным загрязняющим компонентом морских вод на исследуемом участке является аммонийный азот, который служит индикатором стока не канализованных вод суши. Так, в Анапе концентрация аммонийного азота составила 6,9 ПДК, в Новороссийске – 4,5 ПДК. в Геленджике – 5,2 ПДК. в Туапсе – 8 ПДК. Концентрация нитритов превышена в Геленджике – 2 ПДК. К сожалению, в 2018 году нарушилась тенденция сокращения попадания нефтяных углеводородов в прибрежные воды Черного моря: зафиксированы значительные превышения ПДК по концентрации НУ в Новороссийске (6 ПДК) и Туапсе (4,6 ПДК). Повышенная концентрация аммонийного азота вызвала, как следствие, повышение уровня биологического потребления кислорода (БПК5): во всех исследуемых точках среднегодовой показатель этого процесса превышен не менее, чем в два раза. Значительным изменениям подвергся водородный показатель среды (pH), его значение зафиксировано на уровне 8,8 при допустимых верхних значениях – 8,5.

От начала зимы к весне в прибрежной восточной акватории Черного моря отмечается постоянное снижение солёности вод с минимумом в мае, когда проходит в среднем пик паводка. Важно учесть, что речной сток оказывает в первую очередь влияние на солёность прибрежных вод, в то время как другие факторы в основном определяют распределение солёности по морю. В зимний период наблюдается наибольшее значение солености (17,6 ‰), так как значительно уменьшаются количество речного и поверхностного стока, следствием чего является повышение солесодержание в прибрежных водах Черного моря [2]. Из сравнительного анализа среднемесячного распределения солености следует, что за последний период соленость уменьшилась по сравнению с предыдущим в среднем на 2,3 ‰. Наибольшее снижение солености характерно для осеннего периода, что связано с повышением количества осадков в этот период времени. Приток минеральных и органических веществ речными водами компенсирует замедленное вертикальное перемешивание водных масс и придает им высокое плодородие. Среднемесячное распределение кислорода в сухумской акватории Черного моря имеет тенденцию к повышению в зимне-весенний период и уменьшению в летне-

осенний период. Потребление кислорода в воде связано с химическими и биохимическими процессами окисления органических и некоторых неорганических веществ, а также с дыханием водных организмов. В поверхностных водах величина $БПК_5$ колеблется в пределах от 0,5 до 3,5 мг/л; она подвержена сезонным и суточным изменениям, которые, в основном, зависят от изменения температуры и от физиологической и биохимической активности микроорганизмов [1]. Весьма значительны изменения БПК 5 природных водоемов при загрязнении сточными водами [3]. По результатам статистической обработки данных следует, что наибольшее сезонное значение БПК 5 в период 1999–2009 гг. наблюдается летом и составляет 1,94 мг $O_2$ /л, наименьшее – зимой и составляет 1,81 мг $O_2$ /л. Следовательно, значение $БПК_5$ в поверхностных водах морской акватории Сухума имеет тенденцию к повышению в весенне-летний период, обусловленные поступлением в воду некоторой части органического вещества, фотосинтезируемого фитопланктоном и повышенным значением температуры в этот период. Из пространственного распределения НУ в акватории Сухума следует, что наибольшая среднегодовая концентрация наблюдалось у береговой черты – 5 ПДК, наименьшая концентрация в более отдаленной от берега части, т.е. в 5 км к югу от сухумского морского порта и составляет 2,4 ПДК. Если проследить за сезонным ходом концентрации нефтепродуктов выявляется, что наибольшее загрязнение сухумской акватории наблюдается в летний период 0,12 мг/л (2,4 ПДК). В летний период в связи с уменьшением процессов вертикального перемешивания вод, происходит накопление нефтепродуктов в прибрежной акватории, куда они поступают со сточными водами. Минимальная сезонная концентрация нефтепродуктов 0,07 мг/л (1,48 ПДК), наблюдается в зимний период, что объясняется интенсивными гидродинамическими процессами, происходящими в море, за счет которых происходит пространственное их рассеивание.

Таким образом, основными источниками загрязнения морских вод в исследуемых регионах являются промышленные, хозяйственно-бытовые сточные воды, ливневый и речной сток, морской и наземный транспорт. В летний период в связи с уменьшением процессов вертикального перемешивания вод, происходит накопление основных загрязнителей в прибрежной акватории Черного моря.

**Литература**

1. Коршенко А.Н. Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник. – 2015. – М. : Наука, 2016. – 184 с.

2. Экба Я.А. Экологическая климатология и природные ландшафты Абхазии Я.А. Экба, Р.С. Дбар. – Сочи : «Папирус-М-Дизайн», 2007. – 324 с.

3. Гицба Я.В. Влияние регионального потепления климата на изме- нения температуры и солености поверхностных вод сухумской акватории Черного моря / Я.В. Гицба, Я.А. Экба // Вестник Академии наук Абхазии – Сухум, 2011. – № 3. – С. 201–207.

# INTEGRATED ASSESSMENT OF COASTAL WATER QUALITY IN THE REGION OF KRASNODAR KRAI AND THE REPUBLIC OF ABKHAZIA

**Ekba Y.A.[1], Gitsba Y.V.[1], Dolgova- Shkhalakhova A.V.[2], Arakelov M.S.[2]**

*[1] – Abkhazian state university. Sukhum. Abkhazia, absu1@mail.ru, ekba-yan@yandex.ru*
*[2] – Branch Russian state hydrometeorological university in Tuapse, Krasnodar region, rggmu@mail.ru*

**Abstract**. The article studies the hydrochemical composition of coastal waters in region of Krasnodar region and the republic of Abkhazia it was found that the values concentrations of ammonium nitrogen, NU, BPK and pH are significantly exceeded in communication with which the ecological status of sea waters deteriorated.

Key worlds: environmental monitoring, hydrochemical parameters, maximum permissible concentration, sea waters.

# Секция 5.
# ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ МОНИТОРИНГА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

## К ВОПРОСУ О ЛЕСНЫХ МАССИВАХ НА ЦИФРОВЫХ МОДЕЛЯХ РЕЛЬЕФА

**Абрамов Д.В.[1,2], Никифоровский А.А.[2]**

[1] – *Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия*
[2] – *ООО «НПО Гидротехпроект», Валдай, Россия*

**Аннотация.** В работе рассматривается вопрос значимости высотных значений, которые вносят лесные массивы в цифровые модели рельефа. Предлагается подход, позволяющий перестроить модели рельефа с нивелирование высот, привнесенных лесными массивами.

Ключевые слова: Цифровые модели рельефа, корректировка высот, моделирование.

В последнее время геоинформационные системы (ГИС) получили широкое распространение во всех сферах человеческой деятельности, связанных с пространственным анализом и моделированием. Гидрология является одним из основных потребителей геоинформационных технологий, что обусловлено необходимостью использования большого объема пространственной информации, сложностью и специфичностью её обработки. ГИС-технологии нашли широкое применение в гидрологии, поскольку основные гидрологические задачи носят ярко выраженный пространственный характер [1, 2]

В настоящий момент времени существует несколько моделей рельефа, созданных на основе данных дистанционного зондирования Земли (ETOPO, GTOPO, SRTM и ASTER). Эти модели находятся в открытом доступе и успешно применяются для целей гидрологического моделирования.

Конечно, любая модель обладает некоторыми несоответствиями с реальной природой процесса, который она описывает. В моделях, которые описывают Земную поверхность, основной вес ошибкам дают несоответствия по координате z. В зависимости от сетки модели величина среднеквадратической ошибки высоты может варьироваться от 4 м [3] до 15 м [4]. В сухом остатке данные цифры мало о чём могут говорить, если рассматривать их в контексте решения задач гидрологического моделирования. Масштабы рассматриваемых территорий далеко не всегда представляют собой практически всю плоскость Земного шара.

Лесной вопрос.

Требования к данным варьируются в зависимости от идеологии, которую преследует человек, который пытается описать тот или иной процесс. Решая вопросы гидрологического моделирования, апеллируя к концептам, которые предъявляет физико-географический [5] подход мы получаем довольно чёткую систему требований.

В работе [6] был изложен метод, который, опираясь на особенности формирования рельефа в определенной географической зоне – территория Ижорского плато, позволил штатными средствами геоинформационной системы ArcGIS выделить линейные трещиноватые структуры.

Подобного рода выделение подразумевало весьма плотное взаимодействие с данными полученными по ЦМР. Та работа являлась пионерской в этом направление, поэтому имелся огромный пласт для осуществления определённых корректировок. Одной из корректировок можно назвать учёт проявлений лесных массивов на ЦМР и их сглаживание.

При построении модели, полученной на основе радарной съемки, происходит интерполяция по точкам, имеющим определенные высотные отметки. Эти отметки буду отнесены к серединам пикселей, которые итогом и будут составлять желанную модель. При визуальном анализе изображений, представленных в определённых цветовых схемах, можно наглядно заметить то, что определённую информацию лесные насаждения вносят в итоговую картину.

И правда. Если учесть, что высотные данные для каждого пикселя усредняются по его площади (30 х 30 м), то лесной массив, который будет занимать большее пространство, по итогу скажет своё веское слово.

Так например: анализ ЦМР Ижорского плато позволил выделить территории, которые по «счастливому стечению обстоятельств» полностью совпадают с контурами лесов на спутниковых снимках, но при этом ещё и возвышаются относительно прилежащих территорий на значительные отметки.

Подобные особенности на рельефе не позволяют адекватно определять зоны разломов. Да что уж там разломы. Даже реки при такой картине не всегда, по мнению расчётного алгоритма, используемого в ГИС, будут течь там, где они есть на самом деле. В силу математического аппарата апеллирующего к уклонам, возникают локальные обрывы, приуроченные к границам лесов.

Данные проявления леса являются фатальными, при построении алгоритма выделения разломов, ориентированного на особенности топологии рельефа.

Ложные уклоны, которых нет на «опорной» поверхности, на которой растёт лес, не позволяют полноценно охарактеризовать территорию исследования и выделить интересующие участки.

Схожие проблемы могут возникнуть и при исследовании малых рек, русло которых недостаточно широкое, относительно лесов растущих вдоль берегов. От этого выделить его штатными средствами ГИС не представляется возможным.

Решения у проблемы, по мнению авторов, две: разработка нового алгоритма идентификации «желобо-подобных» структур. Или же «рубка» лесов на ЦМР.

**Литература**

1. Пьянков С. В., Шихов А.Н. ГЕОИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ЯВЛЕНИЙ: Монография. Пермь, 2017. 152 с.

2. Яковченко С.Г. Создание геоинформационных систем в инженерной гидрологии: дисс… д-ра техн. наук. Барнаул, 2007. 406 с.

3. Airbus Defence and Space Geo-Intelligence, Programme Line WorldDEM™ Technical Product Specification, 2015.

4. Jarvis, A., H.I. Reuter, A. Nelson, E. Guevara, Hole-filled SRTM for the globe Version 4, available from the CGIAR-CSI SRTM 90m Database (srtm.csi.cgiar.org), 2008.

5. Виноградов Ю.Б., Виноградова Т.А. Современные проблемы гидрологии. М.: Академия, 2008. 319 с.

6. Абрамов Д. В., Никифоровский А. А. К вопросу о формировании фильтрационных потоков в зоне активного водообмена почвогрунтов: Сборник докладов третьих Виноградовских чтений, Санкт-Петербург, 2018. 186-190 с.

## ON THE ISSUE OF FORESTS IN DIGITAL ELEVATION MODELS

**Abramov D.V.[1, 2], Nikiforovsky A.A.[2]**

*[1] – Saint Petersburg state university, Saint Petersburg, Russia*
*[2] – Ltd. Gidrotehproekt, Valday, Russia*

**Annotation.** The paper addresses the issue of the significance of the altitude values that forest massifs contribute to digital elevation models. An approach is proposed that allows rebuilding DEM with heights adjustment introduced by forests.

Key words: Digital elevation models, height adjustment, modeling.

# МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКАЯ АВТОМАТИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА

**Большаков В.А.[1], Архипкин В.Я.[2], Векшина Т.В.[3]**

*[1] – Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Российская Федерация, v.a.bolsh@mail.ru*
*[2] – ООО "Каскад", Москва, Зеленоград, Российская Федерация*
*[3] – Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Российская Федерация*

**Аннотация**. Рассматривается проект реализации малогабаритной метеорологической автоматической информационно-измерительной системы.

Ключевые слова: метеорологическая станция, микропроцессорный контроллер, интеллектуальный датчик, интерфейс, радиомодем.

Портативные малогабаритные автоматические метеорологические станции играют существенную роль в современных системах мониторинга природной среды. Такие информационно-измерительные профессиональные системы для метеорологических применений, состоящие из интеллектуальных датчиков WS с цифровым интерфейсом, выпускаются сейчас как зарубежными, так и отечественными производителями. При этом, в большинстве систем используются измерительные преобразователи зарубежного производства и обычно отсутствуют встроенные средства беспроводных коммуникаций и защиты информации, что важно, например, для морских гидрометеорологических систем.

Возможности учета этих требований можно рассмотреть на примере предложений по модернизации разработанной в 90-е годы в РГГМУ, в рамках НИОКР метеорологической автоматической информационно-измерительной системы (МАИС), реализованной на отечественной элементной компонентной базе и предназначенной для работы в сложных климатических условиях.

В частности, на рынке появились компактные многофункциональные микропроцессорные контроллеры отечественного производства, работающие в промышленном диапазоне температур, которые могут существенно расширить возможности автоматической метеорологической станции и, соответственно, области ее применения.

Например, контроллер СнК Каскад-1 компании Каскад (г. Зеленоград) имеет в своем составе 16-разрядное процессорное ядро, совместимое по архитектуре и системе команд с семейством микропроцессоров Intel 80C186, радиомодем, обеспечивающий возможность помехоустойчивой передачи данных по защищенному каналу беспроводной связи, блоки: прямого доступа к памяти, цифровой обработки сигналов, часов реального времени, криптографической обработки данных, последовательных и параллельных интерфейсов и другие.

Блок OFDM-радиомодема обеспечивает применение СнК Каскад-1 в системах широкополосного беспроводного доступа.

Блок OFDM-модема реализует большинство процессов физического уровня WirelessMAN OFDM PHY согласно п. 8.3 IEEE Std 802.16™.

Блок OFDM-радиомодема имеет следующие характеристики:

- метод модуляции OFDM-256;
- манипуляция BPSK, QPSK, QAM-16, QAM-64;
- кодирование свёрточное и Рида-Соломона;

– полоса (канала) до 56 МГц;
– пропускная способность до 200 Мбит/сек;
– метод дуплексирования TDD и FDD.

В состав блока OFDM-модема входят:
– передающий тракт;
– приёмный тракт;
– интерфейсный модуль.

Применение такого цифрового контроллера позволяет также учесть высокие специфические требования к точности измерений и разнообразию измерительных преобразователей [3, с.73].

**Литература**

1. Профессиональные компактные и автоматические метеостанции. [Электронный ресурс]. Режим доступа https://icbcom.ru/ru/product-category/meteostancii/kompaktmie-meteostancii/
2. Корабельные метеорологические станции. [Электронный ресурс]. Режим доступа http://www.meteoinstruments.com/img/docs/543.pdf.
3. Большаков В.А., Векшина Т.В. Применение микроконтроллеров в гидрологических измерительных системах. // Сб. тр. 71-й научно-технической конференции, посвященной Дню радио. Санкт-Петербург, 20-28 апр. 2016 г. СПб.: СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2016. С. 73-74.

## AUTOMATED METEOROLOGICAL INFORMATION AND MEASURING SYSTEM

**Bolshakov V.A.[1], Arkhipkin V.Y.[2], Vekshina T.V.[3]**

*[1] - Russian state hydrometeorological University, St. Petersburg, Russian Federation, v.a.bolsh@mail.ru*
*[2] - LLC " Cascade", Moscow, Zelenograd, Russian Federation*
*[3] - Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, Russian Federation*

**Abstract.** The project of realization of small-sized meteorological automatic information-measuring system is considered.

Key words: weather station, microprocessor controller, intelligent sensor, interface, radio modem.

# ОБНАРУЖЕНИЕ АНОМАЛИЙ В РЕЗУЛЬТАТАХ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СВЕРТОЧНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

**Вычужанин П.В.[1], Хватов А.А.[1], Калюжная А.В.[1]**

*[1] – Санкт-Петербургский Государственный университет информационных технологий, механики и оптики, Санкт-Петербург, Россия, pavel.vychuzhanin@gmail.com*

**Аннотация.** Описан подход, позволяющий обнаруживать аномалии в результатах моделирования океана при помощи сверточных нейронных сетей в автоматическом режиме без привлечения эксперта.

Ключевые слова: обнаружение аномалий, машинное обучение, моделирование океана.

Гидрометеорологическое моделирование, особенно для детальных прогнозов, влечет за собой генерацию большого количества многомерных полей и требует повышенных вычислительных мощностей. Часто во время моделирования могут возникать различные типы артефактов из-за неверной настройки модели или ошибок в граничных и начальных условиях, и для таких случаев требуется контроль и валидация экспертом. При увеличении числа изображений становится сложно или даже невозможно проверять все выходные поля вручную. Для таких случаев требуется использовать алгоритмы машинного обучения, чтобы сократить время проверки эксперта. Таким образом, было бы целесообразным разработать систему, позволяющую автоматически обнаруживать аномалии в генерируемых данных во время эксперимента. В данной работе предложен метод автоматического обнаружения аномалий для геопространственных данных на примере результатов моделирования океана для Арктического региона при помощи модели NEMO.

Поскольку данные климатографических архивов доступны значительно ограничены, полные изображения Арктики делятся на подзоны, что позволяет увеличить обучающую выборку. Более того, это деление можно использовать для учета пространственной зависимости, необходимой для изображений льда. Этот подход позволяет формировать обучающую выборку, размер которой дает возможность использовать более глубокие нейронные сети.

В первом эксперименте набор данных представлял собой смоделированные среднесуточные пространственные картины течений мирового океана для российской части Арктики за период с января по март 2013 года. Данные картины были разбиты на квадраты равной размерности и размечены, исходя из наличия или отсутствия выбросов в них. Для обнаружения аномалий в квадратах был применен подход, аналогичный распознаванию образов с использованием сверточных нейронных сетей.

Во втором эксперименте в качестве набора данных были взяты аналогичные результаты моделирования, но для полей концентрации льда. Основной целью эксперимента являлось учитывать не только факты наличия аномалий в данных, но и географические характеристики подзон – характерны ли значения характеристик льда выбранной подзоны для данной местности. Таким образом, нейронная сеть была обучена на спутниковых изображениях Арктического льда без аномалий для разных сезонов года, предоставленных OSI SAF с 1980 по 2015 год, и спроектирована так, что результатом обработки является оценка, соответствует ли выбранный квадрат характерным картинам для различных сезонов. Главной особенностью здесь является этап подготовки обучающей выборки, поскольку он выполняется в полностью автоматическом режиме без привлечения эксперта.

Результаты проведенных экспериментов показали, что сверточные нейронные сети могут быть успешно использованы для задач обнаружения аномалий в результирующих полях гидрометеорологического моделирования, а предложенный подход позволяет проводить валидацию полностью в автоматическом режиме без привлечения эксперта.

**Литература**

1. Gu J. et al. Recent advances in convolutional neural networks //Pattern Recognition. – 2017.
2. Simonyan K., Zisserman A. Very deep convolutional networks for large-scale image recognition //arXiv preprint arXiv: 1409.1556. – 2014.
3. Leppäranta M. The drift of sea ice. – Springer Science & Business Media, 2011.
4. Schulz J. et al. Operational climate monitoring from space: the EUMETSAT Satellite Application Facility on Climate Monitoring (CM-SAF) //Atmospheric Chemistry and Physics. – 2009. – Т. 9. – №. 5. – С. 1687-1709.

## ANOMALIES DETECTION IN METOCEAN SIMULATION RESULTS USING CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORKS

**Vychuzhanin P.[1], Hvatov A.[1], Kalyuzhnaya A.[1]**

*[1] – Saint-Petersburg State University of Information Technologies, Mechanics and Optics, Russian Federation*

**Abstract**. The approach to detect anomalies in metocean modelling results using convolutional neural networks is presented. It allows to validate the results in a fully automatic mode without the expert supervising

Key words: anomalies detection, machine learning, ocean modelling.

# НОВЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ

**Вязилов Е.Д.**[1]

[1] *– ВНИИГМИ-МЦД, Обнинск, Россия, vjaz@meteo.ru*

**Аннотация**. Представлены основные направления автоматизации гидрометеорологического обслуживания, связанные с развитием метаданных, интеграции данных, учетом информационной продукции, поддержкой решений, доставкой информации в бизнес-процессы.

Ключевые слова: гидрометеорологическое обслуживание, метаданные, интеграция данных, воздействия, рекомендации.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, уникальный идентификатор проекта RFMEFI61618X0103.

В области гидрометеорологии произведена практически 100% оцифровка данных для основных видов наблюдений, собираемых как в режиме реального времени, так и в отложенном режиме. В Росгидромете автоматизированы основные процессы сбора, первичной обработки данных, подготовки ежемесячников и ежегодников, анализа, прогноза, контроля, хранения, обмена и визуализации данных в режимах офлайн и онлайн доступа. В рамках проектов «Модернизация Росгидромета» 1 и 2 за последнее десятилетие приобретено более 1500 современных автоматических комплексов, передающих информацию без участия человека. Кроме того, в рамках Федеральной целевой программы «Геофизика» разработано и установлено около 500 современных геофизических приборов. Использование данных с таких приборов позволяет в режиме реального времени иметь данные о гидрометеорологической и геофизической обстановке с дискретностью 10 мин. и менее.

В Росгидромете достаточно большое число работников выполняет монотонную и однообразную работу, основанную на руководящих документах, руководствах, наставлениях, инструкциях. Задача состоит в том, чтобы повысить уровень автоматизации, избавить таких сотрудников от выполнения массовых ручных операций. Часть «монотонной, предсказуемой и рутинной работы» (поиск сведений о данных, работа с данными - конвертирование данных, прикладная обработка, получение информационной продукции, подготовка к передаче информационной продукции, визуализация данных и информационной продукции) может быть автоматизирована. Например, по экспертным оценкам более половины рабочего времени научных сотрудников уходит на поиск, сбор и обработку данных. Потенциал автоматизации таких процессов заключается в высвобождении времени квалифицированных работников для выполнения более сложных и важных задач.

Системы автоматизации начинают выходить за рамки сбора, первичной обработки данных и прогноза, расширяясь на новые области исследований. Так необходима интеграция данных не только на национальном и региональном уровнях, но и на локальном уровне (в управлениях Росгидромета и на крупных гидрометеорологических станциях), автоматизация выявления и доведения сведений об опасных явлениях, а также использования гидрометеорологической информации в автоматизированных бизнес-процессах промышленных предприятий.

Эти и другие исследования открывают новые возможности по развитию гидрометеорологического обеспечения промышленных предприятий, органов исполнительной

власти и населения. Перспективными для автоматизации обработки данных являются следующие направления.

Развитие метаданных – сбор не только сведений о массивах и базах данных, но и создание таких объектов метаданных, как сведения о сетях наблюдений, наблюдательных проектах, наблюдательных платформах, организациях, приборах и др.

Интеграция разнородных и распределенных данных на уровне всего Росгидромета, а также на уровне управлений Росгидромета и крупных гидрометеорологических станций за счет создания единого информационного пространства в области гидрометеорологии (единый словарь параметров и общие классификаторы и коды).

Автоматический обмен информацией с другими системами для доставки данных определенного состава, включая сведения об опасных явлениях на электронную почту, ftp-сервер или загрузки в базу данных потребителя информации.

Учет производства информационной продукции, производимой научно-исследовательскими учреждениями и управлениями Росгидромета за счет ее интеграции в единой системе.

Поддержка решений с использованием гидрометеорологической информации (выдача сведений о воздействиях гидрометеорологических условий на промышленные объекты и население, рекомендаций для принятия решений; оптимизация решений, принимаемых пользователями на основе гидрометеорологической информации, оценка возможных убытков и расчет стоимости превентивных мероприятий).

Использование гидрометеорологической информации в бизнес-процессах промышленных предприятий и в органах исполнительной власти – подключение моделей оценки эффективности принимаемых решений.

Основные функции Росгидромета перемещаются в распределенную среду. Переход на автоматическое обслуживание гидрометеорологической информацией в цифровом виде — это серьезная трансформация существующих технологий прикладной обработки, диагноза, прогнозирования, доведения и визуализации информационной продукции, подготавливаемой Росгидрометом, и использования информации при поддержке решений на промышленных предприятиях, в органах исполнительной власти. Перспективы такой трансформации напрямую зависят от готовности руководителей промышленных предприятий к восприятию такой системы обслуживания, а также руководителей организаций Росгидромета, включая его Центральный аппарат, к восприятию новой парадигмы гидрометеорологического обслуживания предприятий и населения – переход на персонализированное, автоматическое доведение информации на любое мобильное интернет-устройство.

Рассмотрение Росгидромета, как цифрового предприятия, позволяющего не только удаленно выполнять функции ввода и использования данных, а также контролировать и управлять процессами сбора, обработки, обмена, анализа, прогноза и получения климатических обобщений.

Для реализации такой парадигмы гидрометеорологического обеспечения необходимо:

- стандартизовать и унифицировать существующие системы классификации, кодирования;
- развить единый словарь параметров в области гидрометеорологии;
- развить средства мониторинга инфраструктуры, состояния информационных ресурсов;
- автоматизировать учет производства информационной продукции.

Таким образом, путеводными звездами развития автоматизации в Росгидромете должны стать скорость доставки информации потребителю, массовая персонализация

использования гидрометеорологической информации и повышение эффективности ее применения в бизнес-процессах предприятий.

## NEW DIRECTIONS IN AUTOMATION OF THE HYDROMETEOROLOGICAL SERVICES

**Viazilov E.D.**[1]

[1] *– RIHMI-WDC, Obninsk, Russia, vjaz@meteo.ru*

**Annotation**. The main directions of automation of hydrometeorological services related to the development of metadata, data integration, accounting for information products, decision support, and information delivery in business processes are presented.

Keywords: hydrometeorological support, metadata, data integration, impacts, recommendations.

# ОСОБЕННОСТИ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ «ИНДУСТРИИ 4.0»

**Грызунов В.В.[1], Нестерова А.О.[2]**

*[1] – Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия, viv@a-tree.ru*
*[2] – Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия, lina01nesterova@mail.ru*

**Аннотация**. Рассмотрены потребности Индустрии 4.0 в гидрометеорологическом обеспечении, показано насколько современное состояние гидрометеорологического обеспечения позволяет эти потребности удовлетворить, обозначена экономическая целесообразность перехода на цифровую метеорологию. Предложенный вариант о внедрении усовершенствованных цифровых метеорологических средств сможет улучшить получение гидрометеорологических данных.

Ключевые слова: Кибер-физическая система, Индустрия 4.0, гидрометеорологическое обеспечение, прогноз погоды, цифровая метеорология

Современное производство постепенно переходит на новые промышленные стандарты, называемые «Индустрия 4.0». Так, например, только немецкая промышленность инвестирует 40 миллиардов евро в промышленную интернет-инфраструктуру ежегодно. Ожидается, что эта цифра после 2020 года вырастет до 140 миллиардов евро в год [1]. Стандарты «Индустрии 4.0» подразумевают создание полной технологической цепочки: от добычи полезных ископаемых до доставки до потребителя конечного продукта. При этом все элементы цепочки имеют интеллект и связи между собой, что позволяет изготавливать товары по бизнес-модели предоставления услуг, – потребитель сначала указывает, что именно он хочет, в каких цветах, с какими характеристиками, а производство изготавливает запрашиваемое и доставляет до потребителя. Уже сегодня от запроса товара с заданными характеристиками до его изготовления и доставки до потребителя проходит от 30 минут (обычная пицца на дом), до нескольких недель (кроссовки Nike или мотоцикл HarleyDavidson).

Если речь идёт о таком коротком временном интервале, то особо остро встают вопросы логистики и её гидрометеорологического обеспечения. Неточные прогнозы поведения атмосферы, гидросферы и литосферы Земли приводят к срыву сроков поставок, ошибкам в навигации, повреждениям интеллектуальных элементов производственной цепочки и т.д. Так, например, дальность действия инфракрасных систем при густой дымке с видимостью 1-4 км уменьшается на 20-30%, радиолокационных средств при ливневых осадках снижается от 40 до 100%, в тумане при видимости менее 1 км - на 30-50%, а при дожде - на 70-80% [2]. Точное знание погодных условий тем важнее, чем миниатюрнее техника.

Высокой надёжностью и оперативностью обладают локальные прогнозы. Они строятся по принципу разбиения пространства на кубы со стороной около 10 км и прогнозирования погоды в каждом кубе. В этом случае, во-первых, – локальные прогнозы могут быть не согласованы между собой на своих стыках, во-вторых, – во многих случаях производственная цепочка «Индустрии 4.0» сильно распределена в пространстве и может включать несколько стран, что требует использования огромного числа локальных прогнозов из разных источников.

Другой вариант – применение глобальных прогнозов, но они не обладают высокой надёжностью и оперативностью построения.

Скорее всего, большую значимость в ближайшем будущем получат локальные прогнозы.

На сегодняшний день в Российской Федерации основные метеорологические величины снимаются и обрабатываются людьми в местах расположения метеостанций и метеобудок, затем отправляются в местное отделение, оттуда в Центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (ЦГМС), дальше в мировые центры, которые наблюдают за погодой. Метеоролог должен снимать и передавать данные раз в 3 часа. Делает ли он это на

самом деле, не известно. Современные модели погоды и климата критически нуждаются в точных и регулярных данных, а не в человеке, определяющем маршрут зоны низкого давления. При создании компьютерных моделей погоды и климата применяются короткие интервалы 30 секунд и меньше [3], следовательно, текущий режим получения данных раз в 3 часа неприемлем.

Отдельный поток метеорологических данных идёт с космических и воздушных средствии водных метеостанций, в некоторых случаях с подземных метеостанций. Все поставляемые данные имеют разные форматы, частоту обновления и, следовательно, их довольно сложно использовать для создания единой модели погоды и/или климата.

Основные снимаемые метеорологические величины: температура, атмосферное давление, скорость ветра (средняя скорость, среднее направление), видимость, облачность. Съём этих величин довольно просто может быть реализован с помощью цифровых метеорологических средств и робототехнических комплексов. И это экономически оправдано.

Так, например, стоимость опытного образца метеостанции, разработанной в РГГМУ для средней полосы России, составляет 10 000 рублей. Предполагается, что обслуживание станции составит до 3000 рублей в месяц. Станция передаёт основные метеопараметры в реальном масштабе времени и может управляться удалённо. Средняя зарплата метеоролога в 2018 году составила 17000 рублей [4]. Следовательно, даже без учёта затрат на содержание самой метеостанции, предлагаемые решения окупятся в первый же месяц применения. При этом качество и достоверность передаваемых данных существенно вырастет. Станет возможным привести снимаемые данные к единому формату, что упростит создание компьютерных моделей погоды и климата.

Таким образом, внедрение цифровых метеорологических средств и робототехнических метеокомплексов позволит снизить затраты на получение гидрометеорологических данных и одновременно повысить качество предоставляемых данных, что крайне необходимо для создаваемой «Индустрии 4.0».

**Литература**

1. Индустрия 4.0: что такое четвертая промышленная революция? https://hi-news.ru/business-analitics/industriya-4-0-chto-takoe-chetvertaya-promyshlennaya-revolyuciya.html. [Электронный ресурс]. Дата обращения 14.02.2019.
2. Гидрометеорологическое обеспечение боевого применения высокоточного оружия класса воздух-поверхность.http://militaryarticle.ru/voennaya-mysl/2008-vm/10105-gidrometeorologicheskoe-obespechenie-boevogo. [Электронный ресурс]. Дата обращения 14.02.2019.
3. Как создаются прогнозы погоды?https://corporate.foreca.com/ru/resources/how-are-weather-forecasts-made. [Электронный ресурс]. Дата обращения 14.02.2019.
4. Обзор статистики зарплат профессии Метеоролог в России https://russia.trud.com/salary/692/82983.html [Электронный ресурс]. Дата обращения 14.02.2019.

# FEATURES OF HYDROMETEOROLOGICAL SUPPORT "INDUSTRY 4.0"

**Gryzunov V.V.[1], Nesterova A.O[2]**

*[1]– Russian State Hydrometeorological University, Saint Petersburg, Russia, viv@a-tree.ru*
*[2]– Russian State Hydrometeorological University, Saint Petersburg, Russia, lina01nesterova@mail.ru*

**Abstract**. The requirements of Industry 4.0 for hydrometeorological support are considered, how the current state of hydrometeorological support allows these needs to be met is shown, and the economic feasibility of switching to digital meteorology is indicated. The proposed version of the introduction of improved digital meteorological tools will be able to improve the receipt of hydrometeorological data.

Keywords: cyber-physical system, industry 4.0, hydrometeorological support, weather forecast, digital meteorology.

# ПОЛУЧЕНИЕ, ОБРАБОТКА И ПЕРЕДАЧА ПОТРЕБИТЕЛЯМ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ – ИНФОРМАЦИОННОЕ ПРОИЗВОДСТВО НА ПРИМЕРЕ ЛЕДОВО-ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ «СЕВЕР»

**Девятаев О.С.[1], Бресткин С.В. [1], Быченков Ю.Д.[1], Фоломеев О.В.[1]**

*[1] – ФГБУ «ААНИИ», Санкт-Петербург, Россия, osd@aari.ru*

**Аннотация**. Действие системы «Север» основано на принципах информационного производства. Информационная продукция создаётся в соответствие с персональными запросами пользователей и оперативно доставляется на объекты заказчиков.

Ключевые слова: Мониторинг, информационные технологии, гидрометеорологическое обеспечение, Арктика.

В 80-е годы прошлого века для решения задач мониторинга льда и гидрометеорологического обеспечения (ГМО) арктических морских перевозок в ААНИИ была создана «Автоматизированная ледово-информационная система для Арктики» (система «Север»). В 2004-2006 гг. была проведена глубокая модернизация, в результате которой система «Север» вышла на передовые позиции в мире.

Действие системы основано на принципах информационного производства. Средства управления производством позволяют администратору системы в режиме реального времени проводить настройку (или организацию новых) технологических маршрутов создания и доставки информационной продукции.

В состав системы «Север» входят:

– автоматизированные рабочие места для создания информационной продукции. В настоящее время их шесть – «Синоптик», «Оператор данных ИСЗ», «Эксперт ледовой карты», «Океанолог», «Ледовый прогнозист» и «Навигационные рекомендации»;

– автоматический программно-технологический комплекс (АПТК), который предназначен для автоматической обработки потоков информации – данных ИСЗ, модельных расчётов и т.п.;

– автоматизированная система диспетчеризации и управления (АСДУ) для управления процессами сбора информации, подготовки и передачи информационной продукции потребителям;

– инфокоммуникационный узел для организации доступа к данным пользователями системы – персоналу (внутренние пользователи системы), заказчикам и потребителям (внешние пользователи);

– модуль коммуникации для взаимодействия с Заказчиками

В настоящее время система позволяет предоставлять персонализированный информационный сервис одновременно десяткам обслуживаемых объектов в виде набора услуг, включающих адресное производство, гарантированную доставку и представление информационной продукции в удобном для потребителей виде.

Для представления информационной продукции на судах используются электронные картографические навигационно-информационные системы, дополненные модулями отображения снимков ИСЗ, диагностических и прогностических ледовых (рис. 1).

Рис. 1 – Представление информационной продукции системы «Север» на борту судов

**Литература**

1. А.В. Бушуев, Н.А. Волков, В.Д. Грищенко. Наблюдения за морскими льдами и их исследования, создание автоматизированной ледово-информационной системы // Тр. ААНИИ. - 1984, Т. 432. - С. 104-119.

2. Бресткин С.В.; Быченков Ю.Д, Девятаев О.С., Фоломеев О.В, Фролов С.В. Гидрометеорологическое обеспечение круглогодичного безледокольного плавания судов ОАО «ГМК «Норильский Никель» по маршруту Мурманск-Дудинка // Тезисы докладов Четвертой международной конференции "Земля из космоса - наиболее эффективные решения", 1-3 декабря 2009, Москва.

## OBTAINING, PROCESSING AND TRANSMISSION OF HYDROMETEOROLOGICAL INFORMATION TO CONSUMERS – INFORMATION ENTERPRISE ON THE EXAMPLE OF THE ICE INFORMATION SYSTEM "SEVER (NORTH)"

**Devyataev O.[1], Brestkin S.[1], Bychenkov Yu.[1], Folomeev O.[1]**

*[1] – Federal State Budgetary Institution "Arctic and Antarctic Research Institute", St.Petersburg, Russian Federation, osd@aari.ru*

**Abstract**. The operation of the system "Sever (North)" is based on the principles of information enterprise. Information products are manufactured according to personal requests of users and is promptly delivered as for customers as for their remote objects (ships, icebreakers, platforms, etc.).

Key words: Monitoring, information technologies, hydrometeorological support, Arctic.

# ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ИЗУЧЕНИИ КАРСТА

**Дурнаева В.Н.[1]**

*[1] – Институт геологии — обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук, г. Уфа, Россия, vera.durnaeva@yandex.ru*

**Аннотация.** Геоинформационные технологии позволяют решить задачи оценки и прогноза развития карста, анализа территорий распространения карстующихся пород, зонирования при проектировании и строительстве инженерных и социально-экономических объектов.

Ключевые слова: геоинформационные системы, опасные геологические процессы, карст, база данных, картирование

По интенсивности распространения, неожиданности возникновения проявлений и воздействию их на социально-экономические объекты и инженерные сооружения среди опасных экзогенных геологических процессов (ЭГП)особое значение имеет карст. Без учета карста в районах распространения легкорастворимых карбонатных и сульфатных пород не может быть сколько-нибудь успешно осуществлено ни одно хозяйственное мероприятие так как влияние карста сказывается в самых разнообразных сферах человеческой деятельности [Чикишев, 1964]. В пределах республики Башкортостан карстующиеся породы распространены почти на 50% ее территории, около 30% её площади Башкортостана поражено поверхностными карстопроявлениями. Нередко карстовые провалы провоцируют деформации жилых и административных зданий, вызывают аварии на инженерных сооружениях. В большинстве случаев принятые меры противокарстовой защиты позволили продолжить их эксплуатацию, однако в ряде случаев здания были снесены даже после выполнения мер противокарстовой защиты [Абдрахманов, Смирнов, 2016].

С развитием геоинформационных систем (ГИС) компьютерное картографирование стало активно применяться в различных сферах деятельности: картографии, геологии, экологии, метеорологии, муниципальном управлении, транспорте, землеустройстве, обороне, экономике и многих других областях. Применение ГИС-технологий актуально при изучении природных процессов и явлений, в частности карста.

Для создания ГИС-проекта «Карст Южного Урала и Предуралья» масштаба 1:500 000 нами выбран программный продукт ГИС «Карта 2011», выпускаемый ЗАО Конструкторское бюро «Панорама» (г. Москва). В основе проекта лежат данные съемки ЭГП на территории Республики Башкортостан 1982-1994 гг. масштаба 1:200 000 (Смирнов А.И., Ткачев В.Ф., 1986 г., Смирнов А.И., Нагуманов Д.Г., Ткачев В.Ф., 1989 г., Смирнов А.И., 1994 г.). Информация этих съемок ЭГП дополняется новыми данными о карсте Южного Урала и Предуралья, полученными в последние 20-25 лет.

Система ввода ГИС «Карта 2011» позволила ввести и обработать исходную информацию с бумажных носителей, которая после аналитической обработки приведена в соответствие с современными нормативными документами. В качестве системы координат ГИС-проекта «Карст Южного Урала и Предуралья» выбрана СК-42. так как, во-первых, именно в этой системе координат отображена исходная информация по карсту на бумажных носителях и, во-вторых, представлена топографическая основа. В ГИС-проект так же планируется загрузить готовые кондиционные топографические основы масштаба 1:500 000 (2005 г.) и 1:100 000 (2007 г.).

В зависимости от поставленных задач требуется использовать карты разных масштабов и разной степени детализации. Современные геоинформационные технологиипозволяют масштабировать пространственные данные, скрывать и подключать

отображение слоев и объектов в зависимости от выбранного масштаба. Возможности программного продукта позволяют учитывать при создании проекта особенности различных объектов карты, например, разделять типы карста по составу карстующихся пород, степени их перекрытости некарстующимися породами, рельефу и др.

ГИС автоматизирует процессы обработки и анализа данных. Она предназначена для оперативной оценки и прогноза развития наблюдаемых событий с использованием ГИС-технологий пространственного и временного анализа данных, позволяет учитывать многофакторность развития геологических процессов, осуществлять более точное картирование территории. Использование ГИС позволяет осуществлять построение пересечений или объединений контуров объектов одного списка с другим. Построение общей зоны вокруг объектов, входящих в список. Отбор на карте объектов одного списка, имеющих определенную пространственную связь с объектами другого списка (вхождение, пересечение, примыкание, удаление в пределах заданного расстояния и тому подобное) и т.д. ГИС «Карта» предоставляет возможность интерактивного проектирования информационных систем на основе встроенного конструктора форм, отчетов, SQL-запросов. В программное обеспечение так же встроены средства анализа данных и построения графиков, диаграмм, тематического картографирования, геокодирования [Абдрахманов, Дурнаева, Смирнов, 2018].

Карты карста нужна для решения следующих задач: оперативного ввода новых данных, оценки и прогноза развития наблюдаемых событий и явлений с использованием ГИС-технологий, пространственного и временного анализа данных, анализа территорий распространения карстующихся пород, определения опасных зон при проектировании и строительстве различных объектов промышленности, сельского хозяйства, жилого фонда и т.д. На основе этой карты в дальнейшем возможно создание информационной системы, позволяющей обеспечить массовый доступ к картографическим продуктам на основе современных информационно-коммуникационных технологий.

**Литература**

1. Чикишев А.Г. Карст среднего Урала и его народнохозяйственное значение // Карст и его народнохозяйственное значение. М: Наука, 1964. С.5-32.
2. Абдрахманов Р.Ф., Смирнов А.И. Карст Южного Предуралья и его активизация под влиянием техногенеза // Геоэкология, инженерная геология, гидрогеология, геокриология №4, 2016. С. 353-361.
3. Абдрахманов Р.Ф., Дурнаева В.Н., Смирнов А.И. Использование геоинформационных технологий в природообустройстве карстоопасных районов Южного Предуралья // Природообустройство №1, 2018. С. 64-69.

## GEOINFORMATION TECHNOLOGIES IN THE STUDY OF KARST

**Durnaeva V.N.[1]**

*[1] – Institute of Geology — Subdivision of the Ufa Federal Research Centre of the Russian Academy of Sciences, Ufa, Russia, e-mail: vera.durnaeva@yandex.ru*

**Abstract**. Geoinformation technologies allow to solve the problems of assessment and forecast of karst development, analysis of karst rocks distribution areas, zoning in the design and construction of engineering and socio-economic objects

Key words: geographic information systems, geohazards, karst, database, mapping.

# ТЕХНОЛОГИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО РАСЧЕТА ИСПАРЕНИЯ С ПОВЕРХНОСТИ ВОДОЕМОВ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ

**Евстигнеев В.П.[1], Остроумова Л.П.[2], Лемешко Н.А.[3], Мишин Д.В.[2]**

[1] – *Севастопольский государственный университет, Севастополь, Россия, vald_e@rambler.ru*

[2] – *ФГБУ "ГОИН", Москва, РоссиЯ*

[3] – *Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия*

**Аннотация.** Разработана технология автоматизированного расчета слоя испарения с водной поверхности с заданными морфометрическими характеристиками и расположением метеорологических станций. Технология апробирована на примере Азовского моря.

Ключевые слова: испарение, тепло-воднобалансовый метод расчета, Азовское море.

Испарение является фундаментальным процессом, играющим ключевую роль в широком спектре физико-химических, технологических, биологических явлений. В гидрометеорологии процесс испарения учитывают, как важный фактор формирования структуры водного баланса водоемов, речных бассейнов и почв. Теоретические и экспериментальные исследования испарения в системе жидкость-пар до сих пор сохраняют свою актуальность в силу сложности физических процессов тепло- и массообмена на границе раздела двух сред. Если в лабораторных условиях закономерности испарения жидкости и конденсации пара исследованы и параметризованы довольно неплохо, то исследования испарения в естественных условиях, в особенности с поверхности больших водоемов, представляют сложность для обобщения в силу многофакторности процесса в открытых и неоднородных по пространству системах.

В практике воднобалансовых расчетов естественных объектов приняты методы, основанные на использовании разных полуэмпирических соотношений, в той или иной степени отражающие многообразие физических процессов, протекающих в приводном слое атмосферы. Поскольку прямых и регулярных измерений испарения нет, в таких расчетах используют данные метеорологических наблюдений на ближайших к водному объекту метеорологических станциях. При этом использование этих данных обоснованно при расчете месячных величин испарения.

В настоящей работе создана и реализована в среде статистического программирования R технология автоматизированного расчета слоя испарения с любого водного объекта с заданными морфометрическими характеристиками и расположением метеорологических станций. В основу технологии были положены некоторые алгоритмы компьютерной программы «ISPAR», использованной ранее для расчета месячных слоев испарения с поверхности водоемов суши: озер Ладожского и Балхаша, Краснодарского и Цимлянского водохранилищ и устьевого взморья Северного Каспия, Таганрогского залива устьевая область Дона и лиманов в устьевой области Кубани.

Технология представляет из себя совокупность программных блоков унифицированного доступа к данным метеорологических наблюдений, считывания морфометрических характеристик водоема и расчет коэффициентов, необходимых для учета трансформации воздушных масс, протекающих над водоемом, а также основой расчетный блок вычисления слоя испарения.

Основной расчетный блок включает в себя расчеты согласно схеме и уравнениям, предложенным в методе А.П. Браславского. Содержащийся в методике ряд

эмпирических формул параметризует процессы проникновения молекул водяного пара через надводный вязко-буферный слой, относа этих молекул от водной поверхности в слое путем свободной и вынужденной конвекции, изменения кинематической вязкости воздуха при колебаниях его температуры. В алгоритме также учитывается влияние солености водоема на интенсивность процесса испарения.

При расчете слоя испарения требуется знание температуры поверхностного слоя водоема. Если эти данные отсутствуют, разработанный алгоритм включает блок расчета температуры поверхностного слоя водоема по уравнению его теплового баланса с такими составляющими как поглощенная водой суммарная солнечная радиация и встречное излучение атмосферы, теплообмен водной массы с грунтом дна, теплоотдача путем испарения и турбулентной конвекции, тепловое излучение поверхности воды. В расчете учитывается календарный период года и наличие/отсутствие ледостава, процессов стаивания снежно-ледового покрова.

Апробация технологии расчета проведена на примере испарения с поверхности Азовского моря по совокупности метеорологических данных за период 1976-2010 гг.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-05-00803.

## TECHNOLOGY OF AUTOMATED CALCULATION OF WATER BASIN EVAPORATION USING HYDROMETEOROLOGICAL DATA

**Evstigneev V.P.[1], Ostroumova L.P.[2], Lemeshko N.A.[3], Mishin D.V.[2]**

*[1] – Sevastopol State University, Sevastopol, Russia, vald_e@rambler.ru*
*[2] – Zubov State Oceanographic Institute, Moscow, Russia,*
*[3] – Saint-Petersburg State University, Saint- Petersburg, Russia*

**Abstract.** A technology of automated calculation of evaporation for arbitrary water basin with predefined morphometric characteristics and locations of meteorological stations has been developed. Technology was validated on the Azov Sea as an example.

Keywords: evaporation, heat and water balance calculation method, programming, Azov Sea.

# СИСТЕМАТИЗАЦИЯ МЕР КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ ГЕОРИСКОВ

**Завгородний В.Н.[1]**

[1] – *Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия, zavgor@ list.ru*

**Аннотация.** Рассмотрены существующие подходы к содержанию понятия риска. Предложена систематизация природных рисков. Определены количественные меры оценки георискa в зависимости от вида неопределенности.

Ключевые слова: риск, георискa, гидрометеорологический риск, оценка риска.

Термин «риск» обычно используют только тогда, когда существует возможность негативных последствий. В некоторых ситуациях риск обусловлен возможностью отклонения от ожидаемого результата или события. Этимологически слово «риск» является заимствованием из фр. *risqué* [1]. Синонимами риска являются опасность, возможность, вероятность, угроза. Риску противопоставляют понятие «шанс» как предполагаемое событие, способное принести кому-либо полезность, выгоду, прибыль. В зависимости от области применения понятие риск имеет различное содержание: действие наудачу, возможный убыток или ущерб, опасность.

ГОСТ Р 52551-2006 определяет риск как вероятность причинения вреда жизни, здоровью физических лиц, окружающей среде, в том числе животным или растениям, имуществу физических или юридических лиц, государственному или муниципальному имуществу с учетом тяжести этого вреда.

Ситуативный подход состоит в неопределенности исхода деятельности и возможных неблагоприятных последствиях в случае неуспеха [2]. Этому содержанию риска соответствуют три основных взаимосвязанных значения:

1. Риск как мера ожидаемых неблагоприятных последствий при неуспехе в деятельности, определяемая сочетанием вероятности неуспеха и степени неблагоприятных последствий в этом случае.
2. Риск как действие, исходя из соотношения ожидаемого выигрыша и ожидаемого проигрыша при реализации действия.
3. Риск как ситуация выбора действия между двумя или несколькими возможными вариантами, исход которых неоднозначен и связан с возможными неблагоприятными последствиями: менее привлекательным, но более надежным, и более привлекательным, но менее надежным.

Экономическая трактовка рассматривает риск как опасность возникновения непредвиденных потерь ожидаемой прибыли, дохода или имущества, денежных средств в связи со случайным изменением условий экономической деятельности, неблагоприятных обстоятельств и т.п. Измеряется частотой, вероятностью возникновения того или иного уровня потерь [3]. Так, процентный риск — вероятность уменьшения нормы прибыли при изменении процентной ставки (ставки дисконтирования).

Риск в теории принятия решений — математическое ожидание функции потерь вследствие принятия решения. Является количественной оценкой последствий принятого решения. Минимизация риска является главным критерием оптимальности в теории принятия решений. Критерий Сэвиджа – один из критериев принятия решений в условиях неопределённости, задает величину риска как теряемую при принятии неверного решения разность между максимальным результатом при данном исходе и результатом при выбранной стратегии.

Геориск – возможность ущерба и убытков из-за неблагоприятного воздействия факторов географической оболочки, охватывающая нижние слои атмосферы, верхние толщи земной коры, гидросферу.

Экологический риск — вероятность возникновения отрицательных изменений в окружающей природной среде, или отдалённых неблагоприятных последствий этих изменений, возникающих вследствие отрицательного воздействия на окружающую среду.

Соответственно географическим оболочкам, в которых складываются факторы, порождающие опасные природные явления, основные из них отнесены в таблице 1 к геологическим, гидрометеорологическим, гидрологическим и экологическим георискам.

**Таблица 1** – Георискы и опасные природные явления

| Георискы | Опасные природные явления |
|---|---|
| Геологические риски | землетрясения, извержения, цунами, оползни |
| Гидрометеорологические риски | заморозки, похолодания, снегопады, гололед, ливневые осадки, лавины, штормы, шквалы, смерчи, пыльные бури, туманы, грозы, засухи, жара, паводки, наводнения |
| Гидрологические риски | паводки, наводнения |
| Экологические риски | загрязнения, выбросы, сбросы, кислотные дожди, лесные пожары, торфяные пожары |

Обобщением риска на случай возможных благоприятных последствий может служить понятие геошанса – возможности получения полезности или прибыли благодаря воздействию благоприятных факторов географической оболочки.

В некоторых случаях риском называют само неблагоприятное событие как характеристику ситуации, имеющей неопределённость исхода. Риск зависит от неопределённости, то есть при росте неопределённости возрастает и риск. В этом смысле различие между риском и неопределённостью в описании ситуаций можно охарактеризовать тем, что в условиях риска возможные исходы известны, при этом некоторые из этих исходов более благоприятны, чем остальные. Вероятности исходов обычно можно найти, используя формулы разной сложности. В отличие от выбора в условиях риска выбор в условиях неопределённости подразумевает неизвестное множество исходов.

В практической деятельности для оценки рисков используют как характеристики возможности наступления неблагоприятного события, способного принести в ущерб, как и характеристики величины ущерба (таблица 2).

**Таблица 2** – Меры оценки георисков

| Неопределенность | Георискы | Ущерб |
|---|---|---|
| вероятностная | вероятность | математическое ожидание функции потерь |
| статистическая | относительная частота | выборочное среднее (взвешенное) ущерба |
| байесова | субъективная вероятность<br>логическая вероятность | ожидаемое значение функции потерь |

Для априорной оценки байесовой неопределённости георисков могут использоваться субъективные подходы, основанные, например, на оценках Фишберна [4], теории возможностей с применением нечетких множеств [5], теории перспектив [6] и т.п.

**Литература**
1. Фасмер М. Этимологический словарь русского языка: В 4-х т.: Пер. с нем. — 2-е изд., стереотип. — М.: Прогресс, 1987.
2. Словарь практического психолога. — М.: АСТ, Харвест. С. Ю. Головин, 1998.
3. Райзберг Б.А., Лозовский Л.Ш., Стародубцева Е.Б.. Современный экономический словарь. — 2-е изд., испр. – М.: ИНФРА-М, 1999. – 479 с.
4. Фишберн П. Теория полезности для принятия решений. – М.: Наука, 1978.
5. Нечеткие множества и теория возможностей: Последние достижения / Р. Р. Ягер. — М.: Радио и связь, 1986.
6. Kahneman, Daniel, and Amos Tversky. Prospect Theory: An Analysis of Decision under Risk, Econometrica, XVLII (1979). P. 263—291.

# SYSTEMATIZATION OF MEASURES OF QUANTITATIVE ASSESSMENT OF GEORISKS

**Zavgorodniy V.N.**[1]

[1] – *Russian State Hydrometeorological University, Saint Petersburg, Russia, zavgor@list.ru*

**Abstract.** Existing approaches to the content of the concept of risk are considered. The systematization of natural risks is proposed. The quantitative measures of georisk assessment are determined depending on the type of uncertainty.

Key words: risk, geo-risk, hydrometeorological risk, risk assessment.

# РАЗРАБОТКА ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ БОРЬБЫ С ЛЕСНЫМИ ПОЖАРАМИ В МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ

**Запорожцев И.Ф.[1, 2], Орловский А.Н.[1], Кузьминов П.В.[1], Кучугура А.Д.[1], Кононюк В.В.[1]**

*[1] – Мурманский арктический государственный университет, Мурманск, Россия, zaporozhtsev.if@gmail.com*
*[2] – Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН, г. Мурманск, Россия*

**Аннотация**. Представлен обзор статистики пожарной опасности в лесах, условий работы государственных противопожарных служб, возможностей для создания информационной системы поддержки противодействия лесным пожарам в Мурманской области.

Ключевые слова: ГИС, лесные пожары, веб-приложения, язык программирования R.

В центре внимания данной работы лежит создание информационной системы поддержки работы служб региональной авиалесоохраны Мурманской области в задачах борьбы с лесными пожарами.

Лесные массивы занимают 37,5% площади Мурманской области и составляют 5,4 млн. га. Средняя прогнозная средняя горимость лесов составляет от 60 до 130 пожаров в пожароопасный период. За последнее десятилетие 2018 год стал рекордсменом при 178 пожарах, что сопоставимо по площади выгоревших территорий с 1972 годом, когда было зафиксировано 842 пожара [1]. Для борьбы с пожарами федеральный центр назначает субвенцию в объёме 198,4 млн. рублей. Но по факту, в 2018 году регион получил чуть более 20% от этой суммы – 42,72 млн. рублей, о чем сообщает министр природных ресурсов и экологии Мурманской области Д.А. Руусалеп [2]. Такая ситуация частично обусловлена климатическими условиями и статистикой пожаров в сравнении с другими регионами.

На данный момент службы Минприроды используют ИСДМ "Рослесхоз" [3], предлагаемую федеральным центром, которая не учитывает все региональные аспекты тушения пожаров, в частности, состав и количество привлекаемых ресурсов. Вопрос о заказе коммерческой разработки системы поддержки принятия решений в области мониторинга, прогнозирования и ликвидации лесных пожаров, соответствующей всем типовым требованиям, не поднимается в силу нехватки финансовых средств, в связи с чем авторский коллектив поставил целью создание некоторого варианта такой системы.

В Мурманской области незначительное количество профессиональных разработчиков вовлечено в создание геопорталов и информационно-аналитических веб-приложений, использующих карты. В подобной разработке задействованы ОАО “Кольский геологический информационно-лабораторный центр” (ОАО “КГИЛЦ”) и Институт информатики и математического моделирования ФИЦ Кольский научный центр РАН (ИИММ КНЦ РАН), почти отсутствуют проекты, реализуемые местными вузами. Предоставляемые сервисы перечисленных организаций используют кадастровые и иные карты, разработанные региональными и федеральными ведомствами. Учёт регионального опыта создания веб-приложений, использующих геоданные, а также особенностей информационной системы «Лесные пожары», реализованную для Республики Коми [4], является приоритетным в разработке авторского коллектива, которая стартует в большой степени как студенческий проект.

Основные предполагаемые к разработке функции: (1) получение, обработка и визуализация данных (модельных, дистанционного зондирования, с пунктов регистрации на местности), (2) выполнение стандартных действий в ГИС-системах (измерение рас-

стояний, переход по координатам, выбор путей и т.д.), (3) составление оперативных сводок и отчётной документации, (4) учёт региональных аспектов тушения пожаров (состав и количество привлекаемых ресурсов и т.д.). Пункты (1)-(3) уже реализованы в федеральных системах, однако их также следует включать в разрабатываемое веб-приложение, что обусловлено пользовательским опытом – применением интегрированных систем вместо нескольких независимых программных средств.

Ввиду незначительного опыта в разработке подобных систем и у авторского коллектива, был сделан выбор технологий, широко представленных в литературе, в частности, [5], посвящённой геопорталам и веб-ГИС, а именно PostgreSQL/PostGIS как СУБД с расширением для геоданных, OpenStreetMap как поставщик данных, Leaflet как картографический веб-сервис, Shiny как веб-фреймворк (веб-сервер и инструмент разработки). Python и R являются ведущими языками, используемыми в Data Science и обработке геоданных. Крупнейшие геоинформационные системы, как открытые (QGIS), так и коммерческие (ArcGIS), используют Python по умолчанию в качестве языка для создания расширений. Выбор в пользу R обусловлен опытом его практического применения одним из авторов работы в области океанографии и морской биологии (как анализа, так и визуализации данных, в том числе на географической карте).

Следует отметить, что R является языком, направленным на деятельность специалистов в области статистики и анализа данных. Он позволяет сконцентрироваться на математическом моделировании, проверке гипотез и выполнении вычислительных экспериментов, сокращая время на программную реализацию, поэтому особенно популярен среди студентов, преподавателей и ученых. Такие разработчики заинтересованы в возможности легко публиковать и получать обратную связь по своей работе, для чего хорошо подходит формат размещения данных с интерактивными решениями, что обеспечивает веб-приложение. Поэтому современные технологии быстрого создания веб-приложений с широкими возможностями аналитики данных предметной области пользуются большим спросом в научной среде. Такими технологиями стали, в частности, библиотеки Leaflet (2011 г., JavaScript; пакет R – 2015 г.) и Shiny (2012 г., пакет R). Leaflet поддерживает работу с картами, а Shiny позволяет создавать веб-приложения. Интеграция двух данных библиотек обеспечивает возможность создания геопорталов различной детализации и тематического охвата. Пакет Shiny поддерживает вставку кода JavaScript, HTML и CSS, но позволяет создавать веб-приложения без непосредственного их использования. При разработке первой версии обсуждаемого веб-приложения авторы воспользовались этой возможностью с целью ускорить создание прототипа, ограничив при этом функциональность и кастомизацию внешнего вида приложения.

**Литература**

1. Государственное областное бюджетное учреждение «Мурманская база авиационной охраны лесов» [Электронный ресурс] / Режим доступа: http://авиабаза51.рф, свободный.

2. Растопыренными пальцами. Происшествия (публикация от 01 02 2019) [Электронный ресурс] // Информационное агентство «Северпост»; режим доступа: http://severpost.ru/read/75205/, свободный.

3. Ефремов, В.Ю., Балашов, И.В., Котельников, Р.В., Лупян, Е.А., Мазуров, А.А., Прошин, А.А., Толпин, В.А., Уваров, И.А., Флитман, Е.В. Объединенный картографический интерфейс для работы с данными ИСДМ-Рослесхоз // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2011. – Т. 8., № 3. – С.129-139.

4. Информационно-аналитическая система прогнозирования, мониторинга лесопожарной обстановки и ликвидации лесных пожаров в Республике Коми [Электронный ресурс] / Режим доступа: http://gis.rkomi.ru/Catalog/ResourceDescription/808, свободный.

5. Urbano,F, Cagnacci, F. Spatial database for GPS wildlife tracking data: a practical guide to creating a data management system with PostgreSQL/PostGIS and R / F. Urbano, F. Cagnacci. – New York : Springer, 2014. – 271 p.

# DEVELOPMENT OF WEB APPLICATION FOR CONTERACTING WILDFIRES IN THE MURMANSK REGION

**Zaporozhtsev I.F.[1,2], Orlovskiy A.N.[1], Kuzminov P.V.[1], Kuchugura A.D.[1], Kononuck V.V.[1]**

[1] – *Murmansk Arctic State University, Murmansk, Russia, zaporozhtsev.if@gmail.com*
[2] – *Murmansk Marine Biological Institute KSC RAS, Murmansk, Russia*

**Abstract**. Overview of wildfire risks level statistics, state fire fighting service conditions, facilities to develop information system supporting counteraction against wildfires in the Murmansk region are presented.

Keywords: GIS, wildfires, web applications, R programming language.

# СИСТЕМА МОНИТОРИНГА И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ГИДРОЛОГИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ НА РЕКЕ СЕВЕРНАЯ ДВИНА НА БАЗЕ ИНТЕГРИРОВАННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОМПЛЕКСА МОДЕЛЕЙ И НАЗЕМНО-КОСМИЧЕСКИХ ДАННЫХ

**Зеленцов В.А.[1], Потрясаев С.А.[1], Пиманов И.Ю.[1], Пономаренко М.Р.[1]**

*[1] – Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН, Санкт-Петербург, Россия, pimen@list.ru*

**Аннотация.** В работе представлено описание системы оперативного прогнозирования наводнений «Простор». Приведен используемый в системе метод совместной обработки и анализа материалов оптической и радиолокационной съёмок для решения задач мониторинга речных наводнений.

Ключевые слова: мониторинг наводнений; космическая съемка; геоинформационные технологии; информационно-аналитическая система; прогнозирование; автоматизация.

Космическая съемка является источником площадных пространственных данных на территорию, позволяя в сочетании с наземным гидрометеорологическим мониторингом получить наиболее полную информацию о гидрологической обстановке и проанализировать её развитие. Для мониторинга российских рек применение дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) из космоса особенно актуально, в связи с ограниченным набором пространственных данных и результатов натурных измерений вследствие разреженности сети гидрометеорологических наблюдений, а также отсутствия высокоточных цифровых моделей рельефа [1, 2]. Кроме того, мониторинг и прогнозирование опасных явлений осложняется особенностями местных условий, в частности - формированием ледовых заторов в ходе вскрытия рек.

На сегодняшний день для решения задач мониторинга наводнений используются данные оптического и радиолокационного зондирования. Однако для каждого метода существуют свои ограничения: эффективность использования оптических систем зависит от состояния облачного покрова, а задача детектирования затопленных участков по радиолокационным данным существенно усложняется на урбанизированных территориях. В этой связи наиболее перспективным представляется комплексное использование оптических и радиолокационных данных.

В данном исследовании предложен метод обработки и анализа данных ДЗЗ, в соответствии с которым выявление затопленных территорий выполняется на основе автоматической пороговой обработки радиолокационных данных и расчете нормализованного разностного водного индекса NDWI по данным зондирования в оптическом диапазоне [3, 4].

Предложенный метод использован в составе системы оперативного прогнозирования наводнений «Простор», на базе которой выполнены совместный анализ и визуализация результатов обработки материалов космической съёмки [5, 6, 7]. Разработанный метод апробирован в ходе весеннего половодья 2014−2018 гг. на участке русла реки Северная Двина от г. Великий Устюг до г. Котлас [8, 9]. В 2014-2016 гг. были выполнены тестовые запуски системы, весной 2018 г. в течение всего периода половодья тестирование осуществлялось в режиме реального времени [2, 10, 11]. Исходными данными послужили снимки с российских и зарубежных космических аппаратов: «Ресурс-П», «Канопус-В», Sentinel-1, Sentinel-2, RADARSAT-2. В настоящее время проводится доработка системы для её непрерывной эксплуатации в течение календарного года.

Комплексное применение данных оптического и радиолокационного зондирования позволило избежать неточностей, связанных с облачностью, и получить данные о затоплениях на территориях с городской застройкой. Результаты обработки космических данных использованы для оценки качества моделирования наводнения, а также для анализа ледовой обстановки и выявления специфических явлений, вызванных местными условиями [2].

Исследования, выполненные по данной тематике, проводились при частичной финансовой поддержке грантов РФФИ (№№ 17-08-00797, 17-06-00108, 17-01-00139), Госзадания Министерства образования и науки РФ № 2.3135.2017/4.6, в рамках бюджетной темы №№ 0073–2019–0004 и Экспериментальные исследования по тестированию системы на р. Северная Двина выполнены за счет гранта Российского научного фонда (проект № 17-11-01254).

**Литература**

1. Zelentsov V., Pimanov I., Potryasaev S., Sokolov B., Cherkas S., Alabyan A., Belikov V., Krylenko I.. River Flood Forecasting System: An Interdisciplinary Approach. // Refice A., D'Addabbo A., Capolongo D. (eds) Flood Monitoring through Remote Sensing. 2017. Springer Remote Sensing/Photogrammetry, https://doi.org/10.1007/978-3-319-63959-8_4.
2. Зеленцов В.А., Потрясаев С.А., Пиманов И.Ю., Семенов А.Е. Мониторинг и моделирование наводнений на базе системы с сервис-ориентированной архитектурой // ГеоРиск 1. 2016. Москва, Изд.: Геомаркетинг. С. 12-15.
3. Зеленцов В.А., Потрясаев С.А., Пиманов И.Ю., Пономаренко М.Р. Использование данных космического радиолокационного зондирования при анализе зон затопления в половодье // Инженерные изыскания. 2018. Том XII. № 7–8. С. 54–60. DOI: 10.25296/1997-8650-2018-12-7-8-54-60.
4. Ponomarenko M.R., Pimanov I.Yu., 2016. Processing of SAR amplitude images with posting the results on web server. J. Sib. Fed. Univ. Eng. technol., 9(7), 994-1000. https://doi.org/10.17516/1999-494X-2016-9-7-994-1000.
5. Зеленцов В. А., Ковалев А. П., Пиманов И. Ю. Иерархическая система управления развитием территорий с использованием разнородных пространственных данных // Известия высших учебных заведений. Приборостроение. 2016. Т. 59, № 11. С. 944—951. DOI 10.17586/0021-3454-2016-59-11-944-951.
6. Зеленцов В.А., Потрясаев С.А. Архитектура и примеры реализации информационной платформы для создания и предоставления тематических сервисов с использованием данных дистанционного зондирования Земли //Труды СПИИРАН. 2017. Т.6. №55. С.86–113. DOI http://dx.doi.org/10.15622/sp.55.4
7. Пиманов И.Ю. Программные инструментальные средства для комплексного моделирования при мониторинге и прогнозировании развития чрезвычайных ситуаций с использованием данных дистанционного зондирования // Известия высших учебных заведений. Приборостроение. 2018. №11. С. 988-996. DOI 10.17586/0021-3454-2018-61-11-988-996.
8. Алабян А.М., Алексеевский Н.И., Евсеева Л.С., Жук В.А., Иванов В.В., Сурков В.В., Фролова Н.Л., Чалов Р.С., Чернов А.В. Генетический анализ причин весеннего затопления долины Малой Северной Двины в районе г. Великого Устюга. Эрозия почв и русловые процессы. 2004. № 14. С. 104–130.
9. Лебедева С. В., Алабян А. М., Крыленко И. Н., Федорова Т. А. Наводнения в устье Северной Двины и их моделирование. Гориск. 2015. №1. С. 18–25.
10. Алабян А.М., Зеленцов В.А., Крыленко И.Н., Потрясаев С.А., Соколов Б.В., Юсупов Р.М. Оперативное прогнозирование наводнений на основе комплексного упреждающего моделирования и интеграции разнородных данных. Труды СПИИРАН. 2015. №41. С.5-33.
11. Алабян А.М., Зеленцов В.А., Крыленко И.Н., Потрясаев С.А., Соколов Б.В., Юсупов Р.М. Создание интеллектуальных информационных систем оперативного прогнозирования речных наводнений. // Вестник Российской академии наук. 2016. №86(2). С. 127–137, https://doi.org/10.7868/S086958731602002X.

# SYSTEM FOR MONITORING AND FORECASTING THE HYDROLOGICAL SITUATION ON THE NORTHERN DVINA RIVER BASED ON THE INTEGRATED USE OF A COMPLEX OF MODELS AND GROUND-SPACE DATA

**Zelentsov V.A.[1], Potriasaev S.A.[1], Pimanov I.Yu.[1], Ponomarenko M.R.[1]**

*[1] – Federal State Budgetary Institution of Science Saint Petersburg Institute for Informatics and Automation of RAS, Saint Petersburg, Russia, pimen@list.ru*

**Abstract.** The paper presents the operational flood forecasting system «Prostor» and the method of joint processing and analysis of optical and radar remote sensing data for the monitoring of river floods.

Keywords: flood monitoring; remote sensing; geoinformation technologies; information analytical system; forecasting; automation.

# ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ОЦЕНКИ ТРАНСПОРТИРУЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ РУСЛОВОГО ПОТОКА В ЦЕЛЯХ УПРАВЛЕНИЯ ПОЙМЕННЫМИ ТЕРРИТОРИЯМИ

**Коринец Е.М.[1], Векшин А.К.[1]**

*[1] – Российский Государственный гидрометеорологический Университет, г. Санкт-Петербург, Россия, miffi89@mail.ru*

**Аннотация.** Экспериментальные данные о взаимодействия руслового и пойменного потоков, подтвердившие свою теоретическую значимость, нуждаются в едином хранилище информации для дальнейшего развития на их основе ГИС структур в целях управления пойменными территориями

Ключевые слова: управление, геоинформационная система, русло, пойма, транспортирующая способность, модель.

Оценка транспортирующей способности руслового потока при наличии пойменного для управления территориями пойменных массивов предполагает формирование модели процесса транспорта донных наносов с наперед заданными свойствами. Однако, как правило, для управления используются модели на базе анализа, реализация которых требует решения прямой задачи управления, что не в полной мере отвечает поставленным требованиям. В настоящей работе представлена концепция модели управления, основанная на синтезе, что позволяет более полно удовлетворять этим требованиям. Новый подход основан на решении обратной задачи управления [1,2].

В настоящее время отсутствует общее информационное хранилище, характеризующее состояние водных ресурсов. Задачей данного исследования на примере обобщенных экспериментальных данных было сформировать и наметить подход к разработке геоинформационной системы, которая давала бы исчерпывающую информацию о выбранном объекте [3].

Показано, что в основе управления территориями пойменных массивов лежит решение человека, а геоинформационная система (ГИС) – основа гарантированного достижения обеспечения требуемого уровня информации о характеристиках и состоянии водного объекта. В качестве источника для формирования слоев ГИС рассмотрены, преимущественно, спутниковые системы зондирования Земли, а также экспериментально полученные зависимости о поведении донных наносов в речных руслах. Даны рекомендации по сбору и адаптации данных, их анализа и построения системы помощи принятия управленческих решений.

Были проанализированы результаты лабораторных исследований в рамках проводимых по данной тематике экспериментов, систематизированные по принципу типа взаимодействия руслового и пойменного потоков. Обоснование необходимости проведения экспериментальных исследований заключается в постановке новой научной задачи, решение которой позволяет сформировать базу знаний геоинформационной системы [3].

Обоснована методология применения методики оценки транспортирующей способности русла в реках с поймами. Методология основана на законе сохранения целостности объекта [1].

Особое внимание уделяется участкам рек, расположенным в зоне крупных горнопромышленных предприятий. Это обосновано изменением режима всех составляющих баланса реки (поверхностный сток, подземный сток) и воздействием техногенной составляющей (сброс сточных вод). В результате чего нарушается естественное форми-

рование влекомых наносов и транспортирующая способность русла, что в свою очередь оказывает воздействие и на гидрохимический режим реки[4].

Разработана аналитическая модель управления процессом переноса донных наносов в руслах рек, которая отдельным блоком должна учитывать и техногенную составляющую. Установлены причинно-следственные связи между базовыми процессами транспорта донных наносов, приводящие к изменению рельефа дна русла, и процессами, направленными на поддержание его устойчивости (Процесс образование угрозы. Процесс идентификации (распознания) угрозы. Процесс нейтрализации (профилактики) угрозы). В основу модели положена математическая модель решения человека. Эта модель учитывает квалификацию человека. Показаны возможности модели для управления процессом формирования рельефа дна на основе использования ГИС.

**Литература**

1. Бурлов В.Г. О концепции гарантированного управления устойчивым развитием Арктической зоны на основе решения обратной задачи. // Информационные технологии и системы: управление, экономика, транспорт, право. 2015. № 2 (16). С. 99-111

2. Бурлов В.Г. Концепция управления регионом на основе решения обратной задачи. // В книге: УПРАВЛЕНИЕ РАЗВИТИЕМ КРУПНОМАСШТАБНЫХ СИСТЕМ (MLSD'2016) Материалы Девятой международной конференции: в 2-х томах. Под общей редакцией С.Н. Васильева, А.Д. Цвиркуна. 2016. С. 181-184.

3. Коринец Е.М. Оценка влияния пойменного потока на транспортирующую способность русла // В сборнике: Тридцать третье пленарное межвузовское координационное совещание по проблеме эрозионных, русловых и устьевых процессов Доклады и краткие сообщения. 2018. С. 121-122.

4. Бродская Н.А., Мякишева Н.В., Александрова К.В. Оценка разномасштабного взаимодействия поверхностных и подземных вод //Ученые записки РГГМУ. 2015. №38. С. 36-51.

## FEATURES OF THE FORMATION OF THE GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM OF ASSESSMENT THE DEPOSIT TRANSPORTATION CAPACITY IN ORDER TO MANAGE FLOODPLAIN TERRITORIES

**Korinets E.[1], Vekshin A.[1]**

*[1] – Russian State hydrometeorological University, St.Petersburg, Russia, miffi89@mail.ru*

**Abstract**. The experimental data of the interaction of the channel and floodplain flows, which confirmed their theoretical significance, need a single repository of information for the further development of GIS structures based on them in order to manage the floodplain territories

Key words: management, geographic information system, river bed, flood plain, deposit transportation, model.

# МОНИТОРИНГ СОДЕРЖАНИЯ ВОДЯНОГО ПАРА В АТМОСФЕРЕ

**Крюковских Е.П., Бобровский А.П., Дьяченко Н.В., Хлябич П.П.[1]**

*[1] – Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия, kriukovskikh1967@mail.ru*

**Аннотация.** В настоящей работе проведен сравнительный анализ результатов определения общего содержания водяного пара солнечным фотометром CIMEL и микроволновым радиометром RPG–HATPRO.

Ключевые слова: общее содержание водяного пара, наземные измерения, радиометр, фотометр.

Водяной пар является важнейшим атмосферным газом, создающим парниковый эффект и определяющим климат на Земле. Основная масса водяного пара сосредоточена в приземном слое воздуха мощностью до 6–7 км. Его концентрация быстро убывает с высотой. Среднее содержание водяного пара в вертикальном столбе атмосферы в умеренных широтах – около 1,6 – 1,7 см «слоя осажденной воды» (такую толщину будет иметь слой сконденсированного водяного пара). Мониторинг общего содержания водяного пара (ОСВП) проводится различными методами, как спутниковыми, так и наземными. Проверка точности спутниковых измерений постоянно осуществляется при сравнении с результатами наземных измерений, поэтому совершенствование методик наземных измерений является важной задачей. В настоящей работе проведен сравнительный анализ результатов определения ОСВП солнечным фотометром CIMEL и микроволновым радиометром RPG–HATPRO. Данные по влагосодержанию атмосферы получают с помощью анализа измерений прямого солнечного излучения в полосе поглощения водяного пара 940 нм.

Солнечный фотометр состоит из сенсорной головки, электронного блока с микропроцессором и модулем памяти, а также робота. Сенсорная головка этого инструмента имеет полное поле зрения 1.2°, два коллиматора длиной 33 cm для уменьшения уровня паразитной засветки и два кремниевых детектора для измерения прямого солнечного излучения и яркости неба. Микроволновой радиометр RPG-HATPRO имеет 7 каналов в области линии поглощения водяного пара 1,35 см. Прибор предназначен для определения профилей температуры и влажности в атмосфере, а также водозапаса облаков.

Контроль достоверности аналитических измерений

На рис. 1 приведен пример сопоставлений измерений ОСВП с помощью фотометра CIMEL и МКВ радиометра. Из рисунка видно, что фотометр дает систематически более низкие значения ОСВП по сравнению с измерениями МКВ радиометра. На этом же рисунке приведены рассогласования (в процентах, приведенные к МКВ измерениям) между двумя ансамблями. Отметим, что 38% процентов всех разностей меньше 10%, а 93% всех разностей меньше 20%.

Каждому значению CIMEL сопоставлялось МКВ значение ОСВП, осредненное за 1 минуту, т.е. два типа измерений были максимально согласованы по времени, при этом сами приборы находились на расстоянии ~3 м друг от друга. Однако следует учесть, что МКВ радиометр измеряет ОСВП в вертикальном направлении, а прибор CIMEL направлен на диск Солнца. Таким образом, при идеальном временном соответствии два сопоставляемых измерения имеют пространственные отличия, особенно значительные при низком Солнце.

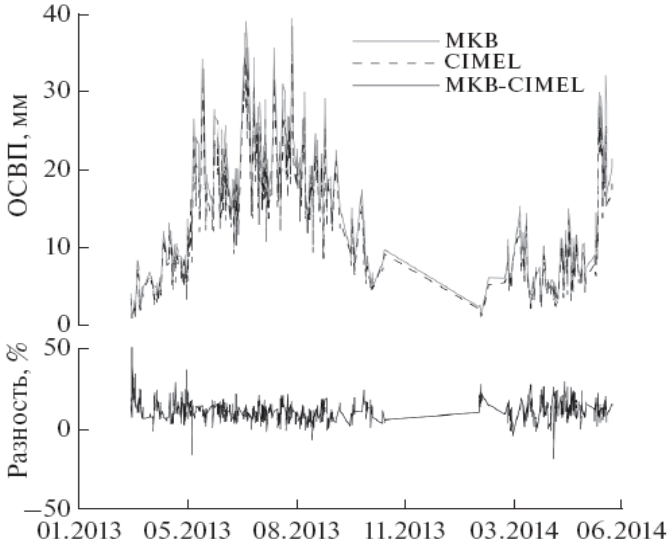



**Рис. 1.** Временно́й ход величин ОСВП, измеренных МКВ радиометром RPG-HATPRO и фотометром CIMEL, а также их относительная разность.

Прибор CIMEL занижает ОСВП по сравнению с МКВ измерениями. Это занижение особенно значительно при малых величинах ОСВП (менее 4 мм) и достигает ~18%. С ростом ОСВП относительные рассогласования, как правило, уменьшаются. Минимальное среднее рассогласование составляет~10% для поддиапазона величин ОСВП 10–20 мм. Абсолютные значения рассогласований находятся в диапазоне от 0.51 мм до 2.72 мм и растут с ростом значений ОСВП. Для всего ансамбля сопоставлений средние рассогласования составляют ~10.9% и 1.56 мм.

**Литература**

1.Тимофеев Ю.М., Васильев А.В. Теоретические основы атмосферной оптики. – СПб.: Наука, 2003
2. Тимофеев Ю.М. Глобальная система мониторинга параметров атмосферы и поверхности. – СПб., 2009.
3. Тимофеев Ю.М. Исследования атмосферы Земли методом прозрачности. − СПб.: Наука, 2016.

## MONITORING OF WATER VAPOUR IN THE ATMOSPHERE

**Kriukovskikh E.P, Bobrovsky A.P., Dyachenko N.V., Khlyabich P.P.[1]**

[1] – *Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia, kriukovskikh1967@mail.ru*

**Abstract** This paper presents a comparative analysis of the results of determining the total water vapor content of the solar photometer CIMEL and microwave radiometer RPG-HATPRO.

Keywords: total water vapor content, ground measurements, radiometer, photometer

# ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТЕЙ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СРЕДСТВ ГИС ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ ПО СПУТНИКОВЫМ СНИМКАМ

**Кузнецов А.Д., Сероухова О.С., Симакина Т.Е., Солонин А.С.[1]**

*[1] - Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия, serouhova@inbox.ru*

**Аннотация**. Рассматривается методика и результаты использования геоинформационной системы IDRISI для автоматизации локализации участков, удовлетворяющих критериям расположения наземных метеостанций.

Ключевые слова: наземные метеорологические станции, геоинформационные технологии, выбор позиции для размещения метеостанций по спутниковым снимкам.

Роль погоды как природного ресурса год от года возрастает. Тот, кто сможет точнее предсказывать состояние атмосферы, будет эффективнее использовать этот ресурс для развития экономики и защиты населения и собственности от опасных явлений [1-4].

Наземная сеть синоптических и аэрологических станций (включая островные станции и суда погоды) является системой получения наиболее полной, регулярной и точной первичной метеорологической информации. Поэтому в настоящее время она является основной системой получения этой информации [5,6].

Недостатком данной системы является пространственная дискретность размещения станций и особенно недостаточная плотность синоптических станций на большей части земного шара.

Также важно расположение метеостанций на акваториях (производство наблюдений на судах, создание якорных и дрейфующих станций) и в малонаселенных труднодоступных местах.

При наличии соответствующей базы данных, созданной, в том числе, и на основе спутниковых снимков, с помощью ГИС можно заранее определить участки, на которых возможно строительство метеоплощадки [7-10].

В работе рассматривается методика и результаты использования геоинформационной системы IDRISI для автоматизации предварительного анализа наличия в рассматриваемом регионе площадок, потенциально пригодных для размещения наземных метеорологических станций.

Учитывая большое влияние на результаты наземных наблюдений местных условий (рельеф, наличие вблизи станции водоемов, особенности растительного покрова и т.д.), основным требованием к размещению метеорологической станции является ее репрезентативность. Кроме того, станция должна иметь стандартные, прошедшие государственную проверку приборы, квалифицированный персонал, средства связи, обеспечивающие оперативность передачи результатов наблюдений в установленные адреса станций.

Метеорологическая площадка станции должна иметь форму квадрата (со стороной 26 м), одна сторона которого ориентирована в направлении север — юг. Метеорологические приборы и оборудование на площадке должны быть размещены в соответствии с планом

Согласно «Наставлениям гидрометеорологиическим станциям и постам» вып. 3 ч.1. [11]:

- метеорологическая площадка выбирается на участке, характерном (типичном) для окружающей местности и не отличающимся от окружающей территории какими-

либо особенностями теплообмена и влагообмена подстилающей поверхности с атмосферой;

- метеоплощадка должна располагается на преобладающих формах рельефа, наблюдающихся в районе, и удалена от источников влаги на расстояние не менее 100 м от уреза воды при максимальном уровне воды в водоеме;

- метеорологическая площадка должна быть удалена от невысоких отдельных препятствий (одноэтажных построек, отдельных деревьев и т.п.) на расстояние не меньше 10-кратной высоты этих препятствий. От значительных по протяженности препятствий (лесов, больших групп построек, городских улиц и т.п.) площадка должна быть удалена на расстояние не меньше 20-кратной высоты этих препятствий;

- нельзя размещать метеорологическую площадку вблизи глубоких оврагов, обрывов и других резких изломов рельефа;

- характерность метеорологической площадки должна сохраняться на протяжении всего периода работы станции. Поэтому на территории станции и в ее охранной зоне запрещается производить работы, которые могут привести к искажению условий местоположения площадки.

Для поиска потенциальных мест расположения метеостанций использовались три спутниковых снимка различных регионов планеты и с использованием цифровой модели рельефа IDRISI Globe Elevation Data были созданы базы данных для исследуемых территориальных фрагментов. Для этих целей использовались интерактивная векторизация и автоматизированная классификация с обучением.

После построения карт участков была получена карта участков, на которых соблюдались все необходимые требования. Это было сделано с помощью процедуры наложения бинарных слоев путем умножения. Полученные результаты в виде участков, пригодных для размещения метеоплощадок, представлены на фоне местности в трехмерном виде.

В результате проведенных исследований можно сделать вывод о том, что использование ГИС технологий позволяет при наличии соответствующей базы данных в оптимальные сроки и с минимальными затратами труда и основных средств существенно упростить поиск потенциально возможных мест расположения метеостанций с соблюдением большей части необходимых критериев.

**Литература**

1. Кузнецов А.Д., Сероухова О.С., Симакина Т.Е. Сверхкраткосрочный прогноз эволюции атмосферных фронтов // Ученые записки РГГМУ, — СПб: изд-во РГГМУ, 2015. № 40. С. 127–141.

2. Восканян К.Л., Кузнецов А.Д., Сероухова О.С., Симакина Т.Е. Текущее прогнозирование экологических измерений на основе поиска аналогов // Сборник тезисов XI научно-практической международной конференции «Естественные и антропогенные аэрозоли», СПб, 16-18 октября 2018. С. 16.

3. Жуков В.Ю., Кузнецов А.Д., Сероухова О.С. Интерпретация данных доплеровских метеорологических радиолокаторов. Учебное пособие.– СПб.: РГГМУ, 2018. – 119 с.

4. Кузнецов А.Д., Сероухова О.С., Симакина Т.Е. «Методика идентификации мезомасштабной облачности по спутниковым снимкам» // Труды ГГО им. А.И. Воейкова, 2017, вып. 585. С.85-97.

5. Восканян К.Л., Кузнецов А.Д., Сероухова О.С. Автоматические метеорологические станции. Часть 1. Тактико-технические характеристики. // Учебное пособие. – СПб.: РГГМУ, 2016. – 195 с.

6. Восканян К.Л., Кузнецов А.Д., Сероухова О.С. Автоматические метеорологические станции. Часть 2. Цифровая обработка данных автоматических метеорологических станций. // Практикум. — СПб.: РГГМУ, 2016. - 99 с.

7. Сероухова О.С. Лабораторный практикум по дисциплине «Геоинформационные системы». – СПб.: РГГМУ, 2007. – 116 с.

8. Симакина Т.Е. «Цифровая обработка спутниковых снимков с помощью ГИС IDRISI ». — СПб.: РГГМУ, 2004. — 58 с.

9. Кузнецов А.Д., Сероухова О.С., Симакина Т.Е. Применение ГИС-технологий при выборе позиции для размещения МРЛ. Тезисы доклада на XXX Всероссийском симпозиуме «Радиолокационное исследование природных сред», г. Санкт-Петербург, ВКА имени А.Ф. Можайского, апрель 2017 г.
10. Сероухова О.С., Кузнецов А.Д. Определение местоположения метеорологических станций по спутниковым снимкам средствами ГИС // Тезисы доклада на заседании «Современные проблемы дистанционного зондирования окружающей среды с ИСЗ» постоянно действующего семинара «Дистанционные методы зондирования природной среды», работающего по программе Научного Совета РАН по комплексной проблеме «Распространение радиоволн», г. Санкт-Петербург, ВКА имени А.Ф. Можайского, 28 февраля 2013 г.
11. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Вып. 3, ч. I. Метеорологические наблюдения на станциях. - Л.: Гидрометеоиздат, 1985.

# EVALUATION OF THE POSSIBILITY OF USING GIS TOOLS TO DETERMINE THE LOCATION OF METEOROLOGICAL STATIONS BY SATELLITE IMAGERY

**Kuznetsov A.D., Serouhova O.S., Simakina T.E., Solonin A.S.[1]**

[1] – *Russian State Hydrometeorological University, Saint-Petersburg, Russia, serouhova@inbox.ru*

**Abstract.** The methodology and results of using the IDRISI geographic information system for automating the localization of sites that meet the criteria for the location of ground weather stations are considered.

Keywords: ground-based meteorological stations, geo-information technologies, choice of position for location of meteorological stations by satellite imagery.

# ПРИБОРЫ И КОМПЛЕКСЫ ИМКЭС СО РАН ДЛЯ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

**Кураков С.А.**[1], **Корольков В.А.**[1]

[1] – *ИМКЭС СО РАН, Томск, Россия, ksa@imces.ru*

**Аннотация.** Представлены созданные в ИМКЭС СО РАН автоматизированные метеорологические приборы и автоматические метеостанции.

Ключевые слова: датчики метеовеличин, автоматическая метеостанции, автономный измерительный комплекс.

Одним из направлений деятельности Института мониторинга климатических и экологических систем СО РАН (г. Томск) является разработка новых приборов и комплексов для метеорологического мониторинга, в которых широко используются акустические, оптические и электронные методы измерений. Разработанная в Институте ультразвуковая автоматическая метеостанция (УАМС) АМК-03 (рис. 1) обеспечивает измерения мгновенных и средних значений скорости ветра (включая горизонтальную и вертикальную ее составляющие), мгновенных и средних значений температуры воздуха и турбулентных параметров атмосферы, а входящие в состав метеостанции сенсорные датчики позволяют контролировать величину влажности воздуха и атмосферного давления [1]. УАМС АМК-03 сертифицирована как средство измерения РФ и серийно выпускается индустриальным партнером Института – предприятием ООО «Сибаналитприбор» (г. Томск). (Предприятием выпускаются также мобильные (переносные и бортовые) модификации АМК-03 военного назначения (рис. 2), предназначенные для метеорологического обеспечения боевых действий Вооруженных сил РФ).

Рис. 1 – УАМС АМК-03 на метеомачте

Рис. 2 – Переносной метеокомплекс военного назначения

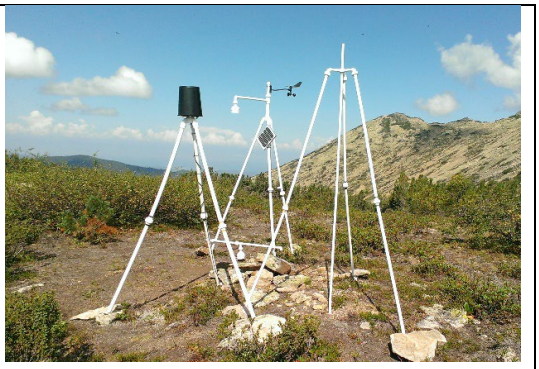


Рис. 3 – Автономная станция мониторинга (Баргузинский заповедник, перевал)

УАМС АМК-03 могут работать как в автономном режиме, так и в составе измерительной сети, обеспечивающей контроль метеорологической ситуации на мезомасштабной территории, в том числе арктической (экспериментальный образец такой пространственноразнесенной измерительной системы разработан в Институте и функционирует в составе геофизической обсерватории ИМКЭС СО РАН).

В ИМКЭС СО РАН создана также блочная система автономных измерителей метеорологического и экологического мониторинга – атмосферно-почвенный измерительный комплекс (АПИК), предназначенный для мобильных и стационарных долговремен-

ных автоматических измерений параметров атмосферы, почвы и водных объектов [2].Он включает автономный контроллер регистратор и совокупность цифровых электронных датчиков, которые обеспечивают измерение профилей температуры и влажности грунта, скорости и направления горизонтального ветра, атмосферных осадков, характеристик снегового покрова, параметров солнечной радиации, уровня, проводимости и кислотности воды в водоёмах и грунте. Датчики измерения высоты снежного покрова (рис.4), профиля температуры грунта (рис.5) и суммарной солнечной радиации (рис. 6) разработаны и изготавливаются в ИМКЭС СО РАН. АПИК через интерфейсные модули может подключаться к сетям GSM, WI-FI, и спутниковому интернету.

Рис. 4 – Ультразвуковой датчик высоты снежного покрова

Рис. 5 – Зонд профиля температуры грунта

Рис. 6 - Датчик суммарной солнечной радиации

Более 250 АПИК различных модификаций работают, преимущественно, на труднодоступных территориях России, как в виде отдельных логгеров, так и в составе сетей оперативного мониторинга. По совокупности характеристик (низкое энергопотребление, широкий набор интерфейсов подключения датчиков, перестраиваемые режимы автоматической работы, работоспособность в широком диапазоне условий эксплуатации (Арктика), простота в установке и обслуживании, финансовая доступностью) АПИК превосходит аналоги, предназначенные для автономной работы в труднодоступных местах. На рисунке 3 показана станция, установленная на горном перевале около озера Байкал.

Работа финансово поддержана Министерством науки и высшего образования России (соглашение № 14.607.21.0205, уникальный идентификатор RFMEFI60718X0205).

**Литература**

1. Корольков, В.А. Автоматизированный ультразвуковой метеорологический комплекс АМК-03 / Азбукин А.А., Богушевич А.Я., Ильичевский В.С., Корольков В.А., Тихомиров А.А, Шелевой В.Д // Метеорология и гидрология, 2006, №1, с.89-97.

2. Кураков, С. А. Мобильный измерительный комплекс для сопряженного контроля атмосферных и почвенных метеопараметров / А. В. Базаров, Н. Б. Бадмаев, С. А. Кураков, Б.-М. Н. Гончиков // Метеорология и гидрология. – № 4. – 2018. – С. 104-109.

# INSTRUMENTS AND COMPLEXES OF IMCES SB RAS FOR METEOROLOGICAL MONITORING

**Kurakov S.A.[1], Korolkov V.A.[1]**

[1] – *IMCES SB RAS, Tomsk, Russia, ksa@imces.ru*

**Abstract.** Automated meteorological instruments and automatic meteorological stations created at IMCEC SB RAS are presented.

Key words: meteorological sensors, automatic meteorological station, autonomous measuring complex.

# МОНИТОРИНГ ОСОБЕННОСТЕЙ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ. НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ МЕТОДОВ ВЕДЕНИЯ НАБЛЮДЕНИЙ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

**Матафонов Е.П.**[1]

[1] – *ООО «Научный инновационный центр Мониторинга природной среды» Московская область, Истринский район, п. Глебовский, Россия, nic_mps@mail.ru*

**Аннотация.** В работе рассмотрено обоснование направления наблюдений – мониторинг особенностей природной среды.

Ключевые слова: мониторинг, методики, природная среда, природные аномалии.

Природные аномалии последних лет предъявляют новые требования к методам ведения наблюдений, оценке полученных результатов, качеству прогнозов и обоснований инженерных решений.

Методики ведения наблюдений на станциях государственной сети закреплены существующими наставлениями [1] и являются обязательными для исполнения. По большому счету, такой подход позволяет унифицировать наблюдения, сопоставлять материалы наблюдений во времени и в различных природных зонах, формировать ряды многолетних наблюдений.

С другой стороны, существующие методики проведения работ не дают в полной мере представления о характере природных аномалий последних лет, не отражают глубинные процессы и их тенденции в связи с целым рядом объективных и субъективных причин.

Необходимость новых методик ведения наблюдений остро ощутили при организации работ и анализе результатов наблюдений в период существования воднобалансовой станции «Малая Истра» (1985-2014 гг.) [2, 3]. Станция входила в состав опорной сети государственного мониторинга состояния недр (ГМСН) Центрального Федерального округа. Именно в этот период формировались общие представления о направлении работ по организации и ведению наблюдений за характеристиками водного и теплового балансов, массопереносом.

Потребности в новых методиках наблюдений возникли при изучении инфильтрации, взаимосвязи поверхностных и подземных вод, обосновании расчетов водного баланса малых водотоков первого порядка.

Если на уровне бассейна реки третьего, четвертого порядка (например, р. Малая Истра) данные полученные по стандартной методике ведения наблюдений [4] позволяют с некоторыми допущениями свести приходную и расходную части водного баланса, то для расчетов баланса водотока первого порядка данных катастрофически не хватает.

Если для обоснования формирования естественных ресурсов подземных вод артезианского бассейна данные сети наблюдений Росгидромета можно использовать, то расчеты питания подземных вод одного водозабора по этим данным уже начинают носить абстрактный характер.

Новая методика работ по ведению наблюдений сначала ориентировалась на создание сети наблюдений для малых объектов. Затем задачи расширились. Новое направление работ по организации мониторинга условно было названо «мониторингом особенностей природной среды». Основная задача этого направления - оценка быстро протекающих процессов, изучение градиентов, поиск границ повторяющихся инверсий. Упор в новой методике делается на детали, которые в стандартных методиках наблюдений не предусмотрены:

- оценка количества осадков, которые достигли поверхности земли и принимают участие в формировании поверхностного и подземного стока;
- изучение трансформации влаги, начиная от времени выпадения осадков до питания подземных вод и разгрузки в речную сеть;
- измерение температуры и влажности воздуха по всему профилю деятельной поверхности;
- и т. п.

Цель этой методики направлена на получение количественных показателях элементов микроклимата, влагозапасов почво-грунтов, глубины залегания подземных вод и других характеристик оценки перераспределения водных масс и тепла. В качестве ландшафтных единиц – объектов наблюдений, можно рассматривать участок долины реки, лесную куртину, коттеджный поселок. Это также может быть родник, система местных понижений на водоразделе, болото и другие объекты.

Результатом работ должно стать определение наличия в наблюдаемых элементах структуры, ее устойчивости в пределах этой ландшафтной единицы. Оценка границ распространения структуры, времени ее существования.

Возможности организации таких работ смогли появиться только в настоящее время, и связаны с современными технологиями. Прежде всего, это компьютеризация всех видов работ, облачные сервисы, распространенность и доступность средств связи. Большой рынок предложений датчиков, электронных компонентов и постоянное снижение цен на эти товары. Распространение производств оборудования мелкими партиями с использованием небольших производственных мощностей.

Продолжение работ по реализации проекта в рамках «мониторинга особенностей природной среды» на полигоне «Малая Истра» взяло на себя ООО «НИЦ МПС». В рамках сотрудничества с рядом организаций были продолжены работы по ведению наблюдений на объектах полигона, созданию приборов и оборудования, аналитической обработке результатов наблюдений и теоретическому обоснованию методик.

Мониторинг особенностей природной среды не является альтернативой существующей государственной сети Росгидромета, МЧС или других государственных служб, и должен стать источником дополнительной информации для изучения тенденции изменений природной среды, влияния техногенных нагрузок, природных аномалий.

**Литература**

1. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Выпуск 6. Часть II. Гидрологические наблюдения и работы на малых реках. М.; 1971. 225с.
2. Воронков Н.А. Роль лесов в охране вод. Л. Гидрометеоиздат, 1988
3. Матафонов Е.П. Водно-балансовые исследования и наблюдения на полигоне «Малая Истра» Ежегодные отчеты с 2001 по 2014 годы. Фонды АО «Центральное ПГО», 2014 г
4. Субботин А.И., Дыгало В.С. Экспериментальные гидрологические исследования в бассейне реки Москвы. М.: Гидрометеоиздат, 1991г, 263 с

## MONITORING OF FEATURES OF THE ENVIRONMENT. SOME ASPECTS OF METHODS OF CONDUCTING OBSERVATIONS IN THE MODERN CONDITIONS

**Matafonov E.P.**[1]

[1] *– OOO "Scientific инновационный centre of the Monitoring the natural ambience" Moscow area, Istrinskiy region, p.Glebovskiy, Russia, Nic_mps@mail.ru*

**Abstract.** In work justification of the direction of observations - monitoring of features of the environment is considered.

Key words: monitoring, techniques, environment, natural anomalies.

# ИССЛЕДОВАНИЯ ОБЩЕГО СОДЕРЖАНИЯ $CO_2$ В АТМОСФЕРЕ СО СПУТНИКА OCO-2

**Никитенко А.А.[1], Бобровский А.П.[1], Дьяченко Н.В.[1], Скобликова А.Л.[1]**

*[1] – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный гидрометеорологический университет» Санкт-Петербург, Россия, nikki_nic@mail.ru*

**Аннотация.** В работе анализируются пространственно-временные зависимости общего содержания $CO_2$ по данным измерений спутниковой аппаратуры OCO-2.

Ключевые слова: парниковый эффект, спутниковые измерения $CO_2$, спутник OCO-2.

Углекислый газ $CO_2$ является важным парниковым газом, роль которого, в первую очередь, состоит в поддержании фотосинтеза, который осуществляется растениями Концентрация углекислого газа в сухом воздухе составляет около 0,02÷0,04% (250÷450 ppm). С середины XIX века наблюдается устойчивый рост общего содержания $CO_2$ в атмосфере. По данным погодной обсерватории на Мауна-Лоа к 2009 году средняя концентрация $CO_2$ в земной атмосфере составляла 0,0387% или 387 ppm, а уже в апреле 2018 года его средняя концентрация достигла значения 410,26 ppm (0,0410 %) [4]. Рост уровня углекислого газа в атмосфере приводит к усилению парникового эффекта, вследствие чего происходят изменения климата Земли.

Углекислый газ пропускает излучение ультрафиолетовой и видимой части спектра, которое поступает от Солнца на Землю, и поглощает инфракрасное излучение на длинах волн 4,2-4,3 мкм, которое приходит от Земли. За счет этого идет повышение температуры поверхности планеты [2, 3].

Регулярные измерения общего содержания $CO_2$ в атмосфере проводят с помощью наземных (дистанционных, локальных) и спутниковых методов наблюдения. Измерения углекислого газа проводятся почти на 150 стационарных станциях. Некоторые из них имеют статус глобальных станций мониторинга где, как правило, выполняются непрерывные измерения концентрации газов в приземном слое атмосферы, а полученные результаты исследований публикуются на сайте World Data Center for Greenhouse Gases (WDCGG) — Всемирного центра данных по парниковым газам с осреднением за час, сутки и месяц [1].Это фоновые станции Мауна-Лоу, Барроу, Тикси, Териберка и др. Для определения концентрации общего содержания $CO_2$ проводятся измерения с помощью аппаратуры среднего спектрального разрешения, а также используются прямые и обратные задачи инфракрасной атмосферной оптики высокого спектрального разрешения.

В настоящее время внедряются и осуществляются проекты спутниковых измерений концентраций углекислого газа, которые реализуются на базе Aqua или GOSAT в спектральной полосе 13.4–15.4 мкм с помощью инфракрасного спектрометра — AIRS, а также с помощью аппаратуры OCO-2 [1, 5].

2 июля 2014 года NASA был запущен спутник «Орбитальная углеродная обсерватория-2» (Orbiting Carbon Observatory-2 OCO-2), который проводит измерения региональных выбросов углекислого газа и позволяет осуществить количественную оценку его сезонной и ежегодной изменчивости.

OCO-2 работает в трех режимах: надир — съемка под космическим аппаратом; glint_(быстрый взгляд) – для изучения мест, где солнечный свет отражается на поверхности Земли; target (целевой режим) – для наблюдения при пролете за конкретным местом на Земле. Прибор измеряет отраженное и рассеянное солнечное

излучение для безоблачной атмосферы в трех полосах поглощения – в слабой (1.61 мкм) и сильной (2.06 мкм) полосах $CO_2$ и полосе кислорода (0.76 мкм). Работа в трех режимах, измерения в трех полосах поглощения, специальные методы и алгоритмы интерпретации спутниковых измерений и специальная калибровка позволили достичь высокой точности измерений спутником OCO-2 [6].

В работе представлены результаты исследования вариаций содержания $CO_2$ вблизи Москвы на основе спутниковых данных спутника OCO-2 за 2014-2017 гг. За это время спутником было осуществлено 7627 измерений в течении 61-го дня вблизи Москвы (в диапазоне широт 54.74 – 56.78 и долгот 35.36 – 40.11). Обработка результатов измерений спутника показала, что минимальное наблюдавшее значение $CO_2$ было зарегистрировано 02.04.2015 и составляло 356,1ppm, а максимальное значение – 23.11.2016 – 431.1 ppm.

**Литература**

1. Биненко В.И. Шевчук Н.О. Региональный мониторинг концентрации парниковых газов на основе наземных и спутниковых измерений.
2. Climate Change 2001: The Scientific Basis.
3. Deep ice tells long climate story, BBC News.
4. Kahn, Brian. The world passes 400ppm carbon dioxide threshold. Permanently.
5. Тимофеев Ю.М. Исследования атмосферы Земли методом прозрачности. − СПб.: Наука, 2016.− 367 с.
6. http://mapgroup.com.ua/kosmicheskie-apparaty/26-kosmicheskie-apparaty-ssha/960-oso-2.

## RESEARCH OF GENERAL CONTENT CO2 IN THE ATMOSPHERE USING THE SATELLITE OCO-2

**Nikitenko A.A.[1], Bobrovsky A.P.[1], Dyachenko N.V.[1], Skoblikova A.L.[1]**

*[1] – Federal State Educational Institution of Higher Education "Russian State Hydrometeorological University" St. Petersburg, Russia, nikki_nic@mail.ru*

**Abstract** The article analysis spatial and temporal variations $CO_2$ content of the general content (GC) $CO_2$ from measurements of satellite equipment OCO-2.

Keywords: greenhouse effect, satellite measurements $CO_2$, satellite OCO-2.

# ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ, ХРАНЕНИЯ И ВИЗУАЛИЗАЦИИ BIG DATA В ЗАДАЧАХ МОДЕЛИРОВАНИЯ КЛИМАТА АРКТИКИ

**Никитин Н.О.[1], Калюжная А.В.[1]**

[1] – *Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики. Санкт-Петербург. Россия, nikolay.o.nikitin@gmail.com*

**Аннотация.** Предложены подходы к обработке массивов данных, которые создаются в ходе климатических расчетов в Арктическом регионе, выполняемых комплексом моделей (гидродинамические, ледовые, волновые, атмосферные), а также их хранению и визуализации. Описана реализация распределенного хранилища, реализованного на основе семантического подхода, а также ГИС для визуализации больших массивов данных из распределённой системы хранения.

Ключевые слова: большие данные, семантическое хранение, динамическая визуализация.

В настоящее время проблемы обработки больших массивов данных, которые производят современные численные модели природных явлений, всё ещё далеки от решения. Использование в моделях измельченных горизонтальных расчетных сеток с обширным пространственным покрытием, большого количество вертикальных уровней, высокого временное разрешение в совокупности к стремительно росту объёмов полученных в ходе результатов моделирования файлов. Особенно остро эти аспекты проявляются в задачах моделирования Арктического региона из-за необходимости хранения массивов ледовых данных и высоких требованиях к пространственному и временному разрешению моделей. Использование классических подходов к хранению и обработке данных не позволяет производить оперативное извлечение временных и пространственных срезов, а также визуализировать поля в динамике. Это делает целесообразным интерпретацию данных гидрометеорологического моделирования как BigData.

В качестве возможного подхода предлагается технология семантического хранения, основанная на унифицированном хранении данных в виде файлов формата NetCDF. Этот формат обеспечивает возможность гибкой настройки структуры хранения данных, поэтому размерность элементарных блоков массивов с данными была модифицирована особым образом для обеспечения быстрого извлечения как временных рядов, так и пространственных полей [1].

Представление семантики хранимых данных осуществляется на основе позиции в древовидной системе организации хранения. Она задает географический регион, источник (модель или реанализ) и конкретную переменную, для которой хранится каталог данных. Для каждого каталога строится кэшированное описание, хранящее как метаданные, так и временные метки файлов. Такой подход позволяет существенно повысить производительность извлечения данных.

Хранилище реализовано с использованием архитектуры с распределённым хранилищем и централизованным сервером в соответствии с идеологией платформы Exarch [2]. Экспериментальные исследования позволяют говорить о линейной зависимости времени извлечения данных от числа полей в файлах, а также хорошей параллелизуемой этого процесса.

Для решения задачи динамической визуализации данных хранилища предложена геоинформационная система TerraXT, обеспечивающая гибкую визуализацию полей данных и временных рядов измерений [3]. Система позволяет выполнять раздельную совместную визуализацию векторных и скалярных полей на трехмерном «глобусе», выполнять наложение произвольного числа слоев данных, визуализировать попутные

наблюдения, совмещать графики в нескольких точках, строить срезы по глубине. При этом данные могут поступать как из локального файлового каталога, так и из удаленного хранилища. Запросы к хранилищу обеспечивают минимизацию объёма передаваемой по сети информации (все операции извлечения и разреживания рядов и полей выполняются на сервере). Поддерживаются сенсорный режим управления, в т. ч. на нестандартных устройствах (видеостена, сенсорный стол).

Использование представленных технологий позволяет унифицировать подход к работе с разнородными результатами моделирования большого объёма, сложности и неоднородности как данными единого формата, а также обеспечить анализ результатов работы комплекса моделей и расчет производных массивов данных в сжатые сроки.

**Литература**

1. Mbogo G. K., Rakitin S. V., Visheratin A. High-performance meteorological data processing framework for real-time analysis and visualization //Procedia computer science. – 2017. – Т. 119. – С. 334-340.
2. Visheratin A. A. et al. Exarch: semantics-based modular distributed data storage //Proceedings of the 2017 International Conference on Cloud and Big Data Computing. – ACM, 2017. – С. 22-26.
3. Golubev K. et al. Floodvision: A Tool for Fast and Comfortable Scenario-Based Visual Analysis of a Large Climate Datasets //Procedia computer science. – 2017. – Т. 119. – С. 298-306.

# PROCESSING, STORAGE AND VISUALISATION TECHNOLOGIES FOR BIG DATA AS A PART OF CLIMATE MODELLING IN THE ARCTIC

**Nikitin N.[1], Kalyuzhnaya A.[1]**

*[1] – Saint Petersburg National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics, Saint-Petersburg, Russian Federation, nikolay.o.nikitin@gmail.com*

**Abstract.** Approaches to the processing of data arrays that are created in the course of climate calculations in the Arctic region, performed by a set of models (hydrodynamic, ice, wave, atmospheric), as well as their storage and visualization, are proposed. The implementation of a distributed repository implemented based on a semantic approach and system for visualization of repository data is described.

Key words: big data, semantic storage, dynamic visualization.

# УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ УЧЁТА МИКРОКЛИМАТИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ ПРИ КЛИМАТИЧЕСКОМ ОБСЛУЖИВАНИИ ОТРАСЛЕЙ ЭКОНОМИКИ

**Пигольцина Г.Б.[1], Задворных В.А.[1]**

*[1] – Главная геофизическая обсерватория им. А.И. Воейкова, Санкт-Петербург, Россия, pigoltsina@yandex.ru*

**Аннотация**. В докладе отражены новые методы получения микроклиматической информации в сложных условиях подстилающей поверхности и недостаточном метеорологическом освещении местности, разработанные в ГГО. Приведена технология представления микроклиматических характеристик потребителям, как средства принятия решений.

Ключевые слова: микроклиматическая изменчивость, сложный рельеф, районирование, экология.

Климатическое обслуживание, ориентированное на оперативное решение отдельных текущих хозяйственных задач, основано на использовании базовой справочной и нормативной информации. При этом обычно используют данные ближайшей метеостанции, которые, как правило, не отражают микроклиматических особенностей отдельных районов и участков земли, где проводятся изыскательские работы. Использование данных метеостанций без учёта микроклиматической информации приводит к большим просчётам и ошибкам, что в свою очередь может привести к негативным локальным экологическим последствиям и непроизводительным затратам средств. Особенно велика роль учёта микроклимата в регионах со сложными условиями рельефа, где на близких расстояниях могут наблюдаться значительные изменения климатических показателей.

Количественная оценка климатических показателей в определённом пункте (для конкретных микроклиматических условий) определяется методом введения микроклиматических поправок к фоновой климатической информации, соответствующей данным репрезентативных для определённого показателя метеостанций. Обобщённые количественные значения микроклиматических поправок для основных элементов климата были получены в ГГО для различных географических районов. Однако указанные исследования были выполнены в основном для холмистого рельефа и тёплого (вегетационного) периода. Для горного рельефа и холодного периода года методы детальной климатической оценки территории практически не разработаны и количественные значения микроклиматической изменчивости не определены. В связи с этим в настоящее время существуют большие проблемы при удовлетворении многочисленных запросов потребителей, касающихся детальной количественной характеристики микроклиматических условий конкретных участков в горном рельефе в зимний период. Решение этих задач вызвало необходимость дальнейшей разработки методов оценки микроклиматической изменчивости основных и специализированных климатических показателей в условиях сложного (горного) рельефа в холодный период года и усовершенствования технологии учёта микроклиматической информации при климатическом обслуживании потребителей.

В докладе отражены новые методы микроклиматических исследований, разработанные в ГГО, и методология использования детальной микроклиматической информации, как средства принятия оптимальных хозяйственных решений. Эти исследования, ориентированные на обслуживание потребителя, включают:

- метод объективной систематизации метеорологических станций по местоположениям в условиях сложного рельефа с применением кластерного анализа и принципы использования результатов кластерного анализа для формализации микроклиматических методов расчёта;

- способ моделирования вертикального профиля инверсионного слоя воздуха в условиях горного рельефа;

- метод оценки пространственной изменчивости продолжительности залегания снежного покрова в сложных условиях рельефа;

- методику расчёта вертикального профиля скорости ветра на горных склонах при недостаточном метеорологическом освещении местности.

Технология использования разработанных методов показана на конкретных заказах потребителей, касающихся микроклиматического обоснования размещения проектируемых промышленных объектов и жилых массивов в горном рельефе Восточной Сибири, микроклиматического описания и районирования горного кластера зимних Олимпийских игр в Сочи, микроклиматического зонирования территории горнолыжного курорта в районе с. Архыз Карачаево-Черкесской Республики, и др.

В последние годы в запросах потребителей непосредственно указываются конкретные площадки и объекты в районе изысканий, по которым необходима микроклиматическая информация, либо запрашиваются данные в определённом диапазоне абсолютных высот местности, предназначенной для освоения.

В каждом случае на основе проведённого анализа климатических, мезо- и микроклиматических условий района изысканий потребителю передаётся подробное микроклиматическое описание площадок возможного хозяйственного освоения с оценкой их пригодности под размещение предприятий разной степени вредности, табличный, картографический материал и рекомендации, в которых даётся подробное научное обоснование возможных вариантов размещения проектируемых объектов, ранжируемых по степени нарастания экологической напряжённости.

Практика показала, что после получения заказчиком таких рекомендаций, учитывающих как негативные, так и благоприятные для размещения различных хозяйственных объектов микроклиматические условия, проектный план, как правило, подвергается весьма существенным изменениям.

В настоящее время авторами продолжаются научные исследования по микроклиматической изменчивости специализированных климатических показателей в условиях сложного рельефа. Для совершенствования технологии климатического обслуживания потребителей разрабатывается макет типизации морфометрических показателей рельефа для пересчёта микроклиматических поправок в автоматическом режиме.

**Литература**

1. Микроклимат СССР / под ред. И.А. Гольцберг. – Л.: Гидрометеоиздат, 1967. – 284 с.

2. Пигольцина Г.Б. Обоснование необходимости и принципы учёта мезо- и микроклимата при комплексных оценках природных ресурсов для различных секторов экономик // Труды ГГО, 2009. – Вып.560. – С.89-115.

3. Пигольцина Г.Б., Зиновьева Н.А. Оценка микроклиматических условий горного кластера района Красной Поляны для обеспечения спортивных объектов детальной погодно-климатической информацией. // Метеорология и гидрология. 2015. № 8. С. 88-97.

4. Пигольцина Г.Б. Учёт микроклимата при строительном проектировании // Методические рекомендации по расчёту специализированных климатических характеристик для обслуживания различных отраслей экономики. Строительство. Транспорт / под ред. Н.В. Кобышевой, В.В. Стадник. (2017). – СПб. – С. 97-109.

# IMPROVEMENT OF MICROCLIMATIC INFORMATION GAINING FOR CLIMATE SERVICES OF ECONOMY SECTORS

**Pigoltsina G.B.[1], Zadvornykh B.A.[1]**

[1] – *Voeikov Main Geophysical Observatory, St. Petersburg, Russia*

**Abstract**. The study considers new methodology of microclimatic information gaining in difficult terrain and missing available observations that was advanced in MGO. The technology of tailored microclimatic indexes obtaining as a tool of optimal decision making is presented.

Key words: microclimatic variability, difficult terrain, zoning, ecology.

# ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДОВ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ СЕЗОННЫХ ПРОГНОЗОВ ПОГОДЫ

**Покровский О.М.**[1]

*1 – РГГМУ, Санкт-Петербург, Россия, pokrov_06@mail.ru*

**Аннотация.** Рассматриваются примеры применения метода классификации режимов атмосферной циркуляции, основанного на методе логики нечетких множеств. Приведена схема нейронной сети для сезонных прогнозов, синтезированная с указанным методом классификации. Представлены примеры прогнозирования среднемесячных полей температуры приземного воздуха с заблаговременностью 1-3 месяца.

Ключевые слова: классификация режимов атмосферной циркуляции, нейронные сети.

Сезонные прогнозы на период заблаговременности от 1 до 3 месяцев представляют особый интерес для практики и обеспечивают значительную экономическую эффективность для важнейших отраслей народного хозяйства (энергетика, сельское хозяйство, транспорт) и только в случае высокой оправдываемости таких прогнозов. Однако, современные средства (гидродинамические и простые статистические модели) не позволяют достигнуть даже минимально необходимых уровней оправдываемости сезонных прогнозов, обеспечивающих разумные показатели экономической эффективности. Дело в том, что принятие хозяйственных решений сопряжено с определенными рисками потерь при ошибочности таких прогнозов. Критериями надежности прогнозов являются показатели оправдываемости (Pokrovsky, 2005). Одним из возможных путей повышения оправдываемости сезонных прогнозов является привлечение современных методов моделирования на основе самообучаемых систем прогнозирования, основанных на методологии искусственного интеллекта. Наиболее продолжительный характер метеорологических явлений обычно связывают с режимами атмосферной циркуляции, которые, как правило, не меняются в течение месяцев и даже сезонов. Однако, до настоящего времени специалистами рассматривались лишь качественные методы классификации режимов циркуляции, которые было невозможно формализовать в виде компьютерных алгоритмов и программ. И только появление самообучающихся алгоритмов классификации привело к изменению в этой сфере исследований. Наиболее эффективными оказались алгоритмы, основанные на логике нечетких множеств (logic of fuzzy sets) (Pokrovsky, 2000, 2002, 2009a). Показано, что полученные варианты циркуляционных режимов тесно связаны со спецификой океанических течений их эволюции. Было предложено использовать непрерывно обновляемые режимы атмосферной циркуляции, формализованные на основе этой технологии, внутри нейронных сетей, которые обучались на основе обработки большого объема многолетней архивной информации (Pokrovsky, 2009b), которая до сих пор обладала лишь потенциальной полезностью. В качестве иллюстрации представлены примеры автоматической классификации режимов атмосферной циркуляции на территории Европы для отдельных периодов года на основе обработки данных ре-анализа полей ветра и температуры на сетке 2,5*2,5 градуса. Далее была построена фаззи-нейронная сеть (fuzzy-neural network) для прогнозирования среднемесячных полей приземной температуры воздуха для территории северной Европы, включая соответствующие регионы РФ. Приводятся результаты сопоставления прогностических и фактических полей температуры за период зима-весна-лето с заблаговременностью 1-3 месяца, демонстрирующие эффективность предлагаемого подхода.

**Литература**
1. Pokrovsky O.M., 2000. Land Surface Energy Exchange Simulation Based on Combined "FuzzySets and Neural Networks" Approach. Proceedings of Second Conference on Artifical Intelligence, AMS, Boston, MA, p.21-26.
2. Pokrovsky O.M., Roger H.F. Kwok and C.N. Ng , 2002. Fuzzy logic approach for description of meteorological impacts on urban air pollution species: a Hong Kong case study.- Computers and Geosciences, v. 28, N 1, 2002, p. 119-127.
3. Pokrovsky O.M., 2005, Development of integrated “climate forecast-multi-user” model to provide the optimal solutions for environment decision makers. - Proceedings of the 7 -th International Conference for Oil and Gas Resources Development of the Russian Arctic and CIS Continental Shelf-, St. Petersburg, 13-15 September 2005, Publ. by AMAP, Oslo, Norway, September 2005, p. 661-663.
4. Pokrovsky O.M., 2009a. South European Rain Rate Modulation by NAO and Changes in Atmospheric Circulation Regimes Caused by Climate Warming.- Computers and Geosciences, v. 35, p.897-906.
5. Pokrovsky O.M., 2009b. Self-learning statistical short-term climate predictive model for Europe. In a book “Global Climatology and Ecodynamics” (Ed. A.P. Cracknell), Springer and Praxis Publ. Chichester, UK, p. 185-210.

# PROSPECTS OF APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE METHODS FOR SEASONAL WEATHER FORECASTS

**Pokrovsky O.M.[1]**

[1] – *Russian State HydroMeteorological University, St .Petersburg, Russia, pokrov_06@mail.ru*

**Abstract.** Examples of application of the method of classification of atmospheric circulation regimes based on the fuzzy set logic technique are considered. The scheme of a neural network for seasonal forecasts synthesized with the specified method of classification is given. The examples of forecasting of average monthly fields of surface air temperature with 1-3 months lead time are presented.

Keywords: classification of atmospheric circulation modes, neural networks.

# МЕТОД ОБРАБОТКИ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ НА ОСНОВЕ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

**Рудь М.Ю.[1], Готюр И.А. [1], Мешков А.Н. [1], Яременко И.А.[1]**

*[1] – ВКА имени А.Ф. Можайского, г.Санкт-Петербург, Россия, smeyashka@gmail.com*

**Аннотация.** В докладе приведен анализ методов обработки гидрометеорологической информации на основе искусственных нейронных сетей, рассмотрены особенности их применения, произведено сравнение с традиционными методами.

Ключевые слова: методы обработки метеорологической информации, искусственные нейронные сети, глубокое обучение, машинное обучение, Big Data.

В XXI веке информация является одним из самых ценных ресурсов. С эволюцией технологий хранения информации стал расти объем хранимой человечеством информации. Согласно отчету, представленном компанией IDC [1] в 2016 году объем накопленной человечеством информации составлял 16 зеттабайт. К 2025 году прогнозируется увеличение этого объема до 163 зеттабайт. Вырос и объем циркулирующей гидрометеорологической информации (ГМИ). Крупные мировые банки данных уже на сегодняшний день хранят до 225 петабайт оперативных и исследовательских данных, ежедневно пополняющихся на сотни терабайт.

Традиционные методы обработки информации не способны оперативно и качественно обрабатывать поступающие объемы информации. В связи с этим возникла необходимость в использовании новых подходов к обработке больших объемов данных. Помимо больших объемов поступающая информация может не соответствовать требованиям однородности, регулярности или полноты. В традиционных подходах такая информация не применяется для анализа. Кроме того из-за недостаточного пространственного и временного разрешения в существующих численных прогностических моделях зачастую не используется информация о мезомасштабных процессах.

Применение методов обработки ГМИ на основе искусственных нейронных сетей (ИНС) позволяет учитывать не пригодную для традиционных подходов информацию в анализе. В докладе приведены основные направления применения ИНС в задачах обработки ГМИ. Произведенный анализ результатов работы традиционных методов обработки ГМИ и методов на основе ИНС выявил целесообразность использования ИНС в составе ансамблевых прогнозов, в задачах классификации, поддержки в принятии решений. В работе приведен комплексный метод обработки ГМИ с использованием ИНС, рассмотрены его преимущества и ограничения. Перспективным направлением представляется развитие методов, использующих ИНС, в задачах краткосрочного и текущего прогнозирования.

**Литература**

1. Грибин А. С. Применение алгоритмов искусственных нейронных сетей для краткосрочного метеопрогноза : Автореф. дис. канд. физ-мат. наук. – Санкт-Петербург, 2005. — 154 с.

2. Coutinho, Eluã Ramos, Silva, Robson Mariano da, Madeira, Jonni Guiller Ferreira, Coutinho, Pollyanna Rodrigues de Oliveira dos Santos, Boloy, Ronney Arismel Mancebo, & Delgado, Angel Ramon Sanchez. Application of Artificial Neural Networks (ANNs) in the Gap Filling of Meteorological Time Series // Revista Brasileira de Meteorologia. 2018. V.33(2), P.317—328. DOI:10.1590/0102-7786332013.

3. European Centre for Medium-Range Weather Forecasts [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.ecmwf.int/en/about/media-centre/key-facts-and-figures — свободный. — Англ.

4. Han L., Sun J., Zhang W., Xiu. Y., Feng H., and Lin Y. A machine learning nowcasting method based on real- time reanalysis data // J. Geophys. Res. Atmos. 2017. V.122, P.4038–4051. DOI:10.1002/2016JD025783.

5. IDC «Эра данных 2025» [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.seagate.com/files/www-content/our-story/trends/files/idc-seagate-dataage-whitepaper.pdf − свободный. – Англ.

6. Krasnopolsky V.M., Fox-Rabinovitz M.S., and Belochitski A.A. Using Ensemble of Neural Networks to Learn Stochastic Convection Parameterizations for Climate and Numerical Weather Prediction Models from Data Simulated by a Cloud Resolving Model // Advances in Artificial Neural Systems. 2013. vol. 2013, Article ID 485913, 13 pages. DOI:10.1155/2013/485913.

7. McGovern A., Elmore K.L., Gagne D.J., Haupt S.E., Karstens C.D., Lagerquist R., Smith T. and Williams J.K. Using Artificial Intelligence to Improve Real-Time Decision-Making for High-Impact Weather // Bull. Amer. Meteor. Soc. 2017. V.98, P.2073–2090. DOI:10.1175/BAMS-D-16-0123.1.

8. Sellars S., Nguyen P., Chu W., Gao X., Hsu K. and Sorooshian S. Computational Earth Science: Big Data Transformed Into Insight // Eos Trans. 2013. AGU, 94(32), P.277-278. DOI:10.1002/2013EO320001.

9. Solomatine D. P., and Shrestha D. L. A novel method to estimate model uncertainty using machine learning techniques // Water Resour. Res. 2009. V.45, W00B11. DOI:10.1029/2008WR006839.

10. Wei Chen, Pourghasemi H.R., Kornejady A. and Zhang N. Landslide spatial modeling: Introducing new ensembles of ANN, MaxEnt, and SVM machine learning techniques // Geoderma. 2017. V.305, P.314-327. DOI:10.1016/j.geoderma.2017.06.020.

11. Zhang J. L., Liu P., Zhang F., and Song, Q. Q. CloudNet: Ground- based cloud classification with deep convolutional neural network // Geophysical Research Letters. 2018. V.45, P.8665–8672. DOI:10.1029/2018GL077787.

# METHODS OF ORGANIZING THE PROCESSING AND STORAGE OF METEOROLOGICAL INFORMATION USING BIG DATA APPROACHES

**Gotur I.A. [1], Meshkov A.N. [2], Rud M.U. [2], Yaremenko I.A.[2]**

*[1] – Mozhaysky Military Space Academy, Saint-Petersburg, Russian Federation, igotur@icloud.com*
*[2] – Mozhaysky Military Space Academy, Saint-Petersburg, Russian Federation*

**Abstract.** In the report the analysis of methods of processing of the hydrometeorological information on the basis of artificial neural networks is resulted, features of their application are considered, comparison with traditional methods is made.

Keywords: meteorological information processing methods, artificial neural networks, deep learning, machine learning, Big Data.

# ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ МОНИТОРИНГЕ МЕЛКОВОДНЫХ УЧАСТКОВ ВОЛГОГРАДСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

**Скориков Д.С.**[1]

[1] – *Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., Саратов, Россия, d_skorikov@yahoo.com*

**Аннотация.** Показано использование информационных технологий для описания и изучения отдельных частей экосистемы. Разработана математическая модель, позволяющая анализировать влияние естественного и антропогенного характера на состояние объекта, и прогнозировать сценарий развития событий в экосистеме.

Ключевые слова: Экология, геоинформатика, экосистема.

В настоящее время остро стоит как проблема оптимизации использования естественных ресурсов, так и проблема разработки методов снижения антропогенного воздействия на окружающую среду. В связи с этим, распространение знаний о закономерностях развития экосистем и формах проявления экологических процессов является одним из путей решения данной проблемы.

Все более актуальной становится задача управления экосистемой. Эта задача может решаться посредством представления реального объекта в виде информационной модели. В этой модели должны быть представлены взаимодействия между собой объектов неживой природы (абиотические) и живых организмов (биотические). Модель должна быть адекватна задаче управления, то есть отражать экосистемы с точностью решения задачи управления[1].

Первым этапом при работе с компьютерными моделями является экологический мониторинг. Система экологического мониторинга любого природного объекта, в том числе и водного, должна накапливать, систематизировать и анализировать информацию о состоянии окружающей среды[2]; о допустимости изменений и нагрузок на среду в целом; о существующих резервах биосферы. Таким образом, в систему экологического мониторинга входят наблюдения за состоянием элементов биосферы и наблюдения за источниками и факторами антропогенного воздействия.

С использованием современных устройств гидролокации и средств GPS навигации, представляется возможным создать геоинформационную модель позволяющую наглядно представить особенности рельефа, как берега, так и дна (рис. 1).

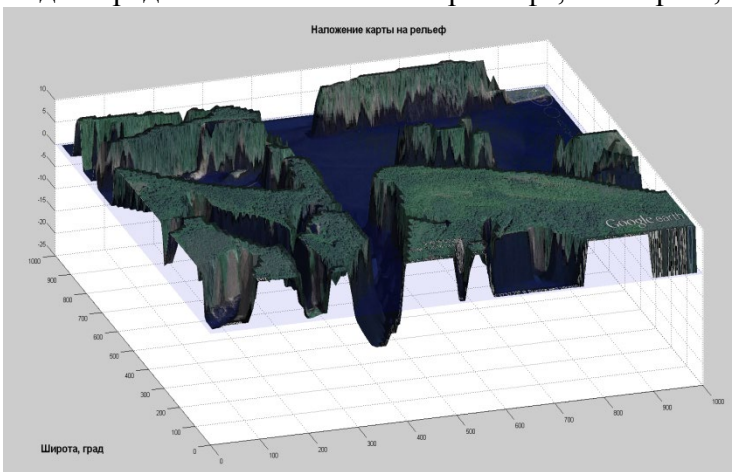



Рис. 1. Геоинформационная модель устьевого участка реки Малый Караман

На примере мелководий волгоградского водохранилища создана модель, позволяющая подробно изучить естественные процессы, происходящие на территориях, образованных вследствие затопления безводных ранее участков. Исследования показали, что, наряду с антропогенными загрязнениями в точках «диких» лагерей отдыха населения, происходят явно выраженные природные процессы деградации береговой зоны, как со стороны берега, так и со стороны воды.

На рис. 2 представлена визуализация геоинформационной модели мелководного участка левобережья Волгоградского водохранилища.

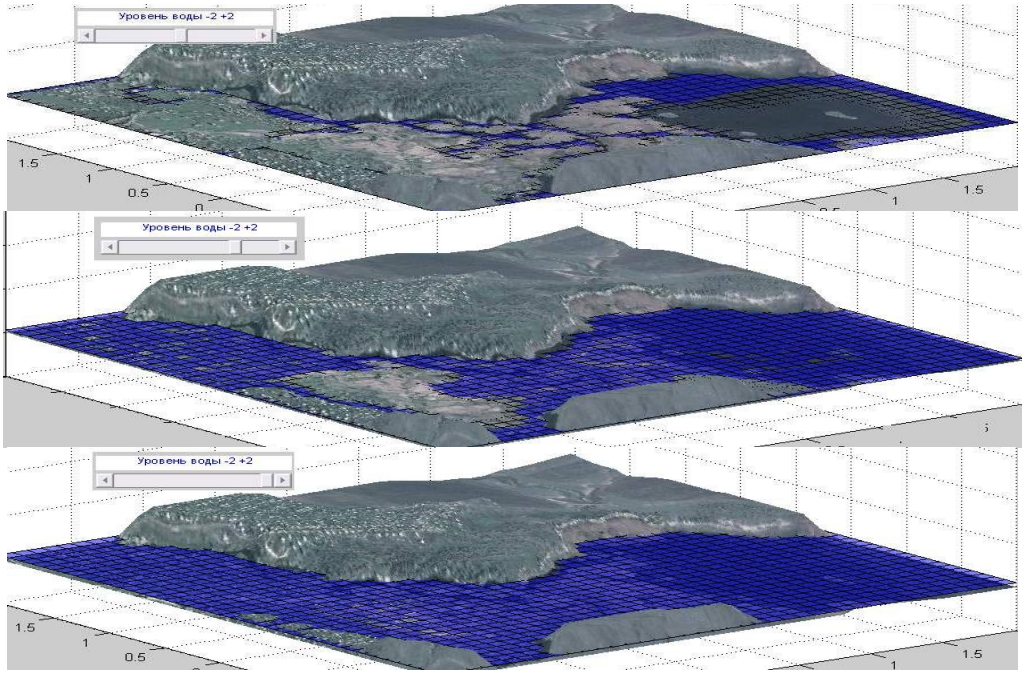



Рис.2. Модель затопления мелководных участков Волгоградского водохранилища

При выполнении проекта был реализован программно-аппаратный комплекс, являющийся компонентом информационной системы мониторинга участков Волгоградского водохранилища. Это программное обеспечение является клиентской частью, и его задача осуществлять сбор и передачу данных на сервер. Это программное обеспечение поможет записывать хранить и передавать данные, полученные с использованием современных IT-технологий, в режиме реального времени, что дает реальную возможность экологам в различных мониторинговых исследованиях хранить и представлять данные в удобном виде. На основе данной информации можно производить последующее прогнозирование поведения окружающей среды в определенных условиях и принятия соответствующих мер, способствующих предотвращению различных экологических катастроф[3].

Проанализировав различные подходы к системам управления и переходным процессам, напрашивается вывод, что экосистему можно и нужно представлять посредством математического моделирования. Достигнуть этого можно только при получении большого количества статистических данных. Анализируя их и находя между ними связь можно построить стратегии управления экосистемой как закономерным механизмом.

**Литература**

1. Моделирование экосистем: оценка экологической безопасности с применением подходов вычислительной геометрии: учебник /С.В. Бобырев, А.В. Косарев, Е.И. Тихомирова, А.Л. Подольский; СГТУ имени Гагарина Ю.А. – Саратов: Орион, 2016. -176 с.: ил.

2. Проблемы точности при моделировании природных объектов / Д.С. Скориков // Здоровая окружающая среда - основа безопасности регионов: Материалы первого международного экологического форума в Рязани. 2017/ Издательство: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева. – Рязань, 2017. – С: 151-155
3. Анализ методик измерения в процессе составления математической модели природного объекта / С.В. Бобырев, Д.С. Скориков // Гигиена, экология и риски здоровью в современных условиях: Материалы межрегиональной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов / под редакцией В.Ф. Спирина. 2017 // Общество с ограниченной ответственностью "Амирит" – Саратов, 2017. – С. 28-32

# APPLICATION OF GIS TECHNOLOGIES IN MONITORING THE SHALLOW WATERS OF THE VOLGOGRAD RESERVOIR

**D. Skorikov[1]**

[1] – *Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Saratov, Russia, d_skorikov@yahoo.com*

**Abstract.** The article describes methods of making models. The authors describe an example of the introduction of IT to research the reservoir ecosystem. Mathematical model gives not only a description but also the forecasting scenarios for the development of events.

Key words: Ecology, geoinformatics, ecosystem.

# ВНЕШНЯЯ И ВНУТРЕННЯЯ ФОСФОРНАЯ НАГРУЗКА НА ДУДЕРГОФСКИЕ ОЗЁРА

**Терехов А.В.[1], Обломкова Н.С.[2], Шмакова М.В.[1], Игнатьева Н.В.[1], Брюханов А.Ю.[2], Кондратьев С.А.[1]**

*[1] – Институт озероведения РАН (ИНОЗ РАН), Санкт-Петербург, Россия*
*[2] – Институт инженерных и агроэкологических проблем сельскохозяйственного производства (ИАЭП), Санкт-Петербург, Россия*

**Аннотация.** Представлены результаты расчётов фосфорной нагрузки на систему Дудергофских озёр, расположенных на территории Санкт-Петербурга. Получена количественная оценка современного уровня внешней (на основе модели *ILLM*) и внутренней фосфорной нагрузки на систему. Установлено, что в условиях средней водности внешняя нагрузка на акваторию озер составляет 0,994 т Р/год. Внутренняя фосфорная нагрузка на систему оценивается в 0,168 т Р/год. Внешняя и внутренняя фосфорная нагрузка на самое крупное Дудергофское озеро составляет 93% и 83% от суммарного значения соответствующей нагрузки на всю озерную систему, и это же озеро характеризуется наихудшими показателями качества воды из числа трех озер.

Ключевые слова: биогенная нагрузка, фосфор, математическое моделирование, сельское хозяйство, Дудергофские озёра, модель ILLM.

Целью настоящего исследования являлась количественная оценка современного уровня внешней и внутренней фосфорной нагрузки на систему Дудергофских озер (Дудергофское, Долгое и Безымянное озёра), так как именно поступление фосфора определяет скорость эвтрофирования изучаемых водоемов и ухудшение их экологического состояния.

Для количественной оценки внешней биогенной нагрузки со стороны водосборного бассейна использованы методы математического моделирования. Расчеты выполнялись по модели *ILLM — Institute of Limnology Load Model*, разработанной в Институте озероведения РАН на основе отечественного и зарубежного опыта моделирования выноса биогенных веществ с водосборных территорий [1, 3], а также рекомендаций ХЕЛКОМ по оценке нагрузки на водные объекты бассейна Балтийского моря [5, 6], и верифицированной на ряде водных объектов Северо-Запада.

Модель учитывает вклад точечных и рассредоточенных источников в формирование биогенной нагрузки на водосбор, позволяет рассчитывать вынос примесей с водосбора с учетом влияния гидрологических факторов и удержания биогенных веществ водосбором и гидрографической сетью. Конечным итогом стали количественная оценка биогенной нагрузки на водоем со стороны водосбора и отдельных ее составляющих (Табл. 1): на поверхность изучаемого водосбора поступает 2,621 т Р/год, водосбором и его гидрографической сетью удерживается 1,627 т Р/год, следовательно, внешняя нагрузка составляет 0,994 т Р/год.

**Таблица 1** – Результаты расчета формирования внешней нагрузки для средней водности (300 мм/год)

| | $P_{общ}$, т/год | |
|---|---|---|
| | Система озёр | Дудергофское озеро |
| Суммарная нагрузка на водосбор | 2,621 | 2,426 |
| Удержание водосбором и его гидрографической сетью | 1,627 | 1,506 |

| | $P_{общ}$, т/год | |
|---|---|---|
| | Система озёр | Дудергофское озеро |
| Нагрузка на озеро | 0,994 | 0,920 |
| Фоновая составляющая нагрузки | 0,507 | 0,470 |

Для изучения формирования внутренней нагрузки фосфором на Дудергофские озера в октябре 2018 г. стратометром был произведен отбор ненарушенных кернов донных отложений мощностью 15 см. Каждая колонка была разделена на 9 слоев от 0,2 до 5 см. На тех же станциях были отобраны пробы верхнего слоя донных отложений (0-2 см) для определения естественной влажности, пористости и удельной массы осадка. Для оценки скорости осадконакопления, необходимой для расчётов потоков, в озере Безымянном отобран керн донных отложений мощностью 30 см.

Определение содержания фосфора в осадках выполнялось по методу Мета в модификации М. В. Мартыновой и Н. А. Шмидеберг [2, 4]. Оценка скорости осадконакопления выполнялась по 210Pb в СПбГУ. Оценка суммарных потоков фосфора из донных отложений в водную массу Дудергофских озер была проведена по методу, разработанному в Институте озероведения РАН (Свидетельство о государственной регистрации № 2017618854 от 10.08.2017).

С учетом площади ежегодно из донных отложений в водную массу поступает в озере Дудергофском 140 кг фосфора, в озере Долгом 10 кг фосфора, в озере Безымянном 18 кг фосфора. При этом плотность потока фосфора со дна зависит от свойств донных отложений, в первую очередь, от содержания в них органического вещества и окислительно-восстановительного состояния пограничной зоны осадок–вода. Основное количество фосфора поступает в воду из тонкодисперсных отложений. Таким образом, ориентировочная оценка современной внутренней фосфорной нагрузки на систему Дудергофских озер составляет 0,168 т Р/год.

Таким образом, внешняя и внутренняя фосфорная нагрузка на самое крупное — Дудергофское — озеро составляет 93% и 83% от суммарного значения соответствующей нагрузки на всю озерную систему. Это же озеро характеризуется наихудшими показателями качества воды из числа трех озер.

Работа выполнена в рамках государственного задания ИНОЗ РАН по теме №0154-2019-0001 «Комплексная оценка динамики экосистем Ладожского озера и водоёмов его бассейна под воздействием природных и антропогенных факторов».

**Литература**

1. Брюханов А. Ю., Кондратьев С. А., Обломкова Н. С., Оглуздин А. С., Субботин И. А. Методика определения биогенной нагрузки на водные объекты от сельскохозяйственного производства // Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства. 2016. №89. С. 175–183.

2. Игнатьева Н. В. Оценка потоков фосфора в пограничной зоне осадок-вода в Псковско-Чудском озере // Ученые записки Российского государственного гидрометеорологического университета. 2014. № 34. С. 71–78.

3. Кондратьев С. А. Формирование внешней нагрузки на водоемы: проблемы моделирования. — СПб.: Наука, 2007. 255 с.

4. Мартынова М. В., Шмидеберг Н. А. О методах определения различных форм фосфора в донных наносах // Гидрохимические материалы. 1983. Т. 85. С. 49–55.

5. Поздняков Ш. Р., Кондратьев С. А., Тарбаева В. М., Шмакова М. В., Брюханов А. Ю., Воробьева Е. А., Обломкова Н. С. Обоснование выполнения рекомендаций Хелком по снижению биогенной нагрузки на финский залив со стороны России // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 7. Геология. География. 2016. № 4. С. 53–65.

6. An improved system for monitoring and assessment of pollution loads from the Russian part of the Baltic Sea catchment for HELCOM purposes — RusNIP II. Implementation of the Baltic Sea Action Plan (BSAP) in Russian Federation. Swedish Environmental Protection Agency, Report 6645, — 2015. 138 p.

# INTERNAL AND EXTERNAL PHOSPHORUS LOAD ON DUDERGOFSKIE LAKES

**Terekhov A.[1], Oblomkova N.[2], Shmakova M.[1], Ignatyeva N.[1], Bryukhanov A.[2], Kondratyev S.[1]**

*[1] – Institute of Limnology Russian Academy of Sciences, Saint Petersburg, Russia*

*[2] – Institute for Engineering and Environmental Problems in Agricultural Production, Saint Petersburg, Russia*

**Abstract.** The model results of the phosphorus load calculations for Dudergofskie lakes system situated in Saint Petersburg are presented. Quantitative estimates of external and internal phosphorus load were obtained. Calculations were performed with ILLM model which takes into account contribution of point and distributed sources, hydrological factors, phosphorus retention by catchment and by stream flow.

It is shown that in medium water content conditions 2,621 t P per year come in the catchment. The catchment and its hydrological network retain 1,627 t P per year. Therefore, estimated present-day phosphorus external load is 0,994 t P per year, while internal load calculated is 0,168 t P per year. The most intense external and internal load fall at the largest, Dudergofskoe, lake, which is also characterized by the worst water quality in the system of three lakes.

Key words: nutrient load, phosphorus, modelling, agriculture, Dudergofskie lakes, ILLM model

# ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ МОРСКИХ ТРАНСПОРТНЫХ ОПЕРАЦИЙ В АРКТИКЕ И ЗАМЕРЗАЮЩИХ МОРЯХ

**Третьяков В.Ю.[1, 2, 3], Фролов С.В.[2], Сарафанов М.И.[1,2], Федяков В.Е.[2]**

*[1] – Институт наук о Земле Санкт-Петербургского государственного университета, Санкт-Петербург, Россия, v_yu_tretyakov@mail.ru*
*[2] – ФГБУ Арктический и Антарктический НИИ (ААНИИ), Санкт-Петербург, Россия*
*[3] – Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия*

**Аннотация.** Рассматривается ряд геоинформационных и компьютерных технологий, применяемых в ААНИИ для информационного обеспечения выполнения морских транспортных операций в условиях существования ледяного покрова.

Ключевые слова: ГИС-технологии, стратегическое и оперативное обеспечение ледового плавания.

Важнейшим из факторов, обеспечивающих суверенитет России, является её энергетическая независимость и возможность экспорта углеводородов. Кроме морских транспортных операций по перевозке углеводородов, в Северном Ледовитом океане выполняются: вывоз цветных металлов из Норильского промышленного узла, «северный завоз», операции в целях обеспечения обороны России, туристические рейсы, отдельные переходы судов и кораблей по Северному Морскому Пути (СМП). В планах развития экономики превращение СМП в круглогодичную магистраль для транзита коммерческих грузов из стран Дальнего Востока в Западную Европу. При проведении этих транспортных операций необходимо учитывать наличие ледяного покрова. Все неарктические моря России хотя бы частично замерзают зимой. Ледяной покров определяет требования к прочностным характеристикам судов, кораблей и ледоколов, является фактором риска возникновения аварийных ситуаций. Особенно высок ущерб от аварийных разливов перевозимых углеводородов. С этой точки зрения потенциально опасными являются все трассы СМП, ведущие от береговых и прибрежных нефтяных и газовых терминалов (Варандей, Харасавэй, Сабетта, Новый Порт и др.), морских нефте- и газодобывающих платформ. В неарктических морях наиболее опасны маршруты плаваний танкеров от порта Приморск в Финском заливе, от порта Де-Кастри в Татарском проливе и района Чайво у восточного берега Сахалина в Охотском море.

Проведение морских транспортных операций в условиях существования ледяного покрова требует гидрометеорологического обеспечения. Морские транспортные системы функционируют продолжительное время, как минимум 20-30 лет. Поэтому необходимы 2 типа гидрометеорологического обеспечения: для стратегического планирования системы и тактической поддержки отдельных плаваний. Планирование системы требует определения оптимальных параметров ледовых усилений судов. Они могут быть определены с помощью моделирования плаваний по этому маршруту методом Монте-Карло. Он позволяет определить вероятность аварийных ситуаций за большое количество плаваний. Исследуются аварийные ситуации, обусловленные наличием ледяного покрова. Аварийная ситуация может возникнуть из-за динамического или статического взаимодействия судна с объектом ледяного покрова. Аварийная ситуация первого типа может быть предотвращена соблюдением Правил безопасного судоходства. Статическое взаимодействие корпуса судна с ледовым покровом при сжатиях дрейфующих льдов является форс-мажорным обстоятельством. Для моделирования необходимо знать статистические распределения параметров ледяного покрова. Разумеется, стати-

стические распределения должны отражать внутригодовую и пространственную изменчивость значений параметров. Поэтому распределения должны характеризовать не весь период существования ледяного покрова, а отдельные десятидневные интервалы (декады) внутри этого периода. Например, если ледяной покров существует на определённом маршруте с первой декады октября по последнюю декаду июня, то статистические распределения значений параметров ледяного покрова должны быть построены для каждой из 27 декад. В случае протяжённого маршрута распределения должны относиться не ко всему маршруту в целом, а характеризовать его отдельные участки. Статистические распределения параметров ледяного покрова строятся по данным экспедиций ААНИИ и ледовых карт Архива ААНИИ. Это векторные карты – результаты дешифровки спутниковых снимков [1, 2]. Для автоматизированного получения параметров ледяного покрова по маршрутам плаваний в среде ArcGIS используется комплекс созданных на языке Python компьютерных программ. Проверка однородности значений параметров за многолетний период выполняется в среде Mathcad с помощью ряда разработанных программ.

Оперативная поддержка конкретной транспортной операции включает в себя дешифровку спутниковых снимков, прогноз изменений параметров ледяного покрова на основании данных снимков и прогноза погоды, преобразование прогноза параметров ледяного покрова из матричной формы в шейпфайлы ArcGIS, построение возможных маршрутов плавания и выбор из них оптимального. В ААНИИ разработана модель расчёта скорости движения судов и караванов в зависимости от характеристик ледяного покрова, и она реализована на языках VBA и Python для использования в среде ArcGIS. При этом осуществляется детализация непосредственно по маршруту плавания генерализованных данных, учитывающая избирательность движения судна, в соответствии с результатами специальных судовых ледовых наблюдений экспедиций ААНИИ. Выполняются операции пересечения предполагаемых маршрутов плавания со слоями прогноза параметров ледяного покрова, и расчёты суммарного времени плавания по маршрутам. Реализован детерминированный вариант компьютерной системы, при котором определяется точное время плавания по маршруту. Однако время прохождения маршрута следует рассматривать как случайную величину. Поэтому значения параметров ледяного покрова на однородных участках маршрута следует рассматривать как математические ожидания (МО) случайных величин, имеющих определённые статистические распределения. Применение подхода Монте-Карло при расчёте времени плавания позволит более объективно оценивать затраты времени. В этом случае определяются два параметра временных затрат плавания: МО и среднее квадратичное отклонение (СКО). В соответствии с «правилом трёх сигм» для выбора маршрута плавания следует сравнивать суммы МО и утроенного СКО. Возможные маршруты плавания прокладываются на электронной карте специалистом-оператором. Возможна полная автоматизация определения самого быстрого маршрута. Для этого создаются изохроны – линии, до достижения которых от точки начала маршрута требуется одинаковое время. Точка начала маршрута и все изохроны соединятся по прямым линиям кратчайших расстояний.

**Литература**

1. Бресткин С.В., Быченков Ю.Д., Девятаев О.С., Фоломеев О.В. Обеспечение гидрометеорологической безопасности в Арктическом регионе // Проблемы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций в Арктическом регионе. Безопасный город в Арктике. Международная научно-практич. конф. Материалы конференции. МЧС России. 2016. С. 68-72.

2. Миронов Е.У., Смирнов В.Г., Бычкова И.А. и др. Экспериментальный аппаратно-программный комплекс спутникового мониторинга и прогноза ледовой обстановки // Проблемы Арктики и Антарктики, № 2(212), 2017. С. 15-26.

# GIS-TECHNOLOGIES FOR MAINTENANCE OF MARINE TRANSPORT OPERATIONS IN THE ARCTIC AND FREEZING SEAS

**Tretyakov V.Yu.[1,2,3], Frolov S.V.[2], Sarafanov M.I.[1,2], Fedyakov V.E.[2]**

[1] – *Institute of Earth Sciences, St. Petersburg State University, Russia, v_yu_tretyakov@mail.ru*
[2] – *Arctic and Antarctic Research Institute, St. Petersburg, Russia*
[3] – *Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia*

**Abstract.** There is considered a number of GIS and computer technologies applied in Arctic and Antarctic Research Institute (St. Petersburg, Russia) for information maintenance of marine transport operations within ice cover.

Key words: GIS-technologies, strategic and operational maintenance of ice navigation.

# ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ПРИ РЕДЕВЕЛОПМЕНТЕ ТЕРРИТОРИЙ

**Федоров А.П.**[1]

[1] – *Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия, fedoroov4991@gmail.com*

**Аннотация**. Статья посвящена применению геоинформационных систем при редевелопменте. Показано, как с помощью анализа пространственной информации и больших данных можно усовершенствовать данный процесс и увеличить эффективность управления территориями.

Ключевые слова: геоинформационные системы, большие данные, управление территориями, редевелопмент.

Эффективное управление территориями предполагает не только поддержание недвижимого имущества в приемлемом техническом состоянии, но поддержание его в состоянии наибольшей экономической эффективности, при которой недвижимое имущество наиболее полно выполняет именно ту функцию, которая востребована в настоящий момент времени. Поэтому иногда необходимо перепрофилировать невостребованные в существующем состоянии объекты недвижимости или нерационально используемые территории. Такой процесс называется редевелопментом. Принятие решения во время проведения технико-экономических обоснований и расчётов, выполнения эскизных проектов при подготовке проектов редевелопмента является по сути, информационно-аналитической задачей, для решения которой необходимо проанализировать большое количество информации. В современном мире для обеспечения решения таких задач используют информационные системы. Пространственно-распределённый характер информации, подвергающейся анализу при подготовке проектов редевелопмента, делает геоинформационные системы наиболее подходящими для сбора, хранения и анализа данной информации. Исходные данные, информация необходимая для начала проектирования редевелопмента, поступают из различных источников, которые можно разделить на следующие группы:

1. Сведения о климате, инженерной инфраструктуре, окружающей застройке, и нормативная документация в области градостроительства, геодезическое и геологической изученности участка могут поступать в различных форматах из различных источников. Однако сейчас в России наблюдается тенденция перехода от хранения вышеуказанной информации в традиционных для неё форматах (бумажных и неструктурированных электронных) к хранению её в форматах, удобных для обработки геоинформационными системами с открытым доступом к ней через интернет;
2. Данные о транспортной инфраструктуре и пассажиропотоках, инфраструктуре экономики и активности бизнеса, социальной инфраструктуре и людях являются структурированными и неструктурированными данными огромных объемов, которые принято называть «Большими данными» (Big Data). Рынок этих данных активно развивается в России и за рубежом. Основными поставщиками этих данных являются: интернет-сервисы, собирающие и монетизирующие данные мобильных приложений, соцсетей, блогов и СМИ, иногда без ведома их владельцев и пользователей; городские камеры и другие системы мониторинга городской инфраструктуры.

Основной задачей геоинформационной аналитической системы при проектировании редевелопмента является моделирование того как поведут себя люди,

малый бизнес и транспортные потоки в условиях, которые будут созданы после реализации проекта редевелопмента. Будет ли иметь место возрастание материальной и нематериальной ценностей объекта недвижимости или территории, можно оценить с помощью моделирования состояния территорий, городской среды и инфраструктуры с учётом проектируемых изменений. Это требует разработки методик автоматической обработки вышеописанной информации и специализированного программного обеспечения. Данный инструментарий способен помочь вовремя и правильно производить ремонт, реконструкцию, перепрофилирование объектов недвижимости и инфраструктуры, что гарантирует максимально полезное использование территорий, обеспечивая выполнение задач управления территориями.

**Литература**

1. Корытникова Н.В. Online Big Data как источник аналитической информации в online-исследованиях // Социс. – 2015. – № 8.
2. Голованов Е.Б., Киселева В.А. Развитие редевелопмента как направления по преобразованию городских территорий // Вестник ЮУрГУ. Серия: Экономика и менеджмент. 2013.
3. Федоров А.П. Геоинформационные системы в строительстве и проектировании. Обзор состояния в России и перспективы. // Студенческий вестник: научный журнал. – № 9(29). – М., Изд. «Интернаука», 2018.

# APPLICATION OF GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS IN TERRITORIES REDEVELOPMENT

**Fedorov A.P.**[1]

[1] – *Russian State Hydrometeorological University, Saint Petersburg, Russia*, *fedoroov4991@gmail.com*

**Abstract**. The article is devoted to the application of geographic information systems in redevelopment. It considers the ways how this process can be improved and the efficiency of territory management can be increased if it relies on the results of spatial information analysis and Big Data.

Key words: geographic information systems, Big Data, territory management, redevelopment.

# МОДЕЛИРОВАНИЕ АРЕАЛА КАРАГАНЫ ГРИВАСТОЙ НА СТАНОВОМ НАГОРЬЕ (РЕСПУБЛИКА БУРЯТИЯ)

**Чурюлина А.Г. [1], Бочарников М.В. [1]**

[1]- *Географический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия, agchurylina@gmail.com*

**Аннотация.** Проведён анализ пространственной структуры ареала *Caragana jubata* в Северном Забайкалье на основе моделирования в среде MaxEnt. Оценена связь распространения вида с факторами среды (климатические условия, высотно-поясная структура, растительность).

Ключевые слова: моделирование ареала, MaxEnt, *Caragana jubata*, редкий вид, реликтовый вид, гербарные коллекции, Становое нагорье.

Изучены особенности распространения реликтового вида гор Восточной Сибири караганы гривастой (*Caragana jubata* (Pall.) Poir.) [1]. Составлена прогнозная карта для исследуемого вида. Анализ ареала модельного вида на территории Северного Забайкалья показал, что основных районов распространения данного листопадного кустарника несколько и это, прежде всего, высокогорья Станового нагорья. Такая особенность подтверждает тесную связь происхождения вида с горными районами [7], ценотический оптимум развития в растительном покрове которых он находит в настоящее время. Ареалом охвачены высоко- и среднегорья хребтов, куда вид поднимается по долинам и бортам рек. Несмотря на то, что в анализ включено небольшое количество местонахождений с известными координатами в пределах низко- и среднегорий (57 мест находок), полученная модель достаточно корректно отражает предполагаемый современный ареал вида.

При моделировании в среде Maxent [3, 4, 5, 6] выявлено, что наибольшее влияние на пространственное распределение караганы гривастой оказывают факторы, связанные с характером растительного покрова исследуемой горной территории Станового нагорья (таб. 1). Распространение *Caragana jubata* на исследуемой территории не имеет тесных зависимостей с большинством климатических параметров.

Таблица 1 – Параметры модели потенциального ареала *Caragana jubata*, построенной в программе MaxEnt на основе данных BioClim и карт растительности для территории Станового нагорья (республика Бурятия).

| Переменная | Вклад, % | Важность при пермутации, % |
|---|---|---|
| Растительность (по карте растительности России) | 33,3 | 29,9 |
| Растительность (по карте растительности юга Восточной Сибири) | 35,5 | 27,8 |
| BIO16 (Осадки наиболее влажного квартала) | 2,0 | 19,1 |

Таким образом, имея приуроченность к высокогорным растительным сообществам, вид распространен в достаточно узком диапазоне биотопических и экотопических условий, что подчеркивает его реликтовую природу в Северном Забайкалье. Стоит также отметить, что увеличение числа известных мест находок вида,

а также привлечение дополнительных факторов среды (например, каменистости субстрата, с чем, по имеющимся литературным источникам, связано развитие вида на каменистых склонах и галечниках рек) может внести определённые коррективы в результаты пространственного моделирования.

Ценотическая роль караганы в растительном покрове региона. Исследования ценофлоры Caragana jubata (Pall.) Poir. в условиях Северного Забайкалья на территории Станового нагорья позволили выявить типологическое разнообразие сообществ с исследуемым видом. Для каждого вида определена его принадлежность к поясно-зональной группе [2]. В поясно-зональном спектре наибольшую роль играют виды альпийской или собственно высокогорной, светлохвойно-лесной и горной общепоясной групп. Проведён подробный таксономический и географический анализ видового списка растений, принимающих участие в сложении сообществ с *Caragana jubata*. Выявлен 141 вид высших сосудистых растений, относящихся к 80 родам и 36 семействам.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (№ 17-77-10142) по проекту «Изучение ботанического разнообразия и структурно-динамических свойств растительного покрова Станового нагорья».

**Литература**

1. Комаров В. Л. Введение к флорам Китая и Монголии. Выпуск 2. Монография рода Caragana // Труды Санкт-Петербургского ботанического сада. 1909. Т. 29. №2. С. 159–319.
2. Малышев Л.И., Пешкова Г.А. Особенности и генезис флоры Сибири (Предбайкалье и Забайкалье). Новосибирск: Наука, 1984. 364 с.
3. Санданов Д. В., Найданов Б. Б. Пространственное моделирование ареалов восточно азиатских видов растений: современное состояние и динамика под влиянием климатических изменений // Растительный мир Азиатской России. 2015. № 3 (19). С. 30–35.
4. Солодянкина С. В., Истомина Е. А., Сороковой А. А., Чепинога В. В. Моделирование потенциального ареала ветреницы байкальской (*Anemone baicalensis*, Ranunculaceae) с использованием данных тематических карт // География и природные ресурсы. — № 5. — 2016. — С. 92–99.
5. Han H., Cho S., Song J., Seol A., Chung H., Kim J., Chung J. Assessing the potential suitability of forest stands as Kierngeshoma koreana habitat using MaxEnt // Landscape Ecol. Engeneering. — 2014. — Vol. 10. — P. 339–348.
6. Phillips S. J., Dudík M. Modelling of species distribution with Maxent: new extensions and a comprehensive evaluation // Ecography. — 2008. — Vol. 31. — P. 161–175.
7. Zhang, M. L., P. W. Fritsch & B. C. Cruz 2009. Phylogeny of Caragana (Fabaceae) based on DNA sequence data from rbcL, trnS-trnG, and ITS. Molecular phylogenetics and evolution 50:547–559.

## MODELING OF THE GEOGRAPHIC DISTRIBUTION OF *CARAGANA JUBATA* AT THE STANOVOY HIGHLANDS (REPUBLIC OF BURYATIA)

**Churiulina A.G.** [1], **Bocharnikov M.V.** [1]

[1] – *Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Dept. of Biogeography, Moscow, Russia, agchurylina@gmail.com*

**Abstract.** The analysis of the spatial structure of the *Caragana jubata* distribution in the Northern Transbaikalia was carried out. We use computer modeling methods as implemented in the MaxEnt program.. The relationship of the distribution of the species with environmental factors (climatic conditions, altitudinal-belt structure, vegetation) has been evaluated.

Key words: distribution modeling, MaxEnt, *Caragana jubata*, rare species, relict, herbarium collections, Stanovoy Highlands.

# МОДЕЛЬ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ВЕТРА В РАЙОНЕ КОСМОДРОМА «ПЛЕСЕЦК»

**Шабалин П.В.** [1]

[1] – *ВКА имени А.Ф. Можайского, г. Санкт-Петербург, ps-501@mail.ru*

**Аннотация.** В статье представлены модели пространственно-временного распределения характеристик ветра, определяющих в значительной мере условия загрязнения атмосферного воздуха в районе космодрома «Плесецк», применительно к задаче экологического мониторинга.

Ключевые слова: облако загрязняющих веществ, направление ветра, скорость ветра, космодром «Плесецк».

Среди факторов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду непосредственно в позиционном районе космодрома, особое место занимают характеристики ветра (скорости и направления), влияющие на распространение загрязняющих веществ (ЗВ), прежде всего, в районе стартов ракет космического назначения (РКН).

Для казарменных и жилых городков, а также для городов Мирный, Плесецк, Шелекса, Савинский и др. основную опасность представляют аварийные ситуации при пусках РКН. Экологическая опасность, связанная с пуском РКН при неблагоприятных метеорологических условиях, в значительной мере будет усиливаться тогда, когда эти объекты оказываются с подветренной стороны от стартового комплекса (СК), с которого осуществляется пуск. Такие ситуации должны выявляться, оцениваться и прогнозироваться в первую очередь.

Ближайшие к СК крупные населенные пункты находятся на западе и юго-востоке космодрома «Плесецк». Следовательно, пристальное внимание при подготовке и пуске ракет-носителей (РН) стоит уделять ветрам следующих направлений: северо-восточное, восточное, юго-восточное и северо-западное.

Данные о ветровом режиме на территории космодрома «Плесецк» необходимы для оценивании времени перемещения облака загрязняющих веществ со стартовых площадок до населенных пунктов и мест размещения личного состава космодрома. Исходя из этого в таблице 1 представлены данные о повторяемости ветра определенного направления. Основным исходным материалом для проведения исследования, явились данные наблюдений аэродрома на космодроме «Плесецк» за последние 5 лет [1,2].

Таблица 1– Повторяемость (%) направлений ветра и штилей.

| | С | СВ | В | ЮВ | Ю | ЮЗ | З | СЗ | штиль |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Январь | 3,4 | 2,6 | 1,6 | 10,8 | 21,7 | 23,7 | 12,1 | 6,5 | 17,6 |
| Февраль | 4,6 | 7 | 3,5 | 9 | 24,8 | 19,8 | 9,5 | 6,8 | 14,9 |
| Март | 10,3 | 5,1 | 5,6 | 5,3 | 18,1 | 20,1 | 12,9 | 12,5 | 10,1 |
| Апрель | 10,6 | 10,1 | 6,4 | 6,6 | 19,4 | 16 | 7,3 | 7,5 | 16,2 |
| Май | 16,9 | 7,2 | 3,7 | 4,9 | 15 | 14,8 | 8,7 | 13,3 | 15,4 |
| Июнь | 19,1 | 11,5 | 2,6 | 5,6 | 11,8 | 9,1 | 6,4 | 11,7 | 22,2 |
| Июль | 9,7 | 9,7 | 3,3 | 9,9 | 19,5 | 10,2 | 4,3 | 7,9 | 25,6 |
| Август | 10,5 | 6,5 | 1,8 | 4,2 | 17,9 | 12,9 | 8,3 | 12,6 | 25,3 |
| Сентябрь | 8 | 4,2 | 0,9 | 5,8 | 21,9 | 21,9 | 12,5 | 9,7 | 15,1 |
| Октябрь | 5,7 | 7,3 | 3,9 | 5,8 | 20,1 | 19,8 | 14,7 | 11,5 | 11,1 |
| Ноябрь | 3,4 | 5,1 | 3,6 | 8,1 | 24,7 | 24,1 | 11,4 | 6,4 | 13,2 |
| Декабрь | 5,1 | 5,1 | 3,4 | 7,1 | 25,8 | 22,2 | 8,9 | 6,9 | 15,6 |
| Год | 9 | 6,8 | 3,4 | 6,9 | 20 | 17,9 | 9,8 | 9,5 | 16,9 |

На основе анализа данных о повторяемости ветра определенного направления можно сделать следующие выводы: для космодрома «Плесецк» в течение всего года преобладает южное направление ветра (от 11,8% в июне до 25,8% в декабре), в теплое полугодие (май, июнь) также часто наблюдается ветер северного направления (16,9% и 19,1% соответственно). Штиль в течение года чаще встречается летом (от 22,2% до 25,6%).

Представляющий опасность для состояния экологической обстановки ветер северо-восточного направления наблюдается чаще в апреле (10,1%), а также в летние месяцы: июнь и июль (11,5 % и 9,7 % соответственно); реже в январе (2,6 %). Ветер юго-восточного направления чаще наблюдается зимой: январь и февраль (10,8 % и 9 % соответственно) и в июле (9,9 %). Ветер северо-западного направления чаще наблюдается в марте, мае, июне, августе, сентябре, октябре (от 9,7 % до 13,3 %). Ветра последних двух направлений также имеют большое значение при оценивании и прогнозировании состояния экологической обстановки при штатных и, особенно, при аварийных ситуациях.

Данные о повторяемости ветра определенного направления для космодрома «Плесецк» могут быть использованы при планировании, подготовке и проведении работ по защите личного состава и гражданского населения от вредного воздействия ракетно-космической деятельности, особенно в случае аварии. С другой стороны, данные о направлении ветра необходимы также по организации мероприятий по созданию искусственного тумана в целях ликвидации последствий аварий на СК [3]. Ценность этих данных возрастает при использовании их в сочетании со сведениями о значениях средней скорости ветра.

Так как средняя месячная скорость ветра у поверхности Земли находится в диапазоне 1-3 м/с (скорость ветра, при которой облако ЗВ дольше сохраняет свою структуру и меньше подвергается воздействию турбулентным завихрениям), то особое внимание следует уделить направлению ветра. Установлено, что зимой преобладают ветры южных, а летом – ветры северных направлений. Ближайшие крупные населенные пункты расположены в восточном направлении от стартовых площадок. По данным многолетних наблюдений, указанные выше направления ветра наблюдались в среднем от 3,4 до 6,9 %, а в летний период – до 11,5 %

Исходя из полученных данных о повторяемости направлений и скорости ветра у земли следует обратить особое внимание на населенные пункты, расположенные вблизи космодрома при штатных запусках РН, а также при аварийных ситуациях. Для своевременного обнаружения облака ЗВ необходимо на пути предположительного следования данного облака при подготовке и запуске РН выставлять датчики для измерения концентрации загрязняющих веществ и, при превышении значений, проводить мероприятия по предупреждению личного состава и населения о возможном ухудшении экологической ситуации и ее нормализации. Результаты моделирования параметров ветра могут оказаться полезными при создании системы экологического мониторинга с целью своевременного обнаружения экологической опасной обстановки и оперативного принятии мер по ее нормализации.

**Литература.**

1. Климатическое описание района базирования войсковой части 13991 (г. Мирный Архангельской обл.) и аэродрома «Плесецк», 2005. – 134 с.
2. Дневники погоды АВ-6 метеослужбы аэродрома «Плесецк» за период наблюдений 2000-2005 гг.
3. Арзаманов Д.М., Доронин А.П., Тимощук А.С. Способ снижения уровня загрязнения атмосферного воздуха в районе старта ракеты-носителя с помощью искусственного тумана. // Инновационная деятельность в Вооруженных Силах Российской Федерации: труды Всеармейской научно-практической конференции. 17-18 ноября 2005 г., Санкт-Петербург. – СПб.: ВА связи, 2005 г.–С.29-31.

# MODELS OF SPACE-TIME DISTRIBUTION OF WIND CHARACTERISTICS IN THE AREA OF THE PLESETSK COSMODROME

**Shabalin P.V.**[1]

[1] – *Military space Academy named after A. F. Mozhaisky, Saint-Petersburg, ps-501@mail.ru*

**Abstract**. The article presents models of space-time distribution of wind characteristics that determine to a large extent the conditions of air pollution in the area of the Plesetsk cosmodrome, in relation to the problem of environmental monitoring.

Keywords: cloud of pollutants, wind direction, wind speed, the Plesetsk cosmodrome.

# МЕТОД ВНЕШНЕГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА КОСМОДРОМА (НА ПРИМЕРЕ КОСМОДРОМА «ПЛЕСЕЦК»)

**Шабалин П.В.**[1]

[1] – *ВКА имени А.Ф.Можайского, г. Санкт-Петербург, ps-501@mail.ru*

**Аннотация.** Для оперативного мониторинга и оценивания состояния экологической обстановки в зоне ответственности космодрома в статье представлен метод внешнего проектирования системы экологического мониторинга (СЭМ) на примере космодрома«Плесецк».

Ключевые слова: система экологического мониторинга, космодром «Плесецк», обеспечение экологической безопасности.

В последние годы вопросам обеспечения экологической безопасности деятельности Вооруженных Сил Российской Федерации (ВС РФ) в целом и Космических войск, в частности, большое внимание уделяют не только специалисты в области ракетно-космической техники, но и органы управления субъектами РФ, местные органы власти, средства массовой информации и население, проживающее вблизи объектов космодрома и трасс выведения ракет космического назначения. Это связано с тем, что ракетно-космическая деятельность, принося человеку, несомненно, большую пользу, вместе с тем, приводит к возникновения ряда экологических проблем, таких как:

- загрязнение окружающей природной среды компонентами ракетного топлива;
- образование кислотных дождей;
- загрязнение территории падающими ступенями ракет;
- загрязнение атмосферы продуктами сгорания топлива;
- возникновение лесных пожаров в результате аварий ракетно-космической техники;
- загрязнение околоземного космического;
- воздействие на озоновый слой и др.

Решение указанных экологических проблем предполагает проведение значительного объема исследований по разным направлениям. Одним из них является проведение экологического мониторинга не только в рамках ВС РФ, но и непосредственно на космодромах, в частности, на космодроме «Плесецк». При этом следует отметить, что качественный экологический мониторинг может осуществляться лишь при наличии системы экологического мониторинга (СЭМ). Детальное ознакомление с существующей практикой обеспечения экологической безопасности на космодроме «Плесецк» позволяет заключить, что в настоящее время полноценной СЭМ не имеется. Следовательно, необходима разработка метода внешнего проектирования такой системы на космодроме (на примере космодрома «Плесецк»). При разработке данного метода использовался подход, изложенный в [1].

В рамках данного метода осуществляется разработка обобщенной схемы СЭМ космодрома. В СЭМ космодрома необходимо включить следующие основные подсистемы:

- подсистема космического мониторинга районов Северо-Западного региона РФ (для космодрома «Плесецк»). Данную подсистему можно представить в виде приемного устройства для получения поступающей информации от космических аппаратов (КА) требуемого разрешения для наблюдения за лесными пожарами как на

космодроме «Плесецк», так и в районах падения отделяющихся частей ракет-носителей (отечественные КА «Ресурс-П» и «Канопус-В» являются пригодными для решения данных задач).

- подсистема авиационного мониторинга. Данную подсистему для проведения дистанционного экологического мониторинга можно представить в виде принятого на снабжение авиационного комплекта «Красногорец», позволяющего проводить контроль окружающей среды в видимом и ИК-диапазонах.
- подсистема наземного (водного) мониторинга. Данная подсистема должна состоят из сети стационарных и мобильных пунктов для наблюдения за атмосферным воздухом и водой.
- подсистема наблюдения за лесными пожарами. Для функционирования данной подсистемы необходимо наличие на территории космодрома метеорологического радиолокатора (например, МРЛ-5) для наблюдения за кучево-дождевыми облаками, которые, в свою очередь, могут привести к грозам, являющимися источниками молний. Необходимо возобновить патрулирование местности по специальным разработанным маршрутам, наблюдение с вышек либо человеком, либо при помощи поворотной камеры за лесным массивом, а также использовать легкомоторную авиационную технику (самолеты, вертолеты, беспилотные летательные аппараты).
- подсистема наблюдения за состоянием здоровья военнослужащих и населения;
- подсистема сбора и обработки информации с подсистем СЭМ.

Представленный метод внешнего проектирования СЭМ космодрома, может быть применен в дальнейшем при решении вопросов, связанных с практической реализацией такой системы. Система экологического мониторинга зоне ответственности космодрома, построенная с использованием предполагаемого метода, в будет способствовать повышению оперативности обнаружения облаков загрязняющих веществ и, следовательно, позволит своевременно провести мероприятия по их ликвидации, а при возникновении лесных пожаров снизить затраты на мероприятия по тушению и привести к сохранности лесов на контролируемой территории.

**Литература**

1. Петухов Г.Б. Основа теории эффективности целенаправленных процессов. Часть I. Методология, методы, модели. – МО СССР, 1989. – 660 с.

# THE METHOD OF THE EXTERNAL DESIGN OF THE ENVIRONMENTAL MONITORING SYSTEM OF THE COSMODROME (BY THE EXAMPLE OF THE PLESETSK COSMODROME)

**Shabalin P.V.**[1]

[1] – *Military space Academy named after A. F. Mozhaisky, Saint-Petersburg, ps-501@mail.ru*

**Abstract.** The article presents the method of external design of the environmental monitoring system (EMS) on the example of the Plesetsk cosmodrome. It aims the operational monitoring and assessment of the environmental situation in the area of responsibility of the cosmodrome.

Keywords: environmental monitoring system, the Plesetsk cosmodrome, ensuring environmental safety.

# ДИСТАНЦИОННАЯ СИСТЕМА МОНИТОРИНГА ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ МОРСКОЙ ПОВЕРХНОСТИ

**Шишкин А.Д., Чернецова Е.А.[1]**

*[1] – Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия an.dm.shishkin@mail.ru*

**Аннотация.** Рассматривается целесообразность использования наземных береговых или судовых радиолокационных станций для экологического мониторинга прибрежных акваторий, технология и принципы их использования для обнаружения и идентификации нефтяных разливов. Предложена схема территориально-распределенной системы мониторинга водной поверхности. Приводятся результаты натурного эксперимента по обнаружению, и идентификации масляного пятна на водной поверхности. Описана последовательность применения различных алгоритмов по обработке радиолокационных изображений с демонстрацией рисунков.

Ключевые слова. Система, мониторинг, морская поверхность, экологическая безопасность.

Определение наличия нефтяной пленки на морской поверхности с помощью РЛС осуществляется на основе радиолокационного контраста, т. е. различия интенсивностей и доплеровских спектров сигналов, при отражении от чистых и загрязненных участков водной поверхности, имеющего место при наличии волнения на морской поверхности. Различия связаны с частичным гашением волнения в пределах нефтяного пятна из-за большего по сравнению с чистой водой поверхностного натяжения нефтяной пленки.

Предложена обобщенная схема территориально-распределенной системы мониторинга водной поверхности, позволяющая решить следующие задачи:

1) оперативно оценить причины развития экологических кризисов в водной среде, сузить зону их оперативного поиска, разработать научно обоснованные природоохранные мероприятия;

2) создать информационную базу водных экосистем;

3) систематизировать экологическую информацию, используя структуру информационной базы;

4) оперативно оценить возможные экономические риски и последствия экологической катастрофы;

5) оценить остроту экологической ситуации в акватории;

6) разработать прогноз возможных экологических изменений в водной среде.

Предложен алгоритм обработки радиолокационных изображений участков акваторий для выявления загрязненных участков акватории, позволяющих на ранних стадиях оценить риски экологической безопасности морских портов и акваторий.

Полученные результаты позволяют сделать вывод о том, что, несмотря на плохую контрастность изображений, разработанные алгоритмы способны решить проблему выделения и идентификацию нефтяных и ветровых сликов. При более толстых пленках будет наблюдаться более сильный контраст пятна и вероятность выделения и идентификации пятен существенно улучшится.

Результаты проведенных экспериментов показали, что радиолокационный метод позволяет определять нефтяные (масляные) пленки на морской поверхности при волнении моря 1-2 балла, при углах места от 0,4 градуса и более, при высоте расположения антенны РЛС не менее 15 м.

Своевременное обнаружение нефтяных разливов позволит повысить экологическую безопасность за счет оперативного их обнаружения.

# REMOTE MONITORING SYSTEM TO ENSURE THE ENVIRONMENTAL SAFETY OF THE SEA SURFACE

**Shishkin A.D., Chernetsova E.A.[1]**

[1] – *Russian State Hydrometeorological University, St.Petersburg, Russia, an.dm.shishkin@mail.ru*

**Abstract.** Land-based (Ship) Radar Usage Expediency for Coastal Ecological Monitoring, Oil Spill Detection Methodology and Principles are considered. A geographically distributed water surface monitoring system scheme is proposed. Results of an experiment on location for Oil spill detection and Identification on water surface are given. The Use of Different Algorithms for Radar Image Processing with pictures display is described.

Keywords. system, monitoring, sea surface, environmental safety.

# МЕТОДЫ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАБОТКИ И ХРАНЕНИЯ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОДХОДОВ BIG DATA

**Яременко И.А.[1], Готюр И.А.[2], Мешков А.Н.[2], Рудь М.Ю.[2]**

*[1] – ВКА имени А.Ф. Можайского, Санкт-Петербург, Россия, f2re@yandex.ru*
*[2] – ВКА имени А.Ф. Можайского, Санкт-Петербург, Россия*

В докладе рассмотрены модели представления гидрометеорологической информации, предложена методика, позволяющая задействовать подходы Big Data для обработки гидрометеорологической информации.

Ключевые слова: Методы сбора и анализа гидрометеорологической информации, технологии хранения и обработки метеорологических данных, Big Data, MapReduce, MongoDB.

В XXI веке человек создал технологии, способные хранить зеттабайты данных. Информации стало настолько много, что возникла проблема обработки таких объемов данных. Проблема актуальна для многих отраслей деятельности человека, в том числе и для метеорологии.

Используемые традиционные модели представления гидрометеорологических данных и методы их обработки устарели и не отвечают современным требованиям, в частности, по оперативности получения гидрометеорологической информации. Необходимо использование новых моделей представления данных и применение методов Big Data для хранения и обработки гидрометеорологической информации.

В докладе рассмотрены возможные пути решения вопроса обработки и хранения гидрометеорологической информации. Проведен сравнительный анализ традиционных и перспективных моделей представления больших объемов данных на примере гидрометеорологической информации.

Предложена методика, позволяющая решить проблему хранения и оперативного доступа к большим объемам гидрометеорологической информации. Методика основана на применении документ-ориентированной базы данных MongoDB. Рассмотрены граничные условия, при которых использование документ-ориентированных баз данных нецелесообразно.

В процессе разработки и тестирования методики были получены результаты модельного эксперимента по организации гидрометеорологической информации в соответствии с изложенной моделью представления данных. Результаты эксперимента позволяют сделать вывод об эффективности предложенной методики.

**Литература**

1. Большие данные [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Большие_данные − свободный. – Рус.

2. Фрэнкс, Б. Укрощение больших данных. – М. : Манн, Иванов и Фербер, 2014. – Режим доступа: http://bfveteran.ru/rabota-v-internete/925-poyavlenie-bolshix-dannyx-potrebnost-v- standartax.html − свободный. – Рус.

3. Иванов, П. Д., Вампилов, В. Ж. Технологии Big Data и их применение на современном промышленном предприятии. Инженерный журнал: наука и инновации [Электронный ресурс]. – 2014. – Вып. 8. – Режим доступа: http://engjournal.ru/catalog/it/asu/1228.html − свободный. – Рус.

4. Майер-Шенбергер, В. Большие данные. Революция, которая изменит то, как мы живем, работаем и мыслим. – М.: Манн, Иванов и Фербер, 2014 − свободный. – Рус.

5. Медетов, А. А. Термин Big Data и способы его применения // Молодой ученый. – 2016. – No 11. – С. 207–210 − свободный. – Рус.

6. Шаль А.В. Технологии больших данных в статистике // Учет и статистика. 2017. №2 (46). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologii-bolshih-dannyh-v-statistike − свободный. – Рус.
7. MapReduce [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/MapReduce − свободный. – Рус.
8. Introduction to Big Data [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.coursera.org/learn/big-data-introduction − свободный. – Англ.
9. MongoDB [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://docs.mongodb.com/manual/core/data-modeling-introduction/ − свободный. –Англ.

# METHODS OF ORGANIZING THE PROCESSING AND STORAGE OF METEOROLOGICAL INFORMATION USING BIG DATA APPROACHES

**Yaremenko I.A.[1], Gotur I.A.[2], Meshkov A.N.[2], Rud M.U.[2]**

[1] – *Mozhaysky Military Space Academy, Saint-Petersburg, Russian Federation, f2re@yandex.ru*
[2] – *Mozhaysky Military Space Academy, Saint-Petersburg, Russian Federation*

**Abstract.** In the report models of representation of the hydrometeorological information are considered, the technique allowing to involve approaches of Big Data for processing of the hydrometeorological information is offered.

Keywords: Methods for collecting and analyzing meteorological information, technologies for storing and processing meteorological data, Big Data, MapReduce, MongoDB.

# Секция 6.
# ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И РАЗВИТИЕ ТЕРРИТОРИЙ

## РАЗРАБОТКА УЧЕБНОГО ТРЕНАЖЕРА В ЦЕЛЯХ МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СОТРУДНИКОВ ПРЕДПРИЯТИЯ В КРИЗИСНЫХ УСЛОВИЯХ

**Андреев А.В.[1], Болтёнкова Е.А.[1]**

*[1] – Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Санкт-Петербург, Россия, elenaboltenkova0098@mail.ru*

**Аннотация.** Существует необходимость в качественном повышении квалификации сотрудников предприятия и специалистов в области техносферной безопасности за счет использования разработанного учебного тренажера, выполняющего соответствующие функции.

Ключевые слова: техносферная безопасность, охрана труда, учебно-образовательный процесс, учебный тренажер.

Актуальность данной работы обусловлена необходимостью формирования в сознании сотрудников предприятия алгоритма действий в кризисных условиях с применением учебных тренажеров.

Цель работы заключается в описании разрабатываемого учебного тренажера, позволяющего визуализировать деятельность сотрудников предприятия в кризисных условиях.

На современном этапе наблюдается ряд катастрофических событий, сопровождаемых гибелью людей и способных причинить огромный материальный, экономический и экологический ущерб. Рост количества природных и техногенных катастроф непосредственно связан с деятельностью человека и ее последствиями.

С каждым годом требования, предъявляемые к руководителям и сотрудникам предприятий, в области техносферной безопасности, в частности в области охраны труда, становятся жёстче.

В виду последних изменений в Федеральном законе 2008 года «О защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при осуществлении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля» N 294-ФЗ осуществление проверок объектов защиты будет плавно переходить на «новый уровень» - функции государственного надзора будут осуществляться аудиторами в соответствующих областях деятельности [1].

Помимо этого, стоит обратить внимание на то, что согласно [2] сотрудники, работающие в крупных и малых предприятиях и организациях, обязаны соблюдать трудовую дисциплину, а также соблюдать требования по охране труда и обеспечению безопасности труда.

Сложившаяся обстановка уже обуславливает необходимость в качественном повышении квалификации сотрудников предприятия и специалистов в области охраны труда за счет использования помимо основных средств, вспомогательные средства. В качестве последнего предлагается использовать учебный тренажер, обеспечивающий моделирование деятельности сотрудников предприятия в кризисных условиях и позволяющий решать следующие задачи:

- возможность самостоятельной работы;

- возможность совершения ошибок на учебном тренажере, их выявление и исправление;
- повышение теоретических и практических знаний сотрудников предприятия и специалистов;
- психологическая подготовка к проявлению всевозможных экстренных ситуаций;
- просмотр и изучение мультимедийных ресурсов;
- возможность оценки и контроля знаний обучающихся.

Фрагменты экранных изображений разработанного учебного тренажера представлены на рисунке 1.

Рисунок 1 – Фрагменты учебного тренажера

Таким образом, разработана программная реализация для ПЭВМ (учебный тренажер), способная выступать в качестве основы для решения задачи закрепления полученных теоретических знаний и приобретения практических навыков сотрудников, обучающихся и специалистов по требованиям безопасности. Помимо вышеперечисленных функций, учебный тренажер в некоторых случаях позволяет снизить нагрузку на штатное оборудование, используемое в учебно-образовательном процессе, то есть, уменьшить наработку оборудования в часах. Согласно расчетам [3] учебный тренажер имеет экономическую выгоду при его использовании в качестве вспомогательного ресурса для обучения сотрудников предприятия и повышения квалификации специалистов в области охраны труда.

**Литература**

1. «Трудовой кодекс Российской Федерации» от 30.12.2001 N 197-ФЗ.
2. И.С. Мартьянов, А.П. Бызов, А.В. Андреев. Моделирование алгоритма прохождения государственного пожарного надзора в Российской Федерации. - «Технико-технологические проблемы сервиса», 2018. № 1 (43). С. 48-53.
3. ПрЭВМ 2019611371 Российская Федерация. Вычисление вероятностно-статистических характеристик для оценки надежности технических средств и систем в целях их безопасной эксплуатации в организациях. автор-правообладатель Болтёнкова Е.А. – № 2019610309; заявл. 11.01.2019; опубл. 24.01.2019.

# TRAINING SIMULATOR CREATING FOR MODELING THE EMPLOYEES ACTIVITIES OF ENTERPRISE IN CRISIS CONDITIONS

**Andreev A.V.[1], Boltyonkova E.A.[1]**

[1] – *Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University, St. Peretsburg Russia, elenaboltenkova0098@mail.ru*

**Abstract.** There is a need for high-quality professional development of employees of enterprises and specialists in the field of technosphere safety.

Key words: technosphere safety, labor protection and safety, educational process, training simulator.

# ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В УСЛОВИЯХ УРБАНИЗАЦИИ

**Андреев А.В.[1], Каченкова В.Д.[1]**

*[1] – Санкт-Петербургский университет Петра Великого, Санкт-Петербург, Россия, lera.kachenkova.99@mail.ru*

**Аннотация.** В данной статье представлена информация о таком актуальном явлении действительности, как урбанизация. А также рассмотрены методы обеспечения безопасности окружающей среды от вредных воздействий урбанизации.

Ключевые слова: урбанизация, районирование, загрязнение, экологическая оценка, параметр, очистка, уровень, концентрация.

Урбанизация – социально-экономический процесс, выражающийся в росте городских поселений, концентрации населения в них, в распространении городского образа жизни на всю сеть поселений. Урбанизация является непрекращающимся процессом. Причины ее разнообразны, основными являются: прирост населения (избыток рабочей силы), развитие промышленности, более благоприятные условия проживания в больших городах по сравнению с сельскими. Часто причинами являются негативные моменты: неспособность рационально решить вопрос с миграцией, сложное экономическое положение, нестабильность в политической сфере.

В развивающихся странах происходит «выталкивание» населения из сельских районов в результате перенаселения, это явление называют «ложной урбанизацией».

Урбанизация несет не только положительные последствия (решение социальных проблем: предоставление рабочих мест, создание мест для научных исследований и отдыха, улучшение условий труда, квалифицированная медицинская помощь и другие), но и отрицательные последствия. И в первую очередь урбанизация негативно сказывается на окружающей среде.

Города – сложные техногенные системы, в которых происходят процессы, приводящие к загрязнению воздуха, почвы, поверхностных и подземных вод. Атмосферный воздух содержит большие концентрации токсических примесей, выделяющихся в результате деятельности предприятий, накопления автомобильных выхлопов. Водоемы загрязнены из-за промышленных стоков, таяния снега, ливнестока. Потоки, содержащие опасные примеси, впадают в водоемы, просачиваются через почву, загрязняя внутренние воды.

Отследить распространение и степень загрязнения поможет метод районирования. Он заключается в делении городских территорий на участки с различной степенью загрязненности. Изначально проводятся замеры состояния различных сред, на основании результатов проводится экологическая оценка последствий по параметрам состояния (параметры базируются на произведенных замерах). Все эти действия позволяют произвести экологическое районирование урбанизированных территорий.

Первые шаги на пути к снижению вредных воздействий предприятий на гидросферу– рациональное размещение источников сбросов, снижение концентрации опасных примесей путем разбавления их в водоемах до допустимых концентраций или очистки стоков (очистка производится процеживанием, отстаиванием, фильтрованием, центрифугированием); на атмосферу – рациональное размещение источников выбросов, снижение концентрации вредных веществ в атмосфере путем их рассеивания, удаление этих веществ путем вентиляции или применения методов

абсорбции, адсорбции, хемосорбции, термического дожигания, каталитической нейтрализации.

Понизить уровень загрязненности и запыленности воздуха поможет снижение количества автомобилей (в данном случае подразумевается частный транспорт), достигается это снижение введением налогов на покупку автомобиля. Создание и запуск в массовое производство экологичного вида транспорта экономически не выгодный, но возможно действенный метод.

К сожалению, посадка деревьев, увеличение числа скверов и парков не сможет в настоящее время поддерживать чистоту городского воздуха, так как факторы, влияющие на атмосферу, в совокупности производят огромное пагубное воздействие, переработать такое количество углекислого газа с вредными веществами флоре не под силу. Поэтому необходим постоянный мониторинг экологической ситуации, и немедленное снижение или по возможности устранение негативных воздействий.

**Литература**

1. Что такое урбанизация и каковы ее последствия? [Электронный ресурс] URL: http://kak-bog.ru/chto-takoe-urbanizaciya-i-kakovy-ee-posledstviya (дата обращения 28.02.2019)
2. Проблемы урбанизации на рубеже веков: Сб. науч. Тр. / Отв. Ред. А.Г. Махрова. – Смоленск: Ойкумена, 2002. – 328с.
3. Урбанизация – понятие, преимущества и недостатки [Электронный ресурс] URL: http://www.grandars.ru/shkola/bezopasnost-zhiznedeyatelnosti/urbanizaciya.html (дата обращения 28.02.2019)
4. Вредные выбросы и сбросы предприятий [Электронный ресурс] URL: http://znakka4estva.ru/dokumenty/bezopasnost-zhiznedeyatelnosti-i-ohrana-truda/vrednye-vybrosy-i-sbrosy-predpriyatiy (дата обращения 28.02.2019)

## THE PROVISION OF SAFETY OF THE ENVIRONMENT IN CONDITIONS OF THE URBANIZATION

**Andreev A.V.[1], Kachenkova V.D.[1]**

*1 – Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, Saint-Petersburg, Russia, lera.kachenkova.99@mail.ru*

**Abstract.** This article contains information about the urbanization, which becomes the order of the day. Different methods of provision of safety of environment from harmful influences of urbanization are described in this article.

Key words: urbanization, zoning, pollution, ecological assessment, parameter, cleaning, level, concentration.

# К ВОПРОСУ АНАЛИЗА ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОГО И ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ И ОЦЕНКИ ПРИРОДНЫХ И АНТРОПОГЕННЫХ РИСКОВ СНИЖЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ БЕРЕГОВЫХ СИСТЕМ ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ЧЕРНОГО МОРЯ

**Аракелов М.С.[1], Долгова-Шхалахова А.В.[1], Ахсалба А.К.[2], Жиба Р.Ю.[2]**

*[1] – Филиал ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет» в г. Туапсе Краснодарского края, Туапсе, Краснодарский край, Россия, gend_arakelov@bk.ru*
*[2] – Институт экологии Академии наук Абхазии, г. Сухум, Республика Абхазия, asida_cen@mail.ru*

**Аннотация.** Береговая зона Черноморского побережья Краснодарского края и Республики Абхазия представляет собой единую как в природном (геоморфологическом), так и в экологическом и социально-экономическом отношении систему. В рамках данного исследования были произведены работы по изучению современного состояния берегов Черноморского побережья Краснодарского края и Республики Абхазия. В каждой точке выполнялось описание территории, проводился экспресс-анализ качества морской воды на предмет наличия нефтепродуктов, аммонийного азота, фосфатов, а также классификация пляжей по степени рекреационной обустроенности.

Ключевые слова: береговые системы, геоморфология берегов, геоэкологическое состояние, устойчивость, Черное море, Краснодарский край, Республика Абхазия, риск

В настоящее время отсутствует единый подход к оценке устойчивости береговых систем и воздействия факторов природного и техногенного характера на окружающую среду [1]. В связи с этим представляется необходимым использование многоступенчатой модели оценки устойчивости береговых систем, основанной на выделении допустимого и критического пороговых значений негативного воздействия. Существующие методики оценки устойчивости береговых систем и антропогенной нагрузки на окружающую среду являются не чем иным, как просто общим набором рекомендаций, с помощью которых разрабатываются национальная и/или локальная нормативная документация, не всегда даже учитывающая особенности конкретной береговой системы [2]. Территория проведенного исследования охватывает Черноморское побережье Краснодарского края в границах муниципальных образований: Туапсинский район, Сочи, Новороссийск, Геленджик, Анапа, а также береговые системы Республики Абхазия [3]. Метод исследования – обследование узловых точек в устьях крупных рек. В каждой узловой точке выполнялось описание территории, в частности, ширины пляжа, его уклона, характера наносов, уровня зарастания и загрязненности и т.д. Также в узловых точках проводился экспресс-анализ качества морской воды на предмет наличия нефтепродуктов, аммонийного азота, фосфатов. Третьей составляющей исследования была классификация пляжей по степени рекреационной обустроенности [4]. Представлен пример обследования узловой точки рекреационной зоны в устье реки Туапсе. Точка взятия проб (широта 44°5’13” долгота 39°4’47”) [5].

На основе анализа геоморфологического и геоэкологического состояния и данных экспедиционных исследований в период июль – август 2018 года, получены результаты по береговой системе территории г. Сочи, Туапсинского района, г. Геленджик, г. Новороссийск, г Анапа, В целом береговые системы восточной части Черного моря характеризуются относительной устойчивостью. Исключение составляет береговая зона г. Новороссийск, где имеют место риски как природного, так и антропогенного характера. Тем не менее, вся береговая зона исследуемого региона в определенной мере

подвержена влиянию природных и антропогенных рисков. Этот факт необходимо учитывать при планировании развития морехозяйственного комплекса региона.

Исследование развития современной морфодинамики побережья Абхазии - сложная и трудоемкая задача. Реальную картину переформирования берегов можно получить лишь при длительной хронологической фиксации берегоформирующих факторов. Результаты проведенные работы показывают, что цель исследований достигнута - в результате изучения берегов выявлены абразионные места, причины размывов и скорости отступания берегов. Основной природной тенденцией развития рельефа береговой зоны является нарушение структуры ее отложений, воздействия подводных каньонов (откосов) на выдвигающиеся части суши и падения твердого стока рек. Природной тенденцией в береговой зоне установлено равновесие между поступлением и расходом наносов, которое нарушено действием антропогенного фактора, обусловившего их дробление на ряд коротких, динамически обособленных отрезков. Опыт строительства и эксплуатации берегозащитных капитальных сооружений показал, что в условиях развития вдольбереговых потоках наносов они являются малоэффективными и, кроме того, вызывают истирание пляжевых материалов. Предлагаемые мероприятия по берегоукреплению путем реставрации пляжей обеспечивают берега мощным пляжевым покровом. Технико-экономическое преимущество предлагаемого метода берегоукрепления над гидротехническими сооружениями состоит в несопоставимой их эффективности. Кроме того, эти мероприятия не будут сопровождаться какими-либо негативными изменениями природной среды.

Результаты работы были получены при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант № 17-55-40014 Абха «Разработка научных основ комплексной оценки устойчивости береговых систем восточной части Черного моря для снижения рисков и уменьшения последствий природных и техногенных катастроф при территориальном планировании морехозяйственного комплекса»).

**Литература**

1. Косьян Р.Д., Крыленко В.В. Современное состояние морских аккумулятивных берегов Краснодарского края и их использование. М.: Научный мир, 2014. 256с.
2. Косьян Р.Д, Крыленко В.В., Куклев С.Б. Хрупкое равновесие Анапской пересыпи // Природа. М.: Изд. «Наука РАН», 2012. № 2. С.19-28.
3. Крыленко М.В., Исупова М.В., Дзагания Е.В. Современная морфолитодинамика устьевого взморья р. Мзымта (Черноморское побережье России) // Материалы XXIII Международной береговой конференции «Учение о развитии морских берегов: вековые традиции и идеи современности». Санкт-Петербург, РГГМУ. 2010. С. 222–224.
4. Аракелов М.С., Аракелов А.С., Яйли Е.А., Яйли Д.Е., Мерзаканов С.А., Гогоберидзе Г.Г., Долгова-Шхалахова А.В., Ахсалба А.К., Жиба Р.Ю., Крыленко М.В. Некоторые аспекты комплексной оценки устойчивости береговых систем восточной части Черного моря на основе интегрального подхода // Успехи современного естествознания. 2017. № 12. С. 106-110.
5. Крыленко В.В., Косьян Р.Д., Крыленко М.В. Региональные особенности формирования крупных аккумулятивных форм Азово-Черноморского побережья // В сборнике: Арктические берега: путь к устойчивости Материалы XXVII Международной береговой конференции. Ответственный редактор Е.А. Румянцева. 2018. С. 100-103.

# GEOMORPHOLOGICAL AND GEOECOLOGICAL CONDITION ANALYSIS NATURAL AND ANTHROPOGENIC RISKS TO REDUCE THE STABILITY OF SHORE SYSTEMS OF THE BLACK SEA EAST PART

**Arakelov M.[1], Dolgova-Shkhalakhova A.V.[1], Ahsalba A.K.,[2] Zhiba R.Yu.[2]**

[1] – *Branch Russian State Hydrometeorological University, in Tuapse, Russia, gend_arakelov@bk.ru*

**Abstract**. The coastal zone of the Black Sea in the Krasnodar Territory and the Republic of Abkhazia is a single system, both in the natural (geomorphological) and in the ecological and socio-economic terms. This research is devoted to the study shore systems of the Black sea east part of the Krasnodar Territory and the Republic of Abkhazia. At each point, a description of the territory was carried out, an express analysis of the quality of sea water was conducted for the presence of petroleum products, ammonium nitrogen, phosphates, and also the classification of beaches according to the degree of recreational amenities.

Keywords: coastal systems, coastal geomorphology, geoecological state, sustainability, Black Sea, risk.

# ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ «ПРИЗРАЧНОГО РЫБОЛОВСТВА» ДЛЯ МОРСКИХ ЭКОСИСТЕМ РОССИЙСКОГО ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА

**Блиновская Я.Ю.[1], Майсс А.А.[2]**

*[1] – ФГАОУ ВО Дальневосточный федеральный университет, Владивосток, Россия, blinovskaya@hotmail.com*
*[2] – ФГБОУ ВО Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, Владивосток, Россия*

**Аннотация.** Рыболовство – одна из отраслей, которая оказывает существенное воздействие на состояние Мирового океана. Проведенный анализ позволил выделить пути решения проблемы «призрачного рыболовства», а также установить наиболее вероятные места нахождения потерь.

Ключевые слова: призрачное рыболовство, морской мусор, экологические последствия

Одной из острых проблем, проявляющихся в последние годы в морских акваториях, стала проблема морского мусора [1], который встречается как в районах активной антропогенной деятельности, так и в местах достаточно удаленных от явных источников загрязнения. Согласно статистике, около 18 % поступающего в море пластикового мусора связано с рыбопромысловой деятельностью.

В последние годы участились случаи потерь орудий рыбного промысла. Предварительные подсчеты, приведенные в докладе ООН, показывают, что на дне Мирового океана находится не менее 640 тысяч тонн потерянных рыболовных сетей [2]. Утерянные орудия лова могут не только причинять вред морской среде, но и создавать навигационные опасности, а также быть причиной гибели дайверов, что регулярно освещается различными информационными каналами [3]. Согласно отчету, сформированному службой DAN (Divers Alert Network – Тревожная дайверская сеть), 9 % смертельных случаев дайверов связано с запутыванием в потерянных рыболовных снастях [4].

К сожалению, достоверная статистическая информация о потерях в российских водах, в том числе и дальневосточных, настоящее время отсутствует, равно, как и не проводятся системные исследования о воздействии потерянных орудий на донные и пелагические сообщества.

В настоящее время наиболее распространенным является траловый промысел, который характерен как для донных, так и для пелагических рыб. Отрывочные сведения о потерях тралов появлялись еще на заре развития тралового промысла. Это связано как со спецификой траления, так и с особенностями районов обитания промысловых объектов. Так, например, при добыче окуня отмечается наибольшее количество инцидентов, поскольку его среда обитания изобилует сложными скальными грунтами. Однако в последние годы отмечается снижение потерь за счет наличия на судах чувствительной гидроакустической аппаратуры и промысловых планшетов с помеченными на них опасными местами. Тем не менее, потери тралов продолжаются, ухудшая и без того сложную экологическую обстановку морских экосистем.

По неофициальным данным аварийность тралов высока в районах Анадырского залива, к югу, юго-западу от мыса Наварина, особенно на глубинах 100- 200 метров. Также, ежегодно по самым скромным подсчетам в Беринговом море теряется около 15 – 20 донных тралов, экологический ущерб от которых оценить без организации соответствующего учета пока не представляется возможным. Однако можно предположить наиболее вероятные места нахождения потерь, формируемые с учетом погодных условий в период лова и гидродинамических характеристик районов промысла.

Особую опасность потерянные тралы, представляют для крупных морских животных, млекопитающих, а также подводных исследователей, верхние подборы кото-

рых для придания им вертикального раскрытия оснащались кухтылями. Эти тралы по предварительным данным продолжают оставаться на дне открытыми. Очевидно, что, заплыв внутрь трала, морское млекопитабщее (кит, тюлень и т.д.) или подводный исследовательский аппарат, не найдя возможности выхода из него, рискуют остаться там навеки. Помимо этого тралы создают существенную навигационную опасность. Намотавшись на винты, трал способен не только нарушить ходовые качества судна, но и привести к гибели небольшое судно. Зацепившийся и вовремя не вытравленный трал может легко вызвать опрокидывание судна. Также известно немалое количество случаев, когда подводные лодки, попав в сети траулеров, топят их [5].

Проведенный анализ отечественного и зарубежного опыта позволил выделить пути решения проблемы «призрачного рыболовства». Они включают в первую очередь модернизацию применяемых орудий и разработку паспорта и маркировки. Придание обязательного статуса паспорту орудия позволит перейти от применения типовых, часто малоэффективных орудий лова к разработке более совершенных, максимально учитывающих специфику того или иного вида и района промысла орудий лова. Это в свою очередь способствует снижению антропогенного воздействия на морские экосистемы и повышению экономической эффективности.

С целью своевременного учета и контроля данных об условиях и результатах применения орудий лова необходимо разработать единую информационно-аналитическую систему, синхронизированную с электронным промысловых журналом. Она позволит оперативно формировать информационные карты, которые на условиях распределенного доступа могут быть использованы как судовладельцами и промысловиками, так и контрольно-надзорными органами.

Внедрение данных мероприятий требует существенной организационной и технической проработки, однако это позволит своевременно выявлять наиболее опасные места – «горячие точки», где потеряно наибольшее количество орудий лова, что даст возможность учитывать их негативное влияние на донное сообщество и разрабатывать стратегии приоритетного подъема потерянных орудий лова в таких районах.

**Литература**

1. Marine Litter, an analytical overview. Nairobi: UNEP. 2005. 48 p.
2. Петренко Ю. Брошенные рыболовные снасти угрожают экосистеме Мирового океана: [Электронный ресурс]. URL: http://wordyou.ru/science/107002.html (дата обращения: 14.02.2019)
3. Молодой мужчина погиб на рыбалке в Кагульском районе, запутавшись в браконьерской сети: [Электронный ресурс]. URL: http://bloknot-moldova.md/news/molodoy-muzhchina-pogib-na-rybalke-v-kagulskom-ray (дата обращения: 14.02.2019)
4. Divers alert network: [Электронный ресурс]. URL: https://www.daneurope.org/home (дата обращения: 14.02.2019)
5. Рыбаки и подлодки – история смертельного соседства: [Электронный ресурс]. URL: https://flot.com/2015/190490/ (дата обращения: 14.02.2019)

## «GHOST FISHERY» ECOLOGICAL CONSEQUENCES FOR RUSSIAN FAR EASTERN MARINE ECOSYSTEM

**Blinovskaya Ya.[1], Maiss A.[2]**

*[1] – FGAOU VO Far Eastern Federal University, Vladivostok, Russia, blinovskaya@hotmail.com*
*[2] – FGBOU Far Eastern State Technical Fisheries University, Vladivostok, Russia*

**Abstract.** Fishery is one of economic activity sector which has a significant impact on the World Ocean condition. The performed analysis has allowed to allocate solutions ways of "ghost fishery" and also to establish the most probable losses locations.

Key words: ghost fishery, marine litter, ecological consequences.

# ВОЗМОЖНОСТИ МЕТЕОРОЛОГИИ В УПРАВЛЕНИИ СЕЙСМИЧЕСКИМИ РИСКАМИ

**Боков В.Н.**[1]

[1] – *Центр геофизических прогнозов «Градиент», Санкт-Петербург, РФ, viktor.bokov333@gmail.com*

**Аннотация.** В последние годы проведены исследования метеорологических процессов, отражающих экзогенный вклад в сейсмичность Земли. Атмосферные процессы являются триггером возникновения землетрясений, подготовка последних обусловлена тектоническими и эндогенными процессами. Выявленные связи позволяют успешно исследовать проблемы сейсмичности и осуществлять их прогноз.

Ключевые слова: атмосферные процессы, триггер, связи атмосферы и сейсмичности.

Анализ многочисленных случаев изменения атмосферной циркуляции предшествующих сильным землетрясениям позволил установить триггерные эффекты, способствующие возникновению сейсмических событий [1]. Смещения сопряженных циклона и антициклона приводят к колебаниям земной коры и возникновению волн Лява. Атмосферные триггерные эффекты обусловлены быстрой сменой атмосферных вихрей противоположного знака в районе активных разломов, что приводит к резкому росту тангенсальных напряжений на разломе и возникновению землетрясений [1]. Пространственно-временной анализ атмосферной циркуляции в синоптическом диапазоне установил, что инициирование типа механизма очага землетрясений происходит в зависимости от смены пространственного расположения атмосферных вихрей разных знаков [5].

Анализ межгодовой изменчивости сейсмических процессов основывается на исследовании временных рядов землетрясений разных магнитуд [2], а в качестве одной из основных причин межгодовой изменчивости рассматривают солнечную активность [2]. Исследование межгодовой изменчивости сейсмических процессов на основе типизации Вангенгейма-Гирса, которая отражает пространственную динамику циклонов и антициклонов, показывает тесную корреляцию с сильными землетрясениями. Учет межгодовой изменчивости атмосферных процессов позволяет сейсмологам точнее определить период возникновения мощных землетрясений.

Сезонная изменчивость мощных землетрясений до сих пор является слабо изученной сейсмологами. Связано это с отсутствием в тектонике, во вращении Земли. в эндогенных и других природных процессах физических причин. «ответственных» за внутригодовую изменчивость сейсмичности [6]. Исследование сезонной изменчивости сильных землетрясений и подвижных [7] циклонов и антициклонов установило хорошую корреляцию и когерентность [3]. Синхронный анализ изменения атмосферных процессов с измерениями геофизических предвестников и с учетом сезонной изменчивости позволил ответить на сейсмологические вопросы: почему при росте интенсивности геофизических предвестников землетрясения не происходят и наоборот, почему при отсутствии интенсивности геофизических предвестников землетрсения происходят внезапно [4].

**Литература**

1. Боков В.Н, Гутшабаш Е.Ш., Потиха Л.З. Атмосферные процессы как триггерный эффект возникновения землетрясений // Ученые записки РГГМУ. 2011. №18, С.173-184.

2. Боков В.Н. Межгодовая изменчивость сейсмичности и атмосферной циркуляции // Ученые записки РГГМУ. 2008. № 6, С.139-147.

3. Боков В.Н. О связи атмосферной циркуляции и сейсмичности в диапазоне сезонной изменчивости // Ученые записки РГГМУ. 2010. №14, С.89-100.
4. Боков В.Н., Воробьев В.Н. Мониторинг геофизических предвестников и прогноз землетрясений // РГГМУ, Ученые записки №36, 2014, С.128-138.
5. Боков В.Н., Воробьев В.Н. Атмосферные процессы, инициирующие механизм очага землетрясений // РГГМУ, Ученые записки № 51, 2018, с.9-21.
6. Дещеревская Е.В., Сидорин А.Я. Ложная годовая периодичность землетрясений, обусловленная сезонными изменениями помех// ДАН, РАН. 2005. Т.400. № 6. С.798-802.
7. Хайрулин Р.Р. Атлас синоптических характеристик цикло- и антициклогенеза цикло- и антициклолиза в Северном полушарии. - Обнинск, 1990. - 101 с.

## METEOROLOGY CAPABILITIES IN SEISMIC RISKS MANAGEMENT

**Bokov V.N.** [1]

[1] *– Center for geophysical forecasts "Gradient", St. Petersburg, Russia, viktor.bokov333@gmail.com*

Abstract**.** In recent years studies have been conducted on meteorological processes reflecting an exogenous contribution to the Earth seismicity. Atmospheric processes are the trigger of earthquakes occurrence, the preparation of the latter is due to tectonic and endogenous processes. The revealed connections allow us to successfully investigate seismicity problems and to carry out their forecast.

Keywords: atmospheric processes, trigger, atmospheric and seismicity connections

# ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ЖИЛЫХ ДОМОВ В РАЙОНАХ ВЕЧНОЙ МЕРЗЛОТЫ

**Бурлов В.Г. [1], Ахмадиева А.Ф. [1], Хрусталева А.Ю. [1]**

*[1] – Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Санкт-Петербург, Россия, alina130498@mail.ru*

**Аннотация.** В данной работе рассматриваются сложности обеспечения безопасности при строительстве зданий в районах вечной мерзлоты. Люди придумывают новые методы, но невозможно сразу рассчитать риск обрушения конструкций. Для управления безопасностью объекта техносферы можно использовать метод, указанный в статье.

Ключевые слова: техносферная безопасность, строительство, вечная мерзлота, риск, закон сохранения целостности

Районы вечной мерзлоты занимают огромное количество территории нашей страны. Арктическая зона, например, составляет 15% ВВП и четвертую часть экспорта Российской Федерации. Там проживает около 2,6 млн человек на местности площадью примерно 9 млн км$^2$. Районы развиваются, строятся новые дома, объекты инфраструктуры, однако воздвигать здания в экстремальных погодных условиях достаточно не просто, учитывая, что под ногами лед и рыхлые грунты, которые ведут себя непредсказуемо.

Строительство зданий в зонах вечной мерзлоты требует специального подхода, при котором получится поддерживать постоянную температуру грунта, чтобы здания твердо стояли. Однако происходят такие ситуации, когда происходит разрушение или полное обрушение зданий, которые подвергают опасности жизнь и здоровье людей. Примером служит аварийная ситуация в Якутске, когда там в очередной раз обрушилось здание. Эксперты установили, что причиной таких происшествий является таяние вечной мерзлоты под фундаментами сооружений. Изменения, связанные с климатическими условиями, относятся к безопасности, ведь мы можем попытаться уменьшить риски возникновения таких аварийных ситуаций или постараться предотвратить. Требуются специальные системы и методы возведения зданий.

Строительство основывается на двух принципах. Первый предполагает сохранение мерзлого состояния грунта. Его температуру сохраняют как в процессе постройки, так и в его дальнейшем использовании. Обычно данный метод применяют, когда это экономически целесообразно, так как это недорогое и наиболее популярное решение. Другой принцип проектирования основания зданий основан на оттаивании грунтов. Такой способ используют не так часто, при условии, что трансформации грунта не больше установленных предельно допустимых значений. Его можно применять только при составлении всех технических расчётов и наибольшей эффективности решения.

Согласно Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2020 г. в Арктике запланировано масштабное строительство, аэродромов, полигонов и других объектов. Поэтому недостаточно использование только тех двух принципов, так как они имеют много недостатков. Поэтому разработали модульное строительство и укрупнение конструкций. Быстровозводимые здания такого типа похожи на конструктор. Они строятся в достаточно быстрые строки, имеют минимальные затраты, обеспечиваются экологической пожаробезопасностью, а также обладают долговечностью.

Учитывая все вышеперечисленное, модульные здания очень популярны, удобны и намного лучше предыдущих методов строительства, однако они имеют сравнительно недолгую историю их эксплуатации. В связи с этим мы не можем быть твердо уверенны в полной надежности таких конструкций и их абсолютной безопасности. Требуется расчет и выявление опасностей при использовании таких сооружений и правильный подход к созданию новых технологий, так как даже данные конструкции имеют минусы.

Достаточно сложно найти такой способ, который позволит безопасно строить объекты техносферы в районах вечной мерзлоты. Чтобы посчитать риски возникновения чрезвычайных ситуаций требуется статистика, которой достаточно мало, так как мы имеем дело с новыми технологиями. Однако мы можем рассчитать их, используя закон сохранения целостности и метод синтеза. Благодаря которым возможно обеспечить требуемый уровень безопасности и выгодные экономические вложения. Такая система будет служить технологической основой массового строительства домов любой этажности, отвечая условиям энергосбережения, экологической чистоты, надежности, долговечности, безопасности и другим.

**Литература**

1. Экономические проблемы регионов и отраслевых комплексов/Басангова К.М.//Проблемы современной экономики. -2011.-№4(40)
2. Система «имэт»- наше строительство на вечной мерзлоте/ Бикбау М.Я., Высоцкий Д.В.//ВРЕМЯ ИННОВАЦИЙ-2011
3. Тепловая защита и системы климатизации зданий в условиях арктического региона/ Мельник П., Шилкин Н.//ЗДАНИЯ ВЫСОКИХ ТЕХНОЛОГИЙ-2017. - (55-61)
4. Бурлов В. Г., Андреев А. В., Гомазов Ф. А. Управление безопасностью объекта техносферы на основе закона сохранения целостности объекта //Технико-технологические проблемы сервиса. – 2018. – №. 1 (43).

# THE ABILITY TO USE MODERN SECURITY TECHNOLOGIES IN THE CONSTRUCTION OF RESIDENTIAL BUILDINGS IN PERMAFROST REGIONS

**Burlov V.G. [1], Akhmadieva A.F. [1], Khrustaleva A.Y. [1]**

*[1] – St. Petersburg Polytechnic University of Peter the Great, St. Petersburg, Russia, alina130498@mail.ru*

**Abstract.** This paper discusses the complexity of security in the construction of buildings in permafrost areas. People come up with new methods, but it is impossible to immediately calculate the risk of structural collapse. To control the security of the technosphere object, you can use the method specified in the article.

Keywords: technosphere safety, construction, permafrost, risk, law of preservation of integrity.

# РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТЬЮ

**Бурлов В.Г.[1], Маньков В.Д.[2], Полюхович М.А.[2]**

*[1] – Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия, burlovvg@mail.ru*

*[2] – Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Санкт-Петербург, Россия, mpolyukhovich@gmail.com*

**Аннотация.** В данной работе рассматривается разработка технологии управления электробезопасностью. Результатом работы является создание модели управления процессом обеспечения безопасности персонала от угроз поражения электрическим током.

Ключевые слова: безопасность, электробезопасность, подход на основе синтеза.

В данной работе рассматривается разработка технологии управления электробезопасностью на основе применения таких методов управленческого решения как декомпозиция, абстрагирование и агрегирование. Результатом работы является создание формализованной модели управления процессом обеспечения безопасности электротехнического персонала от угроз поражения электрическим током. Управление процессами обеспечения безопасности предполагает моделирование процессов с наперёд заданными свойствами. Для управления в основном применяются модели на основе анализа, что предполагает решение прямой задачи управления. Но такой подход не гарантирует абсолютного соответствия заявленным требованиям. В исследовании рассматривается теория управления электробезопасностью, построенная на основе синтеза. Такой подход позволяет удовлетворять всем требованиям, установленным к системе безопасности, так как базируется на решении обратной задачи управления, что в свою очередь предоставляет возможность выработать условия к применению методов и моделей программно-целевого управления. При построении системы обеспечения безопасности функционирования электроустановки необходимо рассматривать следующие модели функционирования двух процессов:

1) Процесс функционирования электроустановки.

2) Процесс функционирования системы обеспечения безопасности.

Возникает задача установления связи между моделью обеспечения безопасности эксплуатации электроустановки и моделью принятия решений в интересах достижения цели деятельности (снабжения потребителей электроэнергией). Не имея методологической основы для решения задач управления электробезопасностью в виде условия существования процесса, нельзя гарантировать достижение цели деятельности. Основополагающим фактором, влияющим на уровень электробезопасности, является решение человека. Человек осуществляет свою деятельность на основе модели. Для обеспечения требуемого уровня безопасности эксплуатации электроустановки необходимо иметь адекватную математическую модель решения человека, так как без нее весьма сложно гарантировать достижение цели управления процессом обеспечения безопасности эксплуатации электроустановки. В данном исследовании определено условие гарантированного достижения цели управления безопасностью эксплуатации электроустановки на основе синтеза математической модели решения и приведено его обоснование. Только условие существования процесса управления безопасностью разрешает проблему установления единой целостной связи существенных компонентов системы обеспечения электробезопасности с элементами математической модели безопасности эксплуатации электроустановки. Таким образом, при помощи условия существования процесса управления электробезопасностью можно создать основу для создания техно-

логии управления процессом обеспечения электробезопасности, которая будет являться преобразованием ресурсов человека в интересах достижения цели деятельности. В качестве таких ресурсов могут выступать информация, деятельность, квалификация, условия окружающей обстановки. Модель функционирования электроустановки была представлена в виде графа. Среднее время выполнения целевой задачи задавалось как «$T_э$», которое можно представить следующим образом: $T_э = f_0(k_1, k_2, ..., k_n)$, где $k_1, k_2, ..., k_n$ – параметры функционирования электроустановки. Для формирования условий существования процесса управления электробезопасностью были рассмотрены следующие аспекты:

– свойства окружающей среды, представленные стабильным соотношением таких характеристик как «объективность», «целостность» и «изменчивость», которые соответственно согласовываются с эквивалентными по функциям «объект», «предназначение» и «действия»;

– характеристики человеческого мышления, базирующиеся на абстрактном, абстрактно-конкретном и конкретном мышлении и отраженные соответственно в методологии, методах и технологии (алгоритмах);

– индивидуальный подход, предполагающий применение индивидуумом следующих ключевых методов решения прикладных задач: декомпозиция, абстрагирование и агрегирование.

Благодаря использованию таких методов как декомпозиция, абстрагирование и агрегирование «управленческое решение» было представлено в виде математической модели управленческого решения. Представленная технология управления электробезопасностью предоставляет возможность применения в организациях гарантированного подхода к управлению процессами обеспечения безопасности. В будущем предполагается усложнить моделирование путем включения дополнительных внешних факторов.

**Литература**

1. Бурлов В.Г. О концепции гарантированного управления устойчивым развитием Арктической зоны на основе решения обратной задачи // Информационные технологии и системы: управление, экономика, транспорт, право. 2015. № 2 (16). С. 99-111.
2. Бурлов В.Г. Основы моделирования социально-экономических и политических процессов (методология, методы). СПб.: изд-во СПбГПУ, 2007. 265 с.
3. Бурлов В.Г., Гробицкий А.М., Гробицкая А.М. Управление строительным производством с учетом показателя успешного выполнения производственного задания // Инженерно-строительный журнал. 2016. № 3(63). С. 77–91.
4. Бурлов В.Г., Попов Н.Н., Гарсия Эскалона Х.А. Управление процессом применения космической геоинформационной системы в интересах обеспечения экологической безопасности региона // Ученые записки РГГМУ. 2018. № 50. С. 118-129.

## DEVELOPMENT OF ELECTRICAL SAFETY MANAGEMENT TECHNOLOGY

**Burlov V.G.[1], Mankov V.D.[2], Polyukhovich M.A.[2]**

*[1] – Russian State Hydrometeorological University, Saint-Petersburg, Russia, burlovvg@mail.ru*

*[2] – Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, Saint-Petersburg, Russia, mpolyukhovich@gmail.com*

Abstract. This paper discusses the development of electrical safety management technology. The result of the work is to create a model for managing the process of ensuring the safety of personnel from the threat of electric shock.

Keywords: safety, electrical safety, approach based on the synthesis of.

# ОСНОВНЫЕ ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ УГРОЗ РАЗРУШЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В АРКТИКЕ И ПУТИ СНИЖЕНИЯ РИСКА ИХ ПОЯВЛЕНИЯ

**Бызов А.П.[1], Ковязина О.Е.[1]**

*[1] – Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, г. Санкт-Петербург, Россия, olya.kovyazina.00@mail.ru*

**Аннотация.** В статье рассматриваются основные потенциальные причины разрушения окружающей среды арктических районов Российской Федерации, а также приводятся способы их устранения.

Ключевые слова: техносфера, Арктика, разрушение окружающей среды.

Арктика играет большую роль в формировании климата на планете, поэтому сохранение окружающей среды этого региона является проблемой планетарного масштаба. По данным Межправительственной группы экспертов по изменению климата (IPCC, МГЭИК) ежегодно прослеживается постепенное потепление в арктических зонах, что создает необходимость наблюдении за состоянием природной среды в Арктике.

Российская Федерация занимает 43% территории Арктики. Это 18% всей территории страны (около 3 млн. кв. км). Арктическая зона России включает в себя районы, обозначенные в указе Президента РФ от 2 мая 2014 г. N 296 «О сухопутных территориях Арктической зоны Российской Федерации». Также через Арктику проходит Северный морской путь — кратчайший морской путь между Европейской частью России и Дальним Востоком. Таким образом, очевидно, что Российская Федерация оказывает наибольшее влияние на состояние окружающей среды в Арктике.

Согласно данным МЧС России в Арктике отмечается устойчивый рост количества чрезвычайных ситуаций техногенного характера, среди которых доминируют транспортные аварии, взрывы и пожары технологического оборудования.

Основными причинами разрушения окружающей природной среды в районах крайнего севера являются отходы от атомных электростанций и различных производств. В арктической зоне Российской Федерации располагаются около 20% производственных добывающих отраслей, состоящих большей частью из горнорудной промышленности (добыча минерального сырья, руд) и металлургических производств. Среди них такие крупные компании как Кольская горно-металлургическая компания («Норникель»), Кандалакшский алюминиевый завод (ОАО «РУСАЛ»), Оленегорский горно-обогатительный комбинат (ГОК), Ковдорский ГОК, ОАО «Апатит» и другие. А также в Арктике России расположена Кольская АЭС, что, безусловно, создает техногенную нагрузку на окружающую среду.

Помимо производств потенциальную опасность составляет возможность возникновения аварийных ситуаций в портах. Исходя из данных Министерства транспорта Российской Федерации, в Западной Арктике расположены 12 портов, каждый из которых может стать причиной возникновения аварий на этапе погрузки или разгрузки танкеров. А на протяжении всего Северного морского пути существует риск возникновения аварийных происшествий, во время которых происходит выброс токсичных грузов (в большей части нефти и нефтепродуктов). Сами суда загрязняют биосферу отходами, вырабатываемыми в результате их эксплуатации, а их затопление также наносит ущерб окружающей среде, ведь в качестве топлива для судов используется тяжелый мазут.

Помимо перечисленных выше пунктов, потенциальную угрозу Арктической зоне создает северный флот, основу которого, помимо прочего, составляют атомные ракетные и торпедные подводные лодки.

Таким образом, основными причинами разрушения окружающей природной среды в районах крайнего севера являются отходы от атомных электростанций и различных производств. Также потенциальную угрозу Арктической зоне создает северный флот, возможные транспортные аварии, в частности крушения судов, перевозящих опасные вещества (включая топливо), и аварии в портах. Проанализировав основные причины разрушения окружающей среды арктических районов Российской Федерации, можно определить следующие способы снижения риска их появления:

1. Снижение или перераспределение производственных мощностей (например, перенос производств ближе к местам добычи руды);

2. Ужесточение надзора за отходами производств и АЭС;

3. Тщательная проверка судов, перевозящих опасные грузы, а по возможности – уменьшение числа перевозок по Северному морскому пути;

4. Переоснащение производств и портов;

5. Создание дополнительных бригад по устранению аварий на судах в целях уменьшения времени реагирования на чрезвычайную ситуацию, что в свою очередь позволит сократить масштаб нанесенного ущерба;

6. Проведение профилактических мероприятий, направленных на мониторинг состояния окружающей среды.

Перечисленные способы связаны с изменением процессов транспортировки и производства продукции как со стороны организационных процессов, так и с технической стороны. Представленные методы помогут замедлить разрушение окружающей среды в Арктике, путем снижения риска их появления.

**Литература**

1. Указ Президента РФ от 2 мая 2014 г. N 296 «О сухопутных территориях Арктической зоны Российской Федерации» (с изменениями и дополнениями) – URL: https://base.garant.ru/70647984/ (дата обращения: 25.02.2019).

2. Основные направления работ МЧС России в Арктике – URL**:** http://www.mchs.gov.ru/dop/info /smi/news/item/989168 (дата обращения: 25.02.2019).

3.Обзор промышленных отраслей Арктики – Vostock Capital – URL https://www.vostockcapital.com /neftegaz/obzor-promyishlennyih-otrasley-arktiki/ (дата обращения: 25.02.2019).

4. Порты Западной Арктики – URL: http://www.morflot.ru/portyi_rf/reestr_mp/portyi_zapadnoy_arktiki.html (дата обращения: 25.02.2019).

5.Картамышева Е. С., Иванченко Д. С., Бекетова Е. А. Судно как источник загрязнения окружающей среды // Молодой ученый. — 2018. — №25. — С. 12-15. — URL: https://moluch.ru/archive/211/51586/ (дата обращения: 25.02.2019).

# THE MAIN CAUSES OF THREATS OF ENVIRONMENTAL DESTRUCTION IN THE ARCTIC AND THE WAYS TO REDUCE THE RISK OF THEIR OCCURRENCE

**Byzov A.P.[1], Kovyazina O.E.[1]**

*[1] – Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg, Russia, olya.kovyazina.00@mail.ru*

**Abstract.** The article discusses the main potential causes of environmental destruction in the Arctic regions of the Russian Federation, as well as ways to eliminate them.

Keywords: technosphere, the Arctic, the environmental destruction.

# ОБ ОЦЕНКЕ ПОГОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ РИСКОВ В СЕКТОРАХ ЭКОНОМИКИ СУБЪЕКТОВ РФ

**Васильев М.П.[1], Кобышева Н.В.[1]**

*[1] – Главная геофизическая обсерватория им. А. И. Воейкова, Санкт-Петербург, Россия*
*mih.vasilev@mail.ru, kobyshnv@main.mgo.rssi.ru*

**Аннотация.** В работе представлена методика оценки погодно-климатических рисков для экономики субъектов РФ на основе реляционной базы данных, разработанной авторами. База данных включает как гидрометеорологическую, так и социально-экономическую информацию.

Ключевые слова: погодно-климатический риск, опасные гидрометеорологические явления, экономический ущерб, регионы России.

По определению МГЭИК погодно-климатический риск — это сочетание вероятности опасного гидрометеорологического или климатического явления и наступления его последствий. Вопросам идентификации, оценки и управления погодно-климатическими рисками посвящено большое количество отечественных и зарубежных работ. Исследования в этом направлении продолжаются, однако до настоящего времени не существует единого универсального подхода к решению этой проблемы.

В данной работе оценка погодно-климатических рисков для секторов экономики в субъектах РФ проводилась на основе реляционной базы данных, содержащей как гидрометеорологические, так и социально-экономические характеристики. За основу был взят массив данных, подготовленный ВНИИГМИ-МЦД. Он содержит описание характеристик явлений, наблюдавшихся с 1991 года по 2017 г. в субъектах РФ и нанесших экономический ущерб. В процессе работы с этим массивом было выявлены некоторые ошибки (перепутаны даты, т.е. дата окончания явления более ранняя, чем дата его начала, присутствуют повторы данных и т.д.), которые были исправлены с помощью специально составленной программы. Социально-экономические показатели для субъектов РФ были взяты на сайте Федеральной службы государственной статистики. Для получения обобщенной оценки риска от опасных и неблагоприятных гидрометеорологических явлений для экономики конкретного субъекта РФ использовался подход, разработанный Н.В. Кобышевой, Л.П Галюк и Ю.А. Панфутовой [1] и адаптированный в данной работе для получения погодно – климатического риска во всех субъектах РФ. В расчет принимались только опасные (ОЯ) и неблагоприятные (НГЯ) гидрометеорологические явления, обуславливающие возникновение прямых рисков для объектов инфраструктуры, т.е. явления, производящие непосредственное поражающее (разрушительное) воздействие. Именно они наиболее часто инициируют стихийные бедствия и природно-техногенные чрезвычайные ситуации. Расчеты риска для каждого субъекта велись по следующей формуле:

$$R_{эк.} = \sum_i^n (p_i \times s_i / S \times t_i \times K_i) \times m \times D \quad (1),$$

где $i$ – номер вида ОЯ или НГЯ, $n$ –число видов ОЯ или НГЯ в данном субъекте, $p_i$ - повторяемость $i$-го вида явления; $t_i$ – время воздействия $i$-го вида явления, сутки; $s_i$ – средняя площадь воздействия $i$-го вида явления, кв. км; $m$ – численность населения в субъекте РФ; $S$ – площадь субъекта РФ, кв. км.; $K_i$ – коэффициент агрессивности $i$-го вида явления, рассчитанный на основе учета непосредственного силового воздействия

ОЯ или НГЯ на объекты инфраструктуры; *D*– часть годового валового регионального продукта субъекта РФ, приходящаяся на 1 жителя данного субъекта РФ и произведенная за 1 сутки, т.к. учет ВРП дает возможность косвенно оценить уязвимость территории в стоимостном выражении.

Величина, полученная по формуле 1, названа индексом погодно-климатического риска для экономики субъекта РФ. Индекс погодно-климатического риска может быть выражен как в монетарных, так и в относительных единицах. Эту характеристику можно рассматривать как наиболее вероятный годовой ущерб из-за прерывания экономической деятельности на площади воздействия ОЯ или НГЯ в период его прохождения в данном субъекте РФ. Реальный ущерб, зависящий от стоимости инфраструктуры на территории, охваченной опасным явлением, а также включающий косвенные потери от прерывания экономической деятельности, может превысить значение данного индекса. Однако в качестве ориентировочной оценки возможных потерь от ОЯ или НГЯ, а также для объективного сравнения различных субъектов РФ с точки зрения наиболее вероятных гидрометеорологических опасностей эта характеристика представляется весьма полезной.

Сравнение значений индекса риска, полученного по формуле (1), с реальными ущербами от ОЯ и НГЯ показало, что их величины имеют один и тот же порядок. В таблице 1 представлены примеры наибольшего годового ущерба от ОЯ и НГЯ и индекса погодно-климатического риска для субъектов РФ. Величина ущербов и значения индексов риска приведены в ценах 2016 года.

Таблица 1. Величины зафиксированного годового ущерба от ОЯ и НГЯ и индекса погодно-климатического риска для субъектов РФ

| | Ущерб от ОЯ и НГЯ, млрд. руб. (данные ВНИИГМИ-МЦД) | Индекс погодно-климатического риска, млрд. руб. |
|---|---|---|
| Республика Мордовия, 1996 г. (ветер) | 0,71 | 0,85 |
| Краснодарский край, 2002 г. (ветер, град, дождь) | 9,3 | 11,4 |
| Волгоградская обл., 2004 г. (ветер, гололед) | 0,9 | 1,1 |
| Приморский край, 2009 г. (снег, ветер) | 1,9 | 1,6 |

С использованием данной методики были получены значения индекса погодно-климатического риска и его составляющих для всех субъектов РФ, а также для отдельных отраслей экономики в этих субъектах, выявлены территории с наибольшим риском, определены его причины. На примере Краснодарского края проведено районирование по величине индекса риска на уровне муниципальных образований и предложены пути снижения риска [2, 3].

Таким образом, предложенный подход позволяет примерно оценить порядок потенциального риска от ОЯ и НГЯ, имеющих разрушительный характер воздействий. Он может также быть применен для территорий, где еще только планируется экономическая деятельность и известны ориентировочные значения характеристик ОЯ и НГЯ и социально-экономических показателей. Включение в базу данных результаты регионального климатического моделирования, а также социально-экономические показатели с учетом стратегии развития субъектов РФ дает возможность оценить величину погодно-климатических рисков на перспективу и использовать полученную информацию при разработке климатического риск-менеджмента.

**Литература**

1. Кобышева Н. В., Акентьева Е.М., Галюк Л. П. Климатические риски и адаптация к изменениям и изменчивости климата в технической сфере. СПб: Кириллица, 2015, 213 с.

2. Васильев М. П., Каширина Е. В., Иванова Е.В. Методология расчета погодно-климатических рисков в субъектах Российской Федерации с использованием реляционной базы данных / Труды ГГО № 586. 2017, с. 21-33.
3. Васильев М.П., Петерс А.А. Оценка погодно-климатических рисков для секторов экономики и социальной сферы на региональном уровне (на примере Краснодарского края). / Труды ГГО № 586. 2017, с. 34-64.

# ABOUT ASSESSMENT OF WEATHER AND CLIMATE RELATED RISKS TO THE ECONOMY SECTORS OF RF REGIONS

**Vasilev M.P[1], Kobysheva N.V.[1]**

[1] – *Voeikov Main Geophysical Observatory, St. Petersburg, Russia*

**Abstract.** The study presents the evaluation method of weather and climate related risks to the economy of Russian regions on the basis of relational database. The database includes both hydrometeorological and socioeconomic information.

Key words: weather and climate related risk, dangerous weather event, economic damage, RF regions.

# НЕДОСТАТКИ ПРОЦЕССА УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТЬЮ

**Гомазов Ф.А.[1], Ахмадиева А.Ф.[1], Хрусталева А.Ю.[1]**

*[1] – Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Санкт-Петербург, Россия, alina130498@mail.ru*

**Аннотация.** Сложно обеспечить управление техносферной безопасности и обезопасить человечество от угроз окружающего мира и создать наиболее благоприятные условия своего существования. Так при помощи современных технологий в обеспечении безопасных условий для жизни, мы сможем повысить производительность действующих систем в управлении, обобщить наиболее важные проблемы и выявить факторы, которые влияют на ее эффективность. Для достижения этого нужно вовлекать работников структурных подразделений в процесс обеспечения охраны труда и повышать культуру безопасности труда как на рабочем месте, так и в обычной жизни.

Ключевые слова: техносфера, техносферная безопасность, процессы управление техносферной безопасностью, метод синтеза.

Проблема защиты интересов людей, общества и страны существовала во все периоды. При многообразии форм собственности: государственной, коллективной и частной, при формировании рыночных отношений и становлении обновленной государственности вопрос о безопасности должен быть решен иным образом.

На данном этапе требуется устойчивая система наиболее общих представлений о безопасности и методология её анализа. Также существует потребность в разделении знаний о безопасности, в определении таких направлений исследований, которые, не утрачивая собственных возможностей, смогли бы поспособствовать продвижению вперед. Старые модели понимания безопасности показали собственную ограниченность и несостоятельность. Назревает потребность разработки нового подхода, модели безопасности, строго отвечающей сегодняшним условиям и требованиям.

Отметим, что неверная политика безопасности страны в современных условиях приведет к разрушению формирующейся мировой системы, повлечет нарастание регионального и этнического конфликтов, сломает демократическую систему ценностей и приведет по итогу к глобальным катастрофам или войнам. Поэтому обеспечение техносферной безопасности является комплексным понятием, которое охватывает экологическую, производственную и бытовую безопасность.

Соответственно, техносферной безопасностью необходимо управлять. В различной литературе под управлением техносферной безопасностью подразумевают часть общей системы управления, и определяют, как «непрерывный целенаправленный циклический процесс воздействия органа управления на объект с целью противостоять негативным факторам техносферных опасностей».

На данном этапе в России часто проявляется тенденция возрастания угроз безопасности, их отрицательного воздействия на человека, общество и государственные органы, что, конечно, требует подхода, который будет посвящен вопросу эволюции видов безопасности и динамике развития. На территории Российской Федерации в год в среднем происходит 800 чрезвычайных ситуаций как техногенного, так и природно-техногенного характера. По многочисленным данным количество чрезвычайных ситуаций (далее ЧС) в 2017 году стало наименьшим за последние 3 года. Так если в 2015 году их было 257, то уже в 2017-м их стало 177 (это уже на 32% меньше). Число погибших в ЧС уменьшилось на 20%, но число пострадавших выросло на 75%, с 20,7 тыс. до 36,4 тыс. человек. Также можно заметить, что наибольшее количество ЧС произошло в 2016 году. Именно тогда количество пострадавших выросло сразу в 6 раз (почти в 300

ЧС погибли 788 человек). Это свидетельствует о том, что на Кавказе, Дальнем Востоке и в Сибири число ЧС выросло почти в десятки тысяч раз.

В наши дни существует множество проблем по обеспечению процессов управления техносферной безопасностью. Выделим 3 основных: первая- отсутствие функций управления и структурных подразделений, вторая- отсутствие системы управления, которая обеспечивает управление техносферной безопасностью на определенной территории конкретным органом. А вот третья заключается в том, что для эффективного управления безопасностью необходимы знания о динамике работоспособности объектов управления и происходящих в них процессов. Для получения конкретной информации необходима оперативность и доступность. Так, например, Россия обладает большим количеством систем обеспечения безопасности такими как пожарная, экологическая, промышленная, защита от чрезвычайных ситуациях, так и множеством других, которые в свою очередь обладают ясной организационной структурой и доступностью в получении той или иной информации в зависимости от определенных функций. Заметим, что все эти системы имеют одинаковые цели, например, противостояние опасностям для благоприятной жизни человека.

Таким образом, проблемы процесса управления безопасностью объекта техносферы должны основываться на законе сохранения целостности, учитывая условия функционирования данного объекта и использования подхода на основе синтеза, который формирует такую модель управленческого решения, которая сможет задавать требуемый уровень безопасности. Эффективность в управлении процессом обеспечения безопасности в техносфере подразумевает необходимость в правильном формулировании цели, определении способов и условий ее достижения, в оценке необходимых для этого ресурсов. Так на научном подходе должны основываться все конкретные мероприятия, которые направлены на разработку новых безопасных технологий по обеспечению безопасности.

**Литература**

1. Бурлов В.Г., Попов Н.Н., Гарсия Эскалона Х.А. Управление процессом применения космической геоинформационной системы в интересах обеспечения экологической безопасности региона // Ученые записки РГГМУ. 2018. № 50. С. 118-129.
2. Ефремов С. В. Управление техносферной безопасностью СПб.: Питер, 2013. 47 с.
3. Игнатенко Г. В., Тиунов О. И. Международное право: Учебник / Отв. ред. - 6-е изд., перераб. и доп. - М.: Юр.Норма, НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 752 с.
4. Интернет-газета. Реальное время 2015- 2019. URL: https://realnoevremya.ru/articles/94711-analitika-po-chrezvychaynym-proisshestviyam-v-rossii. (Дата обращения: 27.02.2019).

## DISADVANTAGES OF THE PROCESS OF ADMINISTRATION OF TECHNOSPHERE SAFETY

**Gomazov F.A.[1], Ahmadieva A.F.[1], Khrustaleva A.Y.[1]**

*[1] – Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, Saint-Petersburg, Russia, alina130498@mail.ru*

**Abstract.** It is difficult to ensure the management of technosphere security and to protect humanity from the threats of the surrounding world and to create the most favorable conditions for its existence. So with the help of modern technologies in providing a safe environment for life, we will be able to improve the performance of existing systems in management, to summarize the most important problems and identify factors that affect its effectiveness. To achieve this, it is necessary to involve employees of structural units in the process of ensuring labor protection and to improve the culture of labor safety both in the workplace and in everyday life.

Keywords: technosphere, technosphere safety, processes technosphere safety management, synthesis method.

# ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ В УМНЫХ ГОРОДАХ

**Гомазов Ф.А.[1], Шершнева А.И.[1]**

*[1] – Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, г. Санкт-Петербург, Россия, shai221298@gmail.com*

**Аннотация.** В современном мире широко распространено использование геоинформационных систем. Многие из них уже обеспечивают безопасность населения. Создание умных городов предполагает развитие безопасного и эффективного городского центра. Возможности геоинформационных систем позволяют улучшить качество жизни в городах.

Ключевые слова: безопасность, техносфера, геоинформационные системы, умный город, качество жизни.

В настоящее время становится актуальной тема создания и развития умных городов. Это обуславливается тем, что количество городского населения растет. Согласно данным ООН уже через 31 год 66% людей будут проживать в городах. Это значит, что городские территории будут охватывать всё большую площадь, а обеспечивать высокое качество жизни будет тяжелее.

С научной точки зрения умный город представляет собой «безопасный, экологически защищенный (зеленый) и эффективный городской центр будущего с передовой инфраструктурой из сенсоров, электроники и сетей, которая стимулирует устойчивый экономический рост и высокое качество жизни». Из данного определения понятно, что безопасность является одной из главных составляющих умного города.

В Российской Федерации на данный момент существует только один умный город – Москва. Для обеспечения безопасности на территории площадью 2511 квадратных километров необходимо задействовать множество ресурсов, в том числе человеческих, то есть трудовых, что несет за собой огромные финансовые затраты. С другой стороны, ещё со времен промышленной революции стало понятно, что автоматизация позволяет повысить эффективность работы и прибыльность её результата. Помимо этого, использование современных технологий позволяет снизить влияние человеческого фактора на появление и развитие чрезвычайных ситуаций техногенного характера.

Одной из наиболее используемых технологий современного мира являются геоинформационные системы. Уже сейчас любой человек, обладающий современным смартфоном, способен найти дорогу к любому месту, при этом его местоположение будет отслеживаться в режиме реального времени, что сократит вероятность заблудиться. Помимо этого геоинформационные системы позволяют отслеживать заказы и посылки, движение общественного транспорта, а также помогают найти утерянные гаджеты.

Наиболее эффективно данная технология используется в области дорожного движения. Так, уже давно существует функция построения наиболее быстрого маршрута, что позволяет избежать скопления автомобилей (автомобильных пробок). Это позволяет снизить количество аварий. Использование системы ГЛОНАСС в общественном транспорте, сокращает время ожидания на остановке, что также улучшает качество жизни населения. Также в настоящее время зарубежными странами тестируются новые светофоры, которые, взаимодействуя с датчиками ГЛОНАСС, а также получая информацию со спутников о загруженности дорог, автоматически регулируют время действия определенного сигнала (красного или зеленого).

Ещё одним способом применения геоинформационных систем является отслеживание человека в здании. Использование технологии на основе BLE 4.0 позволяет снизить погрешность определения местоположения человека в доме на 3%. При установке такой системы в торговом центре или любом общественном месте становится возможным поиск людей, ещё не эвакуированных во время чрезвычайной ситуации, например, пожара или обрушения здания. Это позволит увеличить шансы на спасение людей.

Применение геоинформационных систем возможно в различных областях. Отслеживание местоположения объекта, будь то человек, машина или посылка, позволяет повысить уровень безопасности в городе. С помощью GPS отслеживаются телефоны потерявшихся людей, а значит и сами люди, автоматически строятся безопасные маршруты движения. Геоинформационные системы позволяют определить очаги возникновения чрезвычайных ситуаций, в частности пожаров.

При использовании данной технологии вместе с другими, например, с нейронными сетями, становится возможным увеличение скорости реакции на появление новых проблем, то есть скорости идентификации. Также, зная точное местоположение пострадавшего или очага возгорания можно уменьшить время нейтрализации проблемы. Именно управление этими двумя величинами (время идентификации и время нейтрализации проблемы) определяет показатель безопасности, который можно рассчитать с помощью метода моделирования процессов обеспечения безопасности, основывающегося на синтезе. Данный подход также позволяет определить наиболее выгодное, с экономической точки зрения, использование геоинформационных систем в городе.

**Литература**

1. Куприяновский В. П. и др. Умные города как «столицы» цифровой экономики //International Journal of Open Information Technologies. – 2016. – Т. 4. – №. 2.
2. Robert E. Hall. The Vision of A Smart City //2nd International Life Extension Technology Workshop, Paris, France. – 2000.
3. Скородумова А. В. Возможности геолокации на примере мобильного приложения. – 2017.
4. Данилов О. Ф. и др. Обзор существующих методик светофорного регулирования //Организация и безопасность дорожного движения. – 2017. – С. 361-365.
5. Петрова О. А., Табунщик Г. В., Мероде Д. В. Метод определения текущего расположения в системах позиционирования и навигации внутри помещения //Електротехнічні та комп'ютерні системи. – 2017. – №. 25. – С. 270-278.
6. Бурлов В. Г., Андреев А. В., Гомазов Ф. А. УПРАВЛЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ОБЪЕКТА ТЕХНОСФЕРЫ НА ОСНОВЕ ЗАКОНА СОХРАНЕНИЯ ЦЕЛОСТНОСТИ ОБЪЕКТА //Технико-технологические проблемы сервиса. – 2018. – №. 1 (43).

# APPLICATION OF GEOINFORMATION SYSTEMS TO ENSURE SECURITY IN SMART CITIES

**Gomazov F.A.[1], Shershneva A.I.[1]**

*[1] – St. Petersburg Polytechnic University of Peter the Great, St. Petersburg, Russia, shai221298@gmail.com*

**Abstract.** In the modern world, the use of geoinformation systems is widespread. Many of them already provide safety. Creating smart cities involves the development of a safe and efficient urban center. The capabilities of geographic information systems can improve the quality of life in cities.

Keywords: security, technosphere, geographic information systems, smart city, quality of life.

# ЭЛЕМЕНТЫ МОРСКОГО ПРОСТРАНСТВЕННОГО ПЛАНИРОВАНИЯ КАК ОСНОВА РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ КУРШСКОГО ЗАЛИВА И ПРИЛЕГАЮЩЕЙ ПРИБРЕЖНОЙ ТЕРРИТОРИИ

**Домнина А.Ю.[1, 2]**

*[1] – Балтийский Федеральный Университет им. И.Канта, Россия, Калининград, annasta_sea@mail.ru*
*[2] – Институт Океанологии им П.П. Ширшова РАН, Россия, Москва*

**Аннотация.** Применение подходов морского пространственного планирования необходимо для Куршского залива и связанной с ним прибрежной территории. Выявление и избегание возможных конфликтов позволит более рационально использовать природные и экономические ресурсы.

Ключевые слова**.** Морское пространственное планирование, Балтийское море, Куршский залив, прибрежная территория, конфликты.

Куршский залив является трансграничной акваторией между Россией (Калининградская область) и Литвой и имеет тесную связь с прибрежной территорией, особенно с дельтой р. Неман, представляющей собой польдерные земли со множеством каналов. Большую часть прибрежной территории имеется общие проблемы, обусловленные особенностями природопользования и природными условиями региона. Морское пространственное планирование, так же, как и территориальное, имеет важное значение для рационального природопользования любого района [2, 6]. Территориальное планирование широко используется как часть регионального развития, что отражается в паспортах, стратегиях и схемах зонирования муниципальных образований. Морское (или акваториальное) пространственное планирование активно развивается во многих зарубежных странах наряду с территориальным, охватывает различные по площади открытые и внутренние морские акватории, что позволяет получать выгоды от рационального совмещения видов хозяйственной деятельности между собой и с условиями природной среды [4]. В России оно пока и развивается на уровне научных исследований [3, 4]. В акваториях российской части Юго-восточной Балтики исследования в области морского пространственного планирования изначально проводились в рамках проекта East-West Window [1, 5] - для российской части акватории Куршского залива были сформулированы основные возможные конфликты, далее работа была продолжена в НИР «Разработка инструментария морского акваториального пространственного) планирования и предложений по его применению на примере Балтийского моря» [4].

Учитывая тесную связь между Куршским заливом и его прибрежной территорией существующие и потенциальные виды природопользования определены для всего района в целом и проведена оценка конфликтности между ними также для всего района в комплексе.

Для оценки использовались три уровня конфликтности, которые отличаются степенью совместимости видов природопользования между собой и природными условиями [1]:

- бесконфликтная совместимость. Виды деятельности не оказывают никакого негативного воздействия на развитие друг друга или на природные условия (например: «судоходство – сток с сельскохозяйственных полей»;
- слабо конфликтная совместимость. Негативное воздействие (либо прямое, либо косвенное) может проявиться только при наличии определенных условий в случае

совмещения видов деятельности на всей акватории, либо в ее отдельном районе, или в определенное время (например, «рыболовство – районы нереста», возможно проявление конфликта только в результате браконьерской деятельности);
- потенциально конфликтная совместимость. Конфликт высоко вероятен при совмещении некоторых видов деятельности, или при проведении деятельности в районе с неблагоприятными для нее условиями среды или в уязвимом районе. Конфликты этой группы могут приводить к более серьезному экономическому и экологическому ущербу, чем предыдущие. Избегание конфликта возможно при обязательном строгом соблюдении определенных требований и правил (например: «особо охраняемые природные территории – добыча полезных ископаемых»).

Экспертный анализ совместимостей показал, что на территории дельты р. Неман потенциально более напряженная обстановка, чем в акватории Куршского залива. В акватории исключались некоторые виды деятельности, такие как: водозабор, мелиорация, лесозаготовка. На территории дельты р. Неман эти виды деятельности сохраняются. При этом исключались истинно заливные виды деятельности (например: промышленное рыболовство), но в целом на территории дельты р. Немана больше видов деятельности и потенциальная напряженность конфликтов выше.

**Литература**

1. Андриашкина А.Ю., Домнин Д.А., Чубаренко Б.В. Потенциалы и конфликты использования морских акваторий в российской части Юго-восточной Балтики // Северо-Запад России в регионе Балтийского моря: проблемы и перспективы экономического взаимодействия и сотрудничества: монография / Под ред. Я. Заухи, Г.М. Федорова, Л.Э.Лимонова, Н.Ю. Юдинг. - Калининград: Изд-во РГУ им.И.Канта, 2008. С. 230 - 275.
2. Михайлова Е. Процесс морского пространственного планирования в мире, странах Балтийского региона и России. Обзор практик применения. // Общественный Совет Южного Берега Финского Залива при ООО «Декомиссия», СПб, 2017. – 17 с.
3. Чубаренко Б.В., Михайличенко Ю.Г., Домнина А.Ю., Домнин Д.А., Колосенцева М.Я., Тарарук О.В., Цесляк А., Зауха Я. Вопросы морского пространственного планирования для Калининградского /Вислинского залива. Глава 1. / Пространственное планирование как инструмент координации развития портов и гаваней Калининградского/Вислинского залива. / Под ред. Федорова Г.М., Гриценко В.А., У. Ковальчик, Б. Шванковской. – Калининград: Изд-во: БФУ им. И.Канта, 2015. (102 с.). - С. 6–14.
4. Эйлер Ч. Н. Обзор мирового опыта в области морского пространственного планирования // Всемирный фонд дикой природы. Рабочая группа по морскому пространственному планированию, 2014 г. – 136 с
5. Compendium on Maritime Spatial Planning Systems in the Baltic Sea Region. Ciesliak, A., Jakubowska, P., Scibor, K., Staskiewicz, A., Zaucha, J. (Eds.). Warsaw-Gdansk, 2009. ISBN 978-83-85780-96-0
6. Ehler Ch., Douvere F. Maritime Spatial Planning. / Annual Report 2006, IOC Annual Reports Series No. 13, UNESCO 2006 (English), p. 56 – 59.

# ELEMENTS OF MARINE SPATIAL PLANNING AS A BASIS FOR ENVIRONMENTAL MANAGEMENT FOR THE CURONIAN LAGOON AND ITS COASTAL AREA

**Domnina A.[1, 2]**

[1] – *Immanuel Kant Baltic Federal University, Russia, Kaliningrad, annasta_sea@mail.ru*
[2] – *Shirshov Institute of Oceanology, RAS, Moscow, Russia*

**Abstract.** The application of marine spatial planning approaches is necessary for the Curonian Lagoon and its coastal territory. Identifying and avoiding possible conflicts will allow a more rational use of natural and economic resources.

Keywords**.** Maritime spatial planning, Baltic Sea, Curonian Lagoon, coastal area, conflicts of users.

# ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЧВОГРУНТОВ В РАМКАХ ИНЖЕНЕРНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ НА ПРИМЕРЕ ПЛОЩАДКИ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА АЭС «ЭЛЬ-ДАБАА» (ЕГИПЕТ)

**Егер О.В.[1], Хорошавин А.В.[2]**

*[1] – Санкт-Петербургский государственный университет, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация, eger-olya@mail.ru*

*[2] – Санкт-Петербургский государственный университет, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация*

**Аннотация.** Актуальность работы заключается в важности проведения инженерно-экологических изысканий для строительства АЭС, лабораторном исследовании проб почвогрунтов на экотоксикологические показатели, определении степени их химического загрязнения.

Ключевые слова: инженерно-экологические изыскания, исследование почв, тяжелые металлы, строительство.

В данном докладе рассматриваются вопросы исследования почв в зоне строительства АЭС, а также важность проведения инженерно-экологических изысканий. В экосистеме главной депонирующей средой является почва, для ее оценки как компонента окружающей среды, способного накапливать значительные количества загрязняющих веществ, тем самым оказывать, как непосредственное, так и опосредованное влияние на состояние здоровья населения, необходимо лабораторное исследование проб почвогрунтов для их экотоксикологической оценки. Процесс строительства требует максимальной ответственности в вопросах безопасности на всех этапах. Проведение инженерно-экологических изысканий дает представление о текущем состоянии окружающей среды, способствуют прогнозу возможных её изменений под влиянием антропогенной нагрузки, с целью предотвращения, минимизации или ликвидации вредных и нежелательных экологических и связанных с ними социальных, экономических и других последствий и сохранения оптимальных условий жизни населения[1]. В результате подобных исследований определяется разумность осуществления последующих строительных работ.

Исследование почвогрунтов проводилось в рамках инженерно-экологических изысканий на примере площадки для строительства АЭС "Эль-Дабаа". Площадка, выбранная под строительство, включает в себя территорию протяженностью около 15 км и шириной, варьирующейся от 2.7 до 4.5 км, располагается вдоль Северного побережья Египта у Средиземного моря. Общая площадь участка составляет приблизительно 53 км$^2$. Участок находится в Провинции Матрух, примерно в 6 км к северо-востоку от города Эль-Дабаа, центра административного округа Дабаа, входящего в состав губернии (провинции) Матрух, в 125 км на юго-восток-восток от г.Мерса-Матрух, являющегося административным центром провинции[2].

В докладе представлены выводы полученные в результате проведения изыскательских работ на выбранной для строительства площадке АЭС "Эль-Дабаа".

В соответствии с требованиями СанПиН 2.1.7.1287-03 «Почва, очистка населенных мест, бытовые и промышленные отходы, санитарная охрана почвы. Санитарно-эпидемиологические требования к качеству почвы. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы»:

- из 111 проб почвогрунта отобранных с поверхности: 10 проб почвогрунта соответствовали «опасной» категории загрязнения; 101 проба - «чистой» категории загрязнения;

- из 289 проб почвогрунта отобранных из скважин: 266 проб почвогрунта соответствовали «опасной» категории загрязнения; 23 пробы - «чистой» категории загрязнения.

В зависимости от степени химического загрязнения, почвогрунты рекомендуется использовать следующим образом:

- «чистая» категория загрязнения – использование без ограничений;

- «опасная» категория загрязнения – ограниченное использование под отсыпки выемок и котлованов с перекрытием слоем чистого грунта не менее 0.5 м.

Также в соответствии с критериями оценки состояния почвогрунтов по СП 151.13330.2012 «Инженерные изыскания для размещения, проектирования и строительства АЭС»:

- из 111 проб почвогрунтов отобранных с поверхности: 107 проб почвогрунтов соответствовали «относительно удовлетворительной ситуации»; 4 пробы - соответствовали «чрезвычайной экологической ситуации»;

- из 289 проб почвогрунтов отобранных из скважин: 82 пробы почвогрунтов соответствовали «относительно удовлетворительной ситуации»; 171 проба - соответствовала «чрезвычайной экологической ситуации»; 36 проб – соответствовали «зоне экологического бедствия».

Гигиенические нормативы на содержание цианидов, пестицидов и детергентов в почвогрунтах, согласно действующему законодательству РФ, не установлены. Полученные результаты исследований носят информативный характер.

Также, согласно действующему законодательству АРЕ допустимые уровни загрязняющих веществ в почвогрунтах не установлены.

**Литература**

1. СП 47.13330.2012 Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 11-02-96.

2. Технический отчет по отбору проб и лабораторному анализу проб почвогрунтов по объекту: «Проведение работ в составе инженерно-экологических изысканий для строительства АЭС «Эль-Дабаа», АРЕ в соответствии с требованиями нормативной базы АРЕ, рекомендациями МАГАТЭ, законодательством РФ1 этап. Первоочередные исследования» ООО «ТехноТерра».

# ENVIRONMENTAL ENGINEERING SOIL RESEARCHES ON EXAMPLE OF EL DABAA NUCIEAR POWER PLANT CONSTRUCTION SITE

**Eger O.V.[1], Khoroshavin A.V. [2]**

[1] – *St. Petersburg University, St. Petersburg, Russian Federation, eger-olya@mail.ru*

[2] – *St. Petersburg University, St. Petersburg, Russian Federation*

Abstract**.** The relevance of the work depends on importance of environmental engineering researches for the construction of nuclear power plants, laboratory testing of soil samples for ecotoxicological parameters and determining the degree of chemical pollution.

Key words: environmental engineering researches, soil research, heavy metals, construction.

# УПРАВЛЯЕМАЯ ПРИРОДНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ СИСТЕМА НА ОСНОВЕ ОБЪЕДИНЕНИЯ МЕХАНИЗМОВ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМ КАК ФАКТОР РАЗВИТИЯ ОБЩЕСТВА

**Ефремов С.В.** [1], **Уварова А.О.**[1]

[1] – *СПбПУ Пера Великого, Санкт-Петербург, Россия, sia.uvarova@mail.ru*

**Аннотация.** В результате деятельности человека биосфера трансформируется в биотехносферу, превращаясь в глобальную природно-техническую систему. Для управления данной системой необходим механизм, который будет обеспечивать её функционирование.

Ключевые слова: природно-техническая система, природная среда, деятельность человека, система, биотехносфера, безопасность.

Термин «природно-техническая система» (далее – ПТС) является распространенным и широко употребляется в научно-технической системе и нормативных документах. Официального определения ПТС не имеет, но, ориентируясь на понятия, используемые в Федеральном законе от 10.01.2002 № 7-ФЗ (ред. От 29.07.2018) «Об охране окружающей среды», в частности, «природно-антропогенный объект», ПТС – это совокупность природных, природно-техногенных и техногенный объектов, условия существования которых являются взаимосвязанными и взаимозависимыми. Соответственно, состояние подобной системы будет определяться влиянием комплекса природных и техногенных факторов.

ПТС может быть образована двумя способами:

1. В результате преобразования природной среды в ходе технической деятельности человека. Пример: вырубка лесов и очищение верхних слоев почвы для освобождения и подготовки территории для строительства.
2. В результате воздействия природной среды на технический объекты. Пример: появление живых организмов, в том числе растений, на территории неэксплуатируемых помещений.

С точки зрения техносферной безопасности и охраны окружающей среды интерес представляет преобразование природы в результате деятельности человека, поскольку человечество продолжает активно осваивать новые территории, и биосфера постепенно трансформируется в биотехносферу. Другими словами, всё идёт к тому, что верхняя оболочка Земли превращается в глобальную ПТС. Это означает, что состояние и последующая судьба планеты и существ, ее населяющих, напрямую зависит от деятельности человека.

ПТС можно разделить:

1. По масштабу: объектные, локальные, ландшафтные, региональные, глобальные.
2. По возможности управления: стихийные (неуправляемые), регулируемые, управляемые.

Причиной появления и развития стихийных ПТС является деятельность человека, порождающая деградацию природной среды. Например, опустынивание, вызванное нерациональным использованием почвенных ресурсов при ведении сельскохозяйственного производства. Регулируемые ПТС представляют собой системы вида «природный объект – инженерное сооружение», позволяющие использовать природные ресурсы, практически не нарушая «жизненный цикл» природного объекта. Примером такой ПТС является обеспечение водой городского населения с использованием водопроводной системы, установленной на водный объект. Система, состояние которой можно целенаправленно изменять, создавая наиболее благоприятные условия для жизнедеятельности человека – управляемая ПТС. Она позволяет не только использовать имеющиеся природные ресурсы, но и создавать условия для возникновения новых, изменяя сам при-

родный объект. К подобным ПТС можно отнести системы, основанные на крупных гидроэлектростанциях, изменяющие местную экосистему. Наиболее удобной и безопасной из перечисленных видов ПТС являются управляемые.

Управляемые ПТС, появившиеся в результате технической деятельности функционируют по различным механизмам и приводят к разным результатам. Выделяют следующие механизмы:

Деградационный – сопровождается снижением природного потенциала.

Креативный – создаются новые природно-антропогенные объекты.

Модифицирующий – искусственно создаются условия, благоприятные для развития определенных групп живых организмов.

Поддерживающий – позволяет сохранять и поддерживать благоприятные условия жизнедеятельности.

Управляющий – осуществляет управление каждого элемента системы в совокупности с остальными, то есть регулятором всей ПТС.

Деградационный механизм несет отрицательные последствия, следовательно, с точки зрения экономики, экологии и безопасности, данный процесс не должен присутствовать при разработке и эксплуатации ПТС. Креативный, модифицирующий, поддерживающий и управляющий механизмы создания и функционирования ПТС позволят достичь лучших результатов, если использовать их одновременно, а не в отдельности. В этом случае новые объекты будут создавать благоприятные условия для жизнедеятельности, которые будут поддерживаться при рациональном управлении ПТС.

Таким образом, преобразование в результате деятельности человека биосферы в биотехносферу выдвигает проблему необходимости рационального управления глобальной ПТС. Этого можно достичь, объединив различные механизмы функционирования ПТС для создания устойчивой управляемой системы, способной обеспечить благоприятные условия жизни и развития общества.

**Литература**

1. СП 11-102-97 «Инженерно-экологические изыскания для строительства».
2. Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ (ред. От 29.07.2018) «Об охране окружающей среды». URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34823/bb9e97fad9d14ac66df4b6e67c453d1be3b77b4c/ (дата обращения: 15.02.2019).
3. Сибриков С.Г. Техногенные системы и техногенный риск: учебное пособие. – Ярославль: ЯрГУ, 2009. – 156 с.
4. Природно-технические системы. URL: http://ntsyst.ru/ (дата обращения: 15.02.2019).
5. Суздалева А.Л. Управляемые природно-технические системы энергетических и иных объектов как основа обеспечения техногенной безопасности и охраны окружающей среды: учебное пособие. – М.: Издательство ИД Энергия, 2015. – 160 с

## MANAGED NATURAL-TECHNICAL SYSTEM BASED ON THE COMBINATION OF THE MECHANISMS OF FUNCTIONING OF THE SYSTEMS AS A FACTOR IN THE DEVELOPMENT OF SOCIETY

**Efremov S.V.[1], Uvarova A.O.[1]**

*[1] – Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University, Saint Petersburg, Russia, sia.uvarova@mail.ru*

**Abstract.** As a result of human activity, the biosphere is being transformed into a biotechnological sphere, turning into a global natural-technical system. To manage this system requires a mechanism that will ensure its functioning.

Keywords: natural-technical system, natural environment, human activity, system, biotechnosphere, safety.

# К ВОПРОСУ СОВРЕМЕННОЙ ИНТЕРПРЕТАЦИИ ТЕРМИНА «ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ»

**Иванов. С.А.[1], ТалановаС.М.[1], Музалевский А.А.[1]**

[1] *– Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург*

**Аннотация:** Экология - междисциплинарная наука. Специалисты разных областей знаний высказывают порой абсолютно разные точки зрения на одну и ту же проблему. Понятно, что в такой ситуации крайне сложно или даже невозможно сформулировать критерии экологической безопасности, которые помогли бы подойти к определению самого понятия экологической безопасности.

Ключевые слова: экологическая безопасность.

Впервые основные положения экологической безопасности были сформулированы во время второй промышленной революции в I9 веке, хотя их к экологической безопасности тогда и не относили. Заметим, что все проблемы были сформулированы абсолютно верно, но ни одна из них до сих пор не нашла своего решения. Трудность заключается в том, что неясно, а что же есть норма? Деградация окружающей среды происходит непрерывно, но относительно чего надо отсчитывать исходное состояние? Изменяются условия в окружающей среде, но эволюционируют и живые организмы. Важный вопрос, а что же происходит быстрее. Если приспосабливаемость жизни вполне успевает за изменением внешних условий (а, похоже, что это так), то, что было нормой вчера, может оказаться совсем другим сегодня или, тем более, завтра.

Очень важно также ответить на вопрос, а для кого норма? Казалось бы ясно - для человека. Но и здесь затруднения, так как норма для жителей разных регионов земного шара по многим показателям разная.

Примененные впоследствии ПДК для оценки качества компонентов природной среды не спасают положения. Более того, возникла новая проблема, связанная с самим понятием ПДК. Объективна ли информация, полученная от проб? Как правильно вести отбор, анализ, и как правильно интерпретировать результаты? В каких единицах производить измерения? Надо ли знать концентрацию элементов, или только ионов? Эти и множество других вопросов на сегодняшний день еще ждут своего решения.

Вернемся к понятию экологической безопасности. Что угрожало и продолжает угрожать человечеству? Вот как виделась эта проблема еще несколько десятилетий назад:

1. Перенаселение. 2. Недостаток пищи. З. Энергетический голод. Дефицит пресной воды.

Совокупность этих факторов привела к рождению новой проблемы, появившейся во второй половине 20-го века - проявлению экологического кризиса с перспективой его перерастания в глобальную катастрофу.

Анализ экологической ситуации в ряде развитых стран Запада дал неутешительные результаты: экологическая ситуация в целом за последнее десятилетие не улучшилась. В чем же дело? Один из компонентов ответа - экология не есть проблема одной отдельно взятой страны.

Во многих странах существует достаточно большое число экологических программ национального масштаба, однако это не снимает проблему создания системы КОЛЛЕКТИВНОЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**,** и этому альтернативы нет.

В систему коллективной экологической безопасности должны быть включены определенные слагаемые и таковыми могут являться: 1. Безотходные технологии.2. Энерго- и ресурсосбережения.З. Замкнутые водообороты.4. Подавление выбросов транспорта и промышленности.5. Утилизация отходов.б. Рекультивация ландшафтов.7. Развитие резерватов и охраняемых территорий.

Из сказанного следует, что стержневая проблема напрямую связана с необходимостью регулирования научно-технического прогресса. В этой связи одним из предложений явилось создание к 2025г. во всех крупных населенных пунктах земного шара природоохранных структур с соответствующими функциями и полномочиями. При этом отмечено, что можно решить ряд проблем, но решить глобальные не удастся. А к таковым относятся:

1. Тепловое загрязнение.
2. Дефицит кислорода.
3. Избавление от отходов: в горнодобывающей промышленности; в ядерной промышленности;
4. Избавление от бытовых отходов.

Именно эти причины полностью нарушили существующие в биосфере циклы миграции вещества и энергии.

Сформулируем в этой связи некоторые выводы:

1. Для решения проблемы выживания необходимо приступить к разработке системы всемирной экологической безопасности.

2. Также необходимо приступить к отысканию альтернативы традиционным экстенсивным способам добычи не возобновляемых ресурсов, всерьез поставить задачу о переносе многих, особо вредных производств на Луну.

З.Сосредоточить усилия на 3-х аспектах: - тепловой эффект, - дефицит кислорода в больших городах, - распространение отходов.

**Литература**

1. Музалевский А.А. Экология. Учебн. пособие. Изд. РГГМУ. 2008г.,604 С.
2. Музалевский А.А., Карлин Л.Н. Экологические риски: теория и практика. Научн. Изд. Изд. РГГМУ. 2011г.,448 С.

## ON THE QUESTION OF THE MODERN INTERPRETATION OF THE TERM “ENVIRONMENTAL SAFETY”

**Ivanov S.A.[1], Talanova S.M.[1], Muzalevsky A.A.[1]**

[1] – *Russian state hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia*

**Abstract:** Ecology is an interdisciplinary science. Specialists from different fields of knowledge sometimes express completely different points of view on the same problem. It is clear that in such a situation it is extremely difficult or even impossible to formulate criteria for environmental safety that would help to approach the definition of the very concept of environmental safety.

Key words: environmental safety.

# ПРИМЕНЕНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ И ОКОЛОУЛЬТРАЗВУКОВЫХ УСТРОЙСТВ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ТЕРРИТОРИЙ ОТ ВАНДАЛИЗМА

**Каверзнева Т.Т.[1], Клочихин И.О.[1], Чаловская Е.К.[1]**

*[1] – Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Санкт-Петербург, Россия, virus6656@list.ru*

**Аннотация.** В данной статье предложено использование устройств, генерирующих высокочастотный звук как метод пресечения противоправного поведения в местах массового скопления людей.

Ключевые слова: ультразвук, противоправное поведение, девиантное поведение, массовое скопление людей, вандализм, развитие территорий.

В настоящее время в Российской Федерации случаи девиантного поведения не являются редкостью. Иногда оно может не подразумевать под собой негативного влияния на общество, а его проявления и действия индивидуумов или групп людей не иметь деструктивного характера. Однако зачастую оно ассоциируется с понятием противоправного поведения, причем небезосновательно.

России не понаслышке известны случаи вандализма. Часто сопровождающийся нарушением общественного порядка, причинением материального и, как следствие для отдельных групп людей, морального ущерба, причинением вреда здоровью граждан, вандализм является острой социальной проблемой, нуждающейся в регулировании.

Возможным решением поставленной задачи может стать использование ультразвуковых и околоультразвуковых устройств, издающих звуки с частотами, близкими к верхнему пределу слуха человека. Прототипами таких шумогенераторов являются ультразвуковые отпугиватели грызунов, часто используемые в продовольственных магазинах и складах как способ защиты продуктов питания от вредителей.

Также известно, что случаи вандализма намного чаще встречаются среди молодежи. Как правило, возраст организаторов преступлений определяется 23−27 годами, а исполнителей – 13−17. Чаще всего это вытекает из совокупности юношеского максимализма и неправильной оценки ситуации и, как следствие, безрассудной и бессмысленной решимости совершить противоправный, обычно демонстрационный акт. Особенность этой социальной группы с точки зрения физиологии определяется остротой слуха и, в частности и особенности, восприятием высоких частот. Именно этот фактор взят за основу идеи применения ультразвуковых и околоультразвуковых устройств в случаях противоправного поведения на территории Российской Федерации.

Применение высокочастотных шумогенераторов как средство предотвращения проявлений вандализма уже используется в парках Токио, Япония. Оптимальным расположением может быть их размещение на столбах или фонарях в парках, возле объектов искусства и культурного наследия, архитектурных памятников. Принимая во внимание количество людей в подобных местах в светлое время суток, а также учитывая тенденции совершения подобных преступлений ночью, рациональным решением будет устанавливать ночной режим работы. Являясь источниками крайне неприятного для слуха молодых людей звука, они призваны предотвращать последствия деструктивного девиантного поведения еще до его фактического воздействия на инфраструктуру, на стадии организации.

Таким образом, использование ультразвуковых и околоультразвуковых устройств в случаях противоправного поведения призвано предотвращать проявления

вандализма, которые могут сопровождаться нарушениями общественного порядкам, причинением материального и морального ущерба и урона инфраструктуре и культурным ценностям, что было практически подтверждено использованием подобных систем за рубежом. Основываясь на возрастных физиологических особенностях и принципе звукового воздействия такие средства помогут уменьшить негативное влияние деструктивного девиантного поведения граждан путем его предотвращения до возникновения неконтролируемых ситуаций или на ранних этапах развития событий. В дальнейшем планируется изучение принципов работы ультразвукового шумогенератора, разработка абстрактной модели, а затем и прототипа устройства. Также, при потенциальном использовании органами по охране общественного порядка, необходимо разработать комплекс средств индивидуальной защиты для использующих такие устройства представителей этих органов.

**Литература**

1. Девиантное поведение – понятие, причины, виды, признаки девиантного поведения. [Электронный ресурс] URL: http://psyh.info/psihologiya-lichnosti/emotsii/deviantnoe-povedenie.html (дата обращения: 08.10.2018)
2. Швецов А.Е., Анкуд Р.К. Разработка ультразвуковой системы отпугивания грызунов. Результаты межвузовской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых специалистов им. Е.В. Арменского. Издательство: Московский институт электроники и математики НИУ ВШЭ, Москва. 2017. С. 260-261.
3. Терехина О.А. социальные характеристики лиц, склонных к вандализму. Инновационная наука. Издательство: Общество с ограниченной ответственностью "Аэтерна", Уфа. 2016. №10-3. С. 139-143.
4. АЛИЕВ Х.К. Вандализм среди несовершеннолетних. Дагестанский государственный педагогический университет. Современное право. Издательство: Издательство "Новый индекс", Москва. 2011. №10. С. 148-151.
5. В Японии вандалов будут пугать ультразвуком. Reuters [Электронный ресурс] URL: https://ru.reuters.com/article/oddlyEnoughNews/idRUMSE54L25T20090522 (дата обращения 12.10.2018)
6. Гомазов Ф.А., Андреев А.В. Действия сотрудников Росгвардии по пресечению незаконных массовых мероприятий в г. Санкт-Петербург Неделя науки СПбПУ материалы научной конференции с международным участием. Высшая школа техносферной безопасности. 2017. С. 157.

## USAGE OF ULTRASONIC AND NEAR-ULTRASONIC DEVICES FOR PROTECTION AGAINST VANDALISM

**Kaverzneva T.T. [1], Klochihin I.O.[1], Chalovskaya E.K.[1]**

*[1] – Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University, St.Petersburg, Russia, virus6656@list.ru*

**Abstract.** This article suggests the use of devices that generate high frequency sound as a method of restraint unlawful conduct in places of a mass congestion of people.

Keywords: ultrasonic, unlawful conduct, deviant behavior, mass gathering, vandalism, territorial development.

# ТРАНСПОРТ НАНОСОВ И ПРОГНОЗ РАЗВИТИЯ МОРСКОГО БЕРЕГА НА ПРИМЕРЕ УЧАСТКА ЯМАЛЬСКОГО БЕРЕГА БАЙДАРАЦКОЙ ГУБЫ

**Кузнецова М.Н.[1], Плинк Н.Л.[1]**

*[1] – Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия, partisha@mail.ru*

**Аннотация.** Одной из важнейших проблем при планировании гидротехнического строительства является устойчивость берега под действием волнения и течений, которая связана с перемещением наносного материала, слагающего берег и поступающего извне. В данной работе рассчитывается поток наносов на примере участка Ямальского берега Байдарацкой губы Карского моря и даётся прогноз дальнейшего развития берега.

Ключевые слова: поток наносов, абразия, береговые процессы.

Абразия и аккумуляция берега связана главным образом с поперечным потоком наносов, который формируется под действием волнения, направленного по нормали к берегу, в данном случае юго-западного. Исследуемый участок берега является абразионно-термоденудационным [1], находится между двух устьев рек Яра-яха и Лы-яха, которые характеризуются авандельтами, выдвинутыми в море на 1,5 км, и совместно с абразионными берегами являются главными поставщиками твердого наносного материала, который вовлекается во вдольбереговой поток и расходуется на построение пляжей и осушек. Вдольбереговой поток волновой энергии на исследуемом участке направлен в южном направлении к устью р.Юрибей и является достаточно сбалансированным, так как дефицит наносов в потоке компенсируется речным стоком твердого материала и, наоборот, избыток речных наносов в потоке компенсируется вовлечением их во вдольбереговой поток. Таким образом, в данном районе изменение береговой линии связано, главным образом, с поперечным потоком наносов, который формируется под действием волнения, направленного по нормали к берегу, в данном случае юго-западного. Это приводит к тому, что в уравнении баланса наносов (1) в морфодинамической системе, рассмотренной в [2], можно пренебречь вдольбереговым потоком наносов $\partial Q/\partial y$ и дополнительным источником в виде речного стока $\Omega$. Эоловым переносом $q_{aeol}$ в данном случае также можно пренебречь ввиду особенностей гранулометрического и видового состава грунтов. В этом случае уравнение баланса наносов можно записать в виде (2). Итого, уравнение баланса наносов в данной морфодинамической системе включает две составляющие – поперечный поток через нижнюю границу береговой зоны $Q^*$ и виртуальный поток, связанный с повышением уровня Мирового океана $wl_x$ (2).

$$\frac{\partial \chi}{\partial t} = \frac{1}{h_* + z_c}\left(\frac{\partial Q}{\partial y} + q_{Aeol} - Q_* + wl_x - \Omega\right) \quad (1)$$

$$\frac{\partial \chi}{\partial t} = \frac{1}{h_* + z_c}(-Q_* + wl_x)\,, \quad (2)$$

где, $\chi$ - положение береговой линии, $t$ – время, $h^*$ - глубина замыкания, $z_c$ – возвышение уровня, $Q^*$ - поперечный поток через нижнюю границу береговой зоны $w=\partial\zeta/\partial t$ – скорость изменения уровня моря, $l_x$ – расстояние от уреза до глубины замыкания.

Величина поперечного потока наносов $Q^*$ рассчитана по 3 методикам: по упрощённой и развёрнутой формулам И.О.Леонтьева [2] и формуле И.И.Леви [5]. Полученные результаты выглядят следующим образом: $Q^*$= 10,32 м3/м год и $Q^*$= 9,6 м3/м год при расчёте по упрощённой и развёрнутой формулам И.О. Леонтьева

соответственно, $Q^*$= 8,64 м3/м год при расчёте с использованием формулы И.И.Леви. Результаты получились сопоставимыми, поэтому для дальнейших расчётов используется среднее значение величины поперечного потока наносов $Q^*$= 9,52 м3/м год.

Направленность поперечного потока наносов определялась по двум методикам. Первую предлагает И.О.Леонтьев [2] и рекомендует определять направление потока с помощью параметра $S_2$, отражающего свойства волнового климата, осадков и морфологии профиля. На исследуемом участке $S_2$=0,84, это означает, что поток направлен в сторону моря. Вторая методика представлена Г.А.Сафьяновым [3], отношение равняется~32 , что больше 1, поэтому поток в данном случае также направлен в сторону моря. Это объясняется следующим: штормовые нагоны на пологом береге при коротких волнах образуют стоковые течения, которые уносят наносный материал от берега. Соответственно значение поперечного потока входит в уравнение баланса наносов со знаком минус. Также согласно номограмме, представленной в работе [4], в данном случае можно говорить о преобладающем режиме движения наносов в виде взвеси. Таким образом, в среднем волновое воздействие должно приводить к размыву берега и перемещению уреза в строну берега.

Второе слагаемое баланса наносов прибрежной зоны исследуемого участка - виртуальный поток, связанный с повышением уровня Мирового океана $wl_x$ был оценён следующим образом. Многие исследования говорят о повышении уровня Мирового океана. Так, Ю.А. Павлидис оценивает увеличение уровня на 0,9 м в течение следующих 200 лет [2], соответственно за 1 год $w$=0,0045 м/год. Подставляя в формулу полученное значение получаем дополнительный поток, связанный с повышением уровня Мирового океана, $wl_x$ =9 м3/м год. Также данную составляющую уравнения баланса наносов можно получить уже в виде смещения уреза $s$ в метрах в год с учётом этого повышения уровня, используя формулу П.Брууна [6]. Результат расчётов по формуле Брууна совпадет с результатом, полученным по формуле И.О.Леонтьева, так как при раскрытии скобок в уравнении баланса наносов (2) в слагаемое, выражающее виртуальный поток, связанный с повышением уровня Мирового океана, входят те же составляющие.

В результате решения уравнения баланса наносов в данной морфодинамической системе с использованием полученных результатов его составляющих $Q^*$= 9,52 м3/м год и $wl_x$ =9 м3/м год получается, что при заданных условиях береговая будет смещаться в среднем на 2,46 м/года вглубь континента и через 100 лет положение уреза воды будет наблюдаться в 246 м от настоящего положения.

В реальных условиях на берегу имеются береговые валы, откосы и другие формы рельефа, которые значительно возвышаются над уровнем моря и являются препятствием при проникновении воды вглубь континента. Исследуемый в данной работе участок представлен террасой высотой 3-20 м, к подножью которой примыкает пляж, она будет препятствовать сильному смещению уреза воды вглубь суши.

С учётом особенностей геоморфологии и повышении уровня по прогнозам Павлидиса, можно предположить, что смещение уреза на участке через 100 лет произойдёт на величину, попадающую в предел 180÷220 м.

Данные оценки лито- и морфодинамики предположительны, и прогноз составляется на основе настоящих климатических тенденций, что не исключает натурных наблюдений и систематического учёта изменений морфодинамических параметров в прибрежной зоне.

**Литература**

1. Камалов А.М. Морфолитодинамика берегов и дна Байдарацкой губы на трассе перехода магистральными газопроводами/ Камалов А.М., Огородов С.А., Бирюков В.Ю., Совершаева Г.Д.,

Цвецинский А.С., Архипов В.В., Белова Н.Г., Носков А.И., Соломатин В.И. //Криосфера Земли.- 2006. -Т. 10( № 3). - с.3–14
2. Леонтьев И.О. Бюджет наносов и прогноз развития морского берега//Океанологи.–Москва.-Т.48(№3).-467-476
3. Сафьянов Г.А. Геоморфология морских берегов. – М.: МГУ, 1996.
4. Кузнецова М.Н., Плинк Н.Л. Методические расчёты для предварительной оценки характеристик транспорта наносов//Гидрометеорология и экология: достижения и перспективы и развития: материалы всеросс. науч. конф. – СПб.- 2018.
5. Макаров К.Н. Заносимость подходных каналов и портовых акваторий на песчаных берегах// Литодинамика донной контактной зоны океана: материалы междунар. науч. конф. – Волгоград, 2009.
6. Bruun P. The Bruun rule of erosion by sea-level rise: a discussion on large-scale two- and three-dimensional usages// J. of Coastal Res. -1988. -№4. -p. 627–648.

# SEDIMENT TRANSPORT AND FORECAST OF DEVELOPMENT OF THE SEA COAST ON THE EXAMPLE OF THE SITE OF THE YAMAL COAST OF BAIDARATA BAY

**Kuznetsova M.N.[1], Plink N.L.[1]**

[1] – *Russian state hydrometeorological university, St. Petersburg, Russia, partisha@mail.ru*

**Annotation.** One of the major problems when planning hydrotechnical construction is stability of the coast under the influence of waves and currents which is connected with movement of the alluvial material composing the coast and arriving from the outside. In this work the sediment transport is calculated on the example of the site of the Yamal coast of Baidarata Bay of the Kara Sea and the forecast of further development of the coast is given.

Keywords: sediment transport, abrasion, coastal processes.

# АНАЛИЗ СИСТЕМЫ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ НА ТЕРРИТОРИИ ХАБАРОВСКОГО КРАЯ В РАМКАХ РЕАЛИЗАЦИИ РЕФОРМЫ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ ПРОИЗВОДСТВА И ПОТРЕБЛЕНИЯ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Лисенков С.А.[1], Шалунова Е.П.[2]**

*[1] – Санкт-Петербургский Государственный Университет, Санкт-Петербург, Россия, serlisenkov@mail.ru*
*[2] – Санкт-Петербургский Государственный Университет, Санкт-Петербург, Россия.*

**Аннотация.** В данной статье рассмотрены основные механизмы регулирования системы обращения с отходами производства и потребления в Хабаровском Крае, проведен анализ сложившейся ситуации в регионе.

Ключевые слова: система обращения с отходами, территориальная схема, региональная программа, региональный оператор.

Загрязнение окружающей среды отходами производства и потребления приобретает все более серьезные масштабы: на сегодняшний день отходы являются одной из ключевых экологических проблем отдельно взятого региона, страны в целом и всего мира. Несоблюдение требований по обращению с ними, в частности по их транспортировке, хранению и захоронению, зачастую приводит к нарушению почвенного покрова, засорению водных объектов, загрязнению атмосферного воздуха, разрушению естественных геосистем и отчуждению огромных территорий, а также к непосредственному негативному влиянию на жизнь и здоровье человека.

С 1 января 2019 года на территории Российской Федерации происходит постепенное реформирование отрасли обращения с твёрдыми коммунальными отходами, что приводит к необходимости разработки стратегических документов и подзаконных нормативных актов на уровне субъектов федерации.

Наибольшее количество отходов на территории Хабаровского края образуют предприятия по добыче полезных ископаемых, а именно драгоценных металлов (золота, платина) и каменного угля. Количество отходов, образующихся за счет других производств, а также от населения незначительно.

Центральными документами в системе обращения с отходами для каждого отдельного региона являются территориальная схема и региональная программа. Сведения о целевых показателях (индикаторах) отражены в региональной программе Хабаровского края основными положениями которой являются: количество изданных нормативных правовых актов в области обращения с отходами, доли обезвреженных, утилизированных и захороненных ТКО от общего объема, доля контейнерных площадок, охваченных инфраструктурой раздельного сбора твердых коммунальных отходов с круглогодичным доступом. В территориальной схеме добавляются такие показатели, как ликвидация выявленных на 01 января 2018 года несанкционированных свалок в границах городов, создание электронной региональной схемы обращения с твердыми коммунальными отходами.

На территории Хабаровского края только один полигон, расположенный в муниципальном районе им. Лазо, соответствует нормам действующего законодательства. Принимая во внимание обширные территории края, а также малую плотность расселения, очевидно, что большая доля ТКО захоранивается на несанкционированных местах размещения отходов. В таком случае наиболее выгодно не строить новые полигоны, а привести в соответствие с нормами законодательства уже существующие несанкционированные места размещения отходов.

Помимо выявленных на сегодняшний день проблем в практической стороне вопроса обращения с отходами (несанкционированные свалки, низкий уровень переработки втор-

сырья и др.), существует ряд нерешенных задач в области законодательства по данной теме (достоверность и своевременность предоставления информации в региональный кадастр отходов, сложности в коммуникации с региональным оператором, круг полномочий, обязанности и ответственность регионального оператора и др.). Министерством природных ресурсов Хабаровского края осуществляется ведение регионального кадастра отходов в регионе, который состоит из сведений о юридических лицах и индивидуальных предпринимателях, осуществляющих деятельность по сбору, транспортированию, обработке, утилизации, обезвреживанию, размещению отходов на территории края, банка данных об отходах и о технологиях их обработки, утилизации и обезвреживания, применяемых на территории края. Эта информация в первую очередь необходима региональному оператору в сфере обращения с отходами, которым на территории Хабаровского Края является ООО «Хабавтотранс ДВ». Руководствуясь разработанной территориальной схемой с продуманными и подробно прописанными потоками отходов, осуществляя полный контроль в области обращения с отходами региональный оператор сможет контролировать объемы образующихся, транспортируемых, перерабатываемых и утилизируемых отходов. Однако, процесс налаживания связей между региональным оператором и производителями отходов может растянуться на долгий период, который поставит под сомнение достижение целевых показателей территориальной схемы в установленный срок.

Таким образом, проведя анализ системы обращения с отходами в регионе, можно сказать, что в Хабаровском крае существует проработанная территориальная схема по обращению с отходами, разработана и реализуется региональная программа, а с 1 января 2019 года начал работу региональный оператор, о результатах которой говорить пока рано. Все нормативно-правовые акты либо дополняют друг друга, либо подробно раскрывают, но, важно, что не противоречат друг другу. Всей системе необходима модернизация и доработки, которые подразумевают под собой совершенствование связей «жилой фонд, организации, промышленность - региональный оператор». Контроль сокращения накопленного экологического ущерба от эксплуатации промышленных объектов также должен быть приоритетной задачей всей системы обращения с отходами в крае.

**Литература**

1. Постановление Правительства Хабаровского края от 20 декабря 2016 года N 477-пр «Об утверждении территориальной схемы обращения с отходами, в том числе с твердыми коммунальными отходами, Хабаровского края»;
2. Распоряжение Правительства Хабаровского края от 14.11.2018 N 736-рп "Об утверждении региональной программы Хабаровского края «Обращение с отходами, в том числе с твердыми коммунальными отходами, на территории Хабаровского края»;
3. Постановление Правительства Хабаровского края от 20 июня 2016 года N 188-пр «Об утверждении Порядка ведения регионального кадастра отходов в Хабаровском крае».

# ANALYSIS OF THE WASTE MANAGEMENT SYSTEM IN THE FRAMEWORK OF THE CURRENT REFORM OF THE TREATMENT OF PRODUCTION AND CONSUMPTION WASTE IN THE RUSSIAN FEDERATION IN THE KHABAROVSK REGION.

**Lisenkov S.A.[1], Shalunova E.P.[2]**

*[1] - St. Petersburg State University, St. Petersburg, Russia, serlisenkov@mail.ru*
*[2] - St. Petersburg State University, St. Petersburg, Russia*

**Abstract.** This article discusses the basic mechanisms for regulating the system of handling production and consumption waste in the Khabarovsk Territory, and analyzes the current situation in the region.

Key words: waste management system, territorial scheme, regional program, regional operator.

# ИНСТРУМЕНТ РИСКА В ОБЕСПЕЧЕНИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

**Музалевский А.А.** [1]

[1] – *Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия,muzalev@rshu.ru*

**Аннотация.** Анализ рисков содержит:

во-первых, оценку всей совокупности рисков (экономический, экологический, социальный и другие), действующих в обществе до принятия соответствующего решения и после того;

во-вторых, анализ затрат на реализацию данного решения, причем не только экономических, но и социальных и экологических затрат;

в-третьих, необходимость той или иной деятельности, определяется, исходя из конкретных социально-экономических условий той или иной страны и закрепляется законодательно.

Ключевые слова: риск, опасность, безопасность, индивидуальный риск, социальный риск, оценка риска, управление риском.

1. Основные понятия и положения

Создание стратегии снижения рисков потребует определения следующих понятий:

1) безопасность при чрезвычайных ситуациях; 2) угрозы и опасности чрезвычайных ситуаций; 3) меры безопасности; 4) меры опасности; 5) какая опасность может считаться "приемлемой"; 6) степени опасности, которая может считаться "чрезмерной"; 7) степени опасности, которая может считаться "пренебрежимой"; 8) риска, ущерба, индивидуального и социального риска, оценки, анализа и управления рисками, формационного обеспечения анализа риска; 9) основные понятия об основах методологии принятия решений; 10) основные понятия об основах методологии оценки неверно принятого решения.

2. Оценка риска

Оценка риска осуществляется с учетом опасных факторов, присущих определенному веществу или ситуации, степени подверженности человека и окружающей среды воздействиям этих факторов и информации о соотношении воздействий и вызываемых ими последствий

Качество окружающей среды может быть оценено с помощью индексов качества. Эти индексы качества легко связываются, как показано в наших работах, с соответствующим уровнем экологического риска [1].

3. Управление риском

Методология управления риском (экологической безопасностью) окружающей среды предполагает соблюдение следующих требований:

во-первых, оценку всей совокупности рисков, действующих в обществе до принятия соответствующего решения и после того;

во-вторых, анализ затрат на реализацию данного решения;

в-третьих, анализ выгод от принятия данного решения - не только экономических (а чаще только финансовых), но и социальных, политических, экологических и прочих.

4. Оценка эффективности реализуемых мер по управлению риском

Сейчас еще слишком рано говорить о каких-либо серьезных достижениях и успехах. В частности, в тщательной проработке нуждаются следующие аспекты:

1) изучение взаимосвязанности вредных воздействий и тех последствий, которые они вызывают при попадании в организм человека или окружающую среду;

2) установление региональных различий в доминировании той или иной болезни как реакции организма на загрязнения окружающей среды, а также тенденций развития ситуации (увеличение или снижение количества случаев проявления эффектов вредных воздействий) и опасных факторов;

3) создание надежной базы данных, объединяющей в единое целое все имеющиеся сведения и позволяющей, например, получить информацию об уровнях заболеваний различного рода с указанием конкретных экологических причин, их вызывающих;

4) выявление наиболее важных экологических причин, вызывающих необратимые изменения в организме человека и ответственных за возникновение серьезных заболеваний.

**Литература**

1. Музалевский А.А. Карлин Л.Н. Экологические риски: теория и практика. Изд-во РГГМУ, 2011 г. 448 С.

## RISK TOOL IN ENSURING ENVIRONMENTAL SAFETY OF ST. PETERSBURG

**Muzalevsky A.A.**[1]

[1] – *Russian state hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia, muzalev@rshu.ru*

**Abstract.** Introduction Risk analysis contains: firstly, the assessment of the entire set of risks (economic, environmental, social and others) that operate in the society before the adoption of the relevant decision and thereafter; secondly, an analysis of the costs of implementing this solution, not only economic, but also social and environmental costs; thirdly, the need for a particular activity is determined on the basis of the specific socio-economic conditions of a particular country and is enshrined in law.

Keywords**:** risk, danger, safety, individual risk, social risk, risk assessment, risk management.

# ПРОГНОЗИРУЕМЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ЗОНЫ ЗАТОПЛЕНИЯ ТЕРРИТОРИИ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА В XXI ВЕКЕ

**Павловский А.А.**[1]

[1] – *СПб ГКУ «НИПЦ Генплана Санкт-Петербурга», Санкт-Петербург, Россия, pa1@yandex.ru*

**Аннотация.** В тезисах приводятся сведения о зоне затопления Санкт-Петербурга в настоящее время. Также представлены данные о существующей динамике и прогностических оценках изменения ее параметров в XXI веке.

Ключевые слова: затопление, мегаполис, современные изменения климата

Анализ распределения урбанизированных территорий по поверхности Земли показывает, что наибольшее количество мегаполисов расположено на побережье Мирового океана. При этом низинные прибрежные районы, подверженные наводнениям, являются наиболее чувствительными к неблагоприятным последствиям современных изменений климата [1; 2].

На этом фоне вопросы защиты прибрежных частей городов от затопления, подтопления становятся одними из приоритетных при инженерной подготовке урбанизированных территорий. На территории Санкт-Петербурга негативное воздействие вод проявляется прежде всего в виде нагонных явлений со стороны Финского залива, для защиты от которых построен специальный комплекс защитных сооружений, либо в результате ледовых заторов и зажоров на участке реки Невы выше Большеохтинского моста (www.meteo.nw.ru).

В настоящее время площадь зоны затопления территории Санкт-Петербурга, которая в установленном действующим российским законодательством порядке была согласована МЧС России, Росгидрометом, Роснедрами, Росприроднадзором, утверждена Росводресурсами и внесена в государственный водный реестр, составляет около 4766 га или примерно 3% от общей площади города.

Достигнутая в начале XXI века защищенность береговой зоны Невской губы от нагонных наводнений естественным образом приводит к активизации экономической деятельности в прибрежных низинных областях города и разработке различных планов по намыву новых территорий в его акватории. Важнейшими вопросами, которые возникают при планировании данной деятельности являются директивные отметки вновь образуемых территорий и сохранение способности акватории аккумулировать сток Невы при закрытых затворах Комплекса защитных сооружений от наводнений Санкт-Петербурга (далее – КЗС) – обеспечение условий, что уровень воды в Невской губе не должен превысить 190 см БСВ.

В соответствии с мероприятиями по развитию функционально-планировочной структуры Генерального плана Санкт-Петербурга, как на расчетный срок, так и на перспективу реализации документа предусматривается градостроительное освоение акватории Финского залива путем намыва территорий для размещения объектов капитального строительства: на расчетный срок (2018 год) – 450–500 га, на прогнозируемый период (2025 год) – 800–1000 га.

В настоящее время в рамках реализации действующего Генплана Санкт-Петербурга в акватории Финского залива и реки Невы намыто около 383 га, еще 844 га запланированы к организации, что в сумме составляет около 1227 га. Таким образом, существующие и планируемые намывы в границах акватории Финского залива уже практически соответствует допустимой величине в 1250 га, установленной Генпланом Санкт-Петербурга.

Размещение дополнительных намывных территорий, особенно в границах акватории Невской губы может привести к уменьшению ее аккумулирующей способности и соответственно к увеличению уровней, так называемых остаточных наводнений, что негативно повлияет на существующую, строящуюся и проектируемую застройку всего побережья.

При этом развитие глобального потепления, проявляющееся, в том числе, в повышения среднего уровня моря Финского залива способно существенно повлиять на обоснованность выше указанной «безопасной» планировочной отметки при освоении прибрежных территорий. Межгодовой ход уровня моря в Невской губе с середины XX века по настоящее время характеризуется наличием положительного линейного тренда, величина которого составляет 1,9 мм/год. А в случае реализации сценариев Второго оценочного доклада по изменениям климата в бассейне Балтийского моря, уровень Финского залива в конце XXI веке может повыситься от 30–40 до 80–90 см по сравнению с концом XX века [3].

Кроме того, наблюдающиеся в последний климатический период тенденции на увеличение повторяемости наводнений не снизились после ввода в строй Комплекса защитных сооружений Санкт-Петербурга от наводнений (далее – КЗС). С 2011 года КЗС закрывался в наводненческие ситуации 19 раз на срок от 4 до 48 часов. В период наводненческой ситуации 27–28.12.2011 КЗС был закрыт в течение 31 часа. Максимальный уровень воды в р. Большая Нева у Горного института достиг отметки 168 см БСВ, при этом средние суточные расходы воды р. Невы составляли 2580–2610 $м^3/с$.

Во время тройного наводнения с 5 по 7 декабря 2015 года продолжительность закрытия КЗС составила 48 часов, а максимальный уровень воды в р. Большая Нева у Горного института не превысил отметки в 159 см БСВ только по причине невысоких расходов воды р. Невы 1840-1960 $м^3/с$.

Известно, что уровенный режим Ладожского озера характеризуется существенной изменчивостью под воздействием климатических условий, в многолетней динамике которого выделяется квазитридцатилетний цикл. В настоящее время отмечается повышение уровня Ладожского озера, что в свою очередь приводит к увеличению расходов реки Невы, в том числе в осенние месяцы. Расходы 1% обеспеченности для сентября-ноября равны, соответственно: 4314, 4420 и 4372 $м^3/с$.

В связи с наличием указанных угроз для устойчивого развития приморских территорий города в XXI веке Комитетом по градостроительству и архитектуре Санкт-Петербурга была заказана и успешно выполнена ФГБУ «Северо-Западное УГМС» специализированная работа по обоснованию минимально возможной (допустимой) площади зеркала воды Невской губы Финского залива, обеспечивающей нормальное функционирование КЗС.

В результате выполненной работы установлено, что в современных климатических условиях, при условии роста уровней Ладожского озера и Финского залива, увеличении частоты повторяемости наводненческих циклонов, максимальные уровни воды 1% обеспеченности в акватории Невской губы могут достигать до 260 см БСВ, что существенно выше принятых в настоящее время 190 см БСВ.

В этой связи целесообразно максимально ограничить дальнейший намыв территории в Невской губе, а в отношении низинных приморских территорий разработать комплексное проектное решение по их инженерной защите.

**Литература**

1. Резолюция 44/206 Генеральной Ассамблеи ООН от 22 декабря 1989 года «Возможные неблагоприятные последствия повышения уровня моря для островов и прибрежных районов, в особенности низинных прибрежных районов».

2. United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2018). World Urbanization Prospects: The 2018 Revision, Online Edition. Available from https://esa.un.org/unpd/wup/Publications.
3. Second Assessment of Climate Change for the Baltic Sea Basin. 2015. The BACC II Author Team. Regional Climate Studies. DOI 10.1007/978-3-319-16006-1.

# THE PREDICTED CHANGES OF A ZONE OF FLOODING OF THE TERRITORY ST. PETERSBURG IN THE 21ST CENTURY

**Pavlovskii A.A.** [1]

[1] – *State Research and Design Center of Saint Petersburg Master Plan (Russia, St.Petersburg, pa1@yandex.ru)*

**Abstract.** Data about St. Petersburg flooding zones in modern conditions are given in the article. Information on the predictive estimates of flooding zones in the 21st century is also submitted.

Keywords: flooding, megalopolis, modern climate changes.

# ОЦЕНКА ПОТЕНЦИАЛА ОВРАГООБРАЗОВАНИЯ В КРИОЛИТОЗОНЕ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ИНФРАСТРУКТУРЫ НЕФТЕГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

**Сидорчук А.Ю**[1]

[1] – *Московский государственный университет, Москва, Россия, fluvial05@gmail.com*

**Аннотация.** Проведены расчеты овражного потенциала для нескольких нефтегазовых месторождений на полуострове Ямал. Выявлены области с высоким потенциалом овражной эрозии и обозначены природоохранные мероприятия для обеспечения безопасности объектов инфраструктуры.

Ключевые слова: Динамическая модель образования оврага, степень нарушения растительного покрова, критическая скорость потока для начала эрозии

Разработана методика расчета потенциала овражной эрозии и термоэрозии при разных значениях критической скорости начала размыва почво-грунтов. Базовой является динамическая модель GULTEM [4], которая позволяет рассчитывать изменение вертикальных отметок поверхности на овражном водосборе для всей последовательности расчетных расходов воды. Слой стока воды в периоды снеготаяния и летних дождей находится с помощью модификации гидрологических моделей Виноградова [2] и Гельфана [1], калиброванной по данным измерений на овражной водосборах территории Бованенковского ГКМ. Необходимые метеорологические характеристики принимаются или по данным ближайших метеостанций (Марре-сале и Новый порт) или из архивов реанализа для соответствующих узлов сетки. Это высота и плотность снежного покрова в начале снеготаяния, по срокам осадки холодного и теплого периода, температура воздуха, испарение.

Начальный рельеф овражных водосборов, на которых расположены объекты инфраструктуры обустройства месторождений задается по цифровой модели рельефа (ЦМР) ArcticDEM [3] с горизонтальным разрешением 2 м пиксель. Обычно размеры участков не превышают 4 км$^2$, чего бывает достаточно для охвата водосбора крупной балки с одним или двумя поселками комплекса освоения месторождения. На исходной ЦМР проводится заполнение замкнутых котловин, после чего строится поле площадей водосборов, опирающихся на данный пиксель и линии тока разного порядка. Таким образом для каждого овражно-балочного водосбора выделяется система растровых линий тока, каждая из которых проходит от своего истока до устья оврага и для каждого пикселя которой имеется информация о его горизонтальных координатах, вертикальных отметках поверхности и площадях водосбора, опирающихся на данный пиксель.

Для каждой линии тока по модели GULTEM рассчитывается изменение вертикальных отметок поверхности на овражном водосборе при различных значениях критической скорости начала размыва верхнего слоя почво-грунтов с растительностью. Каждой такой критической скорости соответствует определенная плотность подземной и наземной биомассы, которая и определяет, наряду с литологией, степень противоэрозионной устойчивости [5]. Назначается опасная величина вертикального размыва овражного водосбора. Целесообразно в качестве таковой принять мощность верхнего слоя почво-грунтов с растительностью, так как после размыва этого слоя (или его разрушения естественными или техногенными процессами) обычно противоэрозионная стойкость территории резко уменьшается. Часть водосбора, на которой размыв больше опасного при заданной критической скорости, выделяется как область, где необходимы мероприятия по снижению или устранению овражной эрозии.

Полуостров Ямал характеризуется густой естественной овражно-балочной сетью. Здесь густота балок и оврагов со связанными с ними ложбинами на склонах достигает 2-2.5 км/км$^2$ при довольно скромном вертикальном расчленении рельефа – максимум до 25-30 м. Естественные овраги активны за счет малой устойчивости перигляциальных ландшафтов. В ходе антропогенного освоения криолитозоны эта естественная неустойчивость увеличивается в разы. В подобных условиях достаточно сложно выбрать участки для строительства вахтовых поселков, кустов скважин и, особенно, линейных объектов, которым бы не угрожали естественные или техногенные овраги. Необходима оценка безопасности техногенных объектов. Такая оценка проведена выборочно для некоторых объектов Бованенковского ГКМ и Новопортовского НГКМ, а также участков Ямальской железной дороги. Расчеты показывают, что овражно-балочная сеть полуострова Ямал в основном достигла своего максимально возможного развития. Плоские водоразделы, на которых нет современных оврагов, могут быть подвержены эрозии или при полном разрушении растительного покрова, или при существенном изменении гидрологического режима территории. Тем не менее, на всех исследованных объектах имеются области повышенной опасности формирования оврагов, где необходимы противоэрозионные мероприятия.

Стремление избежать подобных ситуаций заставляет проектировщиков размещать объекты строительства на поймах рек. Это особенно ярко выражено на территории Бованенковского ГКМ, где существенная часть широкой поймы в узле слияния рек Се-Яха и Морды-Яха занята насыпными площадками вахтовых поселков, дорогами и другими объектами. Хотя за последние 30 лет освоения этого месторождения эта пойма не затапливалась полыми водами, существуют геоморфологические признаки древних катастрофических паводков, которые приводили к образованию новых проток и смещению русел рек. Для оценки вероятности таких событий в будущем необходим климатический и гидрологический прогноз для территорий практических всех месторождений на полуострове Ямал.

**Литература**

1. Гельфан А. Н. Модель стока воды при снеготаянии и при дождях // Эрозионные процессы центрального Ямала / Ред. А. Ю. Сидорчук, А. В. Баранов. — СПб: РНИИ Культурного и природного наследия, 1999. — С. 205–224.

2. Виноградов Ю. Б. Математическое моделирование процессов формирования стока: опыт критического анализа. — Л.: Гидрометеоиздат, 1988. — 312 с.

3. ArcticDEM, 2018. Harvard Data V.1 . — https://doi.org/10.7910/DVN/OHHUKH.

4. Sidorchuk A. Gully erosion in the cold environment: Risks and hazards // Advances in Environmental Research. — Vol. 44. — Hauppauge, NY: Nova Science Publ., 2015. — P. 139–192.

5. Sidorchuk A., Grigorev V. Soil erosion on the Yamal Peninsula (Russian Arctic) due to gas field exploitation // Advances in GeoEcology. — 1998. — Vol. 31. — P. 805–811.

# ASSESSMENT OF GULLY POTENTIAL IN THE CRYOLITHOZONE TO ENSURE THE SAFETY OF THE INFRASTRUCTURE OF OIL AND GAS FIELDS

**Sidorchuk A. Yu**[1]

[1] – *Moscow State University, Moscow, Russia, fluvial05@gmail.com*

**Abstract.** Calculations of gully potential for several oil and gas fields on the Yamal Peninsula were carried out. Areas with high potential for gully erosion were identified and environmental measures to ensure the safety of infrastructure facilities were proposed.

Keywords: Dynamic model of gully erosion, degree of disturbance of vegetation cover, critical flow rate for the erosion initiation

# ВОЗДЕЙСТВИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ НА ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКУ РОССИИ

**Тюсов Г.А.[1], Акентьева Е.М.[2]**

*[1] – Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург, Россия, tyusov@binran.ru*
*[2] – Главная геофизическая обсерватория им. А.И. Воейкова, Санкт-Петербург, Россия*

**Аннотация:** Проведен анализ влияния климатических изменений на безопасность и эффективность работы ТЭС и АЭС России. Выявлены районы с наибольшими погодно–климатическими рисками для производства электроэнергии.

Ключевые слова: изменения климата, климатические индексы, электроэнергетика, климатическое моделирование.

На производство электроэнергии на АЭС и ТЭС воздействует комплекс климатических факторов, важнейшим среди которых является термический режим, влияющий на условия охлаждения энергоблоков. Анализ нормативных документов, посвященных воздействию условий внешней среды на функционирование ТЭС и АЭС, а также информация, полученная в результате взаимодействия с потребителями, позволили определить набор специализированных климатических индексов, отражающих критическое, состояние окружающей среды для безопасного функционирования агрегатов.

В данной работе рассматриваются следующие гидротермические показатели: максимальное годовое число последовательных дней без осадков (CDD); продолжительность самой длительной волны тепла в году (когда последовательно отмечалось не менее 3 суток с минимальной и максимальной температурой воздуха выше значений 90%-ной обеспеченности, рассчитанных для наиболее жаркой пятидневки – HWD); число периодов, когда последовательно отмечалось не менее 5 суток с максимальной и минимальной температурой воздуха выше значений 95%-ной обеспеченности, рассчитанных для наиболее жаркой пятидневки (5TX5TN). Климатические индексы рассчитаны по процедуре ClimPACT [1]. Районами исследования методом экспертной оценки выбраны 7 регионов России с высокой плотностью расположения атомных и тепловых электростанций: Калининградская, Ленинградская, Московская, Ростовская и Свердловская области, Центрально-Черноземный и Южно-Сибирский регионы.

Проектные характеристики АЭС и ТЭС учитывают климатическую информацию на период до 1980–х годов. В этой связи вызывает интерес анализ изменений температурного и влажностного режимов в рассматриваемых районах в конце XX в. – начале XXI в., а также оценка прогнозных изменений климата.

Для анализа наблюдаемых изменений климатических индексов использованы суточные ряды температуры воздуха и сумм осадков на 10 метеостанциях в семи исследуемых районах. Прогнозные оценки индексов получены для тех же местоположений путем ансамблевых расчетов будущих изменений климата с помощью системы моделей глобального и регионального климата – это созданные в ГГО спектральная глобальная и встроенная в нее конечно–разностная региональная модели атмосфера – криосфера – деятельный слой почвы с пространственным разрешением 200 и 25 км соответственно [2]. С каждой моделью было проведено 30 экспериментов по моделированию будущих изменений климата по сценарию RCP 8.5 МГЭИК. Расчеты проводились для двух десятилетних периодов – 1990-1999 гг. и 2050-2059 гг. Таким образом, для каждого периода ансамбль охватывает 300 расчетных лет, описывая широкий спектр климатической изменчивости. Следует отметить, что изменчивость климата в данном исследовании является основным источником неопределенности прогнозов изменения регионального

климата, т.к. используется одна система глобальной и региональной моделей и один сценарий радиационного воздействия. Результаты климатического моделирования для 1990-1999 гг. верифицировались с данными инструментальных наблюдений для уточнения валидизации прогнозных оценок.

Анализ полученных данных (табл.) показал, что тенденция к увеличению числа засушливых периодов ожидается только в Ростовской области и Центрально–Черноземном регионе. В других районах число засушливых дней вероятно, сократится. Однако, учитывая, что среднеквадратическое отклонение этого индекса во всех случаях превышает величину самих изменений, неопределенность этих оценок значительна (отношение среднего изменения к среднеквадратическому отклонению изменений в ансамбле для изменений индекса HWD превышает единицу для всех рассматриваемых районов). Наибольшее увеличение этой характеристики следует ожидать в Ростовской области и Центрально–Черноземном регионе. Прогнозируемое число жарких периодов во всех семи районах значительно превышает это значение, наблюдаемое в конце XX в. Если в 1990-1999 гг. экстремально жаркие периоды наблюдались один раз в 5-10 лет, то к середине XXI в. они могут отмечаться практически ежегодно.

К середине XXI в. во всех районах исследования ожидается практически двукратный рост максимальной длительности волн тепла (HWD) и возрастание в 4-5 раз повторяемости лет с экстремально жаркими периодами (5TX5TN). При этом в зоне наибольшего риска оказываются Центрально–Черноземный регион и Ростовская область. Следует отметить, что в этих районах риски нарушения эффективной работы электростанций, связанные с высокой температурой воздуха и охлаждающей воды, становятся еще более значимыми из-за увеличения потребления энергии на кондиционирование в летний период.

Полученные результаты свидетельствуют о необходимости учета изменяющихся климатических параметров в нормативных документах по проектированию и эксплуатации ТЭС и АЭС, а также проведения постоянного мониторинга с целью проверки непревышения проектных значений этих параметров. Вероятное снижение мощности энергоблоков АЭС и ТЭС в летний период должно учитываться при планировании развития энергетической отрасли в районах наибольших климатических рисков.

Таблица – Изменения значений индексов CDD, HWD, 5TX5TN к 2050–2059 гг. по сравнению с 1990–1999 гг. по оценкам региональной модели ГГО (сценарий RCP 8.5)

| Регион | CDD | | | HWD | | | 5TX5TN | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | *I* | Δ*I* | *σ* | *I* | *ΔI* | *σ* | *I* | *ΔI* | *σ* |
| Калининградская область | 23,3 | -1,4 | 6 | 7,4 | **8,9** | 6,3 | 0,2 | **1,9** | 1,2 |
| Ленинградская область | 24,4 | -1,2 | 6,9 | 7,5 | **8,7** | 6,8 | 0,2 | **2,1** | 1,2 |
| Московская область | 18,4 | -0,9 | 9,3 | 8,5 | **8** | 7,2 | 0,2 | **2,2** | 1,3 |
| Центрально-Черноземный регион | 21,6 | 1,1 | 11,2 | 9,2 | **9** | 8,7 | 0,4 | **2,1** | 1,4 |
| Ростовская область | 31,1 | 3,3 | 27,6 | 8,8 | **11,8** | 9,3 | 0,3 | **2,3** | 1,3 |
| Свердловская область | 27,5 | -1,7 | 12,5 | 6,5 | **6** | 5,4 | 0,1 | **1,9** | 1,1 |
| Южно-Сибирский регион | 25 | -3,6 | 8,8 | 6,6 | **5,6** | 5,6 | 0,1 | **1,1** | 0,9 |

*Примечания*: *I* – значение индекса в 1990–1999 гг. по данным наблюдений; Δ*I*– средние по ансамблю изменения индекса к 2050–2059 гг. по сравнению с 1990–1999 гг.; *σ* – среднеквадратическое отклонение изменений в ансамбле. Жирным шрифтом отмечены значения изменений индексов, превышающие или равные стандартному отклонению (отношение сигнала к шуму превышает единицу).

**Литература**
1. Акентьева Е.М., Тюсов Г.А. Использование программного продукта ClimPact для оценок воздействия климатических факторов на производство электроэнергии (на примере функционирования ТЭС и АЭС) // Труды ГГО, 2015. Вып. 578. С. 86−100.
2. Мелешко В.П., Матюгин В.А., Спорышев П.В. и др. Модель Общей циркуляции атмосферы ГГО (версия MGO-03 T63L25) // Труды ГГО. 2014, Вып. 571. С. 5−87.

# IMPACT OF CLIMATE CHANGE ON THE POWER INDUSTRY OF RUSSIA

**Tyusov G.A.[1], Akent'eva E.M.[2]**

[1] – *Komarov Botanical Institute, St.-Petersburg, Russia, tyusov@binran.ru*
[2] – *Voeikov Main Geophysical Observatory, St.-Petersburg, Russia*

**Abstract.** The analysis of the impact of climate change on the operational safety and efficiency of thermal and nuclear power plants in Russia. As a result of the analysis, the regions with the highest climate risk for the energy production are identified.

Key words: climate change, climate indexes, electric power industry, climatic modeling.

# АНАЛИЗ ПРОБЛЕМ, СВЯЗАННЫХ С ОТСУТСТВИЕМ ГОРОДСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ В СОВРЕМЕННЫХ МИКРОРАЙОНАХ

**Ульянов А.И.[1], Шавуров С.А.[1]**

*[1] – Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, г. Санкт-Петербург, Россия, seriyshavurov@mail.ru*

**Аннотация.** В настоящее время при застройке пригородов используется достаточно плотная, микрорайонная застройка. При этом зачастую инфраструктура на данных территориях не способна обеспечить оказание услуг всем жителям. Поэтому необходимо разрабатывать более функциональные и экологичные способы застройки, чтобы обеспечить высокий уровень благополучия населения.

Ключевые слова: урбанистика, городская застройка, микрорайон, архитектура, благополучие населения.

Большинство россиян, рождены, или по крайне мере проживали, тот или иной период своей жизни, в так называемых "Хрущевках".

Данный тип жилья, не особо отличается дизайном, качеством или размером жилого пространства, кухня 6-8 метров. Комната 12-18 метров. Совмещенный санузел 3-4 метра. Данные дома разрабатывались в послевоенные годы, когда требовалось расселить большое количество людей лишившихся жилья в ходе войны, а вопрос удобства и архитектурных изысков стоял на последнем месте. Известная цитата Н.С. Хрущева тому подтверждение: "...Многие из вас понимают архитектуру слишком эстетически, как художественную деятельность, а не как средство удовлетворения насущных потребностей советского народа. Это они тратят народные деньги на никому не нужные красоты, вместо того, чтобы строить проще, но больше".

Сейчас 21 век и нет необходимости в столь короткий срок предоставить квартиры такому большому объему населения. Но, не смотря на это, окраины и пригороды крупных городов начинают застраиваться "человеческими муравейниками". Данное архитектурное решение пришло в Россию из Европы и США, где в 60-е года прошлого века тоже экспериментировали с микрорайонной застройкой, но уже к началу 80-х пришли к выводу, что данное жилье является неблагополучным. Россия переняла опыт "западных" соседей, но не учла их ошибки. В результате, окраина города обрастает микрорайонами состоящими из 5-6 домов высотой 20-25 этажей, по 10 подъездов в каждом доме и по 7 квартир на этаже. При несложных математических подсчетах, мы получим, приблизительно, 10000 квартир в таком микрорайоне. Данное жилье позиционируется, как жилье для молодежи, и при условии, что в каждой квартире живет семейная пара и у каждой третьей пары есть ребенок, получается 20000 человек и 3000 детей. Такой объем населения характерен небольшому городу.

Безусловно, в каждом микрорайоне есть детский сад, школа, поликлиника. Но возникает вопрос, способны ли эти учреждения оказать необходимые услуги такому объему населения при условии, что средний детский сад вмещает 250 детей и 60 сотрудников (воспитателей, работников кухни, администрации, уборщиков), средняя школа вмещает 500 детей и 70 сотрудников, а средняя пропускная способность поликлиники 600 человек в день. В каждом микрорайоне есть детская площадка, магазин, кафе, фитнесс-зал. Но и тут возникает вопрос: "Потребности скольких людей может удовлетворить такая инфраструктура?". Исходя из всего вышеизложенного, в микрорайоне есть 1500-2000 рабочих мест и то, большинство рабочих мест – сфера обслуживания. Потому большинство жителей таких микрорайонов вынуждены ездить на работу "в город", возить детей в детские сады, школы и секции расположенные за пределами микрорайонов. К тому же возникает вопрос налаженности общественного транспорта, такой пассажиропоток очень трудно удовлетворить и

потому, единственным выходом из данной ситуации является приобретение личного автомобиля. Чаще всего из такого микрорайона ведет 2-3 дороги в город, и потому каждое утро образуется "пробка" в город, а каждый вечер – из города.

После рабочей недели встает вопрос организации досуга – каждому человеку хочется сходить в парк, кинотеатр, театр, музей. Данных социальных объектов в таких микрорайонах нет. На фоне этого единственным способом организации досуга, является поход в кафе или, что чаще, в бар. На фоне таких условий проживания уровень социального благополучия падает, и вчерашние "благополучные молодежные районы" начинают медленно маргинализироваться. Из такого района начинается отток культурного населения, на их место приезжают менее благополучные слои населения, такие как: трудовые мигранты, малообеспеченные и пр. Из-за этого падает уровень жизни населения, повышается уровень преступности. Молодежные кафе и салоны закрываются в связи с оттоком клиентов и потерей рентабельности, на их месте открываются новые пивные, так как они пользуются спросом. Люди перестают оплачивать коммунальные услуги, управляющие компании снижают качество оказываемых услуг, появляется мусор на улицах и жилая среда становиться непригодной для жизни.

В результате, в течение 5-10 лет из некогда молодежного процветающего микрорайона, мы получаем микрорайон, в котором проживают 10000-15000 человек, невостребованных обществом с низким уровнем жизни, высоким уровнем уличной преступности, алкоголизма и наркомании.

Чтобы избежать такого, необходимо уже сейчас пересмотреть подход к городскому строительству и перейти с микрорайонной застройки на малоэтажную, квартальную.

**Литература**

1. Каракова Т. В., Рыжикова Е. В. Исторические этапы развития индустриального жилища в России //Вестник СГАСУ. Градостроительство и архитектура. – 2011. – №. 3. – С. 92-94.
2. Лишенко К. Н. " Хрущевка" как один из этапов решения жилищной проблемы в СССР. – 2015.
3. Федченко И. Г. Тенденции развития микрорайона в начале XXI века //Современная архитектура мира. – 2014. – №. 4. – С. 167-177.
4. Федченко И. Г. Архитектурные решения общественных пространств в современных проектах микрорайонов //Современная архитектура мира. – 2012. – №. 1. – С. 251-265.
5. Петрова З. К. ОТ ПЛОТНОЙ МНОГОЭТАЖНОЙ ЗАСТРОЙКИ МЕГАПОЛИСОВ К ЖИЗНЕННОМУ ПРОСТРАНСТВУ МАЛОЭТАЖНЫХ ПОСЕЛЕНИЙ //Редакционная коллегия: Кузьмин АВ (председатель). – 2017.
6. Ромашева М. Н. СОВРЕМЕННЫЙ ПОДХОД К КВАРТАЛЬНОЙ ЗАСТРОЙКЕ. ПРИНЦИПЫ И ОСОБЕННОСТИ //Научно-образовательное культурно-просветительское периодическое издание выходит 2 раза в год. Издается с 2016 г. Издание включено в систему Российского индекса научного цитирования (РИНЦ) Редакционная коллегия: Курбатов ВЛ, профессор, доктор экономических наук, кандидат технических наук; Печеный БГ, профессор, доктор технических наук, Комарова НД. – 2016. – С. 77.

# ANALYSIS OF PROBLEMS ASSOCIATED WITH THE LACK OF URBAN INFRASTRUCTURE IN MODERN NEIGHBORHOODS

**Ulyanov A.I.[1], Shavurov S.A.[1]**

*[1] – St. Petersburg Polytechnic University of Peter the Great, St. Petersburg, Russia, seriyshavurov@mail.ru*

**Abstract.** Currently, when building suburbs, a sufficiently dense, microdistrict development is used. At the same time, the infrastructure in these areas is often not able to provide services to all residents. Therefore, it is necessary to develop more functional and environmentally friendly ways of building in order to ensure a high level of well-being of the population.

Keywords: urban planning, urban development, neighborhood, architecture, well-being of the population.

# РОЛЬ КАЧЕСТВА ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТА ПО ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В СОХРАНЕНИИ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

**Чумаков Н.А.[1], Житникова Т.С.[1]**

*[1] – Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, г. Санкт-Петербург, Россия, zhitnikova_ts@spbstu.ru, chumakov_na@spbstu.ru*

**Аннотация.** Основными задачами техносферной безопасности являются обеспечение безопасности человека и сохранение окружающей среды. Обеспечение безопасности – сложная комплексная проблема, интегрирующая большую совокупность знаний и практических методов решения, поэтому необходимо модернизировать образовательную программу, стремясь формировать в сознании студентов адекватный образ квалифицированного специалиста.

Ключевые слова: техносфера, безопасность, окружающая среда, образ специалиста.

Основными задачами техносферной безопасности являются обеспечение безопасности человека в современном мире, сохранение его жизни и здоровья за счет использования современных технических средств, методов контроля и прогнозирования, формирование комфортной для жизни и деятельности человека. Сохранение окружающей среды от антропогенного воздействия является неотъемлемой составляющей техносферной безопасности. Ведь безопасность — это состояние защищенности, которое невозможно при наличии избытка вредных или опасных факторов. Но для реализации и сохранения окружающий среды в сфере техносферной безопасности необходимы компетентные специалисты, способные быстро и верно оценивать ситуацию и на основе своих знаний, умений и опыта решать поставленный задачи и выходить из кризисных ситуаций. Обеспечение безопасности является сложной комплексной проблемой, интегрирующей большую совокупность знаний и практических методов решения. Вопросы связанные с обеспечением безопасности технологических процессов имеют важнейшее значение на уже функционирующих предприятиях, в особенности при проектировании новых технологий и производств.

К квалифицированному специалисту в сфере техносферной безопасности предъявляются высокие требования. Ему необходимо знать и строго выполнять законодательные и нормативные документы в области безопасности и охраны окружающей среды, требования к безопасности технических регламентов, владеть методами обеспечения безопасности среды обитания, навыками измерения уровней опасностей на производстве и в окружающей среде, методами прогнозирования и моделирования последствий чрезвычайных ситуаций.

Образовательная программа высшего образования бакалавриата по направлению подготовки «техносферная безопасность» ставит задачами: формирование профессиональных компетенций на основе гармоничного сочетания научной и профессиональной подготовки кадров, позволяющих осуществлять профессиональную деятельность в области техносферной безопасности на высоком уровне.

Современная модернизация производства требует модернизации образования и подготовки специалистов, обладающих определенными компетенциями. Большинство индустриальных партнеров констатируют высокий уровень теоретических знаний и слабую практическую подготовку выпускников. Работодателям же необходим «готовый» работник с полным набором компетенций, которого не требуется переучивать и доучивать в процессе трудовой деятельности. Поэтому необходимо модернизировать нынешнюю образовательную программу, также стремясь уже на этапе обучения фор-

мировать в сознании студентов адекватный идеал квалифицированного специалиста, к которому они смогут стремиться, совершенствуясь в течение всего времени обучения и приобретая компетенции так необходимые потенциальному работодателю.

С целью исследования динамики формирования образа будущего специалиста нами было проведено экспериментальное исследование на базе ВШТБ Политехнического университета. Исследовалась выборка, состоявшая из 616 человек, разделенных на 4 основные группы: бакалавры, магистры, аспиранты и преподаватели, которым предлагалась анкета, состоящая из 20 вопросов, описывающих возможные варианты образа выпускника и его будущей деятельности. В результате проведения сравнительного анализа значения переменных получили следующие результаты:

При сравнении преподавателей и бакалавров, различия есть в представлениях о будущем образе выпускника, типе мышления, важности знания теоретической базы, т. е. законодательства. Между группами преподавателей и аспирантов статистически достоверного отличия почти нет. Таким образом получается, что образ будущего специалиста, представляемого бакалаврами, разительно отличается от представления у преподавателей, а у аспирантов и преподавателей - не значительно. безусловно тут очевидно влияние прошедших лет обучения. Возможно и получение уже некоторого жизненного опыта.

Квалифицированный и компетентный специалист особенно необходим в техносферной безопасности, так как без целостных теоретических и практических знаний, он не сможет в должной и необходимой степени обеспечивать безопасность окружающей среды и человека.

**Литература**

1. Направление подготовки 20.03.01 - Техносферная безопасность – URL: http://www.spbgasu.ru/Abiturientam/Napravleniya_-specialnosti-/Tehnosfernaya_bezopasnost/ (дата обращения: 26.02.2019).
2. Ефремов С. В. Управление техносферной безопасностью СПб.: Питер 2013 2с.
3. Приказ Минздравсоцразвития России от 17.05.2012 № 559н (ред. от 20.02.2014) «Об утверждении Единого квалификационного справочника должностей руководителей, специалистов и служащих, раздел «Квалификационные характеристики должностей руководителей и специалистов, осуществляющих работы в области охраны труда» (Зарегистрировано в Минюсте России 13.06.2012 № 24548) URL: http://www.consultant.ru (дата обращения: 26.02.2019).
4. Приказ Минобрнауки России от 21.03.2016 № 246 (ред. от 13.07.2017) «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность (уровень бакалавриата)» (Зарегистрировано в Минюсте России 20.04.2016 № 41872) URL: http://www.consultant.ru (дата обращения: 26.02.2019).

# THE ROLE OF QUALITY TRAINING FOR TECHNOSPHERIC SAFETY IN ENVIRONMENTAL CONSERVATION

**Chumakov N.A.[1], Zhitnikova T.S.[1]**

*[1] – St. Petersburg Polytechnic University of Peter the Great, St. Petersburg, Russia, zhitnikova_ts@spbstu.ru, chumakov_na@spbstu.ru*

**Abstract.** The main tasks of technospheric safety are to ensure human safety and preserve the environment. Ensuring security is a complex complex problem that integrates a large body of knowledge and practical solutions, so it is necessary to modernize the educational program, trying to form an adequate image of a qualified specialist in the minds of students.

Keywords: technosphere, safety, environment, image of a specialist.

# ОЦЕНКА ПОГОДНЫХ РИСКОВ НА ТЕРРИТОРИИ УДМУРТСКОЙ РЕСПУБЛИКИ НА ПРИМЕРЕ РЫБОВОДЧЕСКОГО ХОЗЯЙСТВА "ПИХТОВКА"

**Шумихина А.В.[1], Маратканова В.С.[2]**

*[1] – Удмуртский ЦГМС-филиал ФГБУ «Верхне-Волжское УГМС, г. Ижевск, РФ, ashumikhina@yandex.ru*
*[2] – УдГУ, г. Ижевск, РФ*

**Аннотация.** В работе ставится задача выявления и оценки последствий от опасных погодных явлений погоды для хозяйственного объекта (рыбхоз «Пихтовка»), расположенного на территории Удмуртии.

Ключевые слова: климат, климатические риски, погодные риски, адаптация, опасные явления погоды.

В работе с помощью аналитической и математической методик оцениваются климатические риски для рыбоводческого хозяйства «Пихтовка», расположенного в Воткинском районе Удмуртии. Оно является уникальным: по данным [4], несмотря на то, что рыбхоз находится в неблагоприятной климатической зоне, в 2011 году получено 1025 тонн карпа.

Аналитическая методика основана на обзоре последствий от опасных явлений (ОЯ) и выработке мер адаптации к ним. Поражающие факторы опасных явлений выявлены на основе обзора последствий от ОЯ, упомянутых в новостных сводках по Удмуртии в период 2013-2017 гг. (новостные порталы https://susanin.news/, http://izhlife.ru/), и оценке ущерба, который они могут нанести предприятию данного типа. Выявлено, что наибольший ущерб может быть нанесен градом и шквалом. Самый низкий ущерб наблюдается в случае сильного дождя и ливня.

С помощью методики Кобышевой Н. В. [2] рассчитаны климатические риски. С этой целью в работе использованы данные об ОЯ за период с 1961 по 2017 гг. Повторяемость ОЯ представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Повторяемость ОЯ на территории Удмуртской Республики

| *Опасное явление* | *Сильный ветер* | *Шквал* | *Сильный дождь* | *Ливень* | *Град* |
|---|---|---|---|---|---|
| Повторяемость | 0,36 | 0,36 | 0,43 | 0,12 | 0,1 |

Рассчитаны:

*Повторяемость* опасного природного явления

$$p = \frac{Ni}{N}, \quad (1)$$

где *Ni* – число лет с ОЯ, а *N* – период наблюдений;

*Экономическая уязвимость*

$$Рэк = p * \frac{Sоб}{S} * \frac{Sяв}{S}, \quad (2)$$

где *p* – повторяемость ОЯ, *S* – площадь субъекта, *Sоб* – площадь хозяйственного объекта, *Sяв* – площадь, охватываемая ОЯ.

В работах [1-3] представлена методика оценки климатических рисков, условно называемая «светофором». Риски делятся на 3 вида: пренебрежимые ($\leq 10^{-5}$), приемлемые ($<10^{-5}$ и $\leq 10^{-3}$) и недопустимые ($<10^{-3}$). На основе этих данных принимаются решения о принятии мер по адаптации или об отсутствии необходимости в них.

*Экономический риск* рассчитан по формуле

$$Yэк = p * \frac{Sоб}{S} * \frac{Sяв}{S} * k * l * t * A, \quad (3)$$

где $k$ – коэффициент агрессивности ОЯ, предложенный в работе [2], $A$ – ВРП на душу населения по УР, $m$ – население УР, $l$ – число жителей, равномерно распределенных на данной территории.

Площадь хозяйственного объекта рыбхоз «Пихтовка» составляет 6 км$^2$. ВРП на душу населения в Удмуртской Республике ($A$) на 2016 год оказался равен 356,0 тысяч рублей [5]. С учётом характера процесса определена площадь распространения опасных погодных явлений: для сильного ветра и сильного дождя – 10000 км$^2$, для шквала – 1000 км$^2$, ливня – 500 км$^2$, града – 50 км$^2$. Получены следующие результаты:

Таблица 2 – Годовая экономическая уязвимость и годовой экономический риск для рыбхоза «Пихтовка»

| *Опасное явление* | *Экономическая уязвимость, тыс. руб.* | *Экономический риск* |
|---|---|---|
| Сильный ветер | 40000,0 | $1{,}2*10^{-5}$ |
| Шквал | 160,0 | $1{,}2*10^{-6}$ |
| Сильный дождь | 94,0 | $1{,}5*10^{-5}$ |
| Ливень | 1,6 | $2*10^{-7}$ |
| Град | 4,7 | $1{,}7*10^{-8}$ |

Согласно данным таблицы 2 наибольший экономический ущерб рыбхозу может быть нанесен сильным ветром и шквалом. Это связано как с высокой повторяемостью, так и с силой их воздействия, отраженной в коэффициенте агрессивности. Для ливня, сильного дождя и града этот показатель меньше, как из-за меньшего коэффициента агрессивности, так и из-за очень низкой повторяемости града.

Наибольший экономический риск для рыбхоза «Пихтовка» представляют сильный ветер и сильный дождь – их повторяемость на территории Удмуртии достаточно высока.

Проводя оценку экономического риска с помощью метода «светофора» выявлено, что максимальный экономический риск, наблюдаемый при сильном ветре и сильном дожде, можно отнести к категории приемлемых. А экономические риски, возникающие в результате прочих рассматриваемых ОЯ (шквал, ливень, град) относятся к пренебрежимым.

**Литература**

1. Быков А. А., Акимов В.А., Фалеев М. И. Нормативно-экономические модели управления риском // Деловой экспресс. 2004. Т. 1, №2. С. 125 – 137.
2. Кобышева Н.В., Галюк Л. П., Панфутова Ю.А. Методика расчётов социального и экономического рисков, создаваемых опасными явлениями погоды // Труды ГГО. 2008. Вып. 558. С. 162–171.
3. Шумихина А. В. Изменения климата и динамика опасных явлений погоды на территории Удмуртской Республики: диссертация кандидата географических наук. Приволжский Федеральный университет, Казань, 2017.
4. Интеграция четырех «К» в Пихтовке - корма, карпы, кадры, климат. URL: http://www.d-kvadrat.ru/dk/promo/9548.html/ (дата обращения: 23. 11. 2018).
5. Удмуртстат: официальная статистика. URL: http://udmstat.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/udmstat /ru/statistics/ (дата обращения: 23. 11. 2018).

# WEATHER RISK ASSESSMENT ON THE UDMURT REPUBLIC TERRITORY BY THE EXAMPLE OF THE FISHERY "PIHTOVKA"

**Shumikhina A.V.[1], Maratkanova V.S.[2]**

[1] – *Udmurt CGMS, Izhevsk, Russia, ashumikhina@yandex.ru*

[2] – *UdSU, Izhevsk, Russia*

Abstract. The main idea of the article is how to identify and assess the consequences of dangerous and adverse weather events for the economic facility as the fishery 'Pihtovka' located on the territory of the Udmurt Republic.

Key words: climate, climate risks, weather risks, adaptation, dangerous weather phenomena.

# ПРОБЛЕМЫ СТАТИСТИЧЕСКОГО ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ УПРАВЛЕНИЯ КЛИМАТИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТЬЮ РОССИИ[1]

**Яковлева Е.Н.[1]**

*[1] – Вологодский филиал Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации, г. Вологда, Россия, yenm2a@mail.ru*

**Аннотация.** В работе показана необходимость совершенствования информационного обеспечения управления климатической безопасностью. Для этого в статистическом учете нужно расширить перечень показателей энергетической эффективности и загрязнения парниковыми газами.

Ключевые слова: климатическая безопасность, энергоэффективность, климатические риски.

Построение экономики низкоуглеродного развития связано с решением двух главных задач – снижением выбросов парниковых газов и радикальным ростом энергоэффективности [1]. Климатические и энергетические проблемы современного общества изучаются во взаимосвязи и взаимообусловленности, поскольку применение традиционных энергоресурсов вносит решающий вклад в загрязнение атмосферы парниковыми газами. Так по данным Росстат вклад энергетики в совокупные выбросы парниковых газов в РФ в 2016 г. составил свыше 82%, а за период с 2010 г. он снизился менее чем на 1%.

Систему управления природно-климатическими рисками экономики необходимо выстраивать в соответствии с двумя источниками их образования: на входе хозяйственной системы – потребление углеродной энергии (производство которой связано с негативным влиянием на климат), на выходе – образование и выбросы парниковых газов (рис.1).

Рисунок 1 – Направления управляющего воздействия на хозяйственные системы с целью обеспечения их климатической безопасности (*составлено автором*)

[1] Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ), научный проект № 18-010-00549 «Методология и инструментарий управления инновациями в целях минимизации климатических рисков»

Управление климатической безопасностью требует системы целевых критериальных индикаторов оценки его результативности, включающей как климатические (показатели загрязнения парниковыми газами и индикаторы изменения климата), так и энергоэффективности. Изучение перечня данных официальной статистики РФ (Росстат) показывает низкие аналитические свойства их совокупности. В качестве индикаторов воздействия на климат приводятся в динамике совокупные выбросы парниковых газов по секторам экономики и видам загрязняющих веществ, а в качестве критериев изменения климата – среднемесячная температура воздуха и количество осадков в региональном разрезе, динамика количества опасных гидрометеорологических явлений и общего числа природных чрезвычайных ситуаций. К показателям энергоэффективности, отражаемым в статистическом учете, относятся два критерия: энергоемкость ВВП (ВРП) и фактический расход электроэнергии, теплоэнергии и топлива на единицу отдельных видов произведенной продукции и услуг. Косвенными показателями энергоэффективности, учитываемыми Росстатом, также являются доля энергоресурсов, производимых с использованием возобновляемых источников энергии и доля производства электрической энергии генерирующими объектами, функционирующими на основе использования возобновляемых источников энергии. Такого перечня критериев явно недостаточно для комплексной оценки климатической безопасности отраслей, народнохозяйственных комплексов, регионов и национальной экономики в целом.

Ранее [2] было показано, что климатическую безопасность можно характеризовать с помощью системы критериев «климатоемкости» и «энергоемкости». Предлагается дополнить систему статистического учета рядом критериальных индикаторов [2]. Это позволит обеспечить объективность оценки климатической безопасности Российской Федерации и заложит информационную основу управления природно-климатическими рисками в рамках операционализации Климатической доктрины страны (2009 г.).

**Литература**

1. Потравный И.М., Брылкина А.В. О понятийном аппарате экономики природопользования при управлении проектами по снижению выбросов парниковых газов // Современные проблемы управления проектами в инвестиционно-строительной сфере и природопользовании: материалы VII Международной научно-практической конференции, посвященной 110-летию РЭУ им. Г. В. Плеханова. 12–16 апреля 2017 г. / под ред. В. И. Ресина. – Москва : ФГБОУ ВО «РЭУ им. Г. В. Плеханова», 2017. – С. 119-123.

2. Яковлева Е.Н., Яшалова Н.Н., Рубан Д.А., Васильцов В.С. Методические подходы к оценке природно-климатических рисков в целях устойчивого развития государства // Ученые записки РГГМУ, 2018. - № 52. - С. 120-137.

# PROBLEMS OF STATISTICAL INFORMATION SUPPORT OF MANAGEMENT OF CLIMATIC SAFETY OF RUSSIA

**Yakovleva E.N.[1]**

*[1] – The Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration, Vologda branch, Vologda, Russia, e-mail: yenm2a@mail.ru*

**Abstract.** In this research the author showed need of improvement of information support of management of climatic safety. For this purpose in statistical account it is necessary to expand the list of indicators of energy efficiency and pollution with greenhouse gases.

Key words: climatic safety, energy efficiency, climate risks.

Climatic problems and problems of energy efficiency of modern society are studied in interrelation as use of traditional energy resources makes a high contribution to air pollution by greenhouse gases. According to official statistics emissions of greenhouse gases from the power industry in 2016 made more than 82% of cumulative in Russia.

The control system of climatic risks of economy needs to be built according to two sources of their education: on an entrance of an economic system – consumption of carbon energy (its production is connected with negative impact on climate), at the exit – education and emissions of greenhouse gases. Studying of the list of data of official statistics of the Russian Federation shows low analytical properties of their set. The list of the criteria given on the website Rosstat is not enough for complex assessment of climatic safety of the industries, economic complexes, regions and national economy in general.

Climatic safety can be estimated by means of the system of criteria of "klimatoyemkost" and "power consumption". The system of statistical account needs to be added with a number of criteria. It will allow to provide objectivity of assessment of climatic safety of the Russian Federation and will lay the information foundation of management of climatic risks within an operationalization of the Climatic doctrine of the country (2009).

# Секция 7.
# МЕТЕОРОЛОГИЯ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ: ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА – ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ РЕШЕНИЯ

## АНАЛИЗ ПОЖАРООПАСНОЙ ОБСТАНОВКИ НА ТЕРРИТОРИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СПУТНИКОВОГО МОНИТОРИНГА

**Авдеев С.М.[1], Бурцева Т.Н.[2]**

*[1] – ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, г. Москва, РФ, avdeev@rgau-msha.ru*
*[2] – ФГБУ НИЦ «Планета», г. Москва, РФ, burc@planet.iitp.ru*

**Аннотация**: использование аэрокосмического мониторинга позволяет своевременно обнаружить очаги лесных пожаров и своевременно их локализовать.

Ключевые слова: аэрокосмический мониторинг, паводки, лесные пожары, прогноз возгораний

Одним из основных видов продукции спутникового мониторинга является информация о пожароопасной обстановке и снимки лесных пожаров. Использование космических данных позволяет существенно улучшить противопожарную охрану лесов. Пожары, обнаруженные в течение 5-15 часов после их возникновения, обычно могут быть локализованы и потушены. По истечении данного срока чаще всего этого сделать не удается, что приводит к массовой гибели леса. В основном применяется информация с ИСЗ NOAA и «Метеор», позволяющая в пожароопасные периоды делать оценку обстановки дважды в сутки [1,2].

Алгоритмы для выявления пожаров делятся на два типа пороговые и контекстуальные. Пороговые алгоритмы основаны на превышении температуры определенной точке от нормы, которая соответствует температуре земной поверхности. В отличие от пороговых алгоритмов контекстуальные алгоритмы сравнивают температуру соседних пикселей, тем находя аномалии температур на фоне более холодных пикселей. Оба этих алгоритма могут использоваться вместе. Это можно рассмотреть на примере алгоритма MOD14 для обработки информации полученной со спектрометра MODIS [3].

Если за пожарную опасность лесов принять совокупность благоприятных условий для возникновения и быстрого распространения лесного пожара, то ее можно охарактеризовать тремя основными факторами:

- горючий материал; - метеорологические условия; - рельеф местности.

С учетом ярусного расположения и морфологического строения горючие материалы можно разделить на три основные группы:

- наземные; - надземные; - подземные.

Количество потенциальных антропогенных источников огня могут быть определены через величину плотности населения либо через численность населения и количество населённых пунктов и расстояния до них. Степень пожарной опасности в лесу по условиям погоды определяется по принятому в лесном хозяйстве комплексному показателю Нестерова, вычисляемому на основе данных о температуре воздуха и температуре точки росы (в °С), количестве выпавших осадков (в мм). Прогнозы распределения лесных пожаров по территории дают по лесничествам, лесхозам, органу управления лесным хозяйством субъекта РФ. Количество лесных пожаров прогнозируют, исходя: из степени пожарной опасности в лесу по условиям погоды, класса пожарной опасности лесных

участков на рассматриваемой территории, количества потенциальных источников огня, количества пожаров в ретроспективе в аналогичных условиях, теоретических законов распределения случайных событий.

**Таблица1** - Общее количество лесных пожаров на территории России с начала пожароопасного сезона за 2000 – 2017 гг.

| Год | Общее кол-во лесных пожаров, ед |
|---|---|
| 2017 | 53 367 |
| 2016 | 22 216 |
| 2015 | 26 548 |
| 2014 | 40 864 |
| 2013 | 24 924 |
| 2012 | 36 782 |
| 2011 | 37 362 |
| 2010 | 40 718 |
| 2009 | 56 339 |
| 2008 | 67 352 |
| 2007 | 47 822 |
| 2006 | 59 415 |
| 2005 | 43 782 |
| 2004 | 44 269 |
| 2003 | 90 401 |
| 2002 | 34 537 |
| 2001 | 14 779 |
| 2000 | 20 445 |

С 2000 по 2008 год количество возгораний варьировалось, но наблюдался устойчивый тренд к увеличению количество очагов (Таблица 1). Одна из причин – отсутствие должного внимания со стороны ведомственных структур, и малое финансирование охраны лесов. Также в последнее время ужесточились законы за разведение огня в лесных массивах. Это и многие другие меры, которые принимают в последнее время, позволяет снизить количество возгораний. Хоть и исследования многих специалистов показывают, что пожары в лесах – естественный процесс, действующий в широком пространственно-временном диапазоне, однако причина их образования более чем на 80 % – человеческий фактор.

**Литература**

1. Справочник потребителя спутниковой информации / Федер. служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, Науч.-исслед. центр косм. гидрометеорологии "Планета" ; [Н. И. Абросимов и др.] ; под ред. В. В. Асмуса, О. Е. Милехина. - СПб. : Гидрометеоиздат, 2005. - 113 с.
2. Современные технологии обработки данных дистанционного зондирования Земли [Текст]: монография / [Антонушкина С. В. и др.] ; под ред. В. В. Еремеева. - Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2015. - 459 с.
3. Экология. Вып. 70: Спутниковый мониторинг лесных пожаров в России. Итоги. Проблемы. Перспективы / Н.А. Абушенко Д.А. Алтынцев, В.Н. Антонов [и др.]; (Под ред. В.В. Белова). - Новосибирск: ГПНТБ СО РАН, 2003 (ПУ ГПНТБ СО РАН). - 134 с.

# ANALYSIS OF THE FIRE SITUATION ON THE TERRITORY OF THE RUSSIAN FEDERATION WITH THE USE OF SATELLITE MONITORING

**Avdeev S.M.[1], Burtseva, T. N.[2]**

*[1] – Russian state agrarian university-MTAA named after K.A. Timiryazev, Moscow, RF, avdeev@rgau-msha.ru*
*[2] – fgbu SIC "Planeta", Moscow, Russia, burc@planet.iitp.ru*

**Abstract**: the use of aerospace monitoring allows timely detection of forest fires and their timely localization.

Key words: aerospace monitoring, floods, forest fires, fire forecast

# ВОЗМОЖНОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ В РЕЖИМЕ ТЕКУЩЕГО ВРЕМЕНИ С ПОМОЩЬЮ АЭРОСТАТОВ

**Акселевич В.И.[1], Мазуров Г.И.[1]**

*[1] – ФГБУ Главная геофизическая обсерватория им. А.И. Воейкова, Санкт-Петербург, Россия,vaksster@gmail.com, nanmaz@rambler.ru*

**Аннотация**. Статья посвящена рассмотрению вопросов, связанных с обеспечением полетов аэростатов и получением от них различных видов информации. Анализируются виды применения аэростатов, их обеспечение в метеорологическом отношении и его особенности.

Ключевые слова: аэростат, информация, метеорологическое обеспечение полетов, траектории перемещения, перемещение по вертикали, потоки.

Аэростаты обладают весьма широкими возможностями в плане сбора и передачи информации о состоянии окружающей природной среды и положении различных объектов. В неподвижном воздухе направление движения летательного аппарата (ЛА) относительно подстилающей поверхности совпадает с направлением его продольной оси, а скорость перемещения равна воздушной скорости (относительно воздуха). Кроме того, вводится понятие путевой скорости (относительно подстилающей поверхности). Первая у ЛА легче воздуха, например аэростат, может изменяться от 0 км/ч при штиле до существенных величин [2].

Метеорологическое обеспечение полетов аэростатов предусматривает разработку прогнозов маршрутов аэростатов и обеспечение расчетов КП и центров ЕС ОрВД данными о предполагаемом времени и траекториях перемещения аэростатов.

Аэростаты следует преимущественно использовать в слабоветренную погоду [1]. Технологически это можно решить следующим образом. К этим аппаратам должна крепиться «рабочая» корзина (желательно на жесткой подвеске). Она должна иметь возможность к достаточно свободному перемещению по вертикали.

Тепловые аэростаты могут легко менять высоту полета, изменяя нагрев газа из горелки, но затруднено их горизонтальное перемещение и возникает трудность, как присоединить к ним дополнительную «рабочую» корзину. Ту, с которой регулируется подогрев воздуха в оболочке, следует назвать «управляющей».

Наполнение теплового аэростата подогреваемым воздухом осуществляется за 15-30 минут, но для растяжки оболочки при нагреве задействуется около 10 человек. Затем они же используются для ее удержания[1].

При навигационно-метеорологическом обеспечении полетов ЛА необходимо учитывать влияние ветра. Известно, что для описания полей различных движущихся жидкостей применяется два подхода: метод Эйлера и метод Лагранжа. В первом случае в качестве переменной рассматривается изменение поля скоростей воздушного потока в конкретной точке (x, y, z) пространства в определенный момент времени (t), а во втором - изменение координат точки ($x_0$, $y_0$, $z_0$) от времени ($t_0$), т.е. координаты потока. На практике эти данные отождествляют. Современные подвижные аппараты сами измеряют параметры ветра и температуры, осредняя их по пространству и по времени [3, 4]. Возникает вопрос: к чему их относить и с чем отождествлять информацию, полученную в движущейся точке С [2].

Ветер оказывает на полет ЛА значительное влияние, изменяя его путевую скорость $W$ *в зависимости от* скорости ветра $u$ и его направления δ, а также другие элементы навигационного треугольника скоростей, к которым относятся: угол ветра ε (т.е. угол между направлением северного географического или магнитного меридиана и вектором

путевой скорости $\vec{W}$ *полета*),**φ**- угол между векторами воздушной $\vec{V}$ и путевой $\vec{W}$скоростей, γ - курс полета, т.е. угол между направлением северного географического (или магнитного) меридиана и вектором воздушной скорости $\vec{V}$, α - путевой угол (т.е. угол между направлением северного географического (или магнитного) меридиана и вектором путевой скорости $\vec{W}$ *полета*).

Информация о состоянии окружающего воздуха, полученная по измерениям с ЛА является осредненной по значительному пространству и за небольшой промежуток времени, зависящий от скорости полета. Масштаб осреднения по пространству и времени зависит от путевой скорости полета. При малых ее значениях показания измеренных величин будут приближаться или совпадать с осредненной информацией, полученной по методу Эйлера. а при больших скоростях полета значительно отличаться. При этом, чем больше крейсерская скорость полета, тем большим будет расстояние, на котором происходит осреднение.

Одна из основных областей применения получение информации за счет подъёма на необходимую высоту систем видеонаблюдения, связи, радиолокации, радиометрии, получения метеоданных. Существуют различные варианты доставки информации на землю: сброс контейнеров, передача по радиоканалу, телетрансляция, с помощью гелиографа. Современные аэростаты способны нести оборудование различного назначения, в том числе противодействовать системам РЭБ и пеленгации.

Большой интерес вызывает способность затруднения обнаружения объектов в перегруженном ЛА пространстве. При столь напряженном траффике аэростаты могут серьезно осложнить аэронавигационную обстановку.

В докладе рассматриваются основные способы применения свободно перемещающихся аэростатов и воздушных шаров, особенности передачи разнообразной информации и метеорологического обеспечения их полетов.

**Литература**

1. Мазуров Г.И., Акселевич В.И.К вопросу о метеорологическом обеспечении полетов дирижаблей// Метеорологический вестник №1(6), 2010 – с.1-6.

2. Мазуров Г.И., Акселевич В.И.Эйлер, Лагранж и авиация//Метеоспектр, №3, 2017. – С.78-85.

3. Мазуров Г.И., Драбенко В.А. Анализ результатов измерения вертикального профиля температуры по данным вертолетного зондирования нижней тропосферы. Материалы Итоговой сессии Ученого совета РГГМУ. СПб.:2003. - С. 39-40.

4. Мазуров Г.И., Драбенко В.А. Оценка информативности данных температурно-ветрового зондирования в среднем слое тропосферы в сравнении с данными вертолетного зондирования атмосферы. Материалы Итоговой сессии Ученого совета РГГМУ. СПб.: 2004. - С. 23-24.

## THE POSSIBILITY OF OBTAINING INFORMATION IN THE MODE OF CURRENT TIME USING BALLOONS

**Akselevich V.I.[1], Mazurov G.I.[1]**

*[1] – FSBI Main Geophysical Observatory A.I. Voeikova, St. Petersburg, Russia, vaksster@gmail.com nanmaz@rambler.ru*

**Annotation.** The article is devoted to the consideration of issues related to the provision of flights of balloons and the receipt of various types of information from them. The use of balloons, their provision in meteorological terms and its features are analyzed.

Key words: aerostat, information, meteorological flight support, trajectories of movement, vertical movement, flows.

# СПОСОБ ПРОГНОЗА ПЕРЕМЕЩЕНИЯ И ЭВОЛЮЦИИ ЦИКЛОНОВ, СМЕЩАЮЩИХСЯ С НОРВЕЖСКОГО МОРЯ НА ЕВРОПЕЙСКУЮ ТЕРРИТОРИЮ РОССИИ

**Андронников В.В.[1], Костылева Л.Н.[1]**

*[1] – ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», г. Воронеж, Россия, kostyleva12@yandex.ru*

**Аннотация**. Предложен способ перемещения и эволюции циклонов. Полученные уравнения позволяют проводить прогноз скорости перемещения приземного центра циклона, значения давления в центре циклона и тенденции его изменения за сутки.

Ключевые слова: циклон, давление, скорость ветра, температура воздуха.

Циклоны, которые образуются в высоких широтах и имеют значительную южную составляющую при перемещении с северо-запада на юго-восток, называют «ныряющими». На Европейскую территорию страны эти циклоны обычно приходят («ныряют») с Норвежского и Баренцева морей через Скандинавский полуостров. Скорость их перемещения и степень проникновения к югу, прежде всего, зависит от ориентировки высотной фронтальной зоны (ВФЗ) и интенсивности развития циклона.

Решающее значение в формировании ВФЗ имеют температурные различия между теплой подстилающей поверхностью Северной Атлантики и выхоложенной, покрытой льдом, частью полярного бассейна.

Следовательно, в центральной части исследуемого района располагается зона интенсивных «сбросов» масс арктического воздуха из арктического бассейна на материк Европы – именно здесь происходит активный обмен воздушными массами между приполярной областью и средними широтами.

Большой интерес к «ныряющим» циклонам вызван тем, что они приносят на Европейскую территорию России очень сложные метеорологические условия. Чаще всего они возникают в холодную половину года, когда в высотной фронтальной зоне создаются большие контрасты температуры. Продолжительность нахождения этих циклонов в пределах Европейской территории России составляет в среднем 2-3 суток. Скорость их перемещения колеблется в пределах от 20 до 100 км/ч и в среднем составляет 45 км/ч. После выхода с водной поверхности на сушу, они в большинстве случаев вначале углубляются (около 65 % случаев), а затем заполняются. В остальных случаях они либо медленно заполняются (около 30 % случаев), либо остаются без изменения или регенерируют (примерно в 5 % случаях).

При выполнении данной работы был использован архивный материал за 1971-1992 гг. Необходимые для анализа параметры снимались с приземных карт погоды, карт абсолютной и относительной топографии. За этот период было рассмотрено развитие 121 «ныряющего» циклона.

Исследовались следующие термодинамические характеристики барического поля, указывающие на образование и дальнейшее развитие циклонов:

1) скорость ветра на уровне 700 гПа и градиент средней температуры воздуха в слое 500-1000 гПа над различными частями циклонов;

2) адвекция вихря скорости на уровне 700 гПа и адвективные изменения средней температуры воздуха в слое 500-1000 гПа над центральной частью циклонов на приземных картах;

3) изменение вихревого движения воздуха с высотой в нижней половине тропосферы в области циклона;

4) изменение средней температуры воздуха в слое 500-1000 гПа;

5) влияние на изменение давления в центрах циклонов у поверхности земли различных факторов.

Анализируя за исследуемый период распределение случаев возникновения «ныряющих» циклонов по сезонам, выявлено, что максимальное их количество наблюдается зимой – 61 циклон (50,4 %), минимальное летом – 20 циклонов (16,5 %), в переходный период года отмечается 40 циклонов (33,1 %).

В таблице 1 представлены полученные уравнения линейной множественной регрессии для прогноза скорости перемещения приземного центра циклона, значения давления в центре циклона и тенденции его изменения за сутки (кроме первого дня).

**Таблица 1** – Результаты расчетов характеристик циклонов

| |
|---|
| Первый день |
| $V = 20{,}61 + 0{,}3\ V_{700} - 0{,}2 \nabla^2 P_0 + 2.89 (\partial H / \partial t)_в - 0{,}36\ \partial H / \partial t$ |
| $P_0 = 1005{,}9 - 4{,}23\ n - 0{,}29 \nabla H_{700}$ |
| Второй день |
| $V = 9{,}61 + 0{,}46\ V_{700} - 0{,}32\ P_0 + 0{,}74\ P(P-/П/)$ |
| $P_0 = 1009{,}6 - 0{,}21\ V_{700} - 3{,}04\ n + 0.3\ P_0$ |
| $\Delta P_0 = -215{,}6 + 0{,}14\ V_{700} + 0{,}95\ \nabla^2 P_0 - 2{,}3\ (\partial H / \partial t)_в + 0{,}21\ P_0$ |
| Третий день |
| $V = -3{,}25 - 0{,}17\ V_{700} - 1{,}03\ n + 0{,}31\ P_0$ |
| $P_0 = 1005{,}5 - 0{,}1\ V_{700} - 3{,}09\ n + 0{,}28\ P_0$ |
| $\Delta P_0 = -15{,}7 + 1{,}2\ P(P-/П/) - 0{,}27\ \nabla^2 P_0 + 0{,}22\ \nabla^2 H_{700} + 0{,}25\ P_0$ |

В таблице 2 приведена оценка полученных уравнений по величине множественного коэффициента корреляции, среднего квадратического и среднего нормального отклонений между фактическим и расчетным значениями

**Таблица 2** – Оценка успешности прогнозов скорости перемещения и эволюции циклонов

| | Первый день | | Второй день | | | Третий день | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | V | $P_o$ | V | $P_o$ | $\Delta P_0$ | V | $P_o$ | $\Delta P_0$ |
| R | 0,45 | 0,67 | 0,46 | 0,67 | 0,42 | 0,34 | 0,71 | 0,58 |
| СКО | 12,32 | 9,2 | 14,2 | 8,13 | 7,42 | 3,2 | 7,3 | 6,06 |
| СНО | 9,72 | 7,23 | 0,42 | 6,34 | 5,85 | 11,1 | 5,8 | 4,74 |

Приведенные уравнения позволяют с определенной точностью (см. таблицу 1), используя фактические значения параметров, характеризующих состояние «ныряющих» циклонов, проводить диагноз, а используя прогностические значения - прогноз скорости перемещения приземного центра циклона, значения давления в центре циклона и тенденции его изменения за сутки.

Следует заметить, что в прогностической практике и в каждой конкретной синоптической ситуации возможны различные варианты решений, которые могут основываться как на учете общих закономерностей развития атмосферных процессов, так и иных подходов к прогнозированию циклонических образований и, естественно, на личном практическом опыте прогнозиста.

**Литература**

1. Байдал М.Х., Неушкин А.И., Самсонова Л.Ю. Длительные периоды однородностей циркуляции и основные пути циклонов в северном полушарии // Труды ВНИИГМИ-МЦД. – 1987. – Вып. 141. – С. 10-17.

2. Байдал М.Х. Многолетняя изменчивость блокирующих антициклонов и связанные с ними явления. // Труды ВНИИГМИ-МЦД. – 1984. – Вып. 112. – С. 40-52.
3. Бардин М.Ю. Изменчивость характеристик циклоничности в средней тропосфере умеренных широт Северного полушария. // Метеорология и гидрология. – 1995. – № 11. – С. 24-37.

# METHOD FOR PREDICTING THE MOVEMENT AND EVOLUTION OF CYCLONES SHIFTING FROM THE NORWEGIAN SEA TO THE EUROPEAN TERRITORY OF RUSSIA

**Andronnikov V. V.[1], Kostyleva L. N.[1]**

[1] – *Air Force Academy Professor N.E. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin, Voronezh, Russia*

**Abstract**. A method of moving and evolution of cyclones is proposed. The equations obtained allow us to predict the speed of movement of the surface center of the cyclone, the pressure values in the center of the cyclone and the trend of its change per day.

Key words: cyclone, pressure, wind speed, air temperature.

# МЕТОДИКА УЧЕТА ЖЕСТКОСТИ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ АРКТИКИ ПРИ ПЛАНИРОВАНИИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ АВИАЦИИ

**Бакаев Г.Н.[1], Круссер И.В.[1]**

*[1] – ВУНЦ ВВС «ВВА им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж), bakaevgn@mail.ru*

**Аннотация**. В статье рассматривается влияние погодных условий в Арктической зоне РФ на функционирование войск (сил) и предложен способ оценки этого влияния при планировании действий воинских формирований.

Ключевые слова: Арктическая зона, безопасность жизнедеятельности войск (сил), климатические условия, биоклиматический параметр, индекс комфорта.

В последние годы ведущие страны заметно активизировали усилия по наращиванию своего политического, военного и экономического присутствия в российском секторе Арктики [1]. Для обеспечения национальной безопасности России в Арктической зоне возникает надобность создания стратегической группировки. Правительством РФ реализуется План мероприятий развития Арктической зоны РФ, согласно которому формируются сеть аэродромов, идет активное строительство и восстановление военных городков, баз хранения, объектов энергетики. Соответственно возникает необходимость в разработке рекомендаций по обеспечению безопасности жизнедеятельности войск (сил), дислоцирующихся в суровых климатических условиях. Для военнослужащих, находящихся на открытом воздухе, существует потенциальный риск получения серьезных травм от холода. Проблему можно решить путем разработки методики оценки климатических условий, влияющих на организацию повседневной деятельности войск (сил). Таким образом, целью исследования является: повышение безопасности жизнедеятельности войск (сил) в условиях Арктической зоны Российской Федерации путем разработки методики оценки климатических условий, влияющих на функционирование войск (сил).

Одним из показателей, в который учитывает температурно-влажностные характеристики и скорость ветра, может стать биоклиматический параметр, характеризующий комфортность нахождения в жилых, служебных, складских и других помещениях личного состава. Основой для расчета этого параметра может служить индекс комфорта, определяемый по формуле:

$$I = 0,27t_{\text{В}} - 0,8R - 0,15\left(37,8 - t_{B}\right)\sqrt{v}\ ,(1)$$

где $R$– относительная влажность воздуха в долях единицы, $t_в$ – температура воздуха, °С, $V$ – скорость ветра, м/с.

Для наглядного представления зависимости теплоощущения организма от температуры окружающего воздуха и влажности был проведен расчет значений индекса комфорта по выражению (1) для относительной влажности воздуха 70 %. Результаты расчетов представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Значения индекса комфорта для различных значений температуры и скорости ветра при относительной влажности воздуха 70 %

| | V=0 | V=2 | V=3 | V=5 | V=8 | V=11 | V=15 | V=20 | V=23 | V=25 | V=30 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| -35 ºС | -10,09 | -25,53 | -29,00 | -34,50 | -40,97 | -46,3 | -52,38 | -58,92 | -62,46 | -64,69 | -69,90 |
| -30 ºС | -8,74 | -23,12 | -26,35 | -31,48 | -37,50 | -42,47 | -48,12 | -54,22 | -57,51 | -59,59 | -64,44 |
| -25 ºС | -7,39 | -20,71 | -23,70 | -28,45 | -34,03 | -38,63 | -43,87 | -49,51 | -52,56 | -54,49 | -58,98 |
| -20 ºС | -6,04 | -18,30 | -21,05 | -25,42 | -30,56 | -34,79 | -39,61 | -44,81 | -47,61 | -49,39 | -53,52 |
| -15 ºС | -4,69 | -15,89 | -18,40 | -22,39 | -27,09 | -30/,95 | -35,36 | -40,10 | -42,67 | -44,29 | -48,06 |

| | V=0 | V=2 | V=3 | V=5 | V=8 | V=11 | V=15 | V=20 | V=23 | V=25 | V=30 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| -10 ºС | -3,34 | -13,47 | -15,75 | -19,37 | -23,61 | -27,12 | -31,10 | -35,40 | -37,72 | -39,19 | -42,61 |
| -5 ºС | -1,99 | -11,06 | -13,10 | -16,34 | -20,14 | -23,28 | -26,85 | -30,70 | -32,77 | -34,09 | -37,15 |
| 0 ºС | -0,64 | -8,65 | -10,46 | -13,31 | -16,67 | -19,44 | -22,59 | -25,99 | -27,83 | -28,99 | -31,69 |
| 5 ºС | -0,71 | -6,24 | -7,81 | -10,29 | -13,2 | -15,6 | -18,3 | -21,29 | -22,88 | -23,89 | -26,23 |

Анализ результатов расчетов, представленных в таблице 1, позволяет определить границы комфортного уровня в диапазоне $-20 \leq I \leq 0$.

Таким образом, на основе результатов расчетов индекса комфорта погодных условий разрабатываются рекомендации на принятие решения по определению времени пребывания войск на открытой местности в условиях Арктической зоны РФ.

**Литература**

1. Геополитика и стратегия. [Электронный ресурс]: www. patriotika. ru/files (дата обращения: 20.10.2018).

# METHOD OF ACCOUNTING THE RIGIDITY OF CLIMATE CONDITIONS OF THE ARCTIC WHEN PLANNING AVIATION ACTIVITIES

**Bakaev G.N.[1], Krusser I.V.[1]**

*[1] – Military Educational-Research Center of Air Force «Air Force Academy named after professor N. E. Zhukovsky and Y. A. Gagarin», bakaevgn@mail.ru*

**Annotation**. The Article discusses the influence of weather conditions in the Arctic zone of the Russian Federation on the functioning of troops (forces) and proposes a method for evaluating this influence when planning actions of military formations.

Keywords: Arctic zone, security of vital activity of troops (forces), climatic conditions, bioclimatic parameter, comfort index.

# МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ АТМОСФЕРЫ ПО ЗНАЧЕНИЮ РАДИОЛОКАЦИОННОЙ ОТРАЖАЕМОСТИ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА

**Белинский А.С.[1] , Кузнецов И.Е.[1]**

*[1] – ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж)», Россия, bas1405@yandex.ru*

**Аннотация**. Предлагается методика оценки напряженности электрического поля по значению радиолокационной отражаемости метеорологического объекта. Реализация этой методики позволит повысить безопасность применения перспективных авиационных комплексов.

Ключевые слова**:** радиолокационная информация, водность облаков, напряженность электрического поля, радиолокационная отражаемость облака, атмосферно-электрический разряд.

В настоящее время для улучшения лётно-тактических характеристик боевых самолетов и вертолетов выполняются дорогостоящие программы, предусматривающие снижение веса конструкции летательных аппаратом за счет применения новых, более перспективных материалов, к числу которых относятся так называемые композиционные материалы. Благодаря своим качествам (высокая удельная прочность, возможность комбинирования с различными материалами, малая радиозаметность, снижение общей массы воздушного судна (ВС)) композиционные материалы позволят улучшить летные и эксплуатационные характеристики самолета. Однако повышенная электрическая активность атмосферы все равно будет оказывать влияние на радиоэлектронное оборудование самолета, что может привести к искажению навигационной информации, нарушению работы других агрегатов ВС, и соответственно может привести к аварийным или катастрофическим последствиям.

Наибольшая опасность угрожает ВС при полетах в зонах активных грозовых облаков ($Cu^2$,Cb), которые хорошо прогнозируются, диагностируются как наземными и бортовыми радиолокационными станциями (РЛС), так и визуально, то поражения самолетов молниями в этих облаках составляют небольшую долю от общего числа случаев. Подавляющее число поражений происходит в системах Ns-As, маскирующих конвективную облачность, или в чистых слоисто-дождевых и слоисто-кучевых облаках, в особенности, при полётах на малых и предельно малых высотах. При анализе бюллетеней авиационных событий государственной авиации 54 % случаев поражения различных частей ВС обнаруживалось при послеполетном осмотре. При этом роль ВС, попавшего в зону облачности, где достаточно велики электрические поля, но условий для возникновения самостоятельного разряда молнии не имеется, оказывается существенной. За счет эффектов поляризации и электризации самолета ситуация доводится до атмосферно-электрического разряда.

Цель работы – разработка методики оценки электрически активных зон (ЭАЗ) в атмосфере на основе радиолокационного мониторинга метеорологических объектов для повышения безопасности применения перспективных авиационных комплексов.

В результате радиолокационного зондирования атмосферы пользователь получает информацию об отражаемости и высоте радиоэха облачности и зон осадков. Радиолокационная отражаемость $Z$, являясь микрофизической интегральной характеристикой облака, зависит лишь от размера рассеивающих излучение облачных частиц в единице радиолокационного объема и не зависит от технических параметров метеорологических радиолокаторов (МРЛ). Зная максимальную отражаемость в километровом слое облака

и его высоту, можно осуществить переход от значений радиолокационной отражаемости в облачности и осадках к их водности $g_\omega$ [1, 4].

Абсолютной водностью облаков (или просто водность) называют массу капель воды и кристаллов льда, содержащихся в единичном объеме воздуха (чаще всего в 1 м³) [2, 3]

$$g_\omega = 2.33*10^{-2}\pi\rho_w N_0^{\frac{3}{7}} Z^{-\frac{4}{7}}, \qquad (1)$$

где $\rho_\omega$ – плотность частиц осадков, $N_0$=3,8*10$^6$ м$^{-4}$ для ледяных кристаллов (T≤-22°C), $N_0$ =8,0*10$^6$ м$^{-4}$ для капель (T>-22°C), ), $N_0$ =12,0*10$^6$ м$^{-4}$ для градин, Z –радиолокационная отражаемость облака.

Падение капель под действием сил тяжести приводи к макроскопическом разделению зарядов. В верхней части облака образуется слой, содержащий преимущественно положительные объёмные заряды, в нижней части облака создаётся преобладание отрицательных зарядов. Если ток, обусловленный падением капель, компенсируется током проводимости в возникшем при разделении зарядов электрическом поле, то достигается стационарное электрическое состояние облака. Для напряжённости стационарного электрического поля получается

$$E = \frac{q_w g \xi}{6\pi\eta\lambda}. \qquad (2)$$

Подставляя (1) в (2) получим

$$E = \frac{2.33*10^{-2}\pi\rho_w N_0^{\frac{3}{7}} Z^{-\frac{4}{7}} g\zeta}{6\pi\eta\lambda}. \qquad (3)$$

В случае полидисперсного облака общая водность равна сумме «парциальных» водностей. Если все капли равновесно заряжены, то электрическое поле облака не зависит от размера капель и определяется только водностью облака. Таким образом, с использованием формулы (3) можно рассчитать значение напряженности электрического поля на интересующем участке атмосферы, сравнить его с критериальным, при котором происходит поражение ВС электрическим разрядом. При напряженности электрического поля $E > 10^4\ В/м$ область атмосферы будет классифицироваться как электрически опасная и следовательно производится разработка рекомендаций органам управления воздушным движением (УВД) по недопущению попадания ВС в электрически опасные зоны.

**Литература**

1. Брылев Г.Б., Гашина С.Б., Евтеев Б.Ф., Камалдина И.И. Характеристики электрически активных зон в слоистообразных облаках / О.В. Лапина Л.: Гидрометеоиздат, 1989. 159 с.
2. Билетов М.В., Кузнецов И.Е., Тищенко А.И. Основы радиолокационной метеорологии. М.: Воениздат, 2008. 325 с.
3. Имянитов И.М. Электризация самолетов в облаках и осадках. Л.: Гидрометиздат, 1969. 211 с.
4. Облака и облачная атмосфера. Справочник. / Под ред. Мазина И.П., Хргиана А.Х. Л.: Гидрометеоиздат, 1989. 646 с.

# METHOD OF ESTIMATION OF THE ELECTRIC STATE OF THE ATMOSPHERE BY VALUE RADAR REFLECTIVITY OF A METEOROLOGICAL OBJECT

**Belinskuy A.S.[1], Kuznetsov I.E.[1]**

*[1] – "Air force Academy named after Professor N.E. Zhukovsky and Y. A. Gagarin" (Voronezh)», Voronezh, Russia, bas1405@yandex.ru*

**Abstract.** The method of estimation of the electric field intensity value by the value of radar reflectance of a meteorological object is proposed. The implementation of this technique will improve the safety of advanced aircraft systems.

Key words: radar information, the water content of the clouds, the electric field strength, radar uragement clouds, atmospheric electrical discharge.

# ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВООРУЖЕННЫХ СИЛ РЕЧНЫМИ И МОРСКИМИ ГИДРОЛОГИЧЕСКИМИ, ЛЕДОВЫМИ ПРОГНОЗАМИ

**Белихина Н.В.**[1]

[1] – *ФГБУ «Северное УГМС», Архангельск, Россия, belihinatalja@ro.ru*

**Аннотация**. Для обеспечения нормальной работы портов и флота требуется учет фактической и ожидаемой ледовой обстановки. Характеристики ледяного покрова являются основным фактором, лимитирующим судовождение в зимний период.

Ключевые слова: гидрометеорологическое обслуживание, ледовая обстановка, спутниковая информация.

В условиях активного освоения Арктики и Северного морского пути возрастает необходимость в достоверных прогнозах. ГМЦ ФГБУ «Северное УГМС» осуществляет обеспечение гидрометеорологических подразделений Вооруженных Сил гидрометеорологической информацией по акваториям и портам Белого, Карского и юго-востока Баренцева морей, а так же бассейнам рек Северная Двина, Онега, Мезень и Печора.

Для выполнения стратегических задач очень важно оперативное обеспечение точной информацией. Необходимы предупреждения и штормовые оповещения об опасных и неблагоприятных природных явлениях (о резком повышении уровня воды в результате сгонно-нагонных явлений, волнении), фактические и прогностические данные об уровне и температуре воды. Актуальны прогнозы сроков установления и взлома припая, прогнозы паводковой и ледовой обстановки в устьях рек (ожидаемые даты и отметки максимальных уровней воды, сроки начала половодья и наступления ледовых фаз).

Льды, ежегодно образующиеся на морях зоны обслуживания, представляют значительное препятствие для судоходства. Недооценка ледовых условий, неправильно выбранный курс могут иметь серьезные последствия. Так, например, юго-западная часть Карского моря бывает покрыта льдом в течение 8-9 месяцев, а северо-восточная часть очищается ото льда полностью крайне редко и на очень короткий период. Ледовая обстановка в Белом море очень динамична и требует тщательного анализа для выбора правильного маршрута. Современная технология гидрометеорологического обслуживания мореплавания в ледовый период основана на реализации комплексного подхода, включающего использование климатических представлений, анализа спутниковой информации, данных станций.

Для оперативной оценки ледовой обстановки применяются снимки ИСЗ. Снимки позволяют получать представление о пространственном распределении ледовых характеристик для прогнозирования преобладающего направления дрейфа и распределения плавучих льдов на акватории морей, выпуска рекомендаций для выбора оптимального маршрута движения судов по основным трассам следования на морях зоны обслуживания. Для движения судов во льдах важны такие площадные характеристики, влияющие на ледопроходимость, как сплоченность и толщина льда.

Для повышения качества и оперативности работы специалистов ГМЦ по обеспечению потребителей ледовыми прогнозами и картами ледовой обстановки на морях зоны обслуживания необходима модернизация и автоматизация существующих станций и постов, а так же расширение сети. Нужно обеспечить регулярное поступление качественной спутниковой информации, так как для ледовых прогнозов необходимы актуальные данные. Так же встает вопрос получения новых знаний о состоянии и изменениях в экосистеме прибрежных территорий. Требуется расширение программы наблюдений и ис-

следований. Для реализации этих задач с 2012 года при поддержке Русского географического общества совместно с Северным (Арктическим) федеральным университетом имени М. В. Ломоносова на борту научно-исследовательского судна «Профессор Молчанов» проводится научно-образовательная морская экспедиция «Арктический Плавучий университет». Полученные в результате экспедиций данные наблюдений, в частности в области гидрометеорологии и океанографии, имеют большое прикладное значение и используются Росгидрометом для подготовки справочных пособий о режимах арктических морей, верификации климатических моделей. Этот проект благоприятствует подготовке молодых специалистов по специальностям арктической направленности: гидрометеорология, экология, биология, география, геология, химия, международное право. Приобретенный опыт и знания способствуют повышению квалификации участников.

**Литература**

1. Думанская И.О. Ледовые условия морей европейской части России. – М.; Обнинск: ИГ – СОЦИН, 2014. – 608 с.
2. Думанская И.О. Ледовые условия морей азиатской части России. – М.; Обнинск: ИГ – СОЦИН, 2017. – 640 с.

## PROVISION OF THE ARMED FORCES WITH RIVER AND SEA HYDROLOGICAL, ICE FORECASTS

**Belikhina N.V.[1]**

*[1] – FSBI "Northern HEMM», Arkhangelsk, Russia, belihinatalja@ro.ru*

**Abstract.** To ensure the normal operation of ports and fleets, consideration of actual and expected ice conditions is required. Ice cover characteristics are the main factor limiting navigation in winter.

Key words: hydrometeorological service, ice conditions, satellite information.

# КОМПЛЕКСНАЯ СИСТЕМА АЭРОЛОГИЧЕСКОГО РАДИОЗОНДИРОВАНИЯ АТМОСФЕРЫ

**Болелов Э.А.[1], Биктеева Е.Б.[2], Ермошенко Ю.М.[3], Фридзон М.Б.[4]**

*[1] - МГТУ ГА, г. Москва, Россия, e.bolelov@mstuca.aero*
*[2] - МГТУ ГА, г. Москва, Россия,*
*[3] - ООО «Аэроприбор», г. Москва,*
*[4]- МГТУ ГА, г. Москва, Россия*

**Аннотация.** Представлены основные результаты синтеза алгоритмов комплексной обработки результатов измерений метеопараметров атмосферы и информации о пространственных координатах РЗ, получаемых от радиолокационной и радионавигационной систем радиозондирования атмосферы.

Ключевые слова: радиозонд, аэрологическое радиозондирование, комплексная система, базовая станция слежения.

1. Метеоинформация, получаемая при оперативном радиозондировании атмосферы, составляет основу для деятельности прогностических органов. Точность и полнота (без сбоев и пропусков) этой информации должна обеспечивать потребности в метеоинформации всех отраслей экономики РФ и, в частности, потребности гражданской авиации.

2. Предлагаемая комплексная обработка метеоинформации, привязанной к конкретным пространственным координатам радиозонда, основана на совместном использовании традиционной радиолокационной системы и современной спутниковой системы радиозондирования атмосферы. Первостепенное значение для разработки алгоритмов комплексной обработки информации имеет выбор теоретической модели, в соответствии с которой будет осуществляться синтез алгоритмов комплексной обработки. В настоящее время существует несколько подходов к синтезу алгоритмов комплексной обработки информации, однако наиболее эффективным математическим аппаратом обладают методы марковской теории оценивания случайных процессов [1].

3. Целью комплексирования является интеграция в единую систему (комплекс) измерителей метеорологической информации, привязанной к конкретным пространственным координатам радиозонда, поступающей от объединяемых устройств. Потребность в одновременном измерении одних и тех же (или функционально связанных, например, операторами дифференцирования) параметров устройствами и системами, работающими на различных физических принципах, обусловлена тем, что каждый измеритель в отдельности не удовлетворяет всем требованиям, которые предъявляются к измерению этих параметров. Наибольший выигрыш от комплексирования измерителей удается получить, решив соответствующую задачу синтеза, что дает возможность определить оптимальные структуру и характеристики комплексной системы радиозондирования атмосферы (КСРЗА).

4. Комплексная система радиозондирования атмосферы включает в себя комплексную базовую станцию слежения (КБСС) и радиозонд (РЗ), снабженный сверхрегенеративным приёмо-передатчиком (СПП) и, в зависимости от требуемой точности местоопределения радиозонда, ретранслятором сигналов спутниковой радионавигационной системы (СРНС) или навигационным модулем. КБСС состоит из следующих основных элементов:

- аэрологической радиолокационной станции (АРЛС), обеспечивающей прием метеоинформации от РЗ по каналу телеметрии РК2 на частоте 1680 МГц и определение координат РЗ в сферической системе координат (ССК);

- высокочастотный тракт приема радиосигналов спутниковой навигационной системы;

- модуль выделения телеметрической информации (МВТИ), поступающей с борта РЗ по каналу телеметрии РК 1 на частоте 403 МГц;

- систему комплексной обработки информации о пространственных координатах РЗ (СКОИ ПК);

- систему комплексной обработки телеметрической информации (СОТИ), поступающих по РК1 и РК2.

Особенностью схемы является то, что используемые для передачи метеопараметров каналы РК1 и РК2 являются независимыми и разнесенными по частоте примерно на 1270 МГц, т.е. помеховые воздействия характерные для диапазона частот РК1 не будут оказывать влияния на РК2 и наоборот.

5.В процессе разработки КСРЗА выполнены:

- синтез алгоритмов комплексной обработки метеопараметров атмосферы;

- синтез алгоритмов комплексной обработки информации о пространственных координатах РЗ.

**Литература**

1. Болелов Э.А. Метеорологическое обеспечение полетов гражданской авиации: проблемы и пути их решения // Научный вестник МГТУ ГА. – 2018. – Т. 21. – № 5. – С. 117–129.

2. Богаткин О.Г. Основы авиационной метеорологии. Учебник.- СПб.: Изд. РГГМУ, 2009. – 339 с.

3. Ярлыков М.С., Миронов М.А. Марковская теория оценивания случайных процессов. – М.: Радио и связь, 1993. – 464 с.

## INTEGRATED SYSTEM UPPER-AIR RADIOSOUNDING

**Bolelov E.A.[1], Bikteeva E.B.[2], Ermochenko J.M.[3], Fridzon M.B.[4]**

*[1] - MGTU GA, Moscow, Russia, e.bolelov@mstuca.aero*
*[2] - MGTU GA, Moscow, Russia,*
*[3] – LLC "Aeropribor", Moscow, Russia*
*[4]- MGTU GA, Moscow, Russia*

**Abstract**. The main results of the synthesis of algorithms for complex processing of the results of measurements of atmospheric meteorological parameters and information on the spatial coordinates of the RE received from the radar and radionavigation systems of the atmosphere radio sounding are presented.

Key words: radiosonde, upper-air radiosonde, integrated system, base tracking station.

# О ПОДХОДЕ К ПОВЫШЕНИЮ КАЧЕСТВА ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ ПОСРЕДСТВОМ АДАПТАЦИИ ТЕХНОЛОГИЙ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ К МЕНЯЮЩИМСЯ УСЛОВИЯМ ОБСТАНОВКИ

**Борисов А.А.[1], Маков А.Б.[1], Рукасов Е.А.[1]**

*[1] – Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского, Санкт-Петербург, Россия, spb.vka@yandex.ru*

**Аннотация**: Описывается один из подходов к повышению качества прогностической гидрометеорологической продукции в изменяющихся условиях обстановки при проведении миротворческих операций и обеспечению безопасности судоходства.

Ключевые слова: гидрометеорологическое обеспечение войск, условия проведения гидрометеорологического обеспечения, адаптация технологии прогнозирования гидрометеорологических условий.

Конкретное содержание гидрометеорологического обеспечения (ГМО)определяется характеристикой обеспечиваемых действий войск (ДВ) и условиями их проведения (физико-географическими характеристиками района, на котором действуют воинские формирования (ВФ). Для достижения требуемого уровня эффективности ГМО действий ВФ необходимо учитывать характер и особенности обеспечиваемых действий, выступающих при осуществлении мероприятий ГМО в роли фона.

Основные задачи, решаемые ВС РФ в различных условиях обстановки, обозначены в Военной доктрине РФ [1].Среди множества этих задач присутствуют такие, которые подразумевают использование отдельных воинских частей и подразделений ВС РФ зарубежом в отрыве от основных ВФ, расположенных на территории РФ. К таким задачам относятся [1]: участие в операциях по поддержанию (восстановлению) международного мира и безопасности, принятие мер для предотвращения (устранения) угрозы миру, подавление актов агрессии (нарушения мира) на основании решений Совета Безопасности ООН или иных органов, уполномоченных принимать такие решения в соответствии с международным правом; борьба с пиратством, обеспечение безопасности судоходства.

Различные физико-географические условия в районах проведения миротворческих операций и особенности военно-политической ситуации в районах конфликтов (КФ)приводят к трансформации условий проведения таких мероприятий ГМО ДВ, как гидрометеорологические наблюдения, сбор и распространения гидрометеорологической информации (ГМИ), анализ и прогноз гидрометеорологической обстановки. Условия проведения ГМО будут характеризоваться: различной степенью доступностью и качеством результатов гидрометеорологических наблюдений в районе, ограниченном КФ; различной доступностью результатов анализа и гидродинамического прогноза по району КФ от зарубежных прогностических центров, данных спутникового зондирования атмосферы от зарубежных систем дистанционного зондирования атмосферы, зарубежных архивов гидрометеорологических данных и др.

Изменение условий проведения ГМО вызывает снижение качества выходной ГМИ, поскольку система ГМО первоначально была «настроена» на прежний объект обеспечения (состав ВФ, ее вооружение) и другие условия функционирования (наличие источников первичной ГМИ, каналов связи, обстановке методов обработки гидрометеорологических данных). В целом же снижение качества гидрометеорологической продукции сказывается на снижении эффективности решения поставленных перед ВФ задач,

поскольку результативность функционирования многих образцов вооружения и военной техники зависит от определенных гидрометеорологических условий (ГМУ).

В основе решения задач ГМО ДВ лежит использование соответствующих технологий – совокупности методов и инструментов решения данных задач. Основная задача гидрометеорологической службы ВФ – прогнозирование гидрометеорологической обстановки в районах проведения операции. Без нарушения логики рассуждений можно полагать методы производства наблюдений, сбора, распространения ГМИ также включенными в технологию прогнозирования.

Существующая технология прогнозирования ориентирована на использование гидродинамических методов прогнозирования, как основы, и физико-статистических методов и результатов измерений для учета влияния локальных особенностей района прогноза на эволюцию погодообразующих процессов. В зависимости от военно-политической ситуации в зоне КФ создаются условия, при которых часть ГМИ, необходимой для реализации этапов технологии прогнозирования, доступна с качеством, неудовлетворяющим требованиям методов преобразования ГМИ для разработки прогноза ГМУ. Кроме того, физико-статистические методы обладают ограничениями по району их применения, вызванными особенностями их синтеза.

Для достижения требуемого качества прогностической продукции технология прогнозирования должна быть приспособлена (адаптирована) к условиям проведения ГМО. Предметом адаптации служат структура и параметры технологии прогнозирования. Под структурой понимается совокупность составляющих ее компонентов и структурных связей (связей, благодаря которым совокупность компонентов приобретает свойство целостности). При адаптации технологии прогнозирования структура рассматривается на двух уровнях: технологическом (на уровне технологии) и методическом (на уровне методов, входящих в технологию).

Адаптация технологий прогнозирования ГМУ производится последовательно, по уровням. В начале, на методическом уровне, исходя из сложившихся в районе КФ условий, из групп методов, функционально отвечающих этапам переработки ГМИ, отбираются те методы, которые обеспечат поступление ГМИ в объеме, необходимом для реализации технологии прогнозирования. При наличии архивных данных методы, результативность которых зависит от местных особенностей района прогнозирования адаптируются на фактической ГМИ. В случае отсутствии в некоторых группах подходящих методов осуществляется их синтез на доступной ГМИ.

На втором, технологическом, уровне из сформированных на предыдущем уровне функциональных подмножеств методов с использованием пошагового отбора по критерию наибольшего качества осуществляется синтез структуры технологии прогнозирования ГМУ, адаптированной к сложившимся условиям обстановки. Для учета изменяющихся ГМУ в районе прогнозирования и дальнейшего повышения качества прогностической продукции предлагается продолжить адаптацию отдельных методов диагностики и прогнозирования ГМУ в процессе работы с помощью текущей первичной ГМИ, поступающей из района прогнозирования.

В качестве средства адаптации методов диагностики и прогнозирования ГМУ, входящих в технологию прогнозирования, предлагается использовать аппаратно-программный комплекс АРМ-ВГМ, принятый на снабжение ГМС ВС РФ.

**Литература**

1. Военная доктрина Российской Федерации. (утв. Президентом РФ 25.12.2014 N Пр-2976).

2. Борисов А.А., Маков А.Б. Технология адаптации физико-статистических методов прогнозирования к физико-географическим условиям арктических районов РФ. // Навигация и гидрография. – 2016. – № 44. – С.71-78.

# ON THE APPROACH TO IMPROVE THE QUALITY OF HYDROMETEOROLOGICAL PRODUCTS

**BorisovA.A.[1], MakovA.B.[1], RukasovE.A.[1]**

[1] – *Mozhaisky Military Aerospace Academy, Saint-Petersburg, Russia, spb.vka@yandex.ru*

**Abstract**: The article describes one of the approaches to improving the quality of predictive hydrometeorological products in the changing conditions of the situation during peacekeeping operations and ensuring the safety of navigation.

Keywords: Hydrometeorological support of troops, conditions of hydrometeorological support, adaptation of the technology of forecasting of hydrometeorological conditions.

# НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ БОРТОВЫХ ЛАЗЕРНЫХ ЛОКАЦИОННЫХ СИСТЕМ В СЛОЖНЫХ МЕТЕОУСЛОВИЯХ

**Булгин Д.В.[1], Насонов А.А.[2], Слащёв С.В.[3]**

*[1] – Военный учебно-научный центр ВВС «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», г. Воронеж, Россия, d.bulgin77@yandex.ru*

**Аннотация**: В работе предлагается методика определения неблагоприятных метеоусловий для применения бортовых лазерных локационных систем. Неблагоприятные для функционирования бортовых лазерных локационных систем зоны наносятся на топографическую карту района полётов.

Ключевые слова: лазерные локационные системы, неблагоприятные метеорологические условия, метеорологическая дальность видимости, интенсивность осадков.

Актуальность исследований, связанных с оценкой влияния метеоусловий на возможность применения бортовых лазерных локационных систем (БЛЛС), обусловлена тем, что современные авиационные комплексы оснащены большим количеством оптико-электронных средств, обеспечивающих решение задач взлёта, посадки, полёта по маршруту и поиска различных объектов.

Успешность решения этих задач достигается оптимальным выбором соответствующих средств (оптических, лазерных, радиолокационных и т.д.) использующих различные диапазоны длин волн, которые, в свою очередь, определяются конкретными значениями метеоэлементов.

Поэтому, важным является решение задачи разработки научно-методического комплекса, позволяющего на основе полученных метеорологических критериев определить пространственные зоны и временные интервалы, когда использование БЛЛС будет наиболее эффективным.

Целью работы является повышение эффективности метеорологического обеспечения выполнения авиационных задач с применением БЛЛС.

В качестве информационных показателей функционирования БЛЛС в работе приняты дальность действия и ошибки определения местоположения целей. Для определения влияния метеоусловий на дальность действия БЛЛС сравнивалась дальность действия в «чистой» атмосфере и атмосфере замутненной. Под «чистой» атмосферой понимается атмосфера, в которой отсутствуют такие явления как туманы, дымки, облака и осадки. Под замутненной атмосферой будем понимать атмосферу, содержащую рассматриваемые явления. В качестве дальности действия БЛЛС в замутненной атмосфере принимается та дальность, при которой энергия отраженного света будет равна энергии отраженного света при «чистой» атмосфере.

В работе предлагается следующая методика определения метеоусловий, неблагоприятных для применения БЛЛС:

1. На основе разработанной методики определяются критерии применения БЛЛС по метеоусловиям.

2. По данным, полученным из климатического описания района предстоящих полётов или архивной выборке, строятся гистограммы распределения метеопараметров (например, метеорологической дальности видимости и интенсивности осадков).

3. Определяются критериальные значения метеоусловий (например, метеорологической дальности видимости и интенсивности осадков), исходя из ограничений на работу БЛЛС [1].

4. Используя полученные данные, рассчитываются вероятности превышения значений метеоусловий (например, метеорологической дальности видимости и интенсивности осадков) над их критериальными значениями [2].

5. На основе полученных результатов определяются наименее благоприятные зоны по метеоусловиям для функционирования БЛЛС.

Применение предложенной методики опробовано на примере климатического описания г.Воронежа. Для определения критериальных значений метеорологической дальности видимости длины волн принимались при расчетах равными 0,55 мкм, 0,69 мкм и 1,06 мкм, так как это длины волн наиболее широко используемых твердотельных лазеров. Полученные критериальные значения метеорологической дальности видимости приведены в таблице 1.

**Таблица 1** – Пороговые значения метеорологической дальности видимости при различных длинах световой волны

| | λ=1.06 мкм | λ=0.69 мкм | λ=0.55 мкм |
|---|---|---|---|
| $S_{мк}$, км | 3.3 | 3.5 | 3.4 |

Таким образом, в представленной работе предложена методика определения неблагоприятных метеоусловий для применения бортовых лазерных локационных систем, которая может являться основой для поддержки принятия решений на применение авиационных комплексов.

**Литература**

1. Билетов М.В., Тищенко А.И., Кузнецов И.Е. Основы радиолокационной метеорологии. М.: Воениздат, 2008, 330 с.

2. Кудашкин А.С. Теория вероятности и математическая статистика в метеорологии. М.: Воениздат, 1985. 324 с.

# SCIENTIFIC AND METHODOLOGICAL COMPLEX OF EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF ONBOARD LASER RADAR SYSTEMS IN ADVERSE WEATHER CONDITIONS

**Bulgin D.V.[1], Nasonov A.A.[2], Slastchev S.V.[3]**

*[1] – Military educational scientific center air force "air force Academy named after Professor N.E. Zhukovsky and Y. A. Gagarin", Voronezh, Russia, d.bulgin77@yandex.ru*

**Abstract**: The paper proposes a method for determining adverse weather conditions for the use of on-Board laser radar systems. Unfavorable for the operation of on-Board laser radar systems zones are applied to the topographic map of the flight area.

Keywords: laser location systems, adverse weather conditions, meteorological visibility range, precipitation intensity.

# МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОБНАРУЖЕНИЯ АТМОСФЕРНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ, ОПАСНЫХ ДЛЯ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ

**Васильев А.В.**[1]

[1]– *Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия», Воронеж, Россия, anvsl@yandex.ru*

**Аннотация**. Разработана блок-схема алгоритма обнаружения импульсного радиоизлучения атмосферных образований квадратурным приемником. Анализируются характеристики оценивания вероятности правильного обнаружения искомого радиоизлучения.

Ключевые слова: атмосферные образования, вероятность обнаружения, моделирование.

Для обеспечения безопасности полетов экипажам воздушных судов необходимо своевременно получать информацию о наличии на маршруте полета опасных атмосферных образований (АО)[1]. Характерным признаком АО является импульсное радиоизлучение с интенсивностью, нарастающей по мере развития АО [2].Своевременное обнаружение этого излучения на борту воздушного судна позволяет определить степень опасности АО и изменить маршрут полета.

На основании результатов, представленных в [2,3], получена математическая модель процесса обнаружения импульсного радиоизлучения АО квадратурным приемником на фоне шумов аппаратуры, учитывающая совместное распределение начальной фазы и амплитуды принимаемых импульсов, содержащей как регулярную, так и флуктуационную составляющие, а также пуассоновское распределение числа принимаемых импульсов.

Для полученной математической модели разработана обобщенная блок-схема алгоритма обнаружения импульсного радиоизлучения АО в условиях шумов аппаратуры.

В соответствии с разработанным алгоритмом, на основании задаваемых в блоке ввода значений отношения сигнал/шум, вероятности ложной тревоги, среднего числа импульсов, излучаемых АО в единицу времени, а также отношения регулярной составляющей амплитуды радиоимпульсов к среднеквадратическому отклонению ее флуктуационной составляющей, формируются сигнальные составляющие квадратурных каналов с применением генераторов, задающих случайные амплитуды и фазы, с распределениями, соответствующими реальным состояниям АО, а также генератора случайного числа импульсов, подчиняющихся распределению Пуассона[2,3].

Формирование «выходного эффекта» осуществлялось с помощью независимых генераторов случайных чисел с нулевыми средними значениями и единичными дисперсиями, генерирующих нормированные нормальные случайные величины, характеризующие шумовые составляющие квадратурных каналов.

В блоке принятия решения при сравнении «выходного эффекта» с «порогом», формируемым на основании задаваемого значения вероятности ложной тревоги, выносится решение о наличии, либо отсутствии импульсного радиоизлучения АО.

При моделировании в каждой параметрической точке проводилось $10^2$ серий по $10^6$ измерений, на основании которых оценивались вероятности правильного обнаружения: их средние значения и дисперсии[4].

Получены результаты моделирования − зависимости средних значений и дисперсий оценок вероятности правильного обнаружения принимаемых импульсов радиоизлучения АО от отношения сигнал/шум для различных случаев приема радиоимпульсов:

со случайными начальными фазами и детерминированными амплитудами;

со случайными начальными фазами и амплитудами;

со случайными начальными фазами и амплитудами, содержащими как регулярную, так и флуктуационную составляющие.

Результаты показывают, что среднее значение оценки вероятности правильного обнаружения возрастает, а ее дисперсия уменьшается с увеличением отношения регулярной составляющей амплитуды радиоимпульсов к среднеквадратическому отклонению ее флуктуационной составляющей при неизменных остальных параметрах, так как приводит к увеличению отношения сигнал/шум.

Уменьшение среднего значения оценки вероятности правильного обнаружения и возрастание ее дисперсии, наблюдается с уменьшением вероятности ложной тревоги, так как в этом случае требуется увеличение «порога».

Таким образом, проведено статистическое моделирование процесса обнаружения импульсного радиоизлучения АО на фоне шумов аппаратуры при различных априорных распределениях параметров принимаемых сигналов, соответствующих реальным состояниям АО. Полученные результаты моделирования позволяют оценивать эффективность приема импульсного радиоизлучения АО для реальных практически важных ситуаций.

**Литература**

1. Физические и метеорологические условия, приводящие к поражению самолетов атмосферно-электрическими разрядами вне кучево-дождевых облаков : методическое письмо. Л.: Гидрометеоиздат, 1981. 24 с.
2. Качурин Л.Г., Дивинский Л.И., Иванов Б.Д. Излучение конвективных облаков в метровом диапазоне / Л.Г. Качурин, Л.И. Дивинский, Б.Д. Иванов // Известия АН СССР. ФАО, 1979. Т.10. №11. С.724-730.
3. Васильев А.В. Обнаружение и распознавание уровня активности источника пуассоновского импульсного радиоизлучения / Г.С. Нахмансон, А.В. Васильев // Успехи современной радиоэлектроники, 2010. №11. С.34-39.
4. Быков В.В. Цифровое моделирование в статистической радиотехнике. М.: Советское радио, 1971. 328с.

## MODELING OF DETECTION ATMOSPHERIC FORMATIONSPROCESS WHICH IS DANGEROUS FOR AIRCRAFTS

**Vasilyev A.V.**[1]

[1] – *Military training-scientific centre of Air Force «Air Force Academy», Voronezh, Russia, anvsl@yandex.ru*

**Abstract**. Blok-diagram of the detection algorithm of pulse radio emission of atmospheric formations by quadrature receiver was developed.Estimation characteristics of correct detection probability of the puls radio emissions are analyzed.

Key words:atmospheric formations,correct detection probability, modeling.

# ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ КРИТЕРИЕВ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ПРОГНОСТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН

**ГромковскийА.А.[1], Костылева Л.Н.[1]**

[1] – *ВУНЦ ВВС ВВА, Воронеж, Россия, aag68@bk.ru*

**Аннотация.** В статье рассмотрено применение информационных критериев Акаике и Шварца для спецификации прогностических моделей метеорологических величин. Применение данных критериев позволяет повысить корректность выбора прогностической модели. В работе данная задача решена на примере спецификации прогностических моделей среднедневной температуры воздуха на разных изобарических поверхностях.

Ключевые слова:моделирование, спецификация, информационные критерии, анализ данных, авторегрессия.

При использовании итеративного подхода для построения прогностических моделей вид итогового соотношения выбирается с помощью детального анализа графика автокорреляционой функции (АКФ) и частной автокорреляионной функции (ЧАКФ) временного ряда значений исследуемой величины с последующим сравнением структуры этого графика с теоретически заданной обоснованной структурой рассматриваемого процесса [1, 2].При выборе прогностической модели может получиться, что несколько соотношений будут достаточно полно отвечать теоретически заданной структуре АКФ, ЧАКФ и исследователь ставиться перед выбором между простотой и точностью[3].

В этом случае предлагается использовать подход к спецификации прогностической модели, учитывающий как качество выбора вида модели, так и количество ее коэффициентов, основанный на использовании информационных критериев [4]. Согласно информационному критериюАкаике[5], наилучшей считается модель, минимизирующая соотношение:

$$AIC = \ln \delta^2 + \frac{2}{n} m \qquad (1)$$

где $\ln \delta^2$ – натуральный логарифм остаточной дисперсии исследуемой прогностической модели; $n$ – количество наблюдений; $m$ – общее количество параметров (с учетом постоянного коэффициента) прогностической модели.

По Байесовскому информационному критериюШварца (BIC)[6], отдают предпочтение модели, для которой достигает минимизирующей выражение:

$$BIC = \ln \delta^2 + \frac{\ln n}{n} m \qquad (2)$$

Оба критерия используют логарифмическое выражение остаточной дисперсии построенной модели и различаются только вторым слагаемым. Второй компонент в выражениях для информационных критериев AIC и BIC представляет собой «штрафной фактор», отражающий включение в прогностическую модель дополнительных коэффициентов[7]. При таком построении критерий Шварца предполагает большее ограничение на число коэффициентов модели по сравнению с критерием Акаике. Соответственно, при решении задачи спецификации, минимизация критерия BIC всегда показывает на число коэффициентов, не превышающее число, соответствующее критерию AIC.

Для построения прогноза среднедневной температуры воздуха в точке атмосферы с заданными координатами на разных изобарических поверхностях (АТ-850, АТ-700, АТ-600, АТ-500) были построены АКФ и ЧАКФ временного ряда рассматриваемой метеорологической величины. В результате анализа АКФ и ЧАКФ были выбраны модели

авторегрессии первого AR(1) и второго порядка AR(2). Параметры предложенных прогностических моделей оценивались методом наименьших квадратов. Получены следующие модели:

Поверхность АТ-850:

Модель авторегрессии первого порядка:

$AR(1): y = 0,57 + 0,902 y_{t-1} + \varepsilon$.

Модель авторегрессии второго порядка:

$AR(2): y = 0,53 + 0,85 y_{t-1} + 0,06 y_{t-2} + \varepsilon$.

Поверхность АТ-700:

Модель авторегрессии первого порядка:

$AR(1): y = 0,27 + 0,902 y_{t-1} + \varepsilon$.

Модель авторегрессии второго порядка:

$AR(2): y = -0,26 + 0,84 y_{t-1} + 0,06 y_{t-2} + \varepsilon$.

Поверхность АТ-600:

Модель авторегрессии первого порядка:

$AR(1): y = -0,88 + 0,91 y_{t-1} + \varepsilon$.

Модель авторегрессии второго порядка:

$AR(2): y = -0,8 + 0,827 y_{t-1} + 0,09 y_{t-2} + \varepsilon$.

Поверхность АТ – 500:

Модель авторегрессии первого порядка:

$AR(1): y = -1,47 + 0,92 y_{t-1}$.

Модель авторегрессии второго порядка:

$AR(2): y = -1,35 + 0,84 y_{t-1} + 0,08 y_{t-2} + \varepsilon$.

Для построенных прогностических моделей авторегрессии среднедневной температуры воздуха на разных изобарических поверхностях были рассчитаны значения информационных критериев Акаике и Шварца (таблица 1).

Таблица 1 – Значения информационных критериев для прогностических моделей температуры воздуха.

| | АТ – 850 | | АТ – 700 | | АТ – 600 | | АТ - 500 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | AR (1) | AR (2) | AR (1) | AR (2) | AR (1) | AR (2) | AR (1) | AR (2) |
| AIC | 2,4889 | 2,4623 | 9,1743 | 9,1706 | 8,9913 | 8,9899 | 8,8452 | 9,3731 |
| BIC | 9,49 | 9,47 | 9,1702 | 9,1640 | 8,9792 | 8,9629 | 8,8544 | 9,3868 |

В соответствие с принципом минимизации значений критериев Акаике и Шварца для выбора наилучшей прогностической модели на поверхности АТ-850 предпочтительнее использовать модель AR (2); на поверхности АТ-700 предпочтительнее использовать модель AR (2); на поверхности АТ-600 предпочтительнее использовать модель AR (2); на поверхности АТ-500 предпочтительнее использовать модель AR (1).

**Литература.**

1. Тюрин Ю.Н., Макаров А. А. Анализ данных на компьютере / М.: МЦМНО, 2016. 368 с.
2. Загоруйко Н. Г. Прикладные методы анализа данных и знаний. Новосибирск.: ИМ СО РАН, 1999. 270 с.
3. Berthold M., Hand D.J. (Eds.) Intelligent Data Analysis: An Introduction. 2nd revised and extended Edition. Springer, 2007. 515 p.
4. Hamilton, J. D. Time Series Analysis. Princeton: Princeton University Press, 1994. 816 p.
5. Бендат Дж., Пирсол А. Прикладной анализ случайных данных / М.: Мир, 1989. 540 с.

6. Бокс Дж., Дженкинс Г. Анализ временных рядов. Прогноз и управление / М.: Мир, 1974. кн. 2. 197 с.
7. Maddala G. S., Kim I. M. Unit Roots, Cointegration and Structural Change / Cambridge: Cambridge University Press, 1998. 505 p.

# APPLICATION OF INFORMATION CRITERIA IN THE DEVELOPMENT OF PROGNOSTIC MODELS OF METEOROLOGICAL QUANTITIES

**Gromkovskii A.A.[1], Kostyleva L.N.[1]**

[1] – *MERC AF "AFA", Voronezh, Russia*

**Annotation.** The article considers the application of information criteria of Akaike and Schwartz for the specification of prognostic models of meteorological quantities. The use of these criteria allows to increase the correctness of the prognostic model selection. In this paper, this problem is solved by the example of the specification of predictive models of the average daily air temperature on different Isobaric surfaces.

Keywords: modeling, specification, information criteria, data analysis, autoregression.

# МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВИДИМОСТИ ОБЪЕКТОВ ПРИ ВЕДЕНИИ АВИАЦИОННОЙ РАЗВЕДКИ ВИЗУАЛЬНЫМ НАБЛЮДЕНИЕМ

**Дорофеев В.В.[1], Степанов А.В.[1], Ладыченко А.А.[1], Файзуллин Р.Р.[1]**

*[1] – ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж), г. Воронеж, Россия, step_al@mail.ru*

**Аннотация.** Предложена методика расчета полетной видимости для обеспечения авиационной разведки визуальным наблюдением в различных явлениях погоды.

Ключевые слова: наклонная полетная видимость, авиационная разведка, оптическая модель, путевая скорость полета.

При ведении авиационной разведки методом визуального наблюдения в условиях ограниченной видимости и низкой облачности необходима информация о фактической и прогностической видимости объектов из кабины воздушного судна (ВС) – наклонной полетной видимости [3].

Метеоспециалисты определяют и прогнозируют только горизонтальную дальность видимости [1], поэтому для оценки соответствия метеорологических условий уровню подготовки экипажа для ведения авиационной разведки необходимо решить инженерную задачу определения наклонной полетной видимости по данным наземных метеорологических наблюдений.

Актуальность данной задачи обусловлена тем, что в условиях мощного радиотехнического и радиоэлектронного противодействия противника визуальные наблюдения незаменимы при поиске и разведке различных объектов противника, выполняемых авиацией.

Определение наклонной полетной видимости является сложной инженерной задачей, так как наклонная видимость наземных объектов зависит от многих факторов.

Поэтому целью исследования является разработка методики расчета наклонной полетной видимости с учетом основных влияющих факторов (метеорологической дальности видимости (МДВ), высоты нижней границы облаков (ВНГО), явлений погоды, типа распределения горизонтальной видимости с высотой или оптической модели (ОМ), контраста наблюдаемого объекта на окружающем фоне, состояния пороговых зрительных функций, высоты и путевой скорости полета воздушного судна) в светлое время суток над равнинной местностью.

В качестве исходных данных использовался аэросиноптический материал, инструментальные измерения ВНГО, МДВ, доклады экипажей разведки погоды, выполняющих полеты на ВС по правилам визуальных полетов на аэродромах государственной авиации за 2008 – 2017 гг.

Методика расчета наклонной полетной видимости реализована для четырех ОМ [3].

Наклонная полетная видимость для заданной высоты полета рассчитывается в соответствии со следующей формулой:

$$S_{ПОЛ} = L_{ЯВЛ} \frac{H_{ПОЛ}}{\cos\theta \cdot \ln\frac{1}{\varepsilon} \cdot \int\limits_{0}^{H_{ПОЛ}} \frac{dh}{S_{mh}}} \ln\left[1 + \left(\frac{K_0}{\varepsilon} - 1\right)\frac{B_Ф}{Б}\right], \quad (1)$$

где $H_{ПОЛ}$ – высота полета, м; $K_0$ – контраст между объектом и фоном ( $K_0 \le 1$ ); $B_Ф$ – истинная яркость фона; $Б$ – коэффициент, характеризующий состояние яркостного «насыщения» слоя помутнения; $\varepsilon$ - порог контрастной чувствительности глаза; $\theta$ – угол визирования, градусы; $L_{ЯВЛ}$ – экспериментально установленные коэффициенты ($L_{дымка}$= 1, $L_{дождь}$= 0,91, $L_{снег}$= 0,84, $L_{морось}$= 0,8); $S_{mh}$ – горизонтальная видимость на высоте полета $h$, м.

Учет путевой скорости полета ВС при расчете наклонной полетной видимости производится по углу визирования. Угол визирования $\theta$, зависящий от оптической модели, путевой скорости ($W$), высоты полета ($H_{ПОЛ}$), курсового угла наблюдения ($\alpha$), времени аккомодации зрения пилота ($t$) рассчитывается по формуле [2]:

$$\theta = \theta_0 + 57{,}3\frac{W \cdot t}{H_{ПОЛ}} \sin\theta_0 \sqrt{1 - \cos^2\theta_0 \cdot \cos^2\alpha}\,, \qquad (2)$$

где $\theta_0$ – минимальный угол визирования для высоты полета в конкретной ОМ без учета путевой скорости.

Выбор ОМ осуществляется по характеру физического процесса, происходящего в атмосфере, типа синоптической ситуации, данных вертикального зондирования атмосферы и измеренных метеовеличин.

Результаты исследования позволяют сделать следующие выводы.

1. Наклонная полетная видимость в I и II ОМ значительно меньше МДВ и составляет от 15-20% до 50-60 % от ее значений в зависимости от явлений погоды.

2. Наименьшее значение наклонной полетной видимости наблюдается в мороси в I ОМ, а наибольшее – в дымке в IV ОМ.

3. С увеличением скорости полета ВС наклонная полетная видимость уменьшается.

**Литература**

1. Баранов А.М., Солонин С.В. Авиационная метеорология. Л.: Гидрометиздат, 1981. 383 с.
2. Жаренков Л.А., Матвеев Ю.А., Ремянников Е.П. Воздушная навигация в различных условиях полетов. М.: Воениздат, 1985. 175 с.
3. Рацимор М.Я. Наклонная видимость. – Метод. Пособие для специалистов ГАМЦ, ЗАМЦ, АМЦ и АМСГ. Л.: Гидрометеоиздат, 1987. 136

## METHOD OF DETERMINING THE VISIBILITY OF OBJECTS IN THE CONDUCT OF AVIATION INTELLIGENCE VISUAL OBSERVATION

**Dorofeev V.V.[1], Stepanov A.V.[1], Ladichenko A.A.[1], Fayzullin R.R.[1]**

*[1] - Air Force Academy named after Professor N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin (Voronezh), Voronezh, Russia, step_al@mail.ru*

**Abstract.** A method for calculating flight visibility to provide aviation intelligence with visual observation in various weather phenomena is proposed.

Key words: oblique flight visibility, aviation intelligence, optical model, ground speed.

# ОЦЕНКА ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТИ ПРИЕМА СПУТНИКОВОЙ МЕТЕОИНФОРМАЦИИ АППАРАТУРОЙ «СЮЖЕТ-МБ»

**Евстафиев Ф.А.[1], Герасимов А.А.[1]**

*[1] – ВУНЦ ВВС «ВВА им проф. Жуковского и Ю.А. Гагарина», Воронеж, Россия, evfeal@mail.ru*

**Аннотация**. Целью данной работы является оценка помехоустойчивости (качества) приема спутниковой метеоинформации в аналоговом и цифровом режимах и установление градаций качества принимаемой информации.

Ключевые слова: относительная ошибка фильтрации, вероятность искажения, помеховая обстановка.

При аналоговой передаче метеоинформации используется двойная амплитудно-частотная модуляция (АМ - ЧМ). При этом вначале первичным видеосигналом, отображающим изменение яркости или температурных контрастов передаваемого изображения осуществляется амплитудная модуляция (АМ) на низкой поднесущей частоте, а затем АМ сигналом осуществляется частотная модуляция на несущей частоте.

Помехоустойчивость штатной аппаратуры типа «СЮЖЕТ-МБ» в аналоговом режиме определяется, главным образом, помехоустойчивостью частотного детектирования.

Используя известный подход к решению подобных задач, получим выражение для оценки помехоустойчивости приема спутниковой метеоинформации в виде относительной ошибки фильтрации соответствующих аналоговых сигналов.

При частотной модуляции принимаемый радиосигнал имеет следующий вид:

$$u_1\left[t,\lambda_1(t)\right]=U_1\cos\left\{\omega_1 t+\psi\left[t,\lambda_1(t)\right]\right\}+n_1(t), \qquad 1)$$

где $U_1$ и $\omega_1$ – соответственно, амплитуда и несущая частота сигнала; $\psi\left[t,\lambda_1(t)\right]$ – случайный процесс, обусловленный полезной модуляцией $\lambda_1(t)$, представляющей собой АМ сигнал; $n_1(t)$ – аддитивный белый шум.

Если в качестве информационного сигнала принять гауссовский экспоненциально-коррелированный процесс, что практически часто имеет место то, опуская промежуточные преобразования, можно показать, что относительная ошибка фильтрации (детектирования) ЧМ сигнала будет равна:

$$\delta^2_{чм}=\frac{1}{2h^2\beta^2}\left(1+2\beta\sqrt{h^2}-\sqrt{1+4\beta\sqrt{h^2}}\right)\sqrt{1+4\beta\sqrt{h^2}}\ , \qquad (2)$$

где $h^2=U_1^2/2\Delta f_1 N_1$ – отношение мощности сигнала к мощности шума со спектральной плотностью $N_1$ в полосе частот $\Delta f_1$ АМ сигнала; $\beta=\sqrt{D}/\Delta f_1$ – индекс частотной модуляции с дисперсией частотного отклонения *D*.

Проведенный анализ полученной спутниковой метеоинформации, методом экспертных оценок, позволил установить следующие ее градации при аналоговом приеме в зависимости от относительной ошибки фильтрации информационного сигнала $\delta^2_{чм}$. При индексе частотной модуляции $\beta=10$, который используется в данной аппаратуре, качество принимаемой информации оценивается на «отлично», если $\delta^2_{чм}<0,28$ ($h^2>25$); на «хорошо», если $0,28\le\delta^2_{чм}<0,31$ ($17<h^2\le25$); на «удовлетворительно», если $0,31\le\delta^2_{чм}\le 0,35$ ($10\le h^2\le17$); на «неудовлетворительно», если $\delta^2_{чм}>0,35$ ($h^2<10$).

Анализ тракта приема и обработки информационных сигналов в аппаратуре «СЮЖЕТ-МБ» при цифровой передаче свидетельствует, что в ней используется классический или близкий к нему алгоритм приема и обработки радиосигналов. В частности, входной высокочастотный радиосигнал в первичном устройстве обработки (ресивере) переносится на соответствующую постоянную промежуточную частоту, на которой далее осуществляется квадратурная некогерентная обработка сигнала с принятием решения по каждому информационному символу с последующей регенерацией импульсного цифрового потока.

В качестве информационных сигналов при цифровой передаче в данной аппаратуре используются двоичные ортогональные (или квазиортогональные) сигналы, преимущественно, с частотной манипуляцией. Для таких сигналов при некогерентном приеме в литературе приводятся соответствующие выражения для расчета помехоустойчивости приема информации в виде вероятности ошибки на один двоичный символ.

Так, при медленных релеевских замираниях, обусловленных многолучевым распространением радиоволн, когда разность между задержками крайних радиолучей $\Delta\tau << 1/F$, где $F$ – ширина спектра сигнала, нижняя граница вероятности ошибки определяется выражением:

$$P_{ош} = \frac{1}{2}\left[1 - \frac{h_0^2\sqrt{1-\rho^2}}{\sqrt{\left(h_0^2+2\right)^2 - h_0^4\rho^2}}\right], \qquad (3)$$

где $h_0^2$ – среднее значение отношения сигнал-шум; $\rho$ – коэффициент взаимной корреляции между сигналами:

$$\rho \le \frac{2}{\left|\left(\omega_2 - \omega_1\right)\right| T_c}, \qquad (4)$$

где $\omega_1$, $\omega_2$ – частоты сигналов; $T_c$ – длительность сигнала.

Анализ данного выражения свидетельствует, что замирания сигналов, в особенности, релеевские, резко снижают качество приема информации. При этом увеличение мощности радиопередатчика слабо влияет на повышение помехоустойчивости. Кроме того, вероятность ошибки зависит от степени ортогональности сигналов, которую можно обеспечить соответствующим разносом их частот, но при этом потребуется расширение полосы частот канала связи.

По результатам теоретических и экспериментальных исследований помехоустойчивости приема метеоинформации в цифровом режиме методом экспертных оценок получены следующие градации ее качества в зависимости от отношения сигнал-шум и вероятности ошибки в канале связи. Принимаемая информация оценивается на «отлично», если вероятность ошибки $P_{ош} < 3 \cdot 10^{-4}$ ($h^2 > 20$); на «хорошо», если $3 \cdot 10^{-4} \le P_{ош} \le 10^{-3}$ ($13 \le h^2 \le 20$); на «удовлетворительно», если $10^{-3} \le P_{ош} \le 2 \cdot 10^{-2}$ ($8 \le h^2 < 13$); на «неудовлетворительно», если $P_{ош} > 2 \cdot 10^{-2}$ ($h^2 < 8$).

Полученные результаты, как в аналоговом так и в цифровом режимах передачи, можно использовать в автоматизированных системах сбора, обработки и идентификации метеорологической информации при прогнозировании качества ее приема в зависимости от текущего состояния помеховой обстановки в выделенных радиоканалах связи.

**Литература**

1. Тихонов В.И. Оптимальный прием сигналов. М.: Радио и связь, 1983. 319 с.
2. Защита от радиопомех. Под ред. М.В. Максимова. М.: Сов. радио, 1976. 496 с.
3. Финк Л.М. Теория передачи дискретных сообщений. М.: Сов. радио, 1970. 726 с.

# EVALUATION OF THE NOISE IMMUNITY OF SATELLITE WEATHER INFORMATION RECEPTION EQUIPMENT "SYUZHET-MB"

**Evstafiev F.A.[1], Gerasimov A.A.[2]**

[1] – *Military Air Force Academy, Voronezh, Russia, evfeal@mail.ru*
[2] – *Military Air Force Academy, Voronezh, Russia*

**Annotation.** The purpose of this work is to estimate the noise immunity (quality) of satellite weather information reception in analog and digital modes and to establish gradations in the quality of received information.

Keywords: relative filtering error, probability of distortion, interfering conditions.

# ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ *WEB*-ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ГЕОФИЗИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

**Ефременко А.Н.[1], Лобанов К.А.[1], Подчасский А.С.[2], Королёва О.А.[2]**

*[1] – ВКА имени А.Ф.Можайского, Санкт-Петербург, Россия, geofiz_svu@mail.ru*
*[2] – ВКА имени А.Ф.Можайского, Санкт-Петербург, Россия*

**Аннотация**. В статье обоснована необходимость создания единого Центра в структуре Гидрометеорологической службы Вооруженных Сил Российской Федерации по мониторингу опасных природных процессов и явлений во всех геосферах с возможностью доступа к её информации с помощью *web*-технологий.

Ключевые слова: геоинформационные технологии, геофизическая информация, мониторинг окружающей природной среды, *web*-технологии.

В настоящее время решение задач по изучению условий возникновения опасных природных процессов и явлений (ОППЯ) и учёта их влияния на выполнение различных прикладных задач невозможно без применения современных геоинформационных технологий, позволяющих получать, обрабатывать, хранить и визуализировать разнородную по пространственно-временным характеристикам, территориально распределенную информацию о состоянии окружающей природной среды (ОПС) в наиболее полном, подробном виде и наглядной форме.

Следует особо отметить, что проведение исследований в области комплексного мониторинга состояния ОПС, изучение условий и механизмов возникновения ОППЯ, учёт их влияния на деятельность человека требует привлечения разнообразной оперативной, прогностической и архивной информации о процессах, протекающих во всех геосферах.

Из анализа применения ГИС в Вооруженных Силах Российской федерации (ВС РФ) следует, что используемые сегодня технологии не позволяют в полном объеме обеспечить быстрый, универсальный и удобный доступ к геофизической информации (ГФИ) во всех подразделениях Гидрометеорологической службы ВС РФ. Также штатные вычислительные средства не могут обрабатывать полный объем необходимой ГФИ по всем геосферам, предоставлять итоговую информацию в однотипной и простой для понимания форме и не имеют возможности предоставлять в автоматизированном режиме рекомендации по учёту состояния ОПС для лица, принимающего решение (ЛПР). Разрабатываемая система комплексного мониторинга ОППЯ (далее по тексту − Система) вводит однотипную форму предоставления ЛПР итоговой информации по мониторингу ОППЯ, с предоставлением расчетных показателей возможности возникновения ОППЯ и рекомендаций по учету этой опасности.

Объёмы собираемой и обрабатываемой информации громадны и требуют применения высокопроизводительных технических систем. Можно сказать, что выполнение задачи по обработке исходных данных и формированию итоговых показателей и рекомендаций немыслимо без применения суперкомпьютерных технологий.

Оснащение каждого гидрометеорологического подразделения высокопроизводительными системами нецелесообразно, дорого и фактически невозможно, поэтому необходимо создание единого центра с развернутым на его базе центральным полнофункциональном вычислительным ядром Системы. Это позволит по заранее сформированному списку типовых задач гидрометеорологических подразделений и уровней руководства обеспечить в автоматизированном режиме вычисление требуемых для гидрометеорологического обеспечения (ГМО) показателей и формирование итоговых документов, предоставляемых для ЛПР.

Одним из самых перспективных вариантов обеспечения доступа к исходным данным, формируемым показателям и итоговым документам в любом гидрометеорологическом подразделении, являются *web*-технологии. Они позволяют провести раздельный защищенный доступ пользователей только к разрешенным ресурсам Системы, снижают время на получение требуемой ГФИ, повышают оперативность решения типовых задач комплексного ГМО и снижают время на комплексную оценку благоприятности геофизических условий для возникновения ОППЯ, повышают оперативность доступа к типовым выходным документам ГМО.

С помощью *web*-технологий и стандартных удобных, интуитивно понятных, знакомых каждому пользователю средств интерфейса, обеспечивается наиболее полное интерактивное взаимодействие пользователя в диалоговом режиме с базой данных геофизических параметров, а также возможность отображения ГФИ на различных картографических основах, в табличной, графической и мультимедийной формах.

**Литература**

1. Лобанов К.А., Подковырин А.Н., Подчасский А.С. Результаты работы по созданию макета программного комплекса регистрации стихийных бедствий и опасных природных явлений // Актуальные проблемы создания космических систем дистанционного зондирования Земли : тез. докл. III Международной науч.-техн. конф. – М. : ОАО «Корпорация «ВНИИЭМ». 2015. – С. 184-185.
2. Павловская Т.А. C/C++ Программирование на языке высокого уровня. – СПб: Питер, 2007.

## THE PROSPECTS OF USE OF WEB-TECHNOLOGIES WHEN DEVELOPING INFORMATION SYSTEMS OF DEVELOPING INFORMATION SYSTEMS OF GEOPHYSICAL PROVIDING

**Ephremenko A.N.[1], Lobanov K.A.[1], Podchassky A.S.[1], Koroleva O.A.[1]**

[1] – *Mozhaisky Military Aerospace Academy, Saint-Petersburg, Russia*

**Abstract**. In article substantiates the need to create a single Center in the structure of the hydrometeorological service of the Armed Forces of the Russian Federation to monitor hazardous natural processes and phenomena in all Geospheres with the ability to access it`s information resources using web-technologies.

Key words: geoinformation technology, geophysical information, environmental monitoring, web-technologies.

# ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТОДОВ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ В ЗАДАЧАХ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ И ОПТИМИЗАЦИИ ПЛАНИРОВАНИЯ ВОЗДУШНОГО ДВИЖЕНИЯ

**Ефременко А.Н.[1], Караваев Д.М.[1], Моисеева Н.О.[2], Черный В.В.[1]**

*[1] – Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского, Санкт-Петербург, Россия,*
*[2] – Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации, Санкт-Петербург, Россия, natali.ziadinova@yandex.ru*

**Аннотация.** Рассматриваются особенности комплексного применения методов прогнозирования для решения задач гидрометеорологического обеспечения полетов авиации, прогноза опасных явлений погоды, оптимизации планирования движения воздушных судов.

Ключевые слова: метеорологическое обеспечение, опасные явления погоды, оптимизация планирования воздушного движения, безопасность воздушного движения.

В условиях непрерывного роста интенсивности воздушного сообщения погодные условия в значительной степени определяют риски и эффективность авиаперевозок. Основная причина задержек авиарейсов, значительная часть авиационных происшествий связаны с погодными условиями. Приоритетное значение для совершенствования метеорологического обеспечения полетов авиации имеют совершенствование средств получения метеорологической информации, методов прогнозирования погоды, создание автоматизированных комплексов анализа метеорологической обстановки и предупреждения о развитии опасных для полетов воздушных судов явлений погоды (гроза, ливни, турбулентность, обледенение, туман, ветер, снег). Задачей работы ставится, с одной стороны изучение региональных особенностей развития опасных явлений погоды и сложных метеоусловий на примере аэропортов Российской Федерации, расположенных в различных географических регионах, с другой стороны, методические исследования вопросов совершенствования методов прогнозирования опасных явлений погоды и их комплексного использования в автоматизированных системах метеорологического обеспечения полетов авиации.

В докладе рассмотрены методические вопросы построения комплекса автоматизированного метеорологического обеспечения полетов воздушных судов, позволяющего учитывать региональные климатические особенности районов их выполнения. Предлагаемый подход основан на комплексном использовании существующих методов прогнозирования (гидродинамический, физико-статистический, синоптико-климатический) с использованием оперативных данных о параметрах атмосферы, полученных с помощью прямых и дистанционных средств получения гидрометеорологической информации. Перспективы улучшения прогнозирования атмосферных процессов и опасных явлений с высоким разрешением связаны с внедрением технологий мезомасштабного прогноза погоды [1,2,3]. В условиях дефицита исходных данных актуальными представляются исследования методов постановки боковых граничных условий, - обсуждаются применимость метода формирования исходных данных для моделей мезомасштабного гидродинамического прогнозирования полей метеорологических величин и опасных явлений путем использования разработанного адаптивного метода среднесрочного многомодельного прогнозирования [5]. Создаваемая система оперативных наблюдений в Геофизической обсерватории Военно-космической академии имени А.Ф. Можайского создает предпосылки для отработки схем усвоения разнородных данных наблюдений (стандартных наземных метеорологических, радиолокационных, радиометрических, атмосферно-электрических, спутниковых), настройки и верификации численных гидродинамических

моделей [4]. Для обеспечения непрерывного характера наблюдений атмосферы преимущества имеет метод совместного использования средств аэрологического зондирования атмосферы, микроволновой радиометрии для влажностного и температурного зондирования атмосферы и радиолокации для ветрового зондирования.

При организации метеорологического обеспечения авиации учитываются особенности развития опасных явлений, эффективность использования различных средств метеорологических наблюдений в различных регионах. В работе представлены результаты изучения региональных климатических и физико-географических условий формирования явлений, опасных для полетов, дан анализ их повторяемости в различные сезоны года на примере аэропортов «Пулково» (Санкт-Петербург), «Диксон» (Арктический регион), «Емельяново» (Красноярск), «Алма-Ата» (Казахстан).

Перспективные направления исследований связаны с развитием комплексных методов прогнозирования опасных явлений погоды, совершенствованием современных технологий мезомасштабного гидродинамического прогнозирования, реализацией схем усвоения разнородной (радиолокационной - пассивной и активной, а также спутниковой) информации в схемах численного прогноза, развитием сетевых методов метеорологических наблюдений атмосферы в регионах.

**Литература**

1. Вельтищев Н.Ф., Жупанов В.Д. Численные прогнозы погоды по негидростатическим моделям общего пользования WRF-ARW и WRF-NMM // Современные системы мезомасштабного прогноза погоды: состояние и перспективы: 80 лет Гидрометцентру России. М.: Триада ЛТД. 2010. С.90-135.
2. Ефременко А.Н., Моисеева Н.О., Румянцева Е.А., Черный В.В. Разработка автоматизированного метода классификации макросиноптических процессов в интересах среднесрочного прогнозирования полей метеорологических величин // Ученые записки РГГМУ. № 47. 2017. С.79-91.
3. Ефременко А.Н., Бунина Ю.Е., Караваев Д.М., Моисеева Н.О., Черный В.В. Методические вопросы развития технологии гидродинамического прогнозирования на основе использования данных дистанционного зондирования // VIII Армандовские чтения: Всероссийская научная конференция «Современные проблемы дистанционного зондирования, радиолокации, распространения и дифракции волн». Муром. ИПЦ МИ ВлГУ. 2018. С.323-326.
4. Готюр И.А., Денисенков Д.А., Жуков В.Ю., Караваев Д.М., Коровин Е.А., Кулешов Ю.В., С.В. Чернышев, Г.Г. Щукин. Состояние и перспективы создания Геофизической обсерватории Военно-космической академии имени А.Ф. Можайского // Труды Военно-космической академии имени А.Ф. Можайского. 2018. Вып. 662. С.184-187.
5. Девяткин А.М., Моисеева Н.О., Ременсон В.А., Удриш В.В. Современные технологии численного прогнозирования барических полей в интересах метеорологического обеспечения планирования действий войск (сил) // Труды III Всероссийской научной конференции «Проблемы военно-прикладной геофизики и контроля состояния природной среды». Т.1. С-Петербург. 2014. С.102-114.

## REGIONAL PECULIARITIES OF USING FORECASTING TECHNIQUES IN OPTIMIZE THE PLANNING OF AIR TRAFFIC

**Efremenko A.N.[1], Karavaev D.M.[1], Moiseeva N.O.[2], Cherny V.V.[1]**

*[1]-Mozhaisky Military Aerospace Academy, St. Petersburg, Russia*
*[2]-Saint-Petersburg State University of civil aviation, St. Petersburg, Russia,*
*natali.ziadinova@yandex.ru*

**Abstract.** The peculiarities of forecasting techniques for solving the problems of hydrometeorological support, prediction of dangerous weather phenomena, optimize the planning of aircraft movements.

Keywords: meteorological provision, forecasting of dangerous weather phenomena, the optimization planning of air traffic, air traffic safety.

# УЧЕТ АТМОСФЕРНОЙ ЦИРКУЛЯЦИИ ПРИ ВЫБОРЕ ПРЕДИКТОРОВ ДЛЯ ПРОГНОЗА СЛОЖНЫХ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ

**Закусилов В.П.[1], Задорожная Т.Н.[1], Фадеев М.А.[1]**

*[1] – ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», г. Воронеж, Россия, zakusilov04@yandex.ru*

**Аннотация.** В работе выявлена связь между значениями некоторых метеорологических величин приземного слоя атмосферы, наблюдаемыми при различных формах атмосферной циркуляции и продолжительностью сложных метеорологических условий.

Ключевые слова: атмосферная циркуляция, сложные метеорологические условия, атмосферное давление, температура воздуха, точка росы.

Метеорологическое обеспечение авиации направлено на достижение безопасности полетов, их регулярности и эффективности. Велика при этом роль прогноза ожидаемых метеорологических условий на различных этапах полета, а также степени их сложности. Полеты могут проводиться в простых и сложных метеорологических условиях. Сложные метеорологические условия (СМУ) существенно ограничивают, делают порой невозможным выполнение полетных заданий. Характеризуют степень сложности метеорологических условий данные о количестве и высоте нижней границы облачности и горизонтальная дальность видимости. Важным, с практической точки зрения, является спрогнозировать продолжительность СМУ на период выполнения полетного задания, в течение летной смены.

Обязательным этапом при разработке прогностической методики или совершенствования имеющегося метода прогноза является выбор предикторов, ответственных за прогнозируемые условия.

Цель настоящей работы – исследовать влияние некоторых метеорологических величин на формирование СМУ с учетом различных форм атмосферной циркуляции над районами Восточной Европы при различной временной заблаговременности.

В работе исследованы случаи СМУ с высотой нижней границы 100 м и менее (при количестве баллов 7 и более) и горизонтальной видимостью 1000 м и менее, наблюдаемые в светлое время, в холодный период года (месяцах ноябрь, декабрь, январь) на 20 аэродромах европейской территории России. В качестве математического аппарата использовался корреляционный анализ.

В качестве потенциальных предикторов рассмотрены значения температуры и дефицита точки росы у поверхности земли, атмосферного давления на уровне моря. Для учета атмосферной циркуляции использовались среднесуточные значения абсолютного геопотенциала на среднем уровне тропосферы (500 гПа) в узлах регулярной сетки точек. Корреляционный анализ проводился для трех временных сдвигов: 24, 48, и 72 часа.

Для определения циркуляционных особенностей атмосферы над рассматриваемой территорией применялась типизация атмосферных процессов, предложенная А.Л. Кацем [2]. Согласно ее все процессы разделяются на зональные и меридиональные. Ее преимуществом является использование объективных показателей, которыми служат индексы зональной $J_З$ и меридиональной $J_М$ циркуляции. Они характеризуют удельный поток массы воздуха за единицу времени над рассматриваемым районом соответственно в меридиональном и широтном направлениях. В данном случае индексы рассчитаны для атлантико-евразийского сектора северного полушария ($\phi = 35^\circ$ - $70^\circ$ с.ш. и $\lambda = 50^\circ$ з.д. - $80^\circ$ в.д.). по методике, приведенной в [2].

Общий индекс циркуляции $J'$, рассчитывается как отношение меридиональной циркуляции к зональной. При расчете общего индекса принимается условие, что если $J' \geq 0{,}75$, то случай относится к меридиональному типу циркуляции; если $J' < 0{,}75$ – к зональному типу.

В зависимости от положения высотного гребня, дополнительно меридиональные процессы, при данной типизации, разделяются на четыре формы циркуляции: западную форму (высотный гребень находится у западного побережья Европы); центральную форму (высотный гребень зимой находится над западной, а летом над центральной частью Европы); восточную форму (высотный гребень находится над Восточной Сибирью); смешанную форму (над первым естественным синоптическим районом находятся два высотных гребня: один у западного побережья Европы, а другой над Западной Сибирью).

Для диагноза степени влияния параметров приземного слоя атмосферы на продолжительность СМУ над рассматриваемой территорией, анализировались асинхронные корреляционные связи между рядами продолжительности СМУ и изменениями, произошедшими за последние сутки, двое и трое (для соответствующих временных сдвигов) температуры и дефицита точки росы в приземном слое, а также атмосферного давления на уровне моря, наблюдающихся при зональном типе и формах меридионального типа циркуляции. Количественная оценка тесноты взаимно корреляционных связей осуществлялась с помощью парных коэффициентов корреляции [1].

Результаты корреляционного анализа следующие:

1. Выявлено, что зависимость продолжительности СМУ над районами Восточной Европы от рассматриваемых значений метеорологических величин приземного слоя атмосферы существует, однако на разных временных сдвигах и при различной циркуляции атмосферы она различна.

2. Лучший временной сдвиг - 72 часа. На нем при зональном типе циркуляции значимая связь прослеживается на 6 аэродромах, при западной форме меридионального типа - на 10 аэродромах, при центральной форме - на 7 аэродромах, при восточной форме - на 13 аэродромах и при смешанной форме – на 6 аэродромах.

3. В зависимости от сдвигов по времени, связь распространяется на большую часть территории при восточной форме меридионального типа циркуляции (от 30% до 65% исследуемой территории), при западной форме (от 35% до 55% территории), при центральной и смешанной формах циркуляции примерно одинаково (от 25% до 35% территории) и хуже всего для зонального типа (от 20% до 30% территории).

4. Из рассматриваемых предикторов большее влияние на продолжительность сложных условий оказывает изменение температуры. Оно прослеживается практически на всех временных сдвигах (на сдвиге 24 часа такое влияние проявляется в 12 случаях, на сдвиге 48 часов– в 22 случаях, на сдвиге 72 часа – в 25 случаях).

Полученные в работе результаты могут быть использованы для дальнейших исследований по выбору предикторов при разработке способов прогноза продолжительности сложных метеорологических условий над районами Восточной Европы при различной атмосферной циркуляции.

**Литература**

1. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика. М.: Высшая школа, 2002. 479 с.
2. Закусилов В.П,.Задорожная Т.Н.,Берестевич Г.В. Соответствие сложных метеорологических условий различным типам атмосферной циркуляции. Воздушно-космические силы. Теория и практика. 2018. № 6(6). С. 154-160

# CONSIDERATION OF ATMOSPHERIC CIRCULATION IN THE SELECTION OF PREDICTORS FOR THE PREDICTION OF COMPLEX METEOROLOGICAL CONDITIONS

**Zakusilov V.P.[1], Zadorozhnaya T.N.[1], Fadeev M.A.[1]**

*[1] – MESC AF «N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy» , Voronezh, Russia, zakusilov04@yandex.ru*

**Annotation.** The paper reveals the relationship between the values of some meteorological values of the surface layer of the atmosphere observed in various forms of atmospheric circulation and the duration of complex meteorological conditions.

Keywords: atmospheric circulation, complex meteorological conditions, atmospheric pressure, air temperature, dew point.

# ПЕРСПЕКТИВЫПРАКТИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СПУТНИКОВЫХ ДАННЫХ МИКРОВОЛНОВЫХ РАДИОМЕТРОВ

**Караваев Д.М.[1], Кулешов Ю.В.[1], Лебедев А.Б.[1], Щукин Г.Г.[1]**

*[1] – Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского, Санкт-Петербург, Россия, vka@mil.ru*

**Аннотация.** Рассматривается проблема развития отечественной системы калибровки и валидации спутниковой информации микроволновых радиометров, перспективы развития Геофизической обсерватории Военно-космической академии имени А.Ф. Можайского.

Ключевые слова: микроволновый радиометр, Геофизическая обсерватория, калибровка, валидация информационных продуктов, опасные явления погоды.

Спутниковые микроволновые радиометры перспективны для решения задач прикладной метеорологии. На отечественных космических аппаратах гидрометеорологического и океанографического назначения устанавливаются модули температурно-влажностного зондирования МТВЗА-ГЯ [1], запуск очередного КА «Метеор-М» №2-2 ожидается в 2019 г. Микроволновые радиометры позволяют получать глобальную информацию о состоянии атмосферы и поверхности Земли, -получаемые информационные продукты включают профили температуры и влажности воздуха, поля влагозапаса атмосферы и водозапаса облаков (над океаном), скорости приводного ветра, температуры поверхности океана, интенсивности осадков, характеристики снежного и ледового покровов. Потенциальные информационные возможности МТВЗА-ГЯ близки к зарубежным аналогам (AMSU-A, -B, SSMIS, ATMS) [2].В докладе рассматриваются современные проблемы внедрения технологийиспользования данных микроволновых зондировщиков в оперативную практику информационного обеспечения различных прикладных задач.Среди критичных направлений развития спутниковой микроволновой радиометрии отмечаются совершенствование методических аспектов тематической обработки спутниковых данных и целевого использования оперативной спутниковой информации для решения прикладных задач, разработки новых комплексов приема, обработки и усвоения спутниковой информации, создание подсистемы калибровки и валидации данных спутниковых микроволновых радиометров [3,4].

Для организации и осуществления экспериментов по калибровке и валидации данных спутниковых микроволновых радиометров перспективно развивать инфраструктуру для проведения подспутниковых экспериментов на основе существующей сети метеорологических наблюдений Росгидромета и специализированных обсерваторий, в том числе совершенствовать методы самолетных, судовых, контактных и дистанционных измерений метеорологических параметров атмосферы и характеристик поверхности. Подспутниковые эксперименты, обеспечивающие проведение прямых измерений метеорологических параметров в период сеансов спутниковых наблюдений, являются необходимой моделирующей основой для совершенствования метода и алгоритмов решения задач микроволновой радиометрии, повышения качества информации.

На Северо-Западе России создается Геофизическая обсерватория Военно-космической академии имени А.Ф. Можайского для методических исследований, испытания новых образцов измерительных комплексов и средств гидрометеорологического обеспечения Вооруженных Сил Российской Федерации [5]. В ее задачи входят научные исследования по различным направлениям прикладной метеорологии, связанным с развитием новых технологий прогнозирования опасных явлений погоды, методов усвоения разнородной гидрометеорологической информации в численных схемах мезомасштабного прогнозирования, созданием новых средств метеорологических измерений, совершенствованием методов обработки радиолокационной информации, методов атмосферно-

электрических исследований атмосферы, ионосферных исследований, совершенствованием методов обработки спутниковых данных, экологическими исследованиями проблемы влияния мегаполиса на окружающую среду. Среди задач обсерватории особая роль отводится проведению наземных экспериментов по калибровке и валидации информационных продуктов микроволновых зондировщиков, а также радиолокационной аппаратуры. В настоящее время в состав средств обсерватории входят аппаратно-программные комплексы измерения приземных гидрометеорологических параметров, радиолокационных измерений характеристик облаков и осадков, аэрологического зондирования атмосферы, зондирования ионосферы, приема и обработки спутниковых данных, атмосферно-электрических измерений, а также комплекс сбора и обработки получаемой гидрометеорологической информации. Для валидации данных температурно-влажностного зондирования атмосферы, получаемых с помощью МТВЗА-ГЯ, рассматривается использование комплексных средств аэрологического зондирования атмосферы, которые должны включать наряду с типовыми средствами измерения параметров атмосферы (радиозондирования), ряд дополнительных инструментов, таких как микроволновые радиометры для определения влагозапаса атмосферы, водозапаса облаков, профилей влажности и температуры в тропосфере, а также бесконтактные радиолокационные измерения параметров ветра. В докладе обсуждаются некоторые результаты эксперимента, проведенного в 2018 г.

Решение проблемы калибровки и валидации спутниковой информации направлено на повышение эффективности гидрометеорологического обеспечения Вооруженных Сил Российской Федерации на основе отечественных космических аппаратов и комплексов.

**Литература**

1. Чернявский Г. М., Митник Л. М., Кулешов В. П., Митник М. Л., Чёрный И. В. Микроволновое зондирование океана, атмосферы и земных покровов по данным спутника «Метеор-М» № 2 // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2018. Т. 15. № 4. С.78-100.
2. Образцов С.П., Щукин Г.Г., Определение температурно-влажностных характеристик атмосферы и подстилающей поверхности по данным спутниковых СВЧ-радиометрических измерений // Метеорология. Ученые Записки. 2006, №3. С.28-45.
3. Караваев Д.М., Кулешов Ю.В., Щукин Г.Г., Успенский А.Б. Валидация информационных продуктов спутниковых радиометров микроволнового диапазона // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2014. Т.11. №3. С.259-267.
4. Успенский А.Б., Крамчанинова Е.К., Косцов В.С., Успенский С.А., Черный И.В. Развитие системы внешней калибровки и валидации данных измерений микроволнового радиометра МТВЗА-ГЯ КА «Метеор-М» № 2// Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2017. Т. 14. № 4. С.27–35.
5. Готюр И.А., Денисенков Д.А., Жуков В.Ю., Караваев Д.М., Коровин Е.А., Кулешов Ю.В., С.В. Чернышев, Г.Г. Щукин. Состояние и перспективы создания Геофизической обсерватории Военно-космической академии имени А.Ф. Можайского. Труды Военно-космической академии имени А.Ф. Можайского. 2018.Вып. 662.С.184-187.

## POSSIBILITIES OF PRACTICAL USE OF SATELLITE MICROWAVE RADIOMETER DATA

**Karavaev D.M.[1], Kuleshov Y.V.[1], Lebedev A.B.[1], Shchukin G.G.[1]**

[1] – *Mozhaisky Military Aerospace Academy, St. Petersburg, Russia, vka@mil.ru*

**Abstract.** Discussed the problem of development of calibration and validation subsystem of the satellite microwave radiometers, the state and prospects of createthe Geophysical Observatory of the Mozhaisky Military Aerospace Academy in Northwest of Russia.

Key words: microwave radiometer, Geophysical Observatory, calibration, validation, dangerous weather phenomena.

# МОДЕЛЬ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ МЕТЕОЗАВИСИМЫХ РЕШЕНИЙ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЗАДАЧ АВИАЦИОННЫМИ ФОРМИРОВАНИЯМИ С УЧЕТОМ ВЛИЯНИЯ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ

**Качалкин А.Ю.[1], Гуськов Д.А.[1], Жильчук И.А.[2]**

*[1] – Военно-воздушная академия им. профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина, ajk_kgb@mail.ru*
*[2] – Российский государственный гидрометеорологический университет, zhilchuk@rshu.ru*

**Аннотация.** Рассмотрена модель линейного программирования, реализация которой позволяет обоснованно принимать решения по планированию подготовки экипажей армейской авиации в условиях влияния факторов внешней среды. Проведен анализ распределения повторяемости благоприятных условий погоды для выполнения авиационных задач в зависимости от уровня подготовки экипажей армейской авиации. Получено распределение авиационных задач по месяцам без учета и с учетом климатической повторяемости благоприятных метеорологических условий, коэффициента важности планируемых упражнений и планируемых авиационных ресурсов, количественно оценен вклад, вносимый в планирование отсутствием учета влияние метеорологических условий.

Ключевые слова: планирование, модель, метеорологические условия, принятие решений, армейская авиация, эффективность.

В связи с развитием и переоснащением Вооруженных Сил РФ, оказанием помощи в борьбе с международным терроризмом на Ближнем Востоке растет востребованность армейской авиации, что приводит к расширению перечня возлагаемых на нее задач. Для эффективного решения, которых необходимо спланировать подготовку летного состава в различных физико-географических районах днем и ночью в простых и сложных метеорологических условиях с соблюдением мер безопасности полетов.

В настоящее время планирование происходит в соответствии с максимально возможным перерывом в летной работе по видам упражнений согласно курсу учебно-летной подготовки. На авиационных базах при планировании с заблаговременностью более трех суток, а в дивизиях — более пяти суток учет влияния метеорологических условий на процесс планирования, ведется опосредованно. Поэтому при планировании возникает задача заблаговременного, грамотного и обоснованного распределения упражнений подготовки на планируемый период в зависимости от факторов внешней среды с учетом сил и средств, выделяемых на полеты. В связи с этим в статье рассматривается модель, реализация которой позволяет осуществлять обоснованное планирование упражнений на год для экипажей армейской авиации с соответствующими минимумами с учетом метеорологических условий различной степени сложности, напрямую связанное с поэтапным распределением ресурсов.

Целью настоящей статьи является повышение эффективности планирования подготовки экипажей армейской авиации на заданный период за счет учета влияния метеорологических факторов на основе использования статистических методов и методов теории управления.

В статье получено годовое распределение количества летных упражнений в зависимости от уровня подготовки экипажей на основе показателя климатической повторяемости благоприятных погодных условий планируемого физико-географического района полетов, с учетом важности выполняемых упражнений и плана выделяемых на полеты ресурсов. Рассчитана ошибка планирования вызванная отсутствием учета метеорологических условий при планировании.

**Литература**
1. *Антонов А.В.* Системный анализ. Учебник для вузов. — М.: Высшая школа, 2004. 446 с.
2. *Усиков А.В., Бурутин Г.А., Гаврилов В.А., Ташлыков С.Л.* Военное искусство в локальных войнах и вооруженных конфликтах, вторая половина XX . — начало XXI века / Под ред А.С. Рушина. — М.: Воениздат, 2008. 764 с.
3. *Добровольский В.И., Бесфамильный А.Ф.* Курс учебно-летной подготовки постоянного состава на вертолетах (КУЛП-ПС-В-87). — М.: Изд-во ДОСААФ СССР, 1987. 86 с.
4. *Качалкин А.Ю., Кузнецов И.Е., Страшко О.В.* Методика поддержки принятия решения на применение авиации в условиях труднопрогнозируемых факторов внешней среды // Сбор-ник научных трудов XVII Международной научно-методической конференции «Информатика: проблемы, методология, технологии». 2017. Том 2. С. 226—231.
5. *Мазуров Г.И., Нестерук В.И.* Метеорологические условия и полеты вертолетов. . — Л.: Гидрометеоиздат, 1992. 253 с.
6. Научно-прикладной справочник по климату СССР. Сер. 3. Многолетние данные. Ч. 1—6. Вып. 2. Мурманская область. — Л.: Гидрометеоиздат, 1988. 316 с.
7. Руководство по практическим работам метеорологических подразделений авиации Вооруженных Сил. — М.: Воениздат, 1992. 486 с.
8. Федеральные авиационные правила производства полетов государственной авиации (ФАППП ГА — 2004). — М.: Воениздат, 2004. 265 с.

# MODEL OF SUPPORTING THE ADOPTION OF METEO-DEPENDENT SOLUTIONS FOR THE IMPLEMENTATION OF TASKS BY AVIATION FORMATIONS TAKING INTO ACCOUNT THE INFLUENCE OF METEOROLOGICAL FACTORS

**Kachalkin A.J.[1], Guskov D.A.[1], Zhilchuk I.A.[2]**

[1] – *The Air Force Academy named after Professor N.E. Zhukovsky and J.A. Gagarin*
[2] – *Russian State Hidrometeorological University*

**Abstract**. The linear programming model has been considered, the implementation of which makes it possible to reasonably make decisions on planning training for army aviation crews under the influence of environmental factors. The analysis of the distribution of the repeatability of favorable weather conditions for the performance of aviation tasks, depending on the level of training of the crews of the army aviation, was carried out. The distribution of aviation tasks by months without taking into account and taking into account the climate repeatability of favorable meteorological conditions, the coefficient of importance of planned exercises and planned aviation resources is obtained, quantified the contribution made to the planning, due to the lack of consideration of the influence of meteorological conditions.

Keywords**:** planning, model, meteorological conditions, decision making, army aviation, efficiency.

# ОЦЕНКА МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ АРМЕЙСКОЙ АВИАЦИИ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

**Ковалев В.И.[1], Середин П.И.[1], Хохлов В.С.[1]**

*[1] – ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж), Россия, slavko50@mail.ru*

**Аннотация.** В работе рассматриваются проблемы развития метеорологического обеспечения армейской авиации. Основное направление определено как оценка дальности видимости при решении специальных задач

Ключевые слова: метеорологическое обеспечение, дальность видимости, темное время суток, эффективность

В связи с увеличением региональных военных конфликтов, когда противостояние носит локальный характер, доля задач армейской авиации растет. Исходя из этого видно развитие армейской авиации, как основного средства поддержки общевойсковых подразделений и как самостоятельного средства решения специальных задач. Исходя из этого, на вооружение поступают новые образцы военной техники, позволяющие выполнять специальные полеты по поиску и спасению экипажей терпящих бедствия; по осуществлению разведки местности в различных условиях.

В связи с поступлением на вооружение армейской авиации новых типов воздушных судов возникает проблема по адекватной оценке их возможностей при выполнения ими совместных полетов. Оценка возможностей выполнения специальных задач армейской авиацией зависит в первую очередь от метеорологических условий. Особенно это остро стоит при выполнении полетов в темное время суток и над районами, где условия ориентировки затруднены влиянием загрязнения атмосферы различными дымами.

Полеты армейской авиацией производятся на предельно малых высотах, когда данные о дальности видимости являются основным параметром для принятия решения на выполнение полетов в темное время суток. Поэтому для принятия решения необходимо учитывать условия пилотирования. Условия пилотирования вертолетов в темное время суток характеризуются:

- сложностью ведения визуальной ориентировки. Отсутствуют методики оценки видимости ориентиров в зависимости от метеорологических условий;
- необходимостью использования технических средств для контроля маршрута и определения навигационных элементов в полете, что при полетах на предельно малых высотах затруднительно;
- выдерживанием заданного режима полета вне видимости естественного горизонта.

Метеорологические подразделения не обеспечивают достаточную полноту метеорологической информации командиру, которая необходима для принятия обоснованного решения на выполнение полета и распределения сил и средств по задачам. Из этого возникает противоречие между данными необходимыми и предоставляемыми о дальности видимости.

Поэтому целью работы является определение путей решения проблемы оценки метеорологического обеспечения подразделений армейской авиации в современных условиях, на основе разработки модели по оценке условий видимости применительно к потребности использования метеорологической информации потребителями и определения условий воздушной навигации в зависимости от метеорологических условий.

Достижение данной цели достигается решением задач:

- разработка методики оценки возможностей армейской авиации и определение условий выполнения в зависимости от метеорологических условий;

-разработка и внедрение систем автоматизированного прогнозирования необходимых потребителю элементов воздушной навигации зависящих от изменения метеорологических условий в районе и по маршруту полетов, на основе современных численных методов и методик;

- централизация процессов прогнозирования и обмена метеоинформацией и ее оптимизация для потребности потребителя и в соответствии с выполнением задания.

Методика оценки возможности и наилучших условий воздушной навигации для выполнения полетов должна основываться на измерениях условий видимости объектов в темное время суток с борта воздушного судна при помощи прибора ночного видения, в зависимости от условий естественной освещенности, количества и формы облаков, прозрачности атмосферы. В условиях аэрозольного противодействия (загрязнения атмосферы различными дымами) должны оцениваться скорость и направлении ветра, условия неустойчивости атмосферы в районе возможных дымов. В расчётах должны учитываться размеры и формы объектов, их контраст на фоне местности в зависимости от ландшафта местности. При этом под наблюдением понимается видение неба, окружающего ландшафта и объектов, представляющих интерес для пилота. Под разведкой понимается не только видение объектов, но их количественная и качественная оценка: измерение их координат, дальности, размеров, скорости движения, распределения температуры (что необходимо для определения расположения очагов пожара и при поиске пострадавших во время бедствия). Относительно них должны выбираться наилучшие условия воздушной навигации (высота нижней границы облачность, направление и скорость ветра) и оцениваться эффективность выполнения задач[1].

Как показала практика, внедрения данного подхода увеличивает эффективность принятия решения командиром в 2-3 раза. Обоснованность управленческих решений по применению подразделений армейской авиации в зависимости от метеорологических условий на основе ее практического применения возрастает на 30-40%. Экономическая полезность возрастает до 20 -30%.

В дальнейшем, разработанные системы автоматизированного прогнозирования дальности видимости позволят отображать их в виде зон с однотипными условиями на автоматизированных рабочих местах, что позволит оперативно и качественно использовать метеорологическую информацию в ходе планирования и выполнения задач армейской авиацией.

Таким образом, решение поставленных задач позволит командованию более эффективно оценивать возможности подразделений армейской авиации в современных условиях и в любое время суток.

**Литература**

1. Дорофеев В.В., Бакланов И.О., Жильчук И.А., Ковалев В.И. Полетная видимость. Монография. Воронеж: ВАИУ, 2013. 249 с.

## ASSESSMENT OF METEOROLOGICAL SUPPORT ARMY AVIATION UNITS IN MODERN CONDITIONS

**Kovalev V.I.[1], Seredin P.I.[1], Khokhlov V.S.[1]**

*[1] – VUNTS VVS «VVAnamed after Professor N. E. Zhukovsky and Y. A. Gagarin», Voronezh, Russia, slavko50@mail.ru*

**Abstract**. The paper deals with the problems of the development of meteorological support of army aviation, the main direction is defined as an assessment of the range of visibility in solving special problems

Keywords: meteorological support, visibility, night-time, efficiency

# СПОСОБ ОЦЕНИВАНИЯ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ БЛАГОПРИЯТНЫХ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ДЛЯ ПЛАНИРОВАНИЯ ПРИМЕНЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

**Кулешов Ю.В.[1], Алёхин С.Г.[1], Удриш В.В.[2], Рукасов Е.А.[3]**

*[1] – Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского, г. Санкт-Петербург, Россия, vka@mil.ru;*
*[2] – Гидрометеорологическая служба ВС РФ, г. Москва, Россия;*
*[3] – Гидрометеорологическая служба Восточного военного округа, г. Хабаровск, Россия*

**Аннотация.** Начало XXI века характеризуется интенсивным развитием беспилотных летательных аппаратов (БЛА), в разработку которых вкладываются значительные средства. С помощью БЛА можно значительно повысить эффективность решения различных задач: транспортных, разведки, целеуказания, постановки помех на поле боя, мониторинга районов расположения особо важных объектов, проведения метеорологических и экологических наблюдений. Учет метеорологических условий является важнейшей задачей планирования применения БЛА, так как чаще всего БЛА применяются в тех районах, где не проводятся регулярные метеорологические наблюдения.

Авторы предлагают один из подходов к решению задачи диагностики параметров атмосферы, влияющих на применение БЛА на основе методов обработки климатической информации.

Ключевые слова: метеорологические условия, планирование применения, беспилотный летательный аппарат

Для решения задачи оценивания продолжительности благоприятных метеорологических условий (БМУ) при планировании применения БЛА авторы предлагают «Модель благоприятных метеорологических условий», под которой понимается знаковая форма описания метеорологических условий благоприятных для функционирования некоторого объекта в среде, основанная на выявлении эмпирических свойств этих условий во взаимосвязи с характеристиками этого объекта. При этом «благоприятные метеорологические условия» – это метеорологические условия, которые не препятствуют ведению мониторинга оптическими средствами БЛА с заданной вероятностью.

Решение задачи исследования рассмотрено на примере БЛА, который относится к многофункциональным беспилотным комплексам легкого класса, предназначенным для наблюдения за протяженными и локальными объектами в труднодоступной местности. В состав специального оборудования комплекса входит двухспектральная широкополосная видеокамера, которая позволяет производить съемку в телевизионном (ТВ) и инфракрасном (ИК) участках спектра [1-4].Считалось, что максимально допустимая скорость попутного/встречного ветра на взлете/посадке БЛА составляет 10 м/с; для ТВ диапазона длин волн МДВ должна быть $> 5$ *км*; для ИК – $> 2$ *км,* рабочая высота полета БЛА составляет не более 1000 м. Благоприятные метеорологические условия применения БЛА характеризовались повторяемостью значений скорости ветра ($\tilde{P}_{ff_i<10}$) менее 10 м/с; повторяемостью значений ВНГО ($\tilde{P}_{H_{\text{нго}}>1\ км}$) более 1000 м ;повторяемостью значений МДВ – для видимого диапазона длин волн ($\tilde{P}_{S_0>5\ км}$) – более 5 км, для инфракрасного диапазона длин волн ($\tilde{P}_{S_0>2\ км}$) – более 2 км.

С использованием разработанной модели проведены численные эксперименты и получены оценки продолжительности благоприятных метеорологических условий для планирования применения БЛА.В качестве формы представления результатов моделирования была выбрана таблица оценок, которая на примере района г. Сочи представлена ниже.

С учетом особенностей климата исследуемых районов [7], анализ представленных результатов численных экспериментов позволил сделать некоторые практические выводы.

Таким образом, при оперативном планировании применения техники, когда важным или решающим фактором является время, руководитель или лицо принимающее решения, должны быть обеспечены полной, объективной и наглядной информацией. Предложенные авторами формы представления продолжительности БМУ являются примером такой информации. Они содержат оценки, которые имеют однозначную трактовку и монотонно связаны с тактико-техническими характеристиками БЛА. Способ формирования таблиц относительно несложен и требует от исследователя только наличия многолетних архивов данных метеорологических наблюдений и знания особенностей применения техники.

**Таблица 1** – Продолжительность БМУ для планирования применения БЛА в районе г. Сочи (зима)

| Задачи БПЛА | Климатические показатели | Сроки | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | декабрь | | | | январь | | | | февраль | | | |
| | | 06-09 ч. | 12-15 ч. | 18-21 ч. | 00-03 ч. | 06-09 ч. | 12-15 ч. | 18-21 ч. | 00-03 ч. | 06-09 ч. | 12-15 ч. | 18-21 ч. | 00-03 ч. |
| Взлет/посадка | $\tilde{P}_{ff_i<10}$ | 0,15 | 0,07 | 0,15 | 0,14 | 0,15 | 0,15 | 0,15 | 0,15 | 0,15 | 0,15 | 0,15 | 0,15 |
| Мониторинг местности в видимом и ИК диапазонах | $\tilde{P}_{H_{нго}>1\text{ км}}$ | -0,23 | -0,75 | -0,23 | -0,22 | -0,37 | -0,40 | -0,35 | -0,31 | -0,23 | -0,79 | -0,22 | -0,22 |
| | $\tilde{P}_{S_0>5\text{ км}}$ | -0,75 | -0,75 | -0,75 | -0,75 | -0,38 | 0,09 | -0,78 | -0,75 | -0,75 | -0,75 | 0,12 | -0,75 |
| | $\tilde{P}_{S_0>2\text{ км}}$ | 0,15 | -0,27 | 0,15 | 0,14 | 0,14 | 0,14 | 0,14 | 0,14 | 0,10 | -0,37 | 0,12 | 0,10 |

**Литература**

1. Беспилотная авиация: терминология, классификация, современное состояние / В.С. Фетисов, Л.М. Неугодникова, В.В. Адамовский, Р.А. Красноперов. – Уфа: ФОТОН, 2014. – 217 с.
2. Моисеев В.С. Основы теории эффективного применения беспилотных летательных аппаратов: монография. – Казань: РИЦ «Школа», 2015. – 444 с.
3. СечинА.Ю., Дракин М.А., Киселева А.С. Беспилотный летательный аппарат: применение в целях аэрофотосъемки для картографирования. – М. :ЗАО «Ракурс», Ч.2. – 2011.
4. Шевченко О.Ю., Боричевский А.Б. Использование беспилотных летательных аппаратов для ведения мониторинга использования территорий / Экономика и экология территориальных образований. – 2015. – Вып. № 3. – С. 150-152.
5. Климат России / Н.В. Кобышева, Е.М. Акентьева, Э.Г. Богданова и др. – СПб. :Гидрометеоиздат, 2001. – 655 с.

# METHOD OF ESTIMATING THE DURATION OF FAVORABLE METEOROLOGICAL CONDITIONS FOR PLANNING-APPLICATION UNMANNED AERIAL VEHICLE

**Kuleshov U.V.[1], Alekhin S.G.[1], Udrish V.V.[2], Rukasov E.A.[3]**

[1] – *Militaryspace Academynamedafter A.F.Mozhaysky, S-Peterburg, Russia, vka@mil.ru;*
[2] – *Hydrometeorological service of the Armed forces, Moscow, Russia,*
[3] - *Hydrometeorological service of the Eastern military district, Khabarovsk, Russia*

**Abstract**. The beginning of the XXI century is characterized by the intensive development of unmanned aerial vehicles (UAV), the development of which is invested heavily. With the help of UAV can be significantly increased the effectiveness of various tasks: transport, intelligence, targeting, jamming on the battlefield, monitoring areas location of particularly important objects, meteorological and environmental observations. Taking into account meteorological conditions is the most important task of UAV application planning, as most often, UAV are used in areas where there are no regular meteorological observations.

The authors propose one of the approaches to solving the problem of diagnostics of atmospheric parameters affecting the used of UAV based on the methods of processing climate information.

Keywords: meteorological conditions, application planning, unmanned aerial vehicle

# КОСМИЧЕСКИЙ И АВИАЦИОННЫЙ МОНИТОРИНГ ГЕОСФЕР ЗЕМЛИ

**Мазуров Г.И.[1], Акселевич В.И.[1]**

*[1] – ФГБУ Главная геофизическая обсерватория им. А.И. Воейкова, Санкт-Петербург, Россия, nanmaz@rambler.ru vaksster@gmail.com*

**Аннотация.** В докладе сравниваются возможности и результаты применения авиационного и космического мониторинга, излагается история вопроса, описываются задачи космического мониторинга, приводятся примеры его успешного функционирования и применения.

Ключевые слова: подстилающая поверхность, космос, авиация, мониторинг, наблюдения, радиотепловидение, космическая погода, космическая экология

С момента появления авиации и космических аппаратов начались наблюдения за состоянием подстилающей поверхности (ПП). В начале они были случайными. Например, для авиации в мирных целях это ледовая разведка, а в военных – разведка расположение войск противника. Первые космические фотоснимки позволили определять положение барических образований, полей облачности и их перемещение [3]. В дальнейшем была создана целая международная космическая сеть спутников, в том числе метеорологических и расположенных на орбитах, различных удалениях от Земли (от стационарных до низких).

С развитием технических средств наблюдения и их совершенствованием стали заглядывать и под ПП, т.е. изучать дно морского океана и открывать расположение различных полезных ископаемых, а также изучать состояние ледников и таких составляющих атмосферы, как страто-, мезо-, термо- и ионосфера, включая околоземное космическое пространство. В результате было выявлено интенсивное загрязнение последнего.

Задачи государственной территориально-распределенной системы космического мониторинга гидрометеорологической и экологической обстановки на континентах, в океане, гидросфере, атмосфере и околоземного космического пространства включают:

1) Получение данных космических наблюдений о состоянии атмосферы, океана, суши и околоземного космического пространства;

2) Обеспечение сбора и передачи данных через космические аппараты с наземной наблюдательной сети Росгидромета;

3) Оперативное гидрометеорологическое и геофизическое обеспечение:

- мониторинг и прогноз состояния атмосферы и океана;
- мониторинг ледовой обстановки для обеспечения навигации в Арктике, Антарктике и замерзающих морях;
- информационное обеспечение чрезвычайных ситуаций;
- информационное обеспечение гелиогеофизической службы;
- сбор данных через КА с измерительных платформ наземного, морского и воздушного базирования.

4) Мониторинг глобальных изменений Земли и ее климата:

- изучение климатических, океанических и ландшафтных изменений на основе наблюдений за радиационным балансом, облачным покровом, озоновым слоем, криосферой, температурой и цветностью океана, растительным покровом и т.д.

5) Мониторинг загрязнения окружающей среды:

- картирование параметров загрязнения атмосферы, суши и океана;
- оценка зон риска распространения загрязнений, в том числе радиоактивных.

С появлением первых результатов спутниковых экспериментов по измерению собственного радиотеплового изучения Земли появились возможности восстановления

и анализа динамики и эволюции атмосферных процессов. Мониторинг подобной информации позволил получить интересные результаты по изменению радиотепловых образов Земли путем использования глобальных (многоканальных) данных. За сутки можно было получить лишь два таких образа. Эта информация была получена со спутников, летавших на низких орбитах. Необходимо было приемлемое пространственное разрешение (около 10 км).При этом орбита спутника такова, что объект с горизонтальными размерами около 1000 км наблюдается всего в течение 2 минут.В XXI веке удалось путем подобных измерений проследить циркуляцию скрытого тепла за последние 15 лет (2002-2017гг.) Спутниковое радиотепловидение позволило исследовать синоптические и мезомасштабные атмосферные процессы [4].

Для погоды в космосе характерно чередование спокойных периодов и периодов резкой смены обстановки, которые навевают аналогию с неустойчивой погодой в земной атмосфере. В околоземном пространстве не бывает двух одинаковых дней. Через 8 минут вспышка на Солнце воздействует на ионосферу Земли. В самой нижней ее части (высоты 50–90 км) резко возрастает ионизация. Рентгеновское излучение вспышки "разбивает" нейтральные частицы на ионы и электроны. За счет этого может прекратиться радиосвязь в диапазоне коротких волн на всем освещенном полушарии Земли, а впоследствии происходит практически полное поглощение коротковолновых радиоволн на всех полярных трассах.

К.Я. Кондратьев [5], обобщив спутниковую информацию за 22 года, выпустил монографию «Спутниковая климатология», в которой сравнил изменение объемов ледников за счет мониторинга за ними на протяжении около 30 лет. Если авиационный мониторинг позволяет судить изменениях погодных и других условий в масштабе синоптических процессов, то космический охватывает глобальные процессы, особенно при использовании информации, получаемой со стационарных спутников. Так, космический мониторинг может выдавать информацию о различных процессах практически во всех геосферах Земли с разрешением до 3 м и охватывать часть океана или часть континента [2].

В целом освоение космоса значительно продвинуло вперед наши знания об окружающей среде, но и выдвинуло новые проблемы.

Количество оксида азота, которое попадает в воздух в населенных пунктах, в будущем можно определить независимо от экстраполяции и прогнозирования. Исследователи Института химии Общества Макса Планка на основе спутниковых данных определяют текущий уровень загрязнений и метеорологические данные, а именно, на сколько оксиды азота задерживаются в атмосфере. Исходя из продолжительности пребывания и текущего уровня загрязнения они затем вычисляют текущие выбросы вредных веществ в атмосферу. Данные о выбросах в атмосферу позволяют принять меры по борьбе с загрязнением воздуха. До сих пор количество выбросов определяют посредством измерений в отдельных точках города и приблизительного подсчета общего результата данных, что зачастую приводит к ошибочным результатам.

Еще хуже обстоит дело с ликвидацией пластиков, которые созданы около 100 лет назад, а время их самоуничтожения составляет 200-1000 лет., т.е. идет процесс накопления пластиков. Непонятно, как их ликвидировать? В результате в Тихом океане под влиянием воздушных и водных течений возник громадный остров из пластмассовых изделий, который больше Пиренейского полуострова и толщиной в 10 м[1].

Выполненный анализ показывает перспективность мониторинга, особенно космического, для выявления ОЯП и изменения климата, поскольку оперативно заметить возникновение того или иного стихийного явления или пожара и объективно определить изменение климата, сравнивая состояние, например, ледников или ледового покрытия, через несколько лет.

**Литература**
1. Акселевич В.И., Мазуров Г.И. Использование вычислительной техники и информационных технологий в науках о Земле. Инфо-да. – 2010. – 302 с.
2. Верятин В.Ю., Иванов Н.П., ЗатягаловаВ.В. и др. Использование спутниковых данных для решения задач экологического мониторинга. Ж. Метеоспектр. № 1. – 2017. – С.58-66.
3. Герман М.А. Космические методы исследования в метеорологии. – Л.: Гидрометеоиздат, 1985. -352 с.
4. Ермаков Д.М., Шарков Е.А., Чернушич А.П. Циркуляция скрытого тепла в атмосфере Земли: анализ 15 лет радиотепловых спутниковых измерений // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2017. Т. 14. №6. - С. 9-27.
5. Кондратьев К.Я. Спутниковая климатология. -Л.: Гидрометеоиздат, 1983. - 263 с.

# SPACE AND AVIATION MONITORING OF EARTH'S GEOSPHERES

**Mazurov G.I.[1], Akselevich V.I.[1]**

*[1] – FSBI Main Geophysical Observatory named by A.I. Voeikov, St. Petersburg, Russia, nanmaz@rambler.ru vaksster@gmail.com*

**Annotation.** The report compares the capabilities and results of the use of aviation and space monitoring, presents the background of the issue, describes the tasks of space monitoring, gives examples of its successful operation and application.

Keywords: underlying surface, space, aviation, monitoring, observation, radio thermal imaging, space weather, space ecology

# ОСОБЕННОСТИ ЛОКАЛИЗАЦИИ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ОТКЛОНЕНИЙ ТОЛЩИНЫ ОЗОНОВОГО СЛОЯ ОТ НОРМЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПОЛЯ ГЕОПОТЕНЦИАЛА В СРЕДНЕЙ ТРОПОСФЕРЕ

**Мартьяшкин А.Б.[1], Муртазалиев А.Н.[1], Чуб Р.В.[1]**

*[1] – Военный учебно-научный центр ВВС «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина, Воронеж, Россия, martsash@mail.ru*

**Аннотация**. Проведен анализ районов и условий формирования «озоновых дыр», их пространственно-временного распределения, а также особенностей их локализации в зависимости от поля геопотенциала в средней тропосфере.

Ключевые слова: Озоновый слой, поле геопотенциала.

Жизнь на Земле немыслима без озонового слоя, предохраняющего все живое от вредного ультрафиолетового излучения Солнца. Исчезновение озоносферы привело бы к непредсказуемым последствиям – вспышке рака кожи, уничтожению планктона в океане, мутациям растительного и животного мира. Поэтому так важно выяснить районы формирования и причины возникновения «озоновых дыр» в Северном полушарии, так как в отличие от Антарктиды, население Земли в основном проживает на материках Северного полушария Земли.

Совокупность проблем с учетом факторов, определяющих естественную изменчивость озона, пробудила авторов провести исследования районов и условий формирования «озоновых дыр», их пространственно-временного распределения, а также особенностей их локализации в зависимости от атмосферной циркуляции в средней тропосфере в северном полушарии Земли.

В качестве исходных использовались данные состояния озонового слоя Всемирного центра данных по озоновому слою и ультрафиолетовому излучению (WOUDC), которые включали в себя карты толщины озонового слоя, измеряемой в единицах Добсона (DU), отклонения данной величины от нормы, а также, данные о циркуляции в средней тропосфере в виде карт абсолютного геопотенциала АТ-500 за период 2006-10 г.г.

Хотя о механизмах переноса озона еще идут большие дискуссии, установлено, что существует общий его меридиональный перенос, на который налагаются переносы меньшего масштаба и длительности, например, в подвижных вихрях, длинных волнах и у фронтов, в общем зональном потоке общей циркуляции. Происходит и перенос озона меньших масштабов, например, вблизи кучево-дождевых облаков. При нисходящем движении воздуха в стратосфере озон переносится в слои, где он более консервативен, накопляется там и его общее количество увеличивается. Этот принцип поясняет связь между вертикальными движениями, в том числе и в тропосфере, и распределением озона. Простейшую его иллюстрацию дает постоянство общего содержания озона в пределах однородно-движущихся тропосферных воздушных масс, открытое впервые А.М. Шаламянским и Г.Ф. Ивановой по данным горизонтальных самолетных зондирований озона. На расстоянии 1000–2000 км в пределах таких масс содержание озона меняется не более чем на 6 % [1].

Различия озона заметны близ атмосферных фронтов, разделяющих две воздушные массы. За холодным фронтом общее содержание озона повышается в среднем на 28 DU, а перед теплым фронтом уменьшается на 21 DU.

Наиболее ярко влияние бароклинности на поле озона проявляется в струйных течениях. Впервые их влияние на общее содержание озона обнаружил Г. П. Гущин, кото-

рый показал, что по левую сторону от оси струйного течения (СТ) *X* больше, чем по правую (в северном полушарии) и что существует большой горизонтальный градиент *X,* направленный поперек оси СТ. Наблюдения над Кавказом и Западной Европой показали, что различие *X* по обе стороны СТ в среднем равно $\Delta X = 37$ DU и возрастает с увеличением скорости струи [1].

Наблюдения за озоном со спутника обнаружили, что слева от оси СТ обычно вытягивается узкая зона повышенных значений *X,* а справа – полоса пониженных *X*. Одно «барьерное действие» СТ не может создать узких областей больших и малых *X*. Эти зоны доказывают существование циркуляции – восходящих движений справа и нисходящих слева от СТ. Такие же полосы отчетливо наблюдались на картах распределения общего содержания озона, полученных с помощью спутников. Эти выводы подтвердили Н. Ф. Еланский и Ю. Л. Трутце при самолетных наблюдениях озона над Средней Азией с помощью спектрофотометра высокого разрешения. В одном из случаев полета полоса повышенного содержания озона (до 440 DU) была параллельна СТ, имела ширину около 100–150 км и отстояла на 300 км от оси струи, имевшей скорость более 60 м/с. В этой полосе впервые было обнаружено и повышенное общее содержание двуокиси азота. Фигейра, используя для изучения роли СТ данные озонозондирования над Лиссабоном, показал, что *X* увеличено слева от СТ, а слой максимального $p_3$ опущен, так же как и тропопауза [1].

Лишь тщательные и регулярные наблюдения за содержанием озона, а как следствие этого, выявление районов формирования максимума и минимума концентраций озона в атмосфере помогут выяснить, условия, приводящие к резкому уменьшению содержания озона в озоновом слое, образованию «озоновых дыр».

Авторами проведены исследования пространственно-временного распределения «озоновых дыр», их интенсивности, анализ взаимосвязи с полем геопотенциала на уровне 5,5 км.

В результате проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Анализ годового хода содержания озона в «озоновых дырах» показывает максимум количества озона – весной, в начале лета; минимум – осенью, особенно в октябре. Т.е. осенью «озоновые дыры» более опасны, так как содержание озона в её зоне минимально.

2. Наиболее благоприятные районы формирования «озоновых дыр» – Гренландия и Исландия; Арктика и Северная Америка.

3. Формирование областей с отклонением количества озона от нормы тесно согласуется с формированием областей высокого и низкого геопотенциала на высоте 5,5 км.

4. Областям высокого геопотенциала (высоким антициклонам) в 87% случаев соответствуют замкнутые очаги отрицательных отклонений от нормы округлой формы, причем такие образования наименее подвижны, и могут наблюдаться над одной и той же территорией несколько суток.

5. Зона отрицательных отклонений очерчивается, как правило, последней замкнутой изогипсой антициклона на карте АТ-500.

6. Зонам дефицита озона вытянутой формы, как правило, соответствуют барические гребни (без замкнутых изогипс), причем такая форма озоновой дыры говорит о ее подвижности.

7. Градиент геопотенциала в области антициклона согласуется с градиентом отклонения от нормы в районе озоновой дыры, то есть, чем мощнее антициклон, тем сильнее выражена «озоновая дыра».

8. Аналогичные выводы справедливы и для циклонов. С учетом того, что над ними формируются зоны с положительным отклонением толщины озонового слоя от нормы.

9. Таким образом, на основе анализа поля геопотенциала в средней тропосфере можно делать достоверные выводы о распределении отклонений толщины озонового слоя от нормы. То есть, мощным высоким антициклонам, наблюдаемым в тропосфере в 87% случаем соответствуют зоны с сильным отклонением от нормы толщины озонового слоя.

**Литература**

1. Александров Э.Л. Озонный щит Земли и его изменения. СПб.: Гидрометеоиздат, 1992. 288с.

## FEATURES OF THE LOCALIZATION OF EXTREME DEVIATIONS OF THE OZONE LAYER THICKNESS FROM THE NORM DEPENDING ON THE FIELD OF GEOPOTENTIAL IN THE MIDDLE TROPOSPHERE

**Martyashkin A.B.[1] , Murtazaliev A.N.[1], Chub R.V.[1]**

*[1] – Military Educational-Research Centre of Air Force «Air Force Academy named after professor N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin», Voronezh, Russia, martsash@mail.ru*

**Abstract**. The analysis of areas and conditions for the formation of "ozone holes", their spatial and temporal distribution, as well as the characteristics of their localization depending on the field of geopotential in the middle troposphere.

Key words: Ozone layer, geopotential field.

# ОЦЕНКА МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ В СИСТЕМЕ ШТОРМОВОГО ОПОВЕЩЕНИЯ

**Маслобойщиков А.Н.**[1]

[1] – *ВУНЦ ВВС «ВВА им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», г. Воронеж, Российская Федерация, masan-29@mail.ru*

**Аннотация**. В работе представлен научно-методический подход к оценке экстренной метеорологической информации в системе штормового оповещения.

Ключевые слова: экстремальная метеорологическая информация, штормовое оповещение.

Одним из решающих факторов обеспечивающих правильный учет метеорологической обстановки, является наличие соответствующей метеорологической информации, полнота и оперативность сбора и обработки которой определяются организацией работы метеорологических подразделений.

Метеорологические условия оказывают существенное влияние на выполнение полетов и их безопасность, а также на эксплуатационное состояние аэродромов. Особое место при этом занимает экстренная метеорологическая информация, которая незамедлительно передается потребителю как штормовое оповещение (ШО) и (или) штормовое предупреждение (ШП), или информация о фактических и прогнозируемых резких изменениях погоды [1].

Подразделения государственной наблюдательной сети непосредственно выполняют наблюдения за погодой и выполняют первичную обработку результатов наблюдений и передачу их по утвержденной схеме. Для обеспечения безопасности полетов авиации в метеорологическом отношении на аэродромах организуется система ШО (ШП) об опасных явлениях погоды (ОЯП).

Экстренная метеорологическая информация должна отвечать установленным требованиям: полнота (объем), достоверность (точность) и своевременность (оперативность).

Одной из важных практических задач метеорологического обеспечения авиации является получение оперативной информации об ОЯП по району (маршруту) полетов. Как правило, наличие кучево-дождевой облачности является главным фактором образования ОЯП конвективного происхождения, поэтому в работе сделан акцент на оценку обнаружения данной облачности.

Целью работы является повышение эффективности метеорологического обеспечения авиации, путем разработки методики оценки экстремальной метеорологической информации в системе ШО.

Для оценки информации используются известные требования (полнота, достоверность и своевременность), которые принимаются как составляющие критерия метеорологической эффективности определенного метода наблюдения. Критерий метеорологической эффективности метода наблюдений за ОЯП показывает, какой процент полученной информации, удовлетворяет данным требованиям.

В работе рассматривается процесс получения и оценки метеорологической информации (информации о кучево-дождевых облаках) по району (маршруту) полетов при использовании визуального и радиолокационного метода наблюдения, т.е. определяется вероятность совместного получения требуемых характеристик (полнота, достоверность и своевременность) для каждого метода наблюдения.

Объем (полнота) информации определяется как вероятность получения требуемого объема информации об ОЯП и одновременно зависит от вероятности обнаружения и распознавания.

Вероятность обнаружения при визуальном методе наблюдения возрастает с увеличением наблюдательной сети. При радиолокационном методе наблюдения вероятности обнаружения зависит от множества факторов (характеристики радиолокационной станции, расстояние до ОЯП и т.д.), поэтому теоретический расчет здесь является сложной задачей, и на практике используют экспериментальные данные [2, 3].

Величина вероятности распознавания зависит от способа анализа данных, полученных в результате наблюдений. Так, при визуальных наблюдениях используется субъективный (качественный) анализ, при радиолокационных наблюдениях - объективный (численный) анализ радиолокационных данных.

Достоверность (точность) информации характеризуется вероятностью обеспечения требуемой точности определения параметров ОЯП. Данная вероятность рассчитывается при условии, что определение основных параметров кучево-дождевой облачности производится независимо от применяемого метода [4].

Своевременность (оперативность) обновления информации - вероятность получения требуемой информации с заданной оперативностью. Время обновления информации принимается случайной величиной, поэтому оценка вероятности получения данных об ОЯП выполняется на основе закона Пуассона [4].

Таким образом, представленный подход к определению критерия метеорологической эффективности, позволяет получить вероятностные характеристики и объективно оценить метеорологическую информацию для ШО с учетом физико-географических особенностей района полетов.

Реализация изложенного подхода апробирована на схеме ШО одного из аэродромов государственной авиации. Полученные результаты показывают, что применение радиолокационной системы наблюдений в значительной мере увеличивают информативность экстремальной метеорологической информации.

Полученные результаты использования данного подхода позволяют количественно оценить систему ШО и разработать предложения по ее совершенствованию с учетом физико-географических условий базирования.

**Литература**

1. Маслобойщиков А.Н., Дадушко Е.Н. Организация штормового оповещения и штормового предупреждения государственной авиации // Актуальные проблемы вооруженной борьбы в воздушно-космической сфере. 2017. Воронеж. Ч.2. С. 323–325. Гашина С.Б., Сальман Е.М. Радиолокационные признаки характера облачных систем и их эволюции. Труды ГГО. 1967. Вып. 217.

2. Сальман Е.М., Гашина С.Б. Локализация осадков и грозоопасных зон по их радиолокационным характеристикам. Труды ГГО. 1967. Вып. 217.

3. Сальман Е.М., Дивинская Б.Ш. Вопросы метеорологической эффективности радиолокационной системы наблюдений за облачностью и опасными явлениями погоды. Труды ГГО. 1971. Вып. 261.

# EVALUATION OF METEOROLOGICAL INFORMATION IN THE STORM WARNING SYSTEM

**Masloboyshikov A.N.** [1]

[1] – *Military Educational-Research Center of Air Force «Air Force Academy», Voronezh, Russian Federation, masan-29@mail.ru*

**Abstract**. The paper presents a scientific and methodological approach to the assessment of emergency meteorological information in the storm warning system.

Keywords: extreme meteorological information, storm warning.

# АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ОПЕРАТИВНОГО КОНТРОЛЯ ОПАСНЫХ ПРИРОДНЫХ ПРОЦЕССОВ И ЯВЛЕНИЙ ПРИ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ ДЕЙСТВИЙ ВОЙСК (СИЛ)

**Подковырин А.Н.[1], Канарский И.Д.[1], Лесин В.И.[1], Бунина Ю.Е.[1]**

*[1] – ВКА имени А.Ф. Можайского, Санкт-Петербург, Россия, andreypodkovyrin@mail.ru*

**Аннотация.** Рассматривается проблема создания современного средства контроля опасных природных процессов и явлений. Предложен путь решения обозначенной проблемы, описаны существующие наработки и сформулированы основные направления дальнейших исследований по данной теме.

Ключевые слова: опасное природное явление, система оперативного контроля, геофизическая обстановка, база данных, автоматизированная обработка информации

Как известно, одним из факторов, оказывающих существенное влияние на деятельность Вооруженных Сил, является природная среда. Возросшая в последнее время тенденция развития опасных природных процессов и возникновения опасных природных явленийдиктует острую необходимость создания надежного средства их оперативного контроля в глобальном масштабе. Проведенные коллективом авторов исследования показали, что данная задача может быть решена путем создания автоматизированных специализированных систем, основанных на теоретических, экспериментальных и экспертных оценках причинно-следственных связей развития опасных природных процессов (явлений).

Для принятия превентивных мер защиты от опасных природных явлений, учитывая их стихийный характер и высокую скорость развития на стадии высвобождения накопленной энергии,весьма актуальным видится заблаговременное выявление районов с геофизическими условиями, благоприятными для их зарождения.Очевидно, что для реализации такого подхода требуется оперативно собирать, накапливать и подвергать обработке огромные массивы разнообразной геофизической информации (сейсмической, гидрологической, метеорологической, ионосферно-магнитосферной), полученной из различных источников.

Разработку системы оперативного контроля опасных природных процессов (явлений) целесообразно вести по двум направлениям, в рамках которых предлагается создать две подсистемы: 1) информационного обеспечения и 2) обработки информации.

Организация полнофункциональной подсистемы информационного обеспечения позволит выполнять функции сбора, обобщения, анализа, систематизации и накопления разнородной информации, получаемой из всех доступных источников (международные, национальные, региональные, ведомственные специализированные системы наблюдений и обработки информации), поступающей в разное время, в различных форматах данных, с разной детализацией и достоверностью.

Поступившая информация, после сортировки, раскодирования и преобразования во внутренний формат системы, сохраняется, и на ее основе формируются опорные базы данных, которые используются для расчета специализированных показателей (идентификаторов) геофизических условий, благоприятных для возникновения того или иного опасного природного процесса (явления).Для каждого такого процесса (явления)формируется свой состав показателей. Взависимости от типа процесса (явления) может использоваться прогностическая, фактическая информация и/или архивные данные. Качество

расчёта показателей напрямую зависит от информационной насыщенности сформированных баз данных.

Вторая подсистема – автоматизированная и унифицированная подсистема специализированной обработки информации. Данная подсистема в масштабе реального времени позволяет фиксировать происходящие (произошедшие) процессы (явления), определять географические районыи времявозникновенияпроцессов (явлений),а также оценивать степень их опасности.

Текущие значения параметров (величин), характеризующих геофизическую обстановку в исследуемом районе, сравниваются с их граничными значениями в базах данных по трем качественным градациям, определяющим геофизические условия как благоприятные, допустимые и неблагоприятные для возникновения процесса (явления). Затем они приводятся к безразмерному виду путем процедуры нормирования. Это позволяет произвести их осреднение по градациям и получить количественную оценку значимости каждой градации (в долях амплитуды каждого параметра (величины) или в долях разницы граничных значений). Значение этой оценки свидетельствует о степени «благоприятности»геофизических условий для возникновения опасных природных процессов (явлений) и позволяет путём комплексирования результатов анализа получить интегральное поле геофизических признаков опасных природных процессов (явлений) в заданном районе.

Таким образом,синтезированная система оперативного контроля опасных природных процессов (явлений) позволяетполучить комплексную оценку изменяющихся геофизических условий, котораяможет быть использована в качестве исходных данных по определению геофизической обстановки в интересующем районе земного шара в ходерешения задач гидрометеорологического обеспечения деятельности Вооруженных Сил.

**Литература**

1 Костров Б.В. Механика очага тектонического землетрясения. – М.: Наука, 1975.
2 Нейлор К. Как построить свою экспертную систему. – М.: Энергоатомиздат, 1991.
3 Шаров Н.В. Землетрясения и микросейсмичность в задачах современной геодинамики Восточно-европейской платформы. – Петрозаводск: Геофизическая служба РАН, 2007.

## THE AUTOMATED SYSTEM OF OPERATING CONTROL OF NATURAL HAZARDS AND THE PHENOMENA AT HYDROMETEOROLOGICAL ENSURING ACTIVITY OF ARMED FORCES

**Podkovyrin A.N.[1], Kanarsky I.D.[1], Lesin V.I.[1], Lobanov K.A.[1]**

*[1] – Mozhaisky Military Aerospace Academy, Saint-Petersburg, Russia, andreypodkovyrin@mail.ru*

**Abstract**. The problem of creation of the modern control tool of hazardous natural processes and phenomena is considered. The solution of the designated problem is offered, the existing practices are described and the main directions for further research in this subject are formulated.

Key words: hazardous natural phenomena, system of operating control, geophysical situation, database, automated information processing.

# ОЦЕНИВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ВООРУЖЕНИЯ И ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ В РАЗЛИЧНЫХ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

**Подковырин А.Н.[1], Подчасский А.С.[1], Бунина Ю.Е.[1], Полушина Е.С.[1]**

*[1] – ВКА имени А.Ф.Можайского, Санкт-Петербург, Россия, andreypodkovyrin@mail.ru*

**Аннотация.** Рассматривается вопрос учета влияния гидрометеорологических условий на применение вооружения и военной техники.

Ключевые слова: вооружение и военная техника, гидрометеорологические условия, критические значения, возможность применения.

Эксплуатация вооружения и военной техники (ВВТ) может происходить в различных физико-географических и климатических условиях, в любое время года и суток, в благоприятных и неблагоприятных гидрометеорологических условиях (ГМУ). Несмотря на то, что все чаще мы слышим термин «всепогодная» техника, вопрос учета влияния ГМУ на различных этапах её применения остается весьма актуален. Несвоевременный или ненадлежащий учет ГМУ может вызвать привлечение дополнительных мер обеспечения безопасности или дополнительного расхода сил, средств и времени при выполнении поставленных задач.

С другой стороны, заблаговременное выявление типа гидрометеорологических условий позволит, как на этапе планирования, так и в ходе выполнения ВВТ поставленных задач оценить и учесть эти условия наилучшим образом.

В ходе проведенных в Военно-космической академии имени А.Ф.Можайского исследований был разработан метод оценивания возможности применения технических средств ВС РФ в ГМУ различной степени сложности. Данный метод базируется на математическом аппарате теории вероятностей и математической статистики и использует теоретические, экспериментальные и экспертные оценки воздействия ГМУ на эксплуатируемые в ВС РФ технические средства. Метод реализован в макете программного комплекса оценивания эффективности применения ВВТ в различных ГМУ, который прошел апробацию в ходе командно-штабных учений «Кавказ-2012», а также в руководящем документе «Методика принятия решения…», утвержденном начальником Главного оперативного управления Генерального штаба Вооруженных Сил Российской Федерации в 2015 году. Решение комплексной задачи оценивания возможности применения ВВТ в различных ГМУ включает в себя следующий алгоритм действий:

– формирование базы данных обеспечиваемых образцов ВВТ с соответствующими техническими характеристиками;

– классификация и типизация ГМУ по выбранным признакам;

– формирование типовых задач по применению образцов ВВТ;

– определение геофизических параметров, влияющих на работу ВВТ, и определение их критических значений (границ применения технических средств по ГМУ);

– формирование базы данных гидрометеорологической информации;

– формирование блока исходных данных;

– вычисление значений показателей возможности применения ВВТ в различных ГМУ и их анализ;

– разработка рекомендаций, необходимых для принятия управленческих решений.

Так в ходе классификации и типизации ГМУ по выбранным признакам происходит формирование перечня моделей влияния ГМУ на ВВТ на различных этапах выполнения

ими задач. Для каждого образца ВВТ были определены критерии возможности его применения по ГМУ, а именно критические (предельные) значения гидрометеорологических параметров в трех градациях:

1) благоприятные;

2) предельные;

3) неблагоприятные.

Таким образом, формируется совокупность гидрометеорологических параметров, каждый из которых, попадая в ту или иную градацию, приобретает свойство показателя и несет частную информацию о степени своего влияния на техническое средство. После несложных преобразований, включающих процедуры комплексирования, нормирования и свертки, перечень сформированных показателей сводится к комплексному показателю, который и определяет возможность решения указанным образцом ВВТ поставленной задачи в данных ГМУ.

Этот показатель представлен в вероятностной форме и может принимать значения от 0 до 1:

а) благоприятные ГМУ (0,0-0,25);

б) предельные ГМУ (0,25-0,75);

в) неблагоприятные ГМУ (0,75-1,0).

Главным достоинством разработанного метода оценивания возможности применения ВВТ в ГМУ различной степени сложности является его оперативность и глобальность (при условии достаточного заполнения базы данных гидрометеорологической информации), что выглядит крайне привлекательным в условиях дефицита времени, отводимого на принятие решения на применение ВВТ.

**Литература**

1. Мазур И.И., Иванов О.П. Опасные природные процессы. Вводный курс : учебник для высших учебных заведений. – М. : ЗАО «Издательство «Экономика», 2004. – 702 с.

2. Голицын Г.С. Природные процессы и явления: волны, планеты, конвекция, климат, статистика. – М. : ФИТЗМАТЛИТ, 2004. – 344 с.

3. Пиловец Г.И. Метеорология и климатология. Учебное пособие. – М. : Инфра-М, 2013. – 399 с.

4. Наровлянский Г.Я. Авиационная климатология. – Л. : Гидрометеоиздат, 1968. – 268 с.

## EVALUATION OF THE POSSIBILITY OF USING WEAPONS AND MILITARY EQUIPMENT IN VARIOUS HYDROMETEOROLOGICAL CONDITIONS

**Podkovyrin A.N. [1], Podczaski A.S. [1], Bunina J.S.[1], Polushina E.S.[1]**

*[1] – Mozhaisky Military Space Academy, Saint-Petersburg, Russia andreypodkovyrin@mail.ru*

**Abstract.** The issue of taking into account the influence of hydrometeorological conditions on the using of weapons and military equipment is considered.

Key words: armament and military equipment, hydrometeorological conditions, critical values, possibility of application.

# ОСОБЕННОСТИ МАТЕМАТИЧЕСКОГО РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ВЫЯВЛЕНИЯ ОПАСНЫХ ПРИРОДНЫХ ПРОЦЕССОВ (ЯВЛЕНИЙ) ПРИ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ ДЕЙСТВИЙ ВОЙСК (СИЛ)

**Подковырин А.Н.[1], Лобанов К.А.[2], Подчасский А.С.[2], Иванова И.А.[2]**

*[1] – ВКА имени А.Ф.Можайского, Санкт-Петербург, Россия, andreypodkovyrin@mail.ru*
*[2] – ВКА имени А.Ф.Можайского, Санкт-Петербург, Россия*

**Аннотация**. Рассмотрена специфика решения задачи выявления признаков наличия и зарождения опасных природных процессов (явлений) математическими методами.

Ключевые слова: опасный природный процесс (явление), геофизические условия, гипотеза, комплексирование.

Выявление признаков наличия и зарождения опасных природных процессов (явлений) (ОППЯ) является одной из важнейших задач, решаемых военными метеорологами в ходе гидрометеорологического обеспечения деятельности Вооруженных сил. Следует отметить, что основными неразрешенными на сегодняшний день вопросами, позволяющими включить проблему мониторинга и контроля ОППЯ в разряд актуальных, являются: слабая изученность физических механизмов образования, развития и прекращения ОППЯ; недостаточные репрезентативность, регулярность, точность, не однотипность наблюдательных и измерительных геофизических систем и систем сбора и распространения геофизической (в том числе гидрометеорологической) информации; отсутствие средств автоматизации производства наблюдений; недостаточно проработанная методология учёта влияния ОППЯ на выполнение прикладных задач, отсутствие надёжных методов прогнозирования ОППЯ.

Используя термины аппарата математической статистики, можно сказать, что выявление признаков наличия и зарождения конкретного ОППЯ, по сути, сводится к оцениванию вероятности его появления в определённое время на исследуемой территории. Сложность заключается в том, что, в данном случае мы не можем использовать инструменты математической статистики в отсутствие необходимой репрезентативной выборки статистического материала, характеризующего взаимосвязь возникающих ОППЯ и предшествующих им геофизических условий (ГФУ). В силу этих обстоятельств задача по выявлению признаков наличия и зарождения ОППЯ во многом относится к типу задач, решаемых в условиях неопределенности по правилам нечеткой логики, многофакторной логики, подхода Байеса и других подобных схем.

В нашем случае решение задачи сводится к экспертному оцениванию степени достоверности гипотезы (утверждения) о возможности возникновения того или иного ОППЯ. Технология оценивания достоверности экспертируемой гипотезы строится на основе теории фактора уверенности с использованием метода Шортлифа-Бьюкенена, в соответствии с которым оценки условных вероятностей являются по существу аппроксимацией этих вероятностей при существующей обработке экспертных мнений.

После формирования и оценивания комплекса показателей (свидетельств), отражающих влияние ГФУ на возможность возникновения ОППЯ, производится разработка рабочих гипотез (благоприятные для возникновения ОППЯ ГФУ, допустимые и неблагоприятные), поддерживающих главную гипотезу о вероятности возникновения ОППЯ, которая состоит в утверждении того, что при существующих в исследуемом районе ГФУ с вероятностью не менее 0,75 возникнет ОППЯ.

Выбор гипотез и оценивание их достоверности производится по расчетным (на основе метода Шортлифа-Бьюкенена) значениям соответствующих мер доверия, после чего возможно комплексирование оценок составляющих рабочих гипотез и получение интегральной оценки достоверности главной гипотезы.

**Литература**

1. Артемова, С.В. Поддержка принятия решений эргатическим элементом в условиях неопределенности методом Шортлифа-Бьюкенена [Текст] / С. В. Артемова, В. И. Павлов, А. А. Артешов, Д. Ю. Муромцев // Вестник ТГУ. – 2004. – Т. 18, № 4. – 5 с.
2. Нейлор, К. Как построить свою экспертную систему [Текст] / К. Нейлор; пер. с англ. – М. : Энергоатомиздат, 1991. – 288 с.
3. Экспертные системы. Принцип работы и примеры [Текст] / Под ред. Р. Форсайта; пер. с англ. – М. : Радио и связь, 1987. – 224 с.
4. Нечеткие множества и теория возможностей [Текст] / Под ред. Р. Ягера. – М. : Радио и связь, 1986. – 390 с.

# FEATURES OF THE MATHEMATICAL SOLUTION OF THE PROBLEM OF IDENTIFYING HAZARDOUS NATURAL PROCESSES (PHENOMENA) IN THE HYDROMETEOROLOGICAL SUPPORT OF THE ACTIONS OF THE TROOPS (FORCES)

**Podkovyrin A.N.[1], Lobanov K.A.[2], Podchassky A.S.[2], Ivanova I.A.[2]**

[1] – *Mozhaisky Military Space Academy, Saint Petersburg, Russia. andreypodkovyrin@mail.ru*
[2] – *Mozhaisky Military Space Academy, Saint Petersburg, Russia.*

**Annotation**. Considered the solution of the problem of identifying the signs of the presence and origin of dangerous natural processes (phenomena) by mathematical methods.

Key words: hazardous natural process (phenomenon), geophysical conditions, hypothesis, aggregation.

# ОПЫТ ПРОЕКТИРОВАНИЯ, ИЗГОТОВЛЕНИЯ И ВВОДА В ЭКСПЛУАТАЦИЮ АЭРОЛОГИЧЕСКОГО РАДИОЛОКАЦИОННОГО ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА (АРВК) «ВЕКТОР-М»

**Пономарев О.П.[1], Петров Р.А.[1], Луценко А.В.[1], Самофеев А.А.[1]**

*[1] – Акционерное общество «Уральское производственное предприятие «Вектор», Екатеринбург, Россия, ponomarev7713@mail.ru*

**Аннотация.** Обсуждены принципы построения, технические характеристики, опыт эксплуатации АРВК «Вектор-М». Определены пути модернизации АРВК в части повышения чувствительности приемника, повышения помехозащищенности, введения канала радионавигации.

Ключевые слова: система радиозондирования, радиозонд.

Для осуществления долгосрочных и краткосрочных прогнозов погоды и климата, подготовки метеорологических данных для стрельбы артиллерии и пусков ракет - носителей, обеспечения полетов авиации, необходимо измерять метеорологические параметры свободной атмосферы в диапазоне высот от 0 до 40 км и дальностей до 200-300 км. В настоящее время основными средствами получения аэрологической информации для прогнозов погоды и климата на сети Росгидромета являются системы радиозондирования (СР), состоящие из наземных РЛС и запускаемых в атмосферу с помощью шаров-пилотов аэрологических радиозондов (АРЗ), регистрирующих в атмосфере температуру, влажность, давление с одновременным измерением координат АРЗ (дальность, угол места, азимут) и вычисления по ним скорости и направления ветра [1].

В состав аэрологической наблюдательной сети Росгидромета входит 115 аэрологических станций, из которых 111 входят в состав региональной опорной синоптической сети [2]. В настоящее время на сети Росгидромета находятся в эксплуатации 48 АРВК «Вектор-М» производства АО «Уральское производственное предприятие «Вектор» и по проекту «Росгидромет-2» в 2019 г. осуществляется поставка еще 4-х станций.

По регламенту Всемирной метеорологической организации СР дважды в сутки осуществляют радиозондирование атмосферы шар-пилотным способом. Результаты наблюдения за состоянием атмосферы формируются в виде трех групп данных: данные на стандартных изобарических поверхностях; данные на стандартных высотах в приземном слое над поверхностью Земли и над уровнем моря; данные на уровнях особых точек в вертикальном распределении температуры, влажности, скорости и направления ветра. Информация передается по электронной сети в виде телеграмм КН-04(FM36) и в формате международной кодировки BUFR (FM 94).

Отличительная особенность СР типа АРВК «Вектор-М» – использование угломерно-дальномерного метода определения текущих координат АРЗ, при котором измерение угла места и азимута проводится методом конического сканирования диаграммы направленности антенны в виде фазированной антенной решетки (ФАР). Измерение наклонной дальности проводится в активном режиме РЛС радиоимпульсным методом, когда работает сверхрегенеративный приемопередатчик – ответчик (СПП) АРЗ. Сверхрегенеративный приемопередатчик – ответчик обладает высокой чувствительностью к запросному сигналу СР, позволяет определять наклонную дальность и скорость движения АРЗ при импульсной мощности передатчика порядка 100 Вт при оперативном радиусе действия СР до 250 км и высоте подъема АРЗ до 40 км. Ответный сигнал АРЗ по дальности формируется в виде короткой паузы в излучении длительностью порядка 0,7 мкс, что позволяет использовать временное стробирование в канале измерения дально-

сти. Периодическое измерение угловых координат АРЗ и наклонной дальности позволяет расчетным способом измерить направление, скорость ветра, высоту подъема АРЗ. При этом СПП обеспечивает прием и передачу координатно-телеметрической информации для РЛС на несущей частоте 1680±8 МГц.

АРВК «Вектор-М» предназначен для проведения радиозондирования атмосферы с помощью радиозондов типа РЗМ-Ц, РЗМ-2, МРЗ-3А, МРЗ-3АМ, МРЗ-3МК, АК2-02 с несущей частотой 1680±8 МГц, обеспечивает автоматическое сопровождение АРЗ в полете, прием и обработку координатно-телеметрической информации. При разработке АРВК учитывались требования к типам используемых радиозондов, поляризации, непрерывной мощности, длительности зондирующего сигнала, частоты повторения импульсов, частоты сканирования, полосы пропускания приемника. Учитывались среднестатистические данные по динамической и статической погрешностям сопровождения АРЗ по угловым координатам, дальности, спектральной плотности помех/шума, влияния на СР внешних помех от базовых станций мобильной связи.

Программное обеспечение АРВК обеспечивает регистрацию и документирование координатно-телеметрической информации для последующей обработки данных в части формирования телеграмм, вертикальных профилей метеопараметров, наклонной дальности, угловых координат АРЗ. С помощью ПО «АРХИВ» разработки ГУ «ЦАО» [3] контролируются временные профили координатно-телеметрических данных: периоды следования импульсов телеметрического сигнала, угла места и азимута ФАР, горизонтальная траектория полета АРЗ, его высота и вертикальная скорость подъема.

Анализ графической и табличной информации позволяет: анализировать качество и выявлять срывы сопровождения АРЗ по дальности и углам; делать выводы по правильности наполнения оболочки, устойчивости сопровождения АРЗ радиолокатором; анализировать качество захвата АРЗ после выпуска или его поиска, выявлять срывы сопровождения, сбои работы телеметрического канала АРЗ и нарушение канальной синхронизации; характеризовать качество работы канала угловой автоматики; судить о качестве ориентирования и горизонтирования антенной колонки; оценивать влияние подстилающей поверхности и помех на качество сопровождения АРЗ.

В ходе приемочных испытаний на ряде аэрологических станций была проведена оценка влияния ограждения на электрические характеристики ФАР и даны рекомендации по их переоборудованию. В процессе доработок АРВК проведена модернизация модуля синхронизатора в части введения режима калибровки СР калибровочными зондами типа РЗМ-2 с целью оперативной отбраковки АРЗ с чувствительностью ниже -60 дБ.

Перспективными направлениями развития АРВК «Вектор-М» является введение пакетного режима передачи данных с АРЗ на РЛС и режима радионавигации в полосе частот 400 – 406 МГц. Реализация радионавигационного режима с пакетной обработкой информации предполагает использование когерентной обработки сигналов в СР и использование преимуществ отечественной навигационной спутниковой системы ГЛОНАСС.

В результате выполнения перспективных работ возможно создание многофункциональной высокотехнологичной цифровой СР атмосферы, отвечающей требованиям ВМО. Разрабатываемые модернизированные цифровые АРЗ типа РЗМ-Ц под радионавигационный канал (типа РЗМ-ЦН) обеспечат расширение дополнительных возможностей измерения параметров атмосферы, что будет способствовать повышению точности прогнозов погоды и климата. В частности, предполагается, что АРЗ типа РЗМ-ЦН будет иметь повышенную чувствительность в когерентном режиме на 15 дБ выше, чем у серийных АРЗ типа МРЗ-3. Это обеспечит существенное повышение надежности радиозондирования отечественных СР и позволит измерять мгновенную скорость ветра, что значительно повлияет на качество метеопрогнозов.

**Литература**
1. Иванов В.Э., Гусев А.В., Игнатков К.А. и др. Современное состояние и перспективы развития систем радиозондирования атмосферы в России // Успехи современной радиотехники, 2015, № 9, с. 3-43.
2. http://www.meteorf.ru/press/releases/16101/ (О деятельности Росгидромета в 2017 году и задачах на 2018 год. Итоговый доклад).
3. Кац А.П. Анализ координатно-телеметрических данных современных систем радиозондирования (методическое пособие). – Долгопрудный, ГУ «ЦАО», 2011.
Размещено на http://cao-ntcr.mipt.ru/monitor/rawdoc/rawdoc.htm.

# EXPERIENCES IN DESIGNING, MANUFACTURING AND PUTTING INTO OPERATION OF VECTOR-M AEROLOGICAL RADAR COMPUTER SYSTEM (ARCS)

**Ponomarev O.P.[1], Petrov R.A.[1], Lutsenko A.V.[1], Samofeev A.A.[1]**

[1] – *VECTOR Ural Manufacturing Enterprise JSC, Ekaterinburg, RF ponomarev7713@mail.ru*

**Abstract.** Concepts, performance, and experiences in operation of Vector-M ARCS have been discussed. Modernization trends for Vector-M ARCS have been determined as regards enhanced receiver sensitivity, jamming protection and introduction of a radio navigation channel.

Key words: radiosounding system, radiosonde.

# АНАЛИЗ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ РЯДОВ НА ОСНОВЕ СПЕКТРАЛЬНО-СИНГУЛЯРНОГО АНАЛИЗА

**Попов В.В.[1], Минаков Д.М.[1], Попова И.В.[2]**

*[1] – ВУНЦ ВВС «ВВА имени проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж), Россия, copybook05@yandex.ru 1*
*[2] – Воронежский государственный университет, г. Воронеж, Россия, copybook05@yandex.ru*

**Аннотация.** Рассматриваются методики по применению аппарата сингулярного спектрального анализа (SSA) для повышения качества поддержки обеспечения военных метеозависимых организационно-технических систем. Предложены новые подходы к решению задачи оценки на основе трендовой и периодической составляющей ряда.

Ключевые слова: сингулярный спектральный анализ, гидрометеорологические величины, одномерный однородный ряд, траекторная матрица.

Прогнозирование рядов гидрометеорологических величин предполагает, что параметры, полученные за определенный временной интервал, характеризуют значения этих величин в будущем. Важно понимать, что вследствие стохастичности гидрометеорологических рядов как правило существуют причины, в силу которых информация содержащаяся в статистических данных не может описать изменение параметра ряда в будущем. Например, прохождение атмосферного фронта, изменение количества облачности, может неблагоприятно повлиять на прогностические значения гидрометеорологических величин, которые в свою очередь, могут повлиять на другие параметры атмосферы.

Для ряда метеозависимых потребителей прогностические параметры гидрометеорологического временного ряда должны быть весьма точными и строиться не только на основе периодических и трендовых составляющих, но и наилучшим образом определять вариации стохастической и динамической компонент. В таких случаях прогнозирование временных рядов классическими способами не может быть единственным подходом. Поэтому, в большинстве случаев различные подходы к прогнозированию гидрометеорологических величин объединяют или модифицируют, чтобы обеспечить наибольшую их эффективность [1].

В целях разработки способа прогноза временных рядов гидрометеорологических величин, и в частности характеристик влажности, предлагается для анализа свойств ряда использование метода SSA. Целесообразность применения метода SSA обоснована возможностью определения основных статистических параметров ряда гидрометеорологической величины и подавления шума.

Основу метода составляет сингулярное разложение траекторной матрицы, столбцами которой являются вектора вложения – отрезки ряда длины L, основного параметра метода, называемого длиной окна. Анализ членов сингулярного разложения позволяет сначала классифицировать их как относящиеся к одной из компонент ряда, а затем выделить ту компоненту, которая характеризует структуру ряда. Такой ряд можно задать с помощью линейной рекуррентной формулы (ЛРФ) и начальных значений. Метод SSA позволяет находить коэффициенты линейной рекуррентной формулы, управляющей рядом и, следовательно продолжить ряд. Ряды, управляемые ЛРФ, тесно связаны с рядами конечного ранга, т.е. рядами, сингулярное разложение которых при достаточно большой длине ряда и достаточно большой длине окна имеет фиксированное число ненулевых компонент [2, 3].

В ходе работы определялись характеристики ряда: трендовая и сезонные компоненты, величина шумовой дисперсии.

Основной и важной задачей является определение одного или нескольких прогностических значений временного ряда.

В ходе исследования представленная методика была применена к статистическому ряду средних суточных значений относительной влажности воздуха для центральных

месяцев зимы и лета за период 1981-2018 гг. Статистические ряды составлены для 21 области, границы которых определены согласно работы [4]. В работе длина ряда N=38 и в ходе преобразования в траекторную матрицу выбрана длина окна L=15.

Для преобразованного ряда рассчитаны трендовая компонента и шумовая дисперсия средней суточной относительной влажности воздуха для определенных областей Арктики для центральных месяцев зимы и лета.

Анализ показал, что зимой среднесуточная относительная влажность имеет тенденцию к повышению по всему Арктическому региону, а тенденция шумовой дисперсии в прибрежной зоне указывает на стабилизацию влажностного режима, в морской зоне и на южной границе Арктики преобладает тенденция к увеличению разброса значений среднесуточной относительной влажности (относительно средней), а значит – на усиление аномальности климатического режима. В летний сезон года среднесуточная относительная влажность имеет тенденцию к уменьшению в морской и пробрежной зонах а на южной границе Арктической зоны она повышается от года к году. Тенденция шумовой дисперсии характеризуется противоположными знаками. В морской и пробрежной зонах преобладает тенденция к увеличению разброса значений среднесуточной относительной влажности, а на южной границе она характеризуется стабилизацией влажностного режима.

Данные тренды обоснованы расчетом значений статистических параметров влажностного режима в рамках территориально-временного районирования Арктической территории. Расчеты проведены для 21 области Арктической зоны России, структурированных по широтно-меридиональному принципу. Это позволило выявить новые климатические закономерности.

Таким образом, в работе показано, что исследование особенностей и тенденций изменения климата в Арктике и ряда климатических характеристик осуществляется через оценку климатических показателей с применением методики сингулярного спектрального анализа. На основе анализа рядов для 21 области Арктической зоны России выявлены определенные устойчивые периоды колебаний приземной влажности воздуха.

**Литература**

1. Матвеев М. Г. Модель анализа динамики векторного метеорологического процесса / М.Г. Матвеев, В.В. Михайлов, М.Е. Семенов, Е.А. Сирота // Вестник ВГУ. Серия «Системный анализ и информационные технологии», 2013. –№ 1. –С. 89-94.

2. Голяндина Н. Э. Метод Гусеница-SSA : анализвременных рядов: учебное пособие / Н. Э. Голяндина.– Санкт-Петербург, 2004. –76 с.

3. Данилов Д. Л. Главные компоненты временных рядов : Метод «Гусеница» / Д. Л. Данилов, А.А. Жиглявский. – Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский университет, 2007. –308 с.

4. Попов В.В. Ранжирование климатических экстремальных территорий на основе теории нечеткой логики. / В. В. Попов, И. И. Ульшин, П. А. Тимофеев // Нелинейный мир. Международный научно-технический журнал. М.: Радиотехника. 2014. –№ 9. Т. 12. –С. 4-11.

## ANALYSIS OF THE HYDROMETEOROLOGICAL SERIES BASED ON A SPECTRAL ANALYSIS OF SINGULAR

**Popov V.B[1], Minakov D.M.[1], Popov I.V.[2]**

*[1] – Military Educational Research Centre of Air Force «Air Force Academy named after professor N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin» (Voronezh), Russia, copybook05@yandex.ru*
*[2] – Voronezh state University, Voronezh, Russia, copybook05@yandex.ru*

**Abstract.** Methods for the application of the singular spectrum analysis (SSA) apparatus to improve the quality of support for the provision of military meteorological-dependent organizational-technical systems are considered. New approaches to solving the problem of evaluation based on the trend and periodic component of the series are proposed.

Keywords: singular spectral analysis, hydrometeorological values, one-dimensional homogeneous series, trajectory matrix.

# МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЕРСПЕКТИВНОГО ОБЛИКА ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ПОЛЯРНОЙ КОСМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

**Прохоренко П.А.[1], Тюленева М.А.[1], Костромитинов А.В.[1]**

*[1] – Военно-космическая академия имени А.Ф.Можайского, Санкт-Петербург, Россия, p.a.prokhorenko@mail.ru, m.tyuleneva@list.ru., alexakos@yandex.ru*

**Аннотация.** В работе проведен анализ результативности функционирования отечественной полярной космической системы гидрометеорологического назначения. Приведены результаты моделирования перспективного облика рассматриваемой космической системы, представленные в виде первичных требований к ней. Полученные требования могут быть использованы в качестве основы для дальнейшей конкретизации перспективного облика российской полярной космической системы гидрометеорологического назначения. Это позволит добиться постоянного нахождения в системе гидрометеорологического обеспечения актуальной глобальной информации о состоянии окружающей природной среды.

Ключевые слова: космическая система гидрометеорологического назначения, метеорологический искусственный спутник Земли, качество гидрометеорологической информации.

Основным достоинством гидрометеорологической информации (ГМИ), предоставляемой полярными космическими системами (КС) гидрометеорологического назначения (ГМН), является возможность ее получения с территорий, на которых отсутствуют соответствующие сети наблюдений. При решении некоторых задач это делает полярные КС ГМН безальтернативным источником ГМИ и является крайне актуальным для РФ, занимающей огромные территории с разреженной сетью станций гидрометеорологических наблюдений.

Текущее состояние, а самое главное – тенденция развития отечественной полярной КС ГМН вызывают беспокойство всех организаций и лиц, заинтересованных в ее успешном функционировании. Ни один из прогнозов выведения на орбиту российских космических аппаратов (КА) ГМН, сделанных в последние годы, не оправдался [1, 2]. В настоящее время накопившиеся проблемные вопросы [2] привели к тому, что отечественная полярная КС ГМН начала отставать от аналогичных систем ведущих стран не только по количеству КА, но и по их качеству. Кроме того, даже в своем перспективном составе (3 КА), космический комплекс «Метеор-3М» не сможет обеспечить достаточную периодичность получения глобальных данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ).

Таким образом, на сегодняшний день является очевидной необходимость формирования и последующей конкретизации перспективного облика отечественной полярной КС ГМН. Целью настоящей работы являлось обоснование первичных требований к перспективному облику отечественной полярной КС ГМН, которые могли бы послужить основой для его дальнейшей конкретизации.

Так как КС ГМН является целеустремлённой технической системой, целью которой является обеспечение потребителей ГМИ, то для оценивания ее качества и выдвижения требований к ее перспективному облику, была разработана модель рассматриваемой системы [3, 4]. В рамках разработанной модели были обоснованы показатель и критерий пригодности качества ГМИ, которые позволяют оценить результативность функционирования системы и определить к какому классу (непригодности, пригодности, оптимальности или превосходства) она может быть отнесена. По результатам оценивания качества существующая КС ГМН ожидаемо была отнесена к классу непригодных, так как она изначально, в силу своего количественного и качественного состава, не способна обеспечить постоянное нахождение в системе ГМО актуальной глобальной ГМИ.

На основе упомянутой модели, с использованием входящих в нее показателя и критерия, был разработан метод обоснования требований по построению глобальной КС ГМН [5], с помощью которого был проведен ряд расчётов возможных вариантов баллистической структуры КС ГМН, а также соответствующих им вероятностей нахождения в системе ГМО актуальной ГМИ. Кроме того, для сравнения результатов моделирования с возможностями существующей КС ГМН были рассчитаны вероятности нахождения в системе ГМО актуальной ГМИ при использовании космического комплекса «Метеор-3М» в текущем состоянии и в его перспективном виде.

В качестве пригодного варианта КС ГМН по результатам моделирования была получена система, орбитальная группировка которой состоит из двух фронтальных групп по 5 КА в каждой, находящихся на орбите высотой 1383 км с периодом обращения вокруг Земли 113 мин. Такое баллистическое построение позволит обеспечить ширину полосы обзора каждого КА ГМН в 4327 км и периодичность получения данных ДЗЗ 2 ч 50 мин.

Следует отметить, что КА «Метеор-М» № 2 способен обеспечить вероятность нахождения в системе ГМО актуальной ГМИ равную лишь 0,207, а космический комплекс «Метеор-3М» (3 КА в перспективе)– 0,461.

Требуется пересмотреть саму концепцию отечественной КС ГМН, ее перспективный облик и взгляды на результаты ее функционирования. При решении этих задач в первую очередь необходимо отталкиваться от потребностей и задач потребителей ГМИ, а также от требований к ней как к результату функционирования КС ГМН.

Так как разработанные модель и метод позволяют подойти к моделированию отечественной КС ГМН с позиции улучшения качества получаемой ГМИ, а, следовательно, и с позиции повышения эффективности функционирования проектируемой системы, то в качестве основы для формирования и конкретизации ее перспективного облика могут быть использованы результаты, полученные в настоящей работе.

**Литература**

1. Хайлов, М.Н. Российская космическая система дистанционного зондирования Земли: состояние и перспективы развития, проблемные вопросы [Электронный ресурс] / М.Н. Хайлов, К.В. Борисов, В.А. Заичко / Тринадцатая Всероссийская открытая конференция «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса». – URL: smiswww.iki.rssi.ru/d33_conf/default.aspx?page=114 (дата обращения: 20.01.2019).

2. Прохоренко, П.А. Проблемные вопросы развития отечественной космической системы гидрометеорологического назначения и ее использования в интересах Вооруженных Сил Российской Федерации / П.А. Прохоренко, М.А. Тюленева // Молодежь. Техника. Космос: труды X Общероссийской молодежной науч.-техн. конф. Т.1 / Балт. гос. техн. ун-т. – СПб.: БГТУ «Военмех»; Инфо-Да, 2018. – С. 418–423.

3. Петухов, Г.Б. Основы теории эффективности целенаправленных процессов. Ч.1. Методология, методы, модели / Г.Б. Петухов. – М: МО СССР, 1989. – 660 с.

4. Прохоренко, П.А. Модель космической системы гидрометеорологического обеспечения / П.А. Прохоренко, И.А. Готюр // Труды Военно-космической академии имени А.Ф.Можайского. – 2017. – № 1 (656). – С. 57–67.

5. Прохоренко, П.А. Метод обоснования требований по построению глобальной космической системы гидрометеорологического назначения и особенности его программной реализации / П.А. Прохоренко, М.А. Тюленева // Вестник Российского нового университета. Серия «Сложные системы: модели, анализ и управление». – 2018. – Выпуск 3. – С. 122–132.

# THE MODELING OF THE PERSPECTIVE VIEW OF THE NATIONAL POLAR HYDROMETEOROLOGICAL SPACE SYSTEM

**Prokhorenko P.A.[1], Tyuleneva M.A.[1], Kostromitinov A.V.[1]**

*[1] – A.F. Mozhaisky Military Space Academy, St. Petersburg, Russia, p.a.prokhorenko@mail.ru, m.tyuleneva@list.ru., alexakos@yandex.ru*

**Abstract.** The resulting of the functioning of the national polar hydrometeorological space system was analyzed in the article. The results of the modeling of the perspective view of space system presented as primary requirements for it are shown. The obtained requirements can be used as the basis for the next concretization of the perspective view of the Russian polar hydrometeorological space system. This will allow having continuous actual global information about the natural environment in the hydrometeorological support system.

Key words: hydrometeorological space system, meteorological Earth satellite, quality of hydrometeorological information.

# МОБИЛИЗАЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ГОСУДАРСТВЕННЫХ ОРГАНОВ В СФЕРЕ ВОЕННОЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ (1876 – 1945 ГГ.)

**Прямицын В.Н.**[1]

[1] – *Военная академия Генерального штаба ВС РФ, г. Москва, Россия, e-mail: priamitzynvn@mail.ru*

**Аннотация:** Статья посвящена зарождению мобилизационной деятельности отечественных государственных органов и ее развитию до 1945 г. В ней освещены законотворческие, организационные и технические мероприятия, предпринимавшиеся в мирное время для подготовки гидрометеорологической отрасли к войне, и мобилизации ее деятельности в военное время.

Ключевые слова: военная гидрометеорология, государственные органы, мобилизация.

С момента зарождения отечественной гидрометеорологической отрасли, ее активность была тесным образом связана с деятельностью Военного и Морского министерств. Закономерно, что гидрометеорологическое дело попало в сферу интересов, силовых ведомств, и рассматривалось ими в контексте обеспечения безопасности государства. Основы мобилизационной работы в гидрометеорологической отрасли были заложены так называемым «Законом 1912 г.». В нем впервые было документально закреплено положение об освобождении специалистов Главной физической обсерватории «от призыва из запаса в армию и в действующие команды флота и от службы в государственном ополчении».

Спустя два года, мобилизационные положения получили практическую реализацию. С началом Первой мировой войны гидрометеорологическая отрасль подверглась частичной мобилизации. В 1915 г. было создано Главное военно-метеорологическое управление, а значительная часть специалистов мобилизована в действующую армию. Мобилизационная работа в годы Гражданской войны ограничилась использованием ресурсов гражданской отрасли для обеспечения нужд Красной армии и эвакуацией органа управления военной гидрометеорологией из Петрограда в Москву.

В межвоенный период в Главной геофизической обсерватории был создан Отдел военной гидрометеорологии, отвечавший за мобилизационную деятельность. На основе опыта Первой мировой и Гражданской войн в СССР был разработан исчерпывающий комплект мобилизационных документов, регламентировавших деятельность гидрометеорологической отрасли на случай военного времени. Так, в Народном комиссариате обороны был создан Список учреждений Народного комиссариата водного транспорта СССР, подлежащих снабжению на военное время секретными кодами метеослужбы РККА. В ГУГМС при СНК СССР разработали Указания о порядке распространения гидрометеорологических данных в военное время учреждениями Единой гидрометслужбы Союза СССР. Указанная документация обладала грифом «совершенно секретно».

Одним из наиболее значимых мероприятий мобилизационной работы в межвоенный период стало утверждение народным комиссаром обороны Положения о военной гидрометеорологической службе на военное время. Постановлениями Совета Народных Комиссаров (СНК) ежегодно утверждался и подписывался начальником Генерального штаба мобилизационный план, в котором, наряду с другими органами государственного управления, было указано количество человек, подвергающихся мобилизации от Главного управления гидрометеорологической службы (ГУГМС) при СНК СССР.

Ключевым мобилизационным мероприятием стала разработка, утверждение и распространение Указаний о порядке сбора, распределения и кодирования метеорологиче-

ских и гидрологических сведений в военное время, заготовленных для гидрометеорологических станций сети ГУГМС СССР. Первый опыт частичного отмобилизования был получен в период проведения Польского похода Красной армии и Советско-финляндской войны. По его результатам органами государственного управления был проведен анализ, сделаны выводы и приняты решения, направленные на улучшение мобилизационной работы.

С началом Великой Отечественной войны мобилизационная работа органов государственного управления в сфере военной гидрометеорологии была направлена на скорейшее переориентирование работы гидрометеорологической отрасли для обеспечения интересов вооруженных сил и экономики в условиях военного времени. Наиболее важными задачами являлись сохранение и оптимальное перераспределение ее ресурсов. Первым мероприятием стало создание Главного управления гидрометеорологической службы Красной армии (ГУГМС КА), в состав которого были переданы не только кадры и материальная часть, но и финансирование всех гражданских и военных органов и структур, а также все опытные и серийные заказы, размещенные ими на предприятиях СССР. Одновременно осуществлялись перевод гидрометеорологических органов и подразделений на штаты военного времени, ввод в действие руководящих документов военного времени, создание новых органов и подразделений. Эти мероприятия сопровождались призывом значительной части гражданских специалистов из запаса на военную службу. Таким образом, наибольший объем мобилизационных мероприятий был выполнен именно в первом периоде войны.

Во втором периоде Великой Отечественной войны осуществлялась реэвакуация гидрометеорологических учреждений. Третий период войны ознаменовался поэтапной демобилизацией гидрометеорологической отрасли, завершившейся в конце 1945 г.

**Литература:**

1. Государственный архив Российской Федерации (ГАРФ). Ф. Р-5446. Оп. 1. Д. 197, Оп. 1в. Д. 519, Оп. 56 с. Д. 22.
2. Российский государственный архив Военно-Морского флота (РГА ВМФ). Ф. 404. Оп. 4. Д. 289.
3. Российский государственный архив социально-политической истории (РГАСПИ). Ф. 644. Оп. 1. Д. 12.
4. Российский государственный военно-исторический архив (РГВИА). Ф. 836. Оп. 1. Д. 5, 6, Ф. 2008. Оп. 1. Д. 181.
5. Российский государственный исторический архив (РГИА). Ф. 733. Оп. 145. Д. 371.
6. Российский государственный военно-исторический архив (РГВА). Ф. 4. Оп. 11. Д. 41, 63, Ф. 29. Оп. 33. Д. 1, 2, 5, 20, 48, Оп. 70. Д. 10, Ф. 46. Оп. 1. Д. 8.
7. Центральный архив Министерства обороны (ЦАМО). Ф. 35. Оп. 11264. Д. 4, 15, 116, Оп. 11269. Д. 8, Ф. 50. Оп. 762081. Д. 1, 2, Ф. 217. Оп. 1221. Д. 608.

# MOBILIZATION ACTIVITIES OF DOMESTIC STATE AUTHORITIES IN THE FIELD OF MILITARY HYDROMETEOROLOGY (1876 - 1945)

**Priamitzyn V.N.[1]**

*[1] – Military Academy of General Staff of Russian Federation Armed Forces, Moscow, Russia, priamitzynvn@mail.ru*

**Abstract:** The article is devoted to the origin of mobilization activities of domestic state authorities and its development until 1945. It covers legislative, organizational and technical measures, taken in peacetime to prepare the hydrometeorological industry for war and mobilize its activities in wartime.

Keywords: military hydrometeorology, state authorities, mobilization.

# МЕТЕОРОЛОГИЯ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ – ВЫЗОВ ВРЕМЕНИ

**Расторгуев И.П.**[1]

[1] – *Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия», Воронеж, Россия, iprastor@yandex.ru*

**Аннотация.** Обобщены особенности метеорологического обеспечения государственной авиации. Рассмотрены аспекты развития метеорологии специального назначения.

Ключевые слова:метеорология специального назначения, метеорологическое обеспечение, государственная авиация, метеорологические условия полетов

Техническое совершенствование авиационных комплексов, средств навигации и управления воздушным движением не решает в полном объеме проблемы влияния метеорологических условий на безопасность и эффективность применения авиации. Это вызвано, прежде всего, расширением спектра авиационных задач и увеличением их сложности.

На фоне увеличения количества опасных явлений погоды и повторяемости неблагоприятных метеорологических условий [1], усложнения информационных технологий метеорологического обеспечения, технических средств получения и обработки метеорологической информации, программно-аппаратных комплексов прогнозирования метеорологических условий, представляется вполне оправданным выделение метеорологии специального назначения в обособленную специальность, учебную дисциплину, научное направление.

Содержание понятия «метеорология специального назначения» может трактоваться достаточно широко, однако в настоящее время в отечественной метеорологии оно соотнесено с направлением, в рамках которого рассматриваются вопросы обеспечения государственной (прежде всего военной) авиации. Это объясняется спецификой деятельности потребителя метеоинформации, а следовательно и организации метеорологического обеспечения этой деятельности. Данные особенности регламентированы рядом нормативных документов – [2, 3] и другими ведомственными документами.

В гражданской и военной авиации много общего: начиная от основных этапов полета (взлет, посадка, полет по маршруту), до согласованных действий в совместно используемом воздушном пространстве. Но уже на этапе планирования летной деятельности, организации полетов и управления ими, имеются существенные отличия, которые обуславливают специфику метеорологического обеспечения. Особого учета фактических и ожидаемых метеорологических условий требуют такие задачи, как групповые полеты, сложные пилотажи, производство десантирования, применение оружия по наземным и воздушным целям, полеты с авианесущих кораблей, ведение воздушной разведки, полеты на перехваты в стратосферу, ведение воздушных боев. Все эти особенности накладывали определенные дополнительные требования к метеообеспечению и формировались на протяжении многих десятилетий, в том числе и в боевых условиях.

Отметим лишь некоторые существенные отличия в метеорологическом обеспечении гражданской и военной авиации.

Сама цель метеорологического обеспечения (обслуживания – в гражданской авиации) трактуется по разному. Для метеорологических подразделений, обеспечивающих гражданскую авиацию это «…обеспечение безопасности, регулярности и эффективности… путем предоставления метеорологической информации…». У военных метеорологов «… обеспечение наиболее полного использования метеорологических условий для

эффективного применения авиации и обеспечения безопасности полетов». В первом случае под «обслуживанием» понимается предоставление информации, во втором под «обеспечением» подразумевается целый «комплекс мероприятий».

Существенно отличается по объему и содержанию перечень работ. В частности метеоподразделениям министерства обороны вменяется «…разработка новых методов (способов) прогнозирования погоды и метеорологического обеспечения полетов и внедрение их в практику.

Из форм доведения метеоинформации при обеспечении военной авиации предусмотрены только доклады и (при необходимости) представление прогностических карт. В гражданской авиации для ознакомления с метеоинформацией используются: консультации, обсуждения, брифинги, предполетные инструктажи, ознакомление с фактическими или ожидаемыми условиями погоды. Используются также бесконтактные автоматизированные системы получения метеоданных: радиовещательная передача VOLMET, служба автоматической передачи ин-формации в районе аэродрома (ATIS), наблюдения по форме AIREP при выполнении международных полетов. Основной формой предоставления прогнозов по маршрутам и районам полетов по ППП являются прогностические карты особых явлений погоды и карты ветра и температуры воздуха на высотах, а для полетов по ПВП - прогнозы в форме таблиц, открытого текста или карт АКП.

Под прогнозом погоды в метеоподразделениях гражданских авиационных метеорологических станций понимается «описание метеорологических условий, ожидаемых в определенное время или период времени в определенной зоне или части воздушного пространства». У военных метеорологов – «научно-обоснованное наиболее вероятное состояние погодных условий в определенный период времени для конкретной территории (или части воздушного пространства)». При этом нормативными документами МО РФ предусмотрено предоставление прогностической метеоинформации только в категорической форме, а термины «возможно» и «вероятно» запрещены к использованию. У их гражданских коллег предусматривается использование вероятностных форм предоставления метеоданных.

Существенно отличаются классификации прогнозов по времени, пространству, предназначению.

В работе различных ведомственных метеослужб применяются различные кодовые формы.

Одним из наиболее отличных черт в метеорологическом обеспечении гражданской и военной авиации является представление прогностической метеорологической информации: в АМСГ – абсолютными значениями, в метеоподразделениях МО РФ – в градациях.

Существенным недостатком в предоставляемой метеоинформации по стандартам ИКАО и ВМО для военной авиации является отсутствие данных о формах облачности (кроме кучево-дождевой), об облачности выше 1500 метров, укрупненные градации количества облачности (несколько терминов вместо 10-ти бальной системы) и целый ряд других особенностей кодовых форм.

Очень важными являются отличия в порядке оценки оправдываемости прогнозов, что влияет на определение качества метеорологического обеспечения и формирование предпосылок с совершенствованию существующих методов прогноза погоды и создания новых.

Приведенные особенности организации метеообеспечения государственной авиации (на примере военной), вызванные особенностями деятельности потребителя метеоинформации, подчеркивают острую необходимость в глубокой спецификации деятельности ведомственных метеоподразделений. В тоже время необходима всестороння инте-

грация в отечественную и международную систему метеообеспечения различных отраслей хозяйства и, прежде всего, гражданской авиации. Данные направления успешно реализуются в рамках метеорологии специального назначения.

**Литература**

1. Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2017 год. Москва, 2018. 69 с.
2. Федеральные авиационные правила производства полетов государственной авиации. Утверждены Приказом Минобороны РФ от 24.09.2004 № 275. М. Воениздат. 2005.
3. Наставление по метеорологическому обеспечению в гражданской авиации. НМО ГА -95. М.: Моркнига. 2011. 88с.

## SPECIAL-PURPOSE METEOROLOGY - TIME CHALLENGE

**Rastorguev I.P.**[1]

[1] – *Air force Academy, Voronezh, Russia, iprastor@yandex.ru*

**Abstract.** The features of meteorological support of the state aviation are generalized. The aspects of the development of meteorology for special purposes are considered

Keywords: special-purpose meteorology, meteorological support, state aviation, meteorological conditions of flights

# НАТУРНЫЕ СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РАДИОЛОКАЦИОННОЙ И РАДИОНАВИГАЦИОННОЙ СИСТЕМ АЭРОЛОГИЧЕСКОГО ЗОНДИРОВАНИЯ АТМОСФЕРЫ

**Фридзон М.Б.[1], Ермошенко Ю.М[2], Терешонок Н.А.[3], Болелов Э.А.[4]**

*[1] – МГТУ ГА, г. Москва, Россия, markfr.36@mail.ru*
*[2] - ООО «Аэроприбор», г. Москва, Россия,*
*[3] – ФГБУ «Центральное УГМС», г. Москва, Россия,*
*[4]- МГТУ ГА, г. Москва, Россия*

**Аннотация.** В настоящее время на аэрологической сети Росгидромета начали работать в оперативном режиме спутниковые радионавигационные системы зондирования ПОЛЮС, а также цифровые радиозонды. Анализ имеющихся материалов совместных выпусков радиозондов с помощью навигационной и радиолокационной (МАРЛ) систем радиозондирования показал, что наибольшие расхождения по температуре наблюдаются вблизи земной поверхности и на высотах 15 - 20 км и достигают $(1{,}5 – 2)^0$С. Расхождения по направлению ветра на уровне земли и высотах основных трасс полётов ВС ГА, как правило, увеличиваются и достигают 20 градусов и более. Расхождения в скорости ветра, незначительные на низких и средних высотах, систематически увеличиваются с высотой, достигая на высотах 20 и более км 15-20 м/с. В целом, сравнения систем зондирования подтверждают перспективность навигационной системы зондирования, естественно, при проведении дальнейших исследований и доработки отечественной радионавигационной системы радиозондирования атмосферы.

Ключевые слова: Радиолокационные и радионавигационные системы зондирования атмосферы.

1. Переоснащение аэрологической сети РФ спутниковыми радионавигационными системами и цифровыми радиозондами.

2. Разработка методики и Программы освоения новой измерительной аэрологической техники, заменяющей действующую на сети. Обеспечение единства измерений на аэрологической сети (Федеральный закон от 26.06.2008 N 102-ФЗ (ред. от 13.07.2015) "Об обеспечении единства измерений"). Аттестация (утверждение типа средства измерения (СИ) действующей и новой систем зондирования. Декларированная точность измерений. Официальные требования к точности аэрологических измерений

3. Анализ имеющихся материалов совместных выпусков радиозондов навигационными (ПОЛЮС) и радиолокационными (МАРЛ) системами радиозондирования.

*Спаренные выпуски на АЭ Смоленск 25 – 26.01.17г.* Высота полета испытуемой системы радиозондирования атмосферы ПОЛЮС отличается от стандартной системы зондирования на величину от 140 м до 1240м Полученный результат приводит к выводу о неприемлемо больших ошибках измерения высоты радионавигационной системой.

В дневном выпуске 25.01.17 расхождения по температуре колеблются от минус 1 до плюс 1°С В ночном выпуске 26.01.17 кроме первых 5-6 км полёта система ПОЛЮС температуру занижает от 0,5 до 2,5°С.

По влажности в дневном выпуске 25.01.2017 кроме первых 3-х км невязка составляет 20%. В дневном и ночном выпусках 26.01.17 наоборот на высотах полёта до 3-4-х км расхождения достигают 8% и затем стремятся к нулю. По направлению ветра средняя невязка не превышает 5 градусов, хотя в отдельных точках, в основном, на высоте трасс полётов ВС ГА (10–12 км) достигает 20-30 градусов. Особое беспокойство вызывают расхождения вблизи поверхности земли, достигающие 25 и даже 40 градусов, так как это уровень взлётно-посадочных полос (ВПП) аэродромов.

По скорости ветра, получаемой радиозондом непосредственно от СРНС, в большей части полётов средняя невязка составляет 1 м/с. При увеличении высоты выше 15 – 20 км величины скорости ветра начинают расходиться, достигая 4-8 м/с

4. Анализ представленных материалов, с точки зрения требований авиации, показывает, что наибольшие расхождения по температуре наблюдаются вблизи земной поверхности и на высотах 15 - 20 км и достигают $(1{,}5 – 2)^0$C. Расхождения по направлению ветра на уровне земли и высотах основных трасс полётов, как правило, увеличиваются и достигают 20 градусов и более. Расхождения в скорости ветра, незначительные на низких и средних высотах, систематически увеличиваются с высотой, достигая на высотах 20 и более км 15-20 м/с.

Столь заметные расхождения в результатах измерений температуры и ветра обусловлены, по видимому, недостаточным учётом влияния ионосферных, тропосферных и приземных факторов при вычислении координат радиозонда с помощью модуля, устанавливаемого на борту радиозонда.

5. *Испытания на АЭ Рязань 21.03.17* показали аналогичные результаты. В частности, по направлению ветра разности вблизи 12 - 15 км и достигают 20, 30 и даже 40 градусов.

6. Приводятся комментарии к результатам обработки и корректировки данных сравнения по температуре радиозондов «RS41-SG» и «МРЗ-Н1» (г Минск). Значения относительной влажности воздуха, показанные радиозондом «МРЗ-Н1» значительно отличаются от данных «RS41-SG», использующих датчики собственного производства (Hymikap).

Результаты определения направления и скорости ветра показали, что практически по всей высоте данные радиозондов «RS41-SG» и «МРЗ-Н1» практически не различаются, кроме приземного слоя (1000 – 950 гПа), где расхождения по направлению ветра составляют 10 градусов.

7. Заключение. Перспективность навигационных систем зондирования для отечественной аэрологической сети и обслуживания отечественной авиации обусловлена их принципиальной дешевизной, простотой устройства и эксплуатации в отличие от громоздких и сложных радиолокационных систем.

**Литература**

1. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Вып. 4, ч.3, Л. Гидрометиздат. РД 52.11.650-2003, 310 с.
2. Федеральный закон от 26.06.2008 N 102-ФЗ (ред. от 13.07.2015) "Об обеспечении единства измерений".

## FULL-SCALE COMPARATIVE STUDIES OF RADAR AND RADIO NAVIGATION SYSTEMS OF UPPER-AIR ATMOSPHERIC SOUNDING

**Fridzon M.B.[1], Yermoshenko Yu.M.[2], Tereshonok N.A.[3], Bolelov E.A.[4]**

*[1] - MSTU GA, Moscow, Russia markfr.36@mail.ru*
*[2] - LLC "Aeropribor", Moscow, Russia,*
*[3] - FSBI "Central UGMS", Moscow, Russia*
*[4]- MSTU GA, Moscow, Russia*

**Abstract.** Analysis of available materials of joint radiosonde releases using domestic navigation (POLUS) and radar (MARL) atmospheric radiosonde systems.

Key words: Radar and radio navigation systems of atmospheric sensing.

# МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ВООРУЖЕННЫХ СИЛ

**Цыплакова Л.В.**[1]

[1] – *ФГБУ «Северное УГМС», г. Архангельск, Россия, lusi2030@yandex.ru*

**Аннотация.** В настоящее время в условиях активного развития Арктики, и морского северного пути большое значение уделяется гидрометеорологическому обеспечению ВС РФ. Фактор предсказания погоды имеет существенное значение для деятельности ВС.

Ключевые слова: гидрометеорологическое обеспечение Вооруженных Сил РФ, Арктика.

В настоящее время в условиях активного развития Арктики, и морского северного пути большое значение уделяется гидрометеорологическому обеспечению ВС РФ. Как раз там, без прогнозов погоды, фактически невозможно вести не только боевую деятельность, но и просто элементарно выживать.

Сегодня по прежнему фактор предсказания погоды имеет существенное значение для деятельности ВС.

При решении тех или иных задач очень важно оперативное обеспечение точной информацией, от достоверности которой зависит выполнение стратегических оперативных задач.

Специфика обусловлена, прежде всего, тем, что в арктическом регионе, как правило, мало населённых пунктов, мало станций, но Росгидромет, и гидрометслужба ВС РФ прикладывают все усилия, чтобы освещённость данного региона, с точки зрения гидрометеорологии, была такая, чтобы она позволила обеспечить безопасную деятельность в Арктике.

Расширение зоны наблюдения, постов, специалистов, подразумевает: это и новые методы прогнозирования, это новые технологии, потому что если в умеренном климате необходимы одни параметры, то в Арктике необходимо учитывать процессы ледообразования, таяния льдов, движения, течения, дрейф ледовых полей, чтобы они не нанесли ущерб кораблям и судам ВМФ.

Прогнозирование катастрофических погодных процессов на современном уровне развития науки и техники пока невозможно, но человечество стремится к этому прогнозу, но пока необходимо совершенствовать и систему моделирования, визуализации. Надо владеть информацией практически по всем высотам, надо знать физику этих процессов.

В зону обслуживания ФГБУ «Северное УГМС» входят акватории Белого и юго-восточная часть Баренцева морей, Карского моря и западная часть моря Лаптевых. Ежедневно в круглосуточном режиме специалисты дежурных смен отдела метеорологических прогнозов Гидрометцентра занимаются подготовкой прогнозов погоды и штормовых предупреждений о неблагоприятных и опасных явлениях, консультаций, справок о фактической и ожидаемой погоде и доводят до всех подразделений гидрометеорологических служб ВС РФ.

Для регулярного ежегодного мониторинга природных экосистем в морях управлением привлекается научно-образовательный проект «Арктический плавучий университет», кроме того в данном проекте происходит подготовка молодых специалистов, которые могут пополнить ряды профессиональных научных кадров ФГБУ «Северное УГМС».

**Литература**
1. Руководство по организации научно-оперативного гидрометеорологического обеспечения мореплавания в Арктике, Санкт-Петербург, ААНИИ, 2009
2. Положение о научно-оперативном гидрометеорологическом обеспечении арктического судоходства, Санкт-Петербург, ААНИИ, 2009
3. Руководящий документ РД 52.27.724-2009 «Наставление по краткосрочным пронгозам погоды общего назначения», Обнинск, «ИГ-СОЦИН», 2009
4. Руководящий документ РД 52.27.723-2009 «Базовые требования к технологии подготовки краткосрочных прогнозов погоды», Обнинск, «ИГ-СОЦИН», 2009
5. Руководящий документ РД 52.04.563-2013 «Инструкция по подготовке и передаче штормовых сообщений наблюдательными подразделениями», Санкт-Петербург, 2013

## HYDROMETEOROLOGICALSUPPORTOFTHEARMEDFORCES

**Tsyplakova L.V.[1]**

[1] – *Fgbu "NorthernUGMS", Arkhangelsk, Russia,lusi2030@yandex.ru*

**Abstract.** Currently, in the conditions of active development of the Arctic and the Northern sea route, great importance is given to the hydrometeorological support of the Russian armed forces. The weather prediction factor is essential for EVERYONE's activities.

Key words: hydrometeorological support of the Russian armed forces, Arctic, Northern sea route.

# АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ КОНТРОЛЬ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ И СКЛОНОВЫХ ПРОЦЕССОВ С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММНО- ТЕХНИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВОЙСК

**Черный В.В.**[1], **Ефременко А.Н.**[1], **Жильчук И.А.**[2], **Караваев Д.М.**[1], **Моисеева Н.О.**[3]

[1] – *Военно-Космическая Академия имени А.Ф.Можайского, Санкт-Петербург, Россия, vchernyy1956@gmail.com*
[2] - *Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия*
[3] - *Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации, Санкт-Петербург, Россия*

**Аннотация.** В докладе рассматривается содержание метода автоматизированного контроля гидрологических и склоновых процессов в приграничных и трансграничных регионах Российской Федерации (РФ). Метод протестирован на данных бассейна Амура.

Ключевые слова: метод контроля, дождевые паводки, морфометрические характеристики бассейна, автоматизированный программно-технический комплекс

Анализ расположения гидрологических объектов, форм рельефа, характерных климатических и гидрометеорологических условий по территории РФ позволил выделить ряд приграничных и трансграничных районов, в которых может возникнуть угроза инициирования опасных гидрологических и склоновых процессов.

Контроль этих процессов производится с помощью автоматизированного программно-технического комплекса (АПТК) гидрометеорологического обеспечения войск, макет которого разработан в ВКА им.А.Ф.Можайского. Метод протестирован на данных бассейна Амура, где в июле-сентябре 2013 года наблюдалось катастрофическое наводнение, вызванное длительными ливневыми осадками, а в декабре 2018 года произошел сход оползня на русло реки Буреи, поставивший под угрозу деятельность Бурейской ГЭС и жизнедеятельность в близлежащих поселках [1].

В качестве актуальных объектов автоматизированного контроля гидрометеорологической обстановки выбраны дождевые паводки, которые имеют краткосрочный период зарождения и развития и наблюдаются на малых водосборах, что усложняет процесс их прогнозирования и подготовки к защитным мероприятиям населения и войск от наводнений. С другой стороны, такие условия формирования дождевых паводков позволяют вызывать их искусственным путем, инициируя интенсивные ливневые осадки на ограниченной территории или попуски воды из водохранилищ. Кроме того, дождевые паводки могут быть причиной возникновения селевых потоков, которые являются стихийными бедствиями не только для личного состава Вооруженных Сил, но и для всего населения в соответствующих районах (Кавказ, Забайкалье, Дальний Восток) [2].

Для 11 гидрологических постов на реке Уссури (притоке Амура) получены их гидрологические и морфометрические характеристики, необходимые для определения параметров дождевых паводков и построения соответствующей базы данных. К таким характеристикам относятся: длина и уклон водотока, координаты истоков и устья, уклоны склонов, тип рельефа и площадь водосбора, тип растительности и вид грунта на водосборе, озерность и заболоченность бассейна, шероховатость русла, период паводков, расход воды, глубина потока, количество осадков на водосборе [3].

Контроль дождевых паводков производится на основе использования очевидной связи между подъемом уровня реки в результате дождевого паводка и приведшим к

этому подъему количеством выпавших осадков, зарегистрированных на ближайшей метеорологической станции. С учетом морфометрических характеристик водосбора реки рассчитывается количество выпавших осадков, которые привели к измеренному значению подъема уровня реки при дождевом паводке и делается вывод о степени их естественности [4]. Для анализа условий образования дождевых паводков и нахождения их связи с количеством выпавших осадков были построены гидрографы стока по всем анализируемым гидрологическим постам реки Уссури.

Проведенные расчеты подтвердили работоспособность разработанного метода в рамках функционирования АПТК гидрометеорологического обеспечения войск и позволили учесть основные физические закономерности проявления такого сложного гидрологического явления как дождевой паводок.

**Литература**

1. Катастрофическое наводнение в Дальневосточном федеральном округе. Том 1. Уроки и выводы. Научно- методический труд МЧС России.- М.:ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2013. – 154 с.
2. Мальнева И.В., Кононова Н.К. Активность селей на территории России и ближнего зарубежья в XXI веке.- Гео риск – 4, 2012, сс.47-54.
3. Государственный водный кадастр. Многолетние данные о режиме и ресурсе поверхностных вод суши. Том 1. РСФСР. Выпуск 21. Бассейны Уссури и рек Японского моря.
4. СНИП 33- 101 – 2003. Определение основных расчетных гидрологических характеристик.- М.: Росстандарт, 2003.- 70 с.

## AUTOMATED CONTROL OF HYDROLOGICAL AND DECLINE PROCESSES WITH HELP OF PROGRAMM- TECHNICAL COMPLEX OF HYDROMETEOROLOGICAL SUPPORT OF THE TROOPS

**Chernyy V.V.[1], Efremenko A.N.[1], Zhilchuk I.A.[2], Karavaev D.M.[1], Moiseeva N.O.[3]**

*[1] - Mozhaisky Military Aerospace Academy, Saint Petersburg, Russia, ychernyy1956@gmail.com*
*[2] - Russian State Hydrometeorological University, Saint Petersburg, Russia;*
*[3] - State University of Civil Aviation, Saint Petersburg, Russia.*

**Abstract**. The report deals with content of the method to automated control of hydrological and decline processes in the border and transfrontier regions of the Russian Federation. The method is tested on Amur's basin data.

Key words: control method, rainway floods, morphometric characteristics of the basin, automated program and technical complex

# ОРГАНИЗАЦИЯ МАНЕВРЕННОГО МОНИТОРИНГА ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ В АРКТИКЕ ПРИ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ СИЛ (ВОЙСК) ВОЕННО-МОРСКОГО ФЛОТА

**Шаршуков Р.А.[1], Галкин И.А.[1]**

*[1] – военный институт (военно-морской) ВУНЦ ВМФ «Военно-морская академия», Санкт-Петербург, Россия, shurshiki@yandex.ru*

**Аннотация.** В статье обосновано формирование маневренных пунктов мониторинга за гидрометеорологической обстановкой в Арктике в интересах гидрометеорологического обеспечения ВМФ

Ключевые слова: гидрометеорологическое обеспечение, мониторинг, гидрометеорологические условия

Россия традиционно относит себя к числу ведущих морских держав, играющих активную роль в изучении, освоении и эксплуатации Арктических морей. Активность России в Арктике может существенно повлиять на ее конкурентоспособность в военной, финансовой, коммерческой, научной и социальной сферах. В последние несколько лет сделан ряд шагов по восстановлению военного присутствия Российской Федерации в морях и на островах Арктического региона Российской Федерации.

Военно-Морской Флот выполняет ряд специфических задач, свойственных только для данного вида Вооруженных сил, однако данные, представляемые Росгидрометом, не соответствуют в полной мере запросам сил (войск) выполняющих задачи в данном регионе. Данные по ледовому режиму, полям ветра, волнения и температуры воздуха отличаются большой разреженностью, связанной с малым количеством станций Росгидромета в Арктических морях. Также есть сложность в оперативности получения информации по ледовой обстановке и прогнозам, распространяемым в системе Росгидромета, силами Военно-Морского Флота в море, а также, объективная недостаточность данных прогнозов для решения задач силами Военно-Морского Флота в Арктических морях.

В связи с выявленными противоречиями по вопросам гидрометеорологического обеспечения сил (войск) Военно-Морского Флота, а также в целях повышения эффективности гидрометеорологического обеспечения, повышения качества разработки прогнозов гидрометеорологической обстановки в Арктическом регионе, предлагается осуществлять мониторинг гидрометеорологических условий методом маневренного гидрометеорологического обеспечения сил Военно-Морского Флота в Арктике.

Актуальность метода определяется:

1. Возможностью быстрого наращивания числа гидрометеорологических станций в дополнение к гидрометеорологическим станциям Росгидромета для покрытия всего района действий сил ВМФ.
2. Возможностью использования данного метода для решения других задач, например, во взаимодействии с МЧС, что определяет его двойное назначение.
3. Возможностью оперативного вскрытия гидрологической и ледовой обстановки, представления данных для разработки прогнозов полей волнения, температуры воды и воздуха, прогнозов обледенения кораблей в отдельном районе обеспечения.

Для реализации метода необходимо выполнить ряд требований, таких как:

1. Размещение сети автоматических гидрометеостанций (АГМС) должно производиться в районе планируемых действий сил ВМФ заблаговременно.

2. Размещение сети автоматических гидрометеостанций и определение их оптимального количества должно производиться в узлах сетки на таком расстоянии друг от друга, которое определяется размерами зоны ответственности, а также задачами, решаемыми силами флота в данном районе, при выполнении условий минимальной достаточности гидрометеостанций.

3. Сбор и передача гидрометеорологической информации от станций развернутой гидрометеорологической сети должна производится через узел сбора и передачи информации в автоматическом режиме.

4. Узел сбора и передачи информации может находиться как на беспилотном летательном аппарате (аэростате), так и корабле в зоне действия радиосигналов от станций развернутой сети гидрометобеспечения.

5. Обслуживание сети метеостанций производится мобильной гидрометеорологической группой по требованию и (или) по регламенту.

6. Время функционирования, а также место размещения данной системы гидрометеорологического обеспечения определяется районом обеспечения и спецификой решаемых силами ВМФ задач.

7. Построение прогностических карт должно производиться с использованием мезомасштабных гидродинамических моделей в Гидрометцентре Северного Флота с учетом развернутой сети автоматических гидрометеорологических станций.

8. Доведение прогностической информации до сил в море должно производиться тремя способами (в зависимости от конкретной технической возможности):

- От Гидрометцентра Северного Флота обеспечиваемым силам через спутниковую связь;
- от Гидрометцентра Северного Флота обеспечиваемым силам посредством радиосвязи (возможно как напрямую обеспечиваемым силам, так и через узел связи маневренного пункта базирования;
- от Гидрометцентра Северного Флота обеспечиваемым силам через беспилотный летательный аппарат-ретранслятор (аэростат), разворачиваемый в зоне приема-передачи сигнала в установленные сроки.

Таким образом, реализация метода маневренного гидрометеорологического обеспечения сил Военно-Морского Флота в Арктике позволит по-новому подойти к вопросу гидрометеорологического обеспечения сил (войск) Военно-Морского Флота в Арктических морях, повысить оперативность мониторинга гидрометеорологических условий в Арктике, снизить экономические и эксплуатационные затраты на производство гидрометеорологического обеспечения сил (войск) ВМФ в целом.

## ORGANIZATION OF MANEUVERABLE MONITORING OF HYDROMETEOROLOGICAL CONDITIONS IN THE ARCTIC FOR HYDROMETEOROLOGICAL SUPPORT OF NAVAL FORCES

**Sharshukov R.A.[1], Galkin I.A.[1]**

[1] – *Naval Academy, St. Petersburg, Russia, shurshiki@yandex.ru*

**Annotation**. The article substantiates the formation of maneuverable monitoring points for the hydrometeorological situation in the Arctic in the interests of the hydrometeorological support of naval forces.

Keywords: hydrometeorological support, monitoring, hydrometeorological conditions

# Секция 8.
# ЭКОНОМИКО-УПРАВЛЕНЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ ОБЩЕСТВА: ПЕРСПЕКТИВЫ И ИННОВАЦИИ

## МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ТУРИСТСКО-РЕКРЕАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА ЧЕРНОМОРСКОГО ПОБЕРЕЖЬЯ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ НА ОСНОВЕ ИНТЕГРАЛЬНОГО АНАЛИЗА

**Аракелов М.С.[1], Темиров Д.С.[1], Яйли Д.Е.[1], Мерзакаев С.А.[1]**

*[1] – Российский государственный гидрометеорологический университет (Филиал в г. Туапсе), Санкт-Петербург, Россия*

**Аннотация.** В статье рассматривается возможность анализа туристско-рекреационного потенциала территории на основе построения интегральной модели. Предлагается набор индикаторов для оценки рекреационных ресурсов, а также проводится их расчет для муниципальных образований Черноморского побережья Краснодарского края.

Ключевые слова: туристско-рекреационный потенциал, интегральная модель, индикатор, анализ, Черноморское побережье Краснодарского Края

Сегодня в научной литературе встречается большое количество разливных подходов к оценке туристско-рекреационного потенциала, однако большинство из них не дает комплексного анализа тех или иных компонентов природной среды и уровня социально-экономического развития.

В связи с этим нами предлагается использование методики построения индикаторной системы для проведения глубокого и комплексного анализа состояния рекреационных ресурсов.

Далее нами предлагается перечень индикаторов, используемых для построения индикаторной модели оценки, а также проводится анализ природно-туристского потенциала муниципальных образований Краснодарского Причерноморья.

Итоговые расчеты представлены в таблице 1.

**Таблица 1.** Расчет индекса туристско-рекреационного потенциала[1]

| Название МО | $I_{ПР}$ | $I_{СЭР}$ | $I_{ТРП}$ |
|---|---|---|---|
| Город-курорт Сочи | 0,114 | 0,303 | 0,209 |
| Туапсинский р-н | 0,228 | 0,054 | 0,141 |
| Город-курорт Геленджик | 0,233 | 0,044 | 0,139 |
| Новороссийск | -0,519 | 0,116 | -0,202 |
| Город-курорт Анапа | -0,169 | 0,19 | 0,011 |
| Темрюкский р-н | -0,016 | -0,7 | -0,358 |

На основе проведенного анализа и выведенного индекса туристско-рекреационного потенциала, можно сделать следующие выводы.

Наибольший показатель индекса в городе-курорте Сочи. Это объясняется тем, что данный регион является крупнейшим туристско-рекреационным центром России, что

[1] Составлена автором

объясняется, в первую очередь, наличием благоприятного субтропического климата, а также сочетанием всевозможных видов отдыха от лечебно-оздоровительного до горнолыжного. Значительный приток инвестиций в связи с проведением Олимпийских Игр в Сочи в 2014, развитие социально-экономической сферы и инфраструктуры региона только упрочили лидерство Сочи среди всех курортных зон Краснодарского Причерноморья.

Далее идут Туапсинский район и город-курорт Геленджик с примерно одинаковыми значениями индекса туристско-рекреационного потенциала. Данные регионы во многом похожи. Геленджик обладает чуть лучшим показателем природно-ресурсного потенциала, что делает его довольно привлекательным для организации различного рода отдыха, предоставления более широкого спектра туристских услуг. Однако по уровню социально-экономического развития муниципалитет уступает Туапсинскому району, на территории которого находится ряд крупных промышленных предприятий, обеспечивающих стабильный приток налоговых отчислений в бюджет района, а также делающих особый акцент на поддержании стабильного экологического состояния в районе. Кроме того Туапсинский район является крупнейшим транспортным узлом на территории всего региона, что дает свои преимущества при организации туристско-рекреационной деятельности. В области рекреации особый акцент сделан на развитии лечебно-оздоровительного и детского туризма (на территории Туапсинского района находится большое количество детских лагерей, в том числе крупнейший в России Всероссийский Детский Центр «Орленок»).

Четвертым по показателю туристско-рекреационного потенциала является город-курорт Анапа. Проведенный анализ показал значительный уровень социально-экономического развития в муниципалитете, кроме того район обладает прекрасными рекреационными ресурсами для организации лечебного и санаторно-курортного отдыха и развивается в этом направлении. Однако сложная экологическая ситуация и довольно низкий уровень объема производства товаром и услуг на душу населения негативно сказываются на общем туристско-рекреационном потенциале территории.

Далее в нашем списке расположено муниципальное образование город Новороссийск. Территория района имеет не столь высокий потенциал природных ресурсов для развития туристской отрасли. Наиболее перспективными здесь являются познавательный и культурно-исторический потенциал. Однако Новороссийск хорошо развит в социально-экономическом плане, является крупным транспортным узлом на Черном море, что в значительной степени отражается и на потенциале развития туристско-рекреационного комплекса. Хорошо развитая инфраструктура и богатое культурно-историческое наследие могут стать основой для притока инвестиций в район и развития различных направлений туризма.

Наименьший показатель туристско-рекреационного потенциала среди муниципальных образований Краснодарского Причерноморья в Темрюкском районе. Данный регион обладает низким потенциалом для развития санаторно-курортного отдыха, хотя имеющиеся на территории Таманского полуострова источники лечебной грязи могут быть использованы для организации бальнеологического туризма. Регион имеет слабое социально-экономическое развитие, основным направлением хозяйственной деятельности здесь является сельское хозяйство и рыболовство. А развитие сельского хозяйства привело в ухудшению экологической ситуации в районе, что также негативно отражается на туристско-рекреационном потенциале территории. В последние годы в Темрюкский район привлекаются дополнительные инвестиции в развитие различных отраслей народного хозяйства. Среди них можно выделить и туризм, в первую очередь, познавательный. Тамань обладает богатым культурно-историческим наследием, ежегодно проводится фестиваль Атаманъ -

этнотуристический комплекс казачьей станицы в натуральную величину под открытым небом. В общем можно сказать, что предпосылки для развития туристско-рекреационного комплекса в районе есть, но для этого необходимо решать существующие проблемы экологического и социально-экономического характера, а также привлекать в район значительные инвестиции долгосрочного характера.

Результаты работы были получены при поддержке гранта Российского фонда фундаментальных исследований № 16-05-00724\16.

**Литература**

1. Амирханов М.М., Аракелов А.С. Теоретические и методические аспекты оценки туристско-рекреационного потенциала регионов с рекреационной специализацией. Современная научная мысль. 2013. № 2. С. 147-154.
2. Аракелов А.С., Аракелов М.С., Симонян Г.А., Темиров Д.С. Актуальные вопросы анализа и оценки туристско-рекреационного потенциала территории. Молодая наука - 2013 Материалы IV Открытой международной молодежной научно-практической конференции, посвященной Году охраны окружающей среды в Российской Федерации. 2014. С. 98-102.
3. Гогоберидзе Г.Г., Аракелов М.С., Мавриди К.П., Аракелов А.С. Методика социально-экономического районирования территориальных объектов Краснодарского Причерноморья. Региональная экономика: теория и практика. 2013. № 15. С. 2-8.
4. Темиров Д.С., Ибрагимов К.Х., Аракелов М.С. Управление территориальными рекреационными системами. Монография. 2012. 236 с.

# THE METHOD OF ESTIMATION OF TOURIST-RECREATIONAL POTENTIAL OF THE BLACK SEA COAST OF KRASNODAR REGION ON THE BASIS OF THE INTEGRATED ANALYSIS

**Arakelov M.S.[1], Temirov D.S. [1], Ali D. E. [1], Merzakaev S.A.[1]**

[1] – *Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia.*

**Abstract.** The article deals with the analysis of tourist-recreational capacity of the territory on the basis of construction of integral models. Proposed set of indicators for the evaluation of recreational resources, and also performed the calculation for municipalities of the Black Sea Coast of Krasnodar region.

Key words: tourist and recreational capacity, the integral model, indicator, analysis, Black Sea Coast of Krasnodar region.

# К ОБНОВЛЕНИЮ ПРАВОВЫХ И УПРАВЛЕНЧЕСКИХ ИНСТРУМЕНТОВ РЕГИОНАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ

**Арапов С.В.**[1]

*[1] – Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия, arapov_07@mail.ru*

**Аннотация.** Статья посвящена обновлению инструментов управления региональным развитием. Обращается внимание на два перспективных инструмента – правовой статус Самоуправляемых Проектных Территорий и систему регионального управляющего сюжета и их возможности.

Ключевые слова: Самоуправляемые Проектные Территории, управляющий сюжет, программа - судьба территории, онтологическое управление, региональный сюжет.

В научной литературе часто содержатся предложения о внедрении различных инструментов регионального развития[2]. Однако, на сегодняшний день недостаточное внимание отводится инструментам управления и новым управленческим технологиям. Для целей регионального развития представляются перспективными следующие инструменты:

1) Статус Самоуправляемых Проектных Территорий;

2) Система регионального управляющего сюжета.

Статус Самоуправляемых Проектных Территорий как бы не содержит ничего нового. Есть статус Свободных Экономических Зон, есть статус Территорий Опережающего Развития. Но у данных территорий есть уже перспективные стартовые возможности. А что делать территориям, у которых таких стартовых возможностей нет? Например, регионы Арктической зоны только сейчас стали объектом пристального внимания государства. Поэтому присвоение этим регионам определенного правового статуса, содержащего для региона определенные имущественные позиции, будет определенным источником развития. Таким статусом может стать статус Самоуправляемых Проектных Территорий (СПТ). Содержание этого статуса уже раскрывалось автором в ряде работ[3]. Если сравнить статус Самоуправляемой Проектной Территории и статус Территорий Опережающего Развития, то последний содержит ряд положений, который сводит на нет потенциал региона. Поэтому крайне важно в кратчайшие сроки проработать статус Самоуправляемой Проектной Территории, включая порядок функционирования и взаимодействия органов управления СПТ и федеральных органов власти. Этот статус поможет реализовать ряд социальных, инновационных и инфраструктурных проектов. При этом на этих территориях можно реализовать новые технологии территориального управления.

Система регионального управляющего сюжета тесно связана с важнейшим ресурсом Будущего. Выстраивание регионального сюжета ставит вопрос об управлении

[2] Петросянц В.З. Шахтаманова Л.Г. Методы и инструменты регулирования регионального развития // Региональные проблемы преобразования экономики, № 6, 2017, с.18-27

[3] Арапов С.В. Самоуправляемые проектные территории. Основания к разработке правового статуса. Евразийский научный форум. Научно- образовательное пространство стран СНГ: история, достижения, потенциал. 25 декабря 2015 года, Санкт-Петербург, 2015, с. 28-43; Арапов С.В. Самоуправляемые проектные территории – практические возможности для реализации новых основ управления и права. Сепарирование вместо сепаратизма// Новая парадигма науки об управлении в XXI веке и ее практическое приложение к проблемам Севера: монография. Том II /СПб.: Астерион, 2016. с. 82-92

этим сюжетом[4]. Применительно к управлению территорией сюжет подобен программе, которая связывает всех жителей территории общностью судьбы[5]. Эта территориальная программа-судьба содержит особый территориальный динамический сюжет. Так возникает совершенно иной тип управления – онтологический[6]. Если судьба территории представляет собой Программу существования и совершенствования, то она должна быть разработана и задана на длительный срок[7]. Так возникает управление Судьбой Территории, то есть её настоящим и будущим. Сюжетные линии развития Программы-Судьбы собираются в сюжетные узлы, которые являются контрольными точками-событиями[8]. В этих точках осуществляется сборка линий развития. Они всегда наиболее явны и ощутимы, как любой процесс явных изменений. Необходимо ввести конкретные принципы нормативно - правовой нагрузки на региональную систему, чтобы принимаемые региональные нормы не встречали сопротивления со стороны местной социальной системы[9].

Таким образом, можно внедрить новую систему социального стратегического планирования с принципиально новыми конструкциями контуров, эскизов, структур[10]. Как видно, само конструирование территориального сюжета принципиально отличается от традиционного планирования.

**Литература**

1. Арапов С.В. Право Перемен в исторической системе координат. Санкт-Петербург, 2017
2. Арапов С.В. Самоуправляемые проектные территории. Основания к разработке правового статуса. Евразийский научный форум. Научно- образовательное пространство стран СНГ: история, достижения, потенциал. 25 декабря 2015 года, Санкт-Петербург, 2015, с. 28-43.
3. Арапов С.В. Самоуправляемые проектные территории – практические возможности для реализации новых основ управления и права. Сепарирование вместо сепаратизма// Новая парадигма науки об управлении в XXI веке и ее практическое приложение к проблемам Севера: монография. Том II /СПб.: Астерион, 2016. с. 82-92
4. Арапов С.В. Нормативно-правовая нагрузка на социосистему//Аллея науки. 2018. Т. 3. № 6 (22). С. 810-813.
5. Арапов С.В. Самоуправляемые проектные территории. Основания к разработке правового статуса. // Научно-образовательное пространство стран СНГ: история, достижения, потенциал: сб. ст. из материалов Евразийского научного форума 25 декабря 2015 г. / Общ. научн. ред. М.Ю. Спириной. Часть I. — СПб.: МИЭП при МПА ЕврАзЭС, 2015, .с. 28-43
6. Арапов С.В. Целеполагание социосистемы// Наука на рубеже тысячелетий. 2018. № 11. с. 3-5.
7. Арапов С.В. Управление необычной общностью// Прогрессивные технологии развития. 2017. № 11, с. 9-11.
8. Петросянц В.З. Шахтаманова Л.Г. Методы и инструменты регулирования регионального развития // Региональные проблемы преобразования экономики, № 6, 2017, с.18-27.

[4] Арапов С.В. Право Перемен в исторической системе координат. Санкт-Петербург, 2017, с. 260-280

[5] Арапов С.В. Самоуправляемые проектные территории. Основания к разработке правового статуса.// Научно-образовательное пространство стран СНГ: история, достижения, потенциал: сб. ст. из материалов Евразийского научного форума 25 декабря 2015 г. / Общ. научн. ред. М.Ю. Спириной. Часть I. — СПб.: МИЭП при МПА ЕврАзЭС, 2015. с. 28-43

[6] Арапов С.В. Управление необычной общностью// Прогрессивные технологии развития. 2017. № 11, с. 9-11.

[7] Арапов С.В. Право Перемен в исторической системе координат. Санкт-Петербург, 2017, с.285, 290

[8] Арапов С.В. Право Перемен в исторической системе координат. Санкт-Петербург, 2017 с.289

[9] Арапов С.В. Нормативно-правовая нагрузка на социосистему//URL: http://alley-science.ru/domains_data/files /95June2018/NORMATIVNO-PRAVOVAYa%20NAGRUZKA%20NA%20SOCIOSISTEMU.pdf //Аллея науки. 2018. Т. 3. № 6 (22). С. 810-813.

[10] Арапов С.В. Целеполагание социосистемы// Наука на рубеже тысячелетий. 2018. № 11. с. 3-5.

# TO UPDATE THE LEGAL AND MANAGEMENT TOOLS FOR REGIONAL DEVELOPMENT

**Arapov S.V.**[1]

[1] – *Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, arapov_07@mail.ru*

**Abstract.** The article is devoted to updating the tools of regional development management. Attention is drawn to two promising tools – the legal status of Self-Governing Project Areas and the system of regional management plot and their capabilities.

Key words: Self-Governing Project Areas, managing plot, program-the fate of the territory, ontological governing, regional plot.

# МОДЕРНИЗАЦИЯ РОССИЙСКОЙ ЭКОНОМИКИ И СТАНОВЛЕНИЕ ЦИФРОВОЙ РЕАЛЬНОСТИ: ВОЗМОЖНОСТИ И РИСКИ

**Бабакаев С.В.[1]**

*[1] – Российский государственный социальный университет, Москва, Россия, BabakaevSV@rgsu.net*

**Аннотация.** На основе использования метода экспертных оценок делается попытка оценить возможности, которые открывает цифровая реальность и выделить основные факторы, отрицательно влияющие на процесс формирования в России цифровой экономики.

Ключевые слова: модернизация экономики, цифровизация общества, новый технологический уклад, возможности и риски

Модернизация российской экономики является одной из ключевых задач, обозначенных в Указе Президента РФ «О национальных целях и стратегических задачах развития РФ на период до 2024г». В основе решения данной задачи лежит ускоренный переход к новому технологическому укладу и цифровой экономике.

Исторический опыт проведения модернизации не раз показывал, что декларируемые задачи, которые ставились на начальном этапе ее осуществления, во многом не достигали поставленных целей или серьезным образом отклонялись от намеченных ориентиров. Подобная ситуация возникала в результате недооценки многих факторов социально-экономического, социально-политического и социокультурного характера. Поэтому без учета всей совокупности существующих факторов и условий трудно говорить о том, что задуманная цифровизация общества приведет к реальной модернизации экономики.

Экспертный опрос, проведенный в рамках исследовательского проекта «Становление цифровой реальности: социально-политические вызовы и риски» (всего опрошено 127 экспертов, представляющих научное сообщество и государственных служащих федерального и регионального уровня, руководитель исследования - Н.В. Мерзликин).

Как свидетельствует результаты опроса, многие эксперты, представляющие научное сообщество (52%), очень скептически оценивают реальность выполнения мер по реализации Указа Президента РФ «О национальных целях и стратегических задачах развития РФ на период до 2024г.».

Каждый второй эксперт считает, что реализуемая стратегия развития цифровой экономики приведет в основном к «оцифровке» управленческой сферы и банковских услуг, и мало повлияет на модернизацию производственной сферы. Абсолютно уверены в достижении целей ускоренной модернизации производственной сферы только 5% экспертов, представляющих научное сообщество.

Экспертная оценка влияния совокупности факторов, отрицательно воздействующих на процесс формирования в России цифровой экономики, позволила определить и ранжировать по степени важности основные риски ее реализации, которые выступают главными барьерами на пути достижения поставленных целей. В их числе следующие тормозящие данный процесс социально-экономические факторы (значения экспертной оценки рисков находятся в континууме от 0- «никакого риска» до 1- «максимальный риск»):

- отсутствие необходимого уровня финансирования фундаментальных и прикладных исследований (0,836);
- коррупция (0,820);
- наличие конфликта интересов относительно цифрового будущего России

внутри властных и экономических элит (0,744);

- сложившаяся система, стимулирования развития высокотехнологичного производства в стране (0,696);

- реализуемая в стране стратегия социально-экономического развития (0,616);

- внешние вызовы в виде санкций США и со стороны коллективного Запада (0,604).

Определенное опасение среди экспертов вызывает отсутствие серьезного научного обсуждения вопросов цифровой экономики и замалчивания существующих рисков и проблем, связанных с ее распространением (этот факт отметили 34%респондентов). В частности среди этих опасений возможность проявления рисков, связанных с навязыванием опасных и необоснованных моделей цифровизации общества, в том числе: рост мошенничества, киберпреступности (0,804); утечка в чужие руки персональных данных граждан, использование их в ущерб их интересам (0,700); «роботизация» людей, манипуляция их сознанием (0688); попадание российской экономики в сферу цифрового управления наднациональных цифровых структур и связанная с этим потеря суверенитета в цифровой сфере (0,674).

С другой стороны цифровая экономика, как считают эксперты, открывает новые возможности для развития страны. В том числе:

- новые возможности для появления прорывных технологий, инновационного развития производственной сферы (0,788);

- новые возможности в сфере образования (0,766);

- рост производительности труда, автоматизация, роботизация производства (0,764);

- новые возможности в системе государственного управления, повышение его эффективности и социальной направленности (0,738);

- выведение медицины на качественно новый технологический уровень развития (0,724);

- новые возможности для реализации стратегического прорыва в число лидеров мирового развития (0,644).

Осуществление форсайт-проекта, нацеленного на разработку долгосрочных стратегий развития цифрового общества, послужит поиску наиболее оптимальных путей модернизации российской экономики, снижающих риски и открывающих новые возможности на пути построения информационного общества.

**Литература**

1. Указ Президента РФ от 9 мая 2017 г. № 203 “О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017 - 2030 годы”

2. Указ Президента РФ от 7 мая 2018 г. № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития РФ на период до 2024г.».

3. Зубок Ю.А., Чупров В.И. Изменяющаяся социальная реальность в кризисном российском обществе.// Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. – 2017, №1, с 41-57.

4. Мерзликин Н.В., Иванов А.В. Вызовы и риски нового этапа государственной региональной политики (теоретико-методологические аспекты).// Россия в новой социально-политической реальности: вызовы и риски.// М., Проспект 2017, с.34.

5. Рогачев С.В. Российское общество в условиях неопределенности и рисков: выбор альтернатив (концептуально-методологические аспекты).//Россия в новой социально-политической реальности: вызовы и риски. Выпуск №4. М., Проспект 2017, с. 24.

6. Modernization of management: social and socio-cultural aspects. Vinogradova, M.V., Babakaev, S.V., Larionova, A.A., Kobyak, M.V., Layko, M.Y. International Journal of Environmental and Science Education, 2016.

7. Negative synergies: obstacles to entrepreneurship in russia and Kazakhstan. Khanin D., Babakaev S.V., Vinogradova M.V. В сборнике: Economic and Social Development Book of Proceedings. Varazdin Development and Entrepreneurship Agency; Russian State Social University. 2017. С. 508-519.

# MODERNIZATION OF THE RUSSIAN ECONOMY AND THE DEVELOPMENT OF DIGITAL REALITY OPPORTUNITIES AND RISKS

**Babakaev S.V.**[1]

[1] – *Russian State Social University, Moscow, Russian, BabakaevSV@rgsu.net*

**Abstract.** The Author points to the relationship between the potential of business development as an element of sustainable development of territories with the availability and effective use of natural resources. Reveals the resource potential of the Arctic. Notes Russia's leading position in the exploration, production of oil and natural gas, as well as in the development of infrastructure in the Arctic territories.

Key words: Arctic zone of the Russian Federation, social development, migration increase

# СОВРЕМЕННЫЕ ИННОВАЦИИ В ПРОЦЕССЕ ПОВЫШЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ЭКОНОМИКИ СТРАНЫ

**Брайчук Е.Г.**[1]

[1] – *ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет», Санкт-Петербург, Россия, sushima@mail.ru*

**Аннотация**: В России в настоящее время существуют практически все необходимые элементы инновационной системы, которые есть в экономически развитых странах. Однако имеющиеся условия ведения научных исследований, направленность и качество подготовки кадров, система получения и защиты интеллектуальной собственности, регулирование товарных и финансовых рынков, бизнес-климат, условия инвестирования, взятые в целом, не способствуют получению реально ощутимых результатов.

**Ключевые слова:** инновация, инновационный процесс, экономика.

Инновация — успешное внедрение принципиально нового, приносящее конкретные экономические выгоды.

Инновационный процесс, являясь частью любой инновационной системы (частной, региональной, национальной), должен протекать постоянно, тем самым обеспечивая непрерывное развитие экономики и общества.

Инновационные процессы ориентированы на повышение эффективности деятельности в той сфере, где они применяются.

Стимулирование инноваций рассматривается как основной источник экономического роста, который обеспечивается за счет увеличения производительности труда и эффективности производственных процессов во всех секторах экономики, повышения конкурентоспособности продукции, создания новых отраслей, увеличения доли экспорта высокотехнологичной продукции, наращивания объемов инвестиций, роста внутреннего потребления.

Экономический рост, в свою очередь, будет способствовать повышению инвестиций в развитие человеческого капитала, увеличению объемов государственной поддержки инновационной деятельности, что окажет мультиплицирующее воздействие на темпы инновационного развития.

Инновации оказывают огромное влияние на экономику. Также инновации способствуют снижению издержек производства. Изобретаются новые технологии, которые позволяют уменьшить объемы расходования электроэнергии, воды и т. д.

Инновации способствуют увеличению прибыли. Создаются продукты более высокого качества, увеличивается количество выпущенной продукции за тоже количество времени.

На сегодняшний день в Российской Федерации проведена значительная организационная работа по переводу отечественной экономики на инновационный путь.

Разработан и принят пакет документов прогнозного, распорядительного и рекомендательного характера, определены технологические приоритеты развития российской экономики, разработаны индикаторы и показатели инновационного развития.

Сформирована инновационная структура, включающая институты развития, технологические платформы, инновационные территориальные кластеры, бизнес-центры, инкубаторы, технопарки, вузы, лаборатории, фонды (в том числе венчурные), инжиниринговые компании и пр.

В сфере международной инновационной деятельности обеспечивается расширение международного экономического сотрудничества: осуществляется обмен

опытом в сфере развития инноватики, созданы условия для экспорта инноваций в различных формах и повышения конкурентоспособности российских инноваций.

В настоящее время инновационному развитию в разных сферах деятельности уделяется большое внимание. Задача инновационного развития была поставлена в Стратегии инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 года.

С учетом стратегии разработана государственная программа Российской Федерации «Экономическое развитие и инновационная экономика», в которой одной из подпрограмм выступает подпрограмма «Стимулирование инноваций». Её целью является повышение инновационной активности бизнеса за счет улучшения взаимодействия между элементами инновационной системы, роста спроса на инновации со стороны предприятий, развития механизмов поддержки инновационной деятельности, повышения результативности деятельности институтов развития в инновационной сфере.

Совершенствование инновационного образовательного менеджмента. Инновационные процессы в экономике требуют не только технологических и организационных преобразований, но и изменения типа социальной ментальности.

Инновационное сознание можно формировать, а инновационное мышление можно развивать. Здесь следует совершенствовать процесс обучения – и не только в высшей школе, но в образовательных системах различного уровня (для сохранения принципа преемственности).

Интерактивные образовательные технологии, развивающие нестандартное мышление, – могут стать игровым аналогом тех стрессовых ситуаций, которые возникают в обществе, например, при резком снижении цен на нефть или введении экономических санкций.

Своевременные меры по формированию ментальности нового типа отвечают общим тенденциям в управлении человеческими ресурсами, а именно, необходимости образовательных инвестиций в человеческий капитал.

**Литература**

1. Цубрович Я. А., Егорова М. С. Инновации как фактор устойчивого экономического развития страны // Молодой ученый. — 2018. — №11.4. — С. 216-219.
2.Стратегия инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 года (Распоряжение от 8 декабря 2011 г. № 2227-р) [Электронный ресурс] Режим доступа: government.ru.
3. Консультант Плюс: Концепция долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года [Электронный ресурс]: утв. Правительством Российской Федерации от 17.11.08 № 1662-р.URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_90601.
4. Житенко Е.Д. Эффективность стимулирования инноваций // Инновации. — № 3. – 2018.
5. Захаров В., Захаров И. Роль государства в экономическом росте //Проблемы теории и практики управления. — №4. — 2014. – С.12-19.

## MODERN INNOVATIONS IN THE PROCESS OF INCREASING THE STABILITY OF THE COUNTRY'S ECONOMY

**Braichuk E.G.**[1]

[1] – *Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia, sushima@mail.ru*

**Abstract.** in Russia today there are almost all the necessary elements of the innovation system that exist in economically developed countries. However, the existing conditions for conducting scientific research, the system for obtaining and protecting intellectual property, the regulation of commodity and financial markets, the business climate, the investment conditions taken as a whole do not contribute to obtaining tangible results.

**Key words:** innovation, innovation process, economy.

# СТАНОВЛЕНИЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ В ЦАРСКОЙ РОССИИ

**Бубнова Я.В.**[1]

[1] – *Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия, bubayana1979@mail.ru*

**Аннотация.** Статья посвящена историческому аспекту становления метеорологической службы в царской России, популяризации метеорологических наблюдений среди населения, о вкладе ученых в развитие сети метеорологических станций.

Ключевые слова: метеорологические наблюдения, опасные метеорологические явления, метеорологическая служба, прогноз погоды

Исторический аспект становления метеорологической службы хорошо известен специалистам, но в статье используются источники информации, полученные из фондов библиотеки Русского Географического Общества (РГО), которые мало используются для популяризации метеорологической информации.

В Главной Геофизической Обсерватории им. А.И. Воейкова (ГГО) проводилась большая работа по выявлению исторических фактов и источников о явлениях природы (погодных условиях). С 1983 года публикуются исследовательские работы (монографии) доктора физ.-матем. наук Е.П. Борисенкова и доктора исторических наук В.М. Пасецкого, которые публикуют исследовательские работы по экстремальным, необычайным природным явлениям за 2,5 тысячелетия. Авторы освещают историю климата России в XI-XVII веках на основе исследования русских летописных источников. Подробно проанализированы необычайные метеорологические явления, наблюдавшиеся с 979 по 1700 г., на территории от Вислы до Оби и от Черного моря до берегов Северного Ледовитого океана. [1,5].

Цель исследования автора статьи изучить исторические факты, связанные со становлением и популяризацией метеорологии в России. Природные опасные явления описаны древними летописцами с исключительной точностью, например, ливни, бури, грозы, град, наводнения отмечены во многих летописях Древней Руси. Актуальность выбранной темы очевидна, в наше время, участились экстремальные явления, которые несут не только разрушения (жилых домов, сельского хозяйства и т.п.), но и составляют внушительный экономический ущерб государству. В одной из своих монографий «Тысячелетняя летопись необычайных явлений природы» Е.П. Борисенков и В.М. Пасецкий, анализируют экстремальные метеорологические явления. Авторы охватывают 12 веков: от необычайно холодной зимы в Византии в 736 году до засухи в Росси 1914 года. Ученые приводят данные об ущербе, нанесенном землям и городам России в случае опасных явлений природы. В монографии также отмечены и голодные годы в нашей стране, за десять веков Русь пережила более 350 голодных лет [2,2].

Правильные метеорологические наблюдения в России ведутся с основания Академии Наук (АН). Так, 13 ноября 1725 года было первое заседание АН, а 27 февраля начаты метеорологические наблюдения, которые печатались в Комментариях АН. Наблюдения охватывали атмосферное давление, температуру воздуха, северное сияние, грозовые и оптические явления, первые и последние морозы, иногда отмечался прилет ласточек [3,2]. Наблюдения не были еще точными, вследствие несовершенства инструментов того времени. Петр I пригласил французского астронома Жозефа Николя Делиля (Де-Лиль по старым источникам) в Россию, учреждая Академию Наук. В 1732 году Делиль создал термометр, использующий ртуть в качестве рабочей жидкости. С 21 марта 1736 года велись постоянные метеорологические наблюдения 3 раза в день. С самого начала своей деятельности, АН способствовала развитию метеорологии в

России, не только велись наблюдения за природными явлениями, но и совершенствовались академиками инструменты, способы наблюдений. Метеорологические сведения распространялись в обществе и побуждали интерес к изучению метеорологических явлений. Так, с 1727 года метеорологические данные печатались в Календаре издаваемом АН. В первом выпуске было написано: «что в Календаре составлены предзнания времен ради будущих годов и прибавлено, для любителей астрологии прилагается о силах звездных» [3,6]. Люди всегда верили астрологическим прогнозам и поэтому для популяризации метеорологической службы, ученые публиковали астрологический прогноз. Составителям Календаря пришлось впоследствии и далее делать астрологические прогнозы для удовлетворения любопытных людей, вот, что указывают нам источники: «ученым пришлось уступить требованиям публики, подсмеиваясь сами над своими предсказаниями, они давали их с такой подробностью, как это по тому времени казалось нужным. Мы вовсе при этом не надеемся, что все, что мы предсказываем, сбудется, в случае частых неудач, просим помнить читателя, что за немногие копейки нельзя много истины получить» [3,6]. Астрологические предсказания печатались в Календаре до 1746 года, а далее метеорологический раздел был посвящен исключительно обзору погоды за прошлые годы или статьям метеорологического содержания. Метеорологические наблюдения, производившиеся в Санкт-Петербурге при АН, публиковались в академических изданиях до 1835 года. С 1836 года наблюдения стали публиковать в горном ведомстве, под редакцией академика А.Я. Купфера, которому удалось организовать ряд обсерваторий магнитных и метеорологических при некоторых горных заводах в Европейской России, Сибири и обсерваторию при Институте Горных Инженеров, которая и была, потом преобразована в Главную Физическую Обсерваторию [3,8]. До 1771 года метеорологические наблюдения велись по старому стилю, а после по новому. Известные путешественники Д.Г. Мессершмидт, И.Г. Гмелин, П.С. Паллас, зафиксировали первые наблюдения из Сибири и познакомили сибирских жителей с метеорологическими приборами. Например, Иоганн Гмелин провел несколько лет в Сибири, отмечал сильные морозы, а ртутный термометр показывал невозможно низкие температуры, но он еще не знал, что ртуть в термометре замерзает, поэтому данные его не точные. Академик Э.Г. Лаксман в течение многих лет жил в Сибири, открыл там на свои деньги стеклянный завод в 1784 году (г. Иркутск), он под своим контролем выпускал точные термометры, которые развозились по городам и селам Иркутской губернии для побуждения интереса к метеорологии [3,8]. О пользе изучения метеорологических явлений докладывал академик И.А. Браун на торжественных собраниях АН в 1759 году: «сова о главных переменах атмосферы и предсказаниях их, перечислять всю пользу от изучения науки о погоде не возможно, эта часть естественной науки заслуживает, чтоб ее возвести на высшую степень совершенства» [3,9]. В 1759 году и академик М.В. Ломоносов, в своих рассуждениях о большей точности морского пути, указывал на важность предсказаний погоды для земледельцев и моряков. После наводнения 1777 года, Екатерина II, повелела издать инструкцию для наблюдений в Санкт-Петербурге и в Кронштадте, инструкцию была почти сразу разработана в АН, в наблюдения входили: направление ветра, высота воды, ежечасно должны были наблюдения проводиться, а с 1797 года добавились за температурой воздуха и зимою над толщиной льда [3,10]. Поддержка правительства, АН, ученых в XVIII веке привели к развитию метеорологии и самое главное к международным связям в данной области наук. Так, за 1799-1802 гг., АН получала метеорологические данные из Риги, Москвы, Екатеринбурга, Саратова, Киева, Нерадова (недалеко от Казани), Вологды и Николаева. Правда, были проблемы с обработкой метеорологических данных, например. Директор Главной Физической Обсерватории,

академик Г.И. Вильд, в своём труде «О температуре воздуха в Российской Империи», мог ссылаться на данные для первого десятилетия XIX века из отчетов лишь 7 метеостанций, для второго десятилетия из отчетов 18 станций, для третье десятилетия 27 станциями. На которых велись наблюдения не менее одного года в течение каждого из этих десятилетий, наблюдения велись разными учреждениями и лицами разных профессий, поэтому с 1830-х гг. наблюдения велись только в учебных заведениях и были систематическими [3,12].

Многие ведущие российские ученые способствовали распространению метеорологических данных и их популяризации среди населения и мореплавателей из разных стран. Н.М. Карамзин впервые выдвинул идею об организации объединенной системы многочисленных метеорологических обсерваторий по всей территории России, так как метеорологические данные нужны ученым, мореплавателям из разных стран. Действительно 30 лет спустя идеи Карамзина Н.М. были поддержаны А. Гумбольдтом, а с нашей стороны и академиком А.Я. Купфером, ученым удалось организовать систему метеорологических и магнитных наблюдений в России, Германии, Англии с ее колониями. Непрерывные наблюдения за гидрометеорологическими параметрами велись в Санкт-Петербурге и Ревеле и уже к 1833 году, ученые могли предсказать за несколько часов приближение бури и наводнения в Санкт-Петербурге. Главным событием той поры стало открытие Главной Физической Обсерватории в 1849 году, плодотворная деятельность велась и по организации международных метеорологических конференций в 1872 году [3,13]. Как отмечается в источнике того времени: «Большая протяженность нашей страны, разнообразие природных зон, сверх того множество молодых образованных людей, которых правительство ежегодно отправляет в отдаленные места России по причине производимых там важных промыслов, сбора данных чтобы следить за ходом метеорологических явлений» [3,69]. Несомненно, сейчас продолжаются метеорологические наблюдения, РГГМУ готовит специалистов в этой области, ведется большая работа в области распространения метеорологических знаний на международном уровне, есть интерес населения и к прогнозам погоды, метеорологическому индексу здоровья, определению типа облаков на картинах известных художников, биоклиматические индексы здоровья, биоклиматическая комфортность для человека проживающего в разных регионах нашей страны.

**Литература**

1. Соколов В.В. Очерки эколого-климатической истории России. Монография. - СПб.: РГГМУ, 2010.- 309 с.
2. Борисенков Е.П., Пасецкий В.М. Тысячелетняя летопись необычайных явлений природы. Монография. - М.: Мысль, 1988.- 442 с.
3. Рыкачев М.А. Исторический очерк Главной Физической Обсерватории 1849-1899.- СПб.: АН, 1899.- 438 с.

## THE ESTABLISHMENT OF THE METEOROLOGICAL SERVICE IN TSARIST RUSSIA

**Bubnova Y.V.**[1]

[1] – *Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia, bubayana1979@mail.ru*

**Abstract.** The article is devoted the historical aspect of the formation of the meteorological service in tsarist Russia, the popularization of meteorological observations among the population, the contribution of scientists to the development of a network of meteorological stations.

Keywords: meteorological observations, meteorological service, weather forecast.

# ПРАВОВОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ БУХГАЛТЕРСКОГО УЧЕТА В ОРГАНИЗАЦИЯХ, НАХОДЯЩИХСЯ В АРБИТРАЖНОМ УПРАВЛЕНИИ

**Выдрина Е.О.[1], Дончевская Л.В.[2]**

*[1] – Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия, jenek_55@mail.ru*
*[2] – Санкт-Петербургский университет Министерства внутренних дел Российской Федерации, Санкт-Петербург, Россия, luda_d65@mail.ru*

**Аннотация.** Статья посвящена вопросам правового регулирования ведения бухгалтерского учета в организациях, находящихся в арбитражном управлении. Исследование применения нормативно-правовой базы, практика ведения бухгалтерского учета на этапе наблюдения и конкурсного производства.

Ключевые слова: правовое регулирование, арбитражное управление, бухгалтерский учет.

Нормативно-правовой базой, регламентирующей процедуру банкротства, является Федеральный закон «О несостоятельности (банкротстве)» от 26.10.2002 года №127-ФЗ (далее 127-ФЗ), в котором констатируется описание основных этапов процедуры банкротства, определение функций и сущности деятельности самого арбитражного управляющего.

Целью арбитражного управления является финансовое оздоровление, восстановление платежеспособности предприятий-должников, возвращение им способности эффективно осуществлять свою деятельность, в том числе расчеты с кредиторами.

В рамках данного закона можно выделить основные важные этапы процедуры банкротства:

1. Наблюдение.
2. Финансовое оздоровление.
3. Внешнее управление.
4. Конкурсное производство.
5. Мировое соглашение.

Каждый из этапов конкурсного производства имеет свои особенности и нюансы, описанные в 127-ФЗ.

В данном случае, объектом исследования, является 3 этап – внешнее управление и условно говоря «бухгалтерская» составляющая процесса. Именно на этом этапе руководитель предприятия-должника отстраняется от ведения дел. Его функции передаются во внешнее управление арбитражному управляющему. В течение 3-х дней со дня утверждения внешнего управляющего руководитель предприятия-должника обязан передать арбитражному управляющему всю бухгалтерскую документацию, все штампы и печати, тем самым передать функцию ведения бухгалтерского, статистического, управленческого учета во внешнее управление.

Нормативно, в соответствии с 127-ФЗ, этот процесс отражен и закреплен, но на практике арбитражные управляющие очень часто сталкиваются с совершенно иной ситуацией. Как правило, организация-должник данные бухгалтерского учета не предоставляет вовсе, ссылаясь на следующие причины:

1. Техническая неисправность компьютера;
2. Выход системы из строя (невозможно зайти в предоставленную бухгалтерскую программу, например базу1С);
3. Не предоставление первичной документации ввиду ее утраты или отсутствия;
4. Не передача бухгалтерской документации, печатей и штампов, по причине не явки на встречу с арбитражным управляющим.

Фактически такая ситуация встречается примерно в соотношении 10:1 (10-не

предоставление данных бухгалтерского учета, 1-предоставление). Эта проблема является одной из базовых, так как затрудняет реализацию самого смысла процедуры банкротства, искажает фактическую картину финансово-экономической ситуации на предприятии и заставляет предполагать умышленность действий в целях решения финансовых проблем путем применения процедуры банкротства, что является нарушением законодательства.

Фактически наказание за данное правонарушение отсутствует и привлечь к ответственности бывшего руководителя компании-должника за не предоставление сведений по причине неявки на данный момент не является возможным, так как не имеет юридических оснований. Одновременно с этим, обязанность предоставлять отчетность с арбитражного управляющего не снимается.

В этом случае внешний управляющий может:

1. Запросить в ФНС, государственных внебюджетных фондах, органах статистического наблюдения сведения о последней представленной отчетности.
2. Представить нулевую бухгалтерскую отчетность в соответствии с нормативными сроками ее предоставления. В случае предоставления или обнаружения отчетности за предыдущий период сформировать корректировочную отчетность.
3. В дополнение к стандартным формам отчетности сформировать сопроводительные письма, обосновывающие предоставление нулевой отчетности, вне зависимости от факта информирования о начавшейся процедуре банкротства.

В свою очередь, например, Федеральная налоговая служба вправе осуществить выездную налоговую проверку организации-должника. Ключевое значение здесь имеет масштаб деятельности организации-должника и размер требований кредиторов.

Другая ситуация, которая встречается несколько реже, это предоставление, так называемой «сращенной» бухгалтерии. По факту руководитель предприятия-должника исполнил требование закона и предоставил данные бухгалтерского учета. Но, даже открыв предоставленную базу данных можно обнаружить несоответствие одного периода другому и как следствие искажение данных бухгалтерского учета.

Нормативно подобные ситуации не отрегулированы законодательно, вследствие чего возникает двойственность ситуации.

Одновременно с этим следует отметить, что Законодательство в области признания несостоятельности юридических или физических лиц постоянно претерпевает изменения, вносятся существенные коррективы, которые необходимо учитывать при осуществлении функции арбитражного управления.

**Литература**

1. Федеральный закон «О несостоятельности (банкротстве)» от 26.10.2002 года127-ФЗ
2. Гуляевский Сергей Евгеньевич. Антикризисное управление предприятиями городского пассажирского транспорта: диссертация кандидата экономических наук : 08.00.05 / Гуляевский Сергей Евгеньевич; [Место защиты: С.-Петерб. гос. ун-т вод. коммуникаций]. - Санкт-Петербург, 2008. - 158 с.

## LEGAL REGULATION OF ACCOUNTING IN ORGANIZATIONS IN ARBITRATION MANAGEMENT

**Vydrina E.O.[1], Donchevskaya L.V.[2]**

*[1] – Russian State Hydrometeorological University, St.Petersburg, Russia, jenek_55@mail.ru*
*[2] – St. Petersburg University of the Ministry of internal Affairs of the Russian Federation, St.Petersburg, Russia, luda_d65@mail.ru*

**Abstract.** The article is devoted to the legal regulation of accounting in organizations under arbitration management. Study of the application of the regulatory framework, the practice of accounting at the stage of observation and bankruptcy proceedings.

Key words: legal regulation, arbitration management, accounting.

# РАЗВИТИЕ И УПРАВЛЕНИЕ ВОЕННО-ЭКОНОМИЧЕСКИМИ ЛОКАЛИТЕТАМИ АЗРФ: ВОЕННО-МОРСКИЕ БАЗЫ И ЗАТО

**Выдрина Е.О.[1], Титов В.А.[2], Гуров М.П.[3]**

*[1] – ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет», Санкт-Петербург, Россия, Jenek_55@mail.ru*
*[2] – Санкт-Петербургский университет Министерства внутренних дел Российской Федерации, Санкт-Петербург, Россия, tvakfhd@mail.ru*
*[3] – Санкт-Петербургский военный институт войск Национальной Гвардии Российской Федерации, Санкт-Петербург, Россия, mpg1958@yandex.ru.*

**Аннотация.** В статье рассмотрены вопросы пространственного развития территорий АЗРФ в рамках образования военно-экономических локалитетов. Дается определение, цели и задачи ЗАТО, нормативно-правовая база их применения.

Ключевые слова: развитие, управление, регион, военная экономика, ЗАТО.

Сегодня все большую актуальность приобретают вопросы военно-экономической безопасности. Обеспечение национальной безопасности Росси входит в число приоритетных военно-стратегических задач государства. Особую роль в реализации указанных задач играет обеспечение функционирования особых административно-правовых режимов.

Арктическая зона Российской Федерации находится в границах пристального внимания зарубежных стран, претендующих на некоторые области данной территории. Одной из важных особенностей экономического и военно-стратегического присутствия России в Арктике является наличие, так называемых «закрытых городов» и «закрытые территориально-административные образования». Российским Законодательством дается определение образований такого типа: «Имеющее органы местного самоуправления административно-территориальное образование, в границах которого расположены промышленные предприятия по разработке, изготовлению, хранению и утилизации оружия массового поражения, переработке радиоактивных и других материалов, военные и иные объекты, для которых устанавливается особый режим безопасного функционирования и охраны государственной тайны, включающий специальные условия проживания граждан».

Перечень закрытых территориально-административных образований утвержден постановлением Правительства РФ от 05.07.2001 №508 (в ред.16.04.2015), 41 ЗАТО в 22 регионах России.[1]

В условиях развивающейся рыночной экономики определенные трансформации претерпели и ЗАТО, закрытые города. В начале и на протяжении 90-х гг., когда государственная система была значительно ослаблена и многие структуры перестали контролироваться, выполнять свои функции и существовать, изменилось отношение и к такому типу городов, информация стала более доступной, имела место определенная «открытость» территорий, несмотря на Законодательную основу статуса ЗАТО. Сегодня, по истечении, уже почти 20 лет со дня «перестройки» можно проанализировать результаты этих изменений и констатировать негативные последствий ослабления государственной системы власти. Повышение «открытости» территорий создает прямую угрозу целям национальной безопасности. Необходим баланс между обеспечением безопасности территорий и комфортной среды проживания для местного населения. Закрытые города, расположенные в пределах арктического пространства, являются важнейшим фактором развития морской и военно-экономической деятельности, способствуют достижению такого баланса. [1]

Имеет место отметить важность образования военно-экономических локалитетов на территории АЗРФ.

Что касается нормативно-правового регулирования статуса ЗАТО, то принцип и условия их функционирования были заложены в Законе Российской Федерации от 14.07.1992 № 3297-1 «О закрытом административно-территориальном образовании», а в 2006 году ЗАТО в рамках бюджетного процесса были приравнены к иным муниципальным субъектам РФ, на который также распространяются нормы Федерального закона от 06.10.2003 №131-ФЗ «Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации».

Следует также констатировать двойственность данной проблемы, с одной стороны приоритетность отдается, несомненно, обеспечению национальной безопасности, с другой стороны особые условия данных территорий (секретность, пропускной режим) осложняют развитие предпринимательской деятельности, внешние контакты МО со статусом ЗАТО ограничены.

Вместе с тем, как и в период после Второй мировой войны, когда глобальная ядерная угроза стала реальностью и послужила отправной точкой к созданию городов описанного выше типа, так и сегодня, несмотря на изменяющуюся систему мировых отношений, глобализацию мировой экономики, можно наблюдать стремление ряда государств усилить свое геополитическое влияние за счет наращивания стратегического вооружения.

Стратегический ядерный комплекс: стратегическая авиация, межконтинентальные баллистические ракеты и атомные подводные ракетоносцы (на 1 января 2015 г.: 305 межконтинентальных баллистических ракет с 1166 боеголовками, 8 атомных подводных крейсеров стратегического назначения со 128 баллистическими ракетами подводных лодок, 66 стратегических бомбардировщиков) обусловливают и остаются залогом суверенитета и безопасности России, с учетом значительного наращивания вооружения к 01 января 2019 года в рамках реализации программы вооружения на 2016-2025 годы. [5]

Таким образом, государственная политика в целом и в вопросах военно-промышленного комплекса, в частности, на сегодняшний день приобрела четко направленный характер.

Сегодня население 5 ЗАТО – Александровск, Заозерск, Островной, Североморск, Видяево составляет более 16% численности населения Мурманской области. В планах военного ведомства замена военнослужащих, проходящих срочную службу на постоянный контингент жителей территорий базирования ВМФ (Мурманская область, в частности).[2]

Увеличение военных расходов, привлечение служащих по контракту, улучшение условий службы, увеличение количества бюджетных мест в военных вузах страны, принятие на вооружение новой боевой техники, в том числе на территории АЗРФ подтверждает актуальность вопроса геополитического влияния на шельфе.

**Литература**

1. Современные проблемы и перспективы развития арктического газопромышленного комплекса/под.науч.ред. Козьменко С.Ю., Селина В.С. – Апатиты: изд. Кольского науч.центра РАН, 2017. - 228 с.

2. Козьменко С.Ю. Повышение роли ВМФ и арктических «военно-морских ЗАТО» в условиях реализации новой Морской доктрины России/ С.Ю. Козьменко, А.Е. Брызгалова//Морской сборник, 2015. - №11. -С. 60-63.

3. Конвенция Организации объединенных наций по Морскому праву (UNCLOS): заключена в г. Монтего-Бее 10/12/1982: [ратифицирована Федеральным законом от 26.07.1997 № 30-ФЗ] (с изм. От 23.07.1994)//Сборание Законодательства РФ. – 1997. – 01 декабря. - №48. – ст. 5493.

4. Козьменко С.Ю. Современные тенденции развиия закрытых территорий базирования объектов Минобороны РФ в условиях наращивания военного потенциала России/С.Ю. Козьменко, А.Е Брызгалова//Вестник Мурманского государственного технического университета, 2015. – т.18. - №3. – С.42-428.
5. Выдрина Е.О. Приоритетные направления обеспечения экономической безопасности Арктической зоны Российской Федерации/ Выдрина Е.О, Фролова О.В., Дончевская Л.В.//В сборнике: Управление инновационным развитием Арктической зоны Российской Федерации Сборник избранных трудов по материалам Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Составители Е.Н. Богданова, И.Д. Нефедова. 2017. С. 6-9.

# DEVELOPMENT AND MANAGEMENT OF MILITARY-ECONOMIC LOCALITIES OF THE RUSSIAN ARCTIC: NAVAL BASE AND CATF

**Vydrina E.O.[1], Titov V.A.[2] , Gurov M.P. [3]**

[1] – *Russian State Hydrometeorological University, St.Petersburg, Russia, jenek_55@mail.ru*
[2] – *St. Petersburg University of the Ministry of internal Affairs of the Russian Federation, St.*Petersburg, Russia, *tvakfhd@mail.ru*
[3] – *St. Petersburg military Institute of national Guard troops of the Russian Federation, St.Petersburg, Russia, mpg1958@yandex.ru.*

**Abstract.** The article deals with the spatial development of the territories of the Russian Arctic in the formation of military-economic localities. The definition, goals and objectives CATF, the regulatory framework for their application are given.

Key words: development, management, region, military economy, CATF.

# УСТОЙЧИВОСТЬ ИННОВАЦИОННОГО ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИЙ АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Выдрина Е.О.[1], Шумаков О.С.[1]**

*[1] – ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет», Санкт-Петербург, Россия, Jenek_55@mail.ru*

**Аннотация.** В статье рассмотрены вопросы устойчивости инновационного экономического развития территорий Арктической зоны РФ. Определены ключевые направления внедрения инноваций в сфере экономики и управления северными регионами, с учетом факторов климатических изменений условий развития территорий.

Ключевые слова: устойчивость, инновации, регион, климат.

С точки зрения пространственной экономики, рассматривая ее как отдельное научное направление, следует учитывать широту данного вопроса, в сравнении с традиционной региональной экономикой. Важным моментом является обозначение объекта изучения не только как регионы и региональное развитие, а делая акцент на существующих пространственных формах организации хозяйства.

Определенная площадь территории Арктической зоны Российской Федерации (далее - АЗРФ) изучена и достаточно успешно используется человеком в хозяйственной деятельности. Главным является оценка неиспользуемого экономического потенциала и применение инновационных способов пространственного освоения территорий, развития существующей инфраструктуры и введение в эксплуатацию новой инновационной.

Характерной чертой такой территории являются специфические климатические условия, которые с одной стороны – являются двигателем и стимулом к развитию и внедрению инноваций, с другой стороны предопределяют сложность привлечения человеческих ресурсов, а это один самых важных факторов устойчивого развития. И в первом и во втором случае можно выделить определенные плюсы и минусы в преимущественных правах страны на данную территорию.

Арктическая зона определяется как северная полярная область Земли, включающая окраины материков Евразии и Северной Америки, почти весь Северный ледовитый океан с островами (кроме прибрежных островов Норвегии), а также прилегающие части Атлантического и Тихого океана и ограничивается:

1. Сухопутными территориями Мурманской области, ненецкого, Чукотского, Ямало-Ненецкого АО, муниципальных образований республики Коми и Саха (Якутия), Архангельской области, Красноярском крае, а также островами, расположенными в Северном Ледовитом океане, перечисленными в указе Президента РФ «О сухопутных территориях АЗРФ» от 02.05.2014 №296.
2. Морская территория четких границ не имеет, но определяется согласно двум документам [2, 3].
3. Аэротория, соотнесенная с п.1 и п.2 территорией и акваторией соответственно. Западная часть Российской Арктики ограничивается восточной границей пролива Вилькицкого по меридиану 105 градусов 54 минуты в.д. [1]

Сегодня на территории России реализуется большое количество проектов, программ, направленных на пространственное развитие и освоение арктической зоны на длительный период. Главными задачами такой долговременной политики является:

1. Обеспечение контроля и безопасности арктического пространства и ресурсов.

2. Поддержание и сохранение статуса России как решающего поставщика сырьевых ресурсов в мировом масштабе;

3. Разработка и реализация инновационной и передовой системы коммуникации, что обеспечит перспективную устойчивость развития территорий.

Особенностью данной территории, а именно северной широтной оси, является то, что она определяет пространство, в границах которого активная инновационно-экономическая деятельность возможна в пределах конкретных локальных полюсов или так называемых «опорных зон». Развитие и их укрепление на 90% определит устойчивость экономического развития территорий. Основываясь на исследованиях ученых по вопросу относительно быстрого изменения климатических условий в Арктике можно констатировать более высокую концентрацию дополнительных ресурсов с целью обеспечения потребности создания и развития транспортно-производственной инфраструктуры Северного морского пути.[4, 5]

Одним из условий создания уникального транспортного коридора является привлечение и сосредоточение больших экономических, материально-технических ресурсов в целях создания и развития специальной инфраструктуры: системы береговых баз снабжения, ремонта, навигационного метеорологического обеспечения, модернизации и строительства нового флота и транспортных средств, объектов приспособленных для жилья и работы людей.

С точки зрения пространственной экономики, главным условием устойчивого и эффективного инновационно-экономического развития территорий является доступность к локальному или региональному рынкам сбыта. Развитость системы региональных коммуникаций предопределяется степень такой доступности, в частности, необходимо учесть не только доступность пространства в целом, но и развитием системы связи, гидрометеорологического обеспечения, навигации, мобильностью, материальных, трудовых и финансовых ресурсов.

Таким образом, устойчивость инновационно-экономического развития АЗРФ определяется:

1. Наличием, созданием и развитием насыщенной локалитетами геотории.

2. Обеспечением и непрерывным развитием, модернизацией и совершенствованием современной и специфичной системы коммуникаций, не имеющей аналогов в мире.

3. Создание условий и обеспечение стабильного и равномерного социально-экономического развития северных террриторий.

4. Развитие российского предпринимательства, частно-государственное партнерства.

5. Подготовка и привлечение молодых специалистов в области хозяйствования в Арктике.

6. Обеспечение и усиление обороноспобности Арктических территорий Российской Федерации.

**Литература**

1. Современные проблемы и перспективы развития арктического газопромышленного комплекса/под.науч.ред. Козьменко С.Ю., Селина В.С. – Апатиты:изд.Кольского науч.центра РАН, 2017.- 228 с.

2. Об объявлении территорией союза ССР земель и островов, расположенных в Северном ледовитом океане. Постановление Президиума ЦИК СССР от 15.04.1926/Собрание законов СССР, 1926. - №32. – ст.203.

3. Конвенция Организации объединенных наций по Морскому праву (UNCLOS): заключена в г. Монтего-Бее 10/12/1982: [ратифицирована Федеральным законом от 26.07.1997 № 30-ФЗ] (с изм. От 23.07.1994) // Сборание Законодательства РФ. – 1997. – 01 декабря. - №48. – ст. 5493.

4. Черемисина А.А. Индивидуальные стратегии развития в зоне Арктики, арктических и неарктических

государств/ А.А. Черемисина, Т.М.Редькина, Т.В. Каткова // Журнал «Научное мнение. Экономические, юридические и социологические науки». Научное издание. Санкт-Петербургский Университетский консорциум, 2018. - №4.
5. Черемисина А.А. Технология стратегического планирования развития хозяйствующего субъекта/ Черемисина А.А., Кроливецкий Э.Н., Сажнева Л.П.//Петербургский экономический журнал. Научно-практический рецензируемый журнал. СПб.: СПбГИКиТ, №4,2018, с. 126-131.

# THE SUSTAINABILITY OF INNOVATIVE ECONOMIC DEVELOPMENT TERRITORIES ARCTIC ZONE OF THE RUSSIAN FEDERATION

**Vydrina E.O.[1], Shumakov O.S.[1]**

[1] – *Russian State Hydrometeorological University, St.Petersburg, Russia, jenek_55@mail.ru, o.shumakov@rshu.ru*

**Abstract.** The article discusses issues of sustainability of innovative economic development of the Arctic zone of the Russian Federation. The key directions of innovation in the field of economy and management of the Northern regions, taking into account the factors of climatic changes in the conditions of development of territories.

Key words: sustainability, innovation, region, climate.

# РЕСУРСНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ В УСТОЙЧИВОМ РАЗВИТИИ АРКТИКИ

**Грибановская С.В.[1]**

*[1] – Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия, avgrib@mail.ru*

**Аннотация.** Автор указывает на связь потенциала развития бизнеса как элемента устойчивого развития территорий с наличием и эффективным использованием естественных ресурсов. Раскрывает ресурсный потенциал Арктики. Отмечает лидирующие позиции России в разведке, добыче нефти и природного газа, а так же в развитии инфраструктуры Арктических территорий.

Устойчивое производство и потребление максимизирует потенциал бизнеса, а климатические изменения в Арктике повышают доступность естественных ресурсов, снижают стоимость их добычи. Арктика богата нефтью, минералами, рыбой и лесами, которые все больше привлекают интерес и мобилизуют покупательную способность развивающихся экономик. В последние годы, развивающиеся страны с быстро растущей экономикой предъявляют повышенный спрос на сырье даже в таких отдаленных районах, как Арктика. Так же, Арктика представляет интерес и для многих промышленно развитых страны, которые пытаются найти надежные источники многих природных ресурсов.

По оценкам Геологической службы США, Арктика может содержать до 90 миллиардов баррелей нефти и 47 триллионов кубометров природного газа. Если говорить о нефти, то это 5,9% от мировых ее запасов, и 24,3% от мировых запасов газа, которые находится в семи областях Арктического бассейна: в Амеразийском бассейне, в бассейне северного склона Аляски, в восточной части Баренцева бассейна, в рифовой впадине Восточной Гренландии, на побережье и шельфе моря Бофорта и в центральной части канадского арктического архипелага, в Западно-Сибирском бассейне и Енисей-Хатангском бассейне. Причем наибольшая доля этих запасов принадлежит России – ее потенциальные запасы составляют примерно 48 млрд. баррелей нефти и 43 трлн. кубометров природного газа. Что эквивалентно 14% запасов российской нефти и 40% запасов газа. Россия уже приступила к развитию инфраструктуры своих арктических территорий, включив их в свои долгосрочные планы развития, считая ресурсы Северного Ледовитого океана важным стратегическим капиталовложением. Так Баренцево, Печорское и Карское моря осваиваться в полной мере. В Арктике присутствуют такие гиганты российской экономики как Газпром и Роснефть, которые в свою очередь привлекают к сотрудничеству и более мелкие компании.

Таким образом, не только географическое положение, но и своевременное осознание важности ресурсоэффективного использования Арктических территорий вывело Россию в лидеры Арктики, что надо отметить было встречено с некоторой тревогой со стороны других государств. С другой стороны для России открываются возможности налаживания партнерских отношений в области освоения арктических территорий с заинтересованными участниками мирового рынка. Таким партнером может стать Китай, который в последние годы проявляет активную заинтересованность в использовании естественных ресурсов Атлантического Океана.

**Литература**

1. Островская Е.Н., Выучейский Д. Социально-экономические факторы развития территорий \\ В сборнике: Наука на рубеже тысячелетий Сборник материалов 11-й Всероссийской научно-практической конференции. Министерство образования и науки Российской Федерации; Российский государственный гидрометеорологический университет. 2018. С. 58-60.

2. Панова А.Ю. Социальные инвестиции российского бизнеса: динамика и структура \\ Международный научно-исследовательский журнал. 2017. № 4-3 (58). С. 112-117.
3. Грибановская С.В. Особые черты экономического развития районов крайнего севера, Арктики\\ Перспективы науки. 2018. № 9 (108). С. 214-216.

# RESOURCE POTENTIAL IN SUSTAINABLE DEVELOPMENT

**Gribanovskaya S.V.[1]**

[1] – *Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, avgrib@mail.ru*

**Abstract.** The Author points to the relationship between the potential of business development as an element of sustainable development of territories with the availability and effective use of natural resources. Reveals the resource potential of the Arctic. Notes Russia's leading position in the exploration, production of oil and natural gas, as well as in the development of infrastructure in the Arctic territories.

Key words: Arctic zone of the Russian Federation, social development, migration increase

# ВЛИЯНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА ЭКОНОМИКО-УПРАВЛЕНЧЕСКУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ПРЕДПРИЯТИЙ

**Заплитная Э.С.** [1]

[1] – *ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет», Санкт-Петербург, Россия, sushima@mail.ru*

**Аннотация:** Описаны отрицательные последствия воздействия погодно-климатических условий на деятельность промышленных организаций. В целом экономические издержки, связанные с противодействием вредному влиянию погодно-климатических факторов, составляют значительную часть затрат предприятий.

Ключевые слова: международная экономика, устойчивое развитие, климатические изменения, глобальные проблемы.

Ретроспективный анализ показывает, что на протяжении всей истории существования человечества, экономические показатели, в частности ценовые, были тесно связаны с климатическими характеристиками. Природные катаклизмы приводили к исчезновению целых государств (Помпея) и стимулировали миграцию населения. Становление национальных рынков с производственной специализацией во многом было связано с климатическими явлениями, которые препятствовали регионам и даже целым странам закрыться (изолироваться) и существовать по принципу: «Потребляем лишь то, что сами производим». Спрос стимулировал предложение и формировал цену, которая, в свою очередь, зависела от качества товара, его индивидуальных характеристик, затрат на создание и т. д. Поскольку только последнее столетие сказалось переходом к постиндустриальному обществу (причем не во всех государствах), которое имеет меньшую зависимость от природных ресурсов (стоит отметить, что климатические ресурсы тоже часть природных), то можно утверждать, что ранее именно матушка-природа отмечала показатели на ценниках и вызывала такие явления, как дефицит или перепроизводство.

Климатические изменения затрагивают все регионы и страны мира. К сожалению, их негативные последствия значительны и постоянно возрастают. Ущерб для мировой экономики уже оценивается в сотни миллиардов долларов США в год, а в перспективе до 2100 года он может достигнуть 20% глобального валового продукта.

Каждый удачный прогноз серьезных изменений климата без дополнительных затрат позволяет экономить значительные суммы бюджетных средств.

Например, в Китае при проектировании и строительстве металлургического комплекса учет климатологических данных позволил сэкономить 20 млн. долларов США. Использование климатической информации и специальных прогнозов в масштабах Канады дает ежегодно экономию 50-100 млн. долларов США.

В США сезонные прогнозы даже не очень точные (с оправдываемостью 60%) дают выгоду 180 млн. долларов США в год с учетом только сельскохозяйственной, лесной и рыболовной отраслей. Если бы удалось повысить точность прогнозов до 77% , то выгода составила бы 310 млн. долларов США.

Приведенные примеры свидетельствуют о том, что адаптированная климатологическая информация и прогностическое обслуживание приносят прибыль самым разным секторам экономики и здравоохранения.

На международной конференции "Гидрометеорология - человеку", состоявшейся в Санкт-Петербурге в ноябре 1997 г., было зафиксировано, что проблема климата в

последние 1,5-2 десятилетия стала настолько серьезной, что отражается не только на экономике, но также на социальной и политической жизни.

Неблагоприятные климатические условия являются главной причиной инвестиционной непривлекательности России, поскольку расходы на производство существенно превышают доходы. Превышение доходов над расходами - единственный критерий конкурентоспособности товаров и транспортных услуг. Суть инвестиций состоит в долгосрочном вложении капитала в предприятия и отрасли промышленности. Ни долги, ни кредиты не являются инвестициями, которые отличаются отдачи денег в долг тем, что инвестор рассчитывает на прибыль от производства, которую он хочет получить. При заимствовании рискует берущий в долг, который рано или поздно надо отдавать с процентами, а при инвестициях рискует инвестор, который может просто лишиться денег при неэффективности его предприятия. Поэтому инвестор заранее оценивает ситуацию и просчитывает, удастся ли ему вернуть вложения с прибылью.

Для России характерна исключительная дороговизна капитального строительства: не случайно у нас популярен долгострой, а за период современных реформ капитальное строительство снизилось почти до нулевой отметки. Глубина промерзания грунта прямо влияет на толщину стен, стоимость отопления, потребление энергии. Морской и речной виды транспорта, как самые дешевые в России, не развиты из-за замерзания воды на длительный зимний период. Чрезвычайно дорогими и энергоёмкими у нас являются трубопроводный и автомобильный виды транспорта. Поэтому дорожное строительство, связь и транспортные тарифы - одна из самых дорогостоящих статей расходов в нашей стране.

Таким образом, рациональное ведение экономической деятельности и ее планирование невозможно без учета климатических особенностей региона.

**Литература**

1. Рашевская Е. Е. Влияние климатических изменений на экономическое развитие. Реалии и прогнозы [Текст] // Экономика, управление, финансы: материалы V Междунар. науч. конф. (г. Краснодар, август 2015 г.). — Краснодар: Новация, 2015. — С. 124-127.

2. Катцов В.М., Порфирьев Б.Н. Оценка макроэкономических последствий изменений климата на территории Российской Федерации на период до 2030 г. и дальнейшую перспективу (резюме доклада) // Труды Главной геофизической обсерватории им. А.И. Воейкова. 2011. № 563. С. 7-59.

3. Порфирьев Б.Н. Экономические аспекты защиты населения и территорий от природных опасностей // Стратегия гражданской защиты: проблемы и исследования. 2011. Т. 1. № 1. С. 19-26.

# THE IMPACT OF CLIMATE CONDITIONS ON ECONOMIC-MANAGEMENT ACTIVITY ENTERPRISE

**Zaplitnaya E.S.[1]**

[1] – *Russian State Hydrometeorological University, St.Petersburg, Russia, sushima@mail.ru*

**Abstract:** the paper Describes the negative effects of weather and climatic conditions on the activities of industrial organizations. In General, the economic costs associated with countering the harmful effects of weather and climate factors make up a significant part of the costs of enterprises.

Key words: international economy, sustainable development, climate change, global problems.

# САНКЦИИ КАК СТИМУЛ К ЭКОНОМИЧЕСКОМУ РАЗВИТИЮ РОССИИ

**Князева Е.Н.[1]**

*[1] – Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия, jenek_55@mail.ru*

**Аннотация.** В статье даётся оценка влияния санкций на экономическую политику Российской Федерации. В условиях геополитической напряжённости экономика нашей страны претерпевает значительное давление со стороны США и стран Европы. Рассматриваются потери, вызванные возникшими ограничениями, а также пути возобновления экономического роста.

Ключевые слова: Экономика, санкции, экономическое сотрудничество, экспорт, импорт, импортозамещение.

Любые санкции ограничивают развитие экономики. Санкции против Советского союза США вводили еще в период 60-80 годов. Знаменитая поправка Джексона-Вэника о торговле США, ограничивающая торговлю со странами, препятствующими эмиграции, а также нарушающими другие права человека, официально действовала до 2012 года, несмотря на то, что советского союза к тому моменту не стало. Что такое санкции? Это определённое дипломатическое и экономическое воздействие одного государства на другое. Это не приятная вещь для государства и ее экономики. Но что стоит за санкциями?

После того, как в марте 2014 г. в одностороннем порядке была провозглашена республика Крым, вступившая впоследствии в состав Российской Федерации, в отношении нашего государства были установлены многосторонние экономические санкции. Первоначальные санкции против России последовали от Соединенных Штатов Америки, ЕС и остальных сторон, в марте-апреле 2014 г. в отношении отдельных персон, групп и фирм. Они предусматривали разрешительные ограничения для лиц, попавших в ограничительные списки, замораживание их активов, а кроме того запрещение деловых операций с этими лицами и фирмами (например, заморозив несуществующие по закону лицевые счета 21 человека (потому что они являются государственными служащими).

Последующее расширение санкций (апрель-май) было связано с обострением ситуации на востоке Украины. В июле 2014 г. были введены санкции в отношении оборонного, энергетического и финансового секторов России. Что касается финансового сектора, то для шести крупнейших российских государственных банков (например, США попытались заморозить кредитные карточки одного из российских банков, в итоге это подтолкнуло Россию к созданию национальной платёжной системы), а также предприятий энергетической и оборонной отраслей был резко ограничен доступ к финансовым рынкам ЕС и США. Начиная с сентября 2014 г., эти организации не могли обращаться за кредитами и эмитировать долговые обязательства сроком более 30 дней.

США и ЕС сократили доступ к финансированию крупнейших российских компаний на срок более 30 дней и ввели запрет на экспорт продукции и технологий двойного назначения в отношении 14 компаний, имеющих отношение к оборонному комплексу. Санкции, ограничивающие сотрудничество с Россией 118 в оборонной сфере, были также введены Великобританией, Израилем, Швейцарией и Швецией.

Что касается энергетического сектора, США и ЕС ограничили доступ к финансированию крупнейших российских нефтегазовых компаний. Кроме того, они

ввели запрет на экспорт технологий глубоководного бурения, разведку или добычу ресурсов на арктическом шельфе. Вслед за ЕС санкции ввели Норвегия, Канада и Австралия.

В эпоху глобализации, когда Россия «встроилась в западный мировой политический порядок и мировую экономику… и ни в каком плане самодостаточной не является» (Энтин, 2014 г.), экономический эффект санкций достаточно ощутим. В такой ситуации целесообразно вспомнить слова Б. Муссолини, который в 1935 г. прокомментировал политику Лиги наций с целью заставить Италию вывести свои войска из Абиссинии: «На санкции экономического характера мы ответим дисциплиной, рассудительностью и духом самопожертвования».

Основными последствиями влияния санкций на экономику России можно назвать следующие:

- падение цен на нефть и снижение котировок национальной валюты;
- увеличение отчислений из федерального бюджета с целью поддержки отраслей, попавших под санкции;
- существенные бюджетные потери в связи с расторжением договоров с иностранными компании (демонтаж «Южного потока», отказ «BMW» от строительства завода на территории России и т.д.);
- снижение покупательной способности населения при росте цен на большинство товаров (электроника, автомобили, продукты питания и т.д.).

С учетом влияния санкций на экономику выделяли следующие сценарии развития России:

1. Дальнейшая десуверенизация экономики – наиболее выгодный сценарий развития для запада. В этом сценарии предусматриваются такие меры как уменьшение доли оплаты труда в ВВП, повышение пенсионного возраста в целях восполнение государственных потерь.

В настоящее время экономика России характеризуется значительной сырьевой составляющей в товарной структуре экспорта. Ситуацию необходимо было менять, главное, ни в коем случае, не сокращать государственные инвестиции в основной капитал. В противном случае, десуверенизация продолжится. Данный сценарий остается одним из самых вероятных ввиду инертности государственных решений.

2. Ориентация на Восток. Хотя географически Россия связана и с Западом, и с Востоком, до последнего времени экономическое сотрудничество преобладало именно с Западом. После введения санкций все чаще звучали призывы о переориентации сторону Востока. Одним из приоритетных направлений является развитие Дальнего Востока, посещение делегациями Японии и Вьетнама, активизация сотрудничества со странами Азиатско-Тихоокеанского Региона по вопросам Энергетической стратегии.

Следует отметить, что доля импорта является одним из важнейших показателей взаимосвязанности экономики одного государства с другим. В настоящее время наблюдается подавляющая доля импорта Китайской Народной Республики по сравнению с Германией и странами Содружества Независимых Государств. Доля китайского импорта в Россию в 2014 году составляла 16,7%, в 2018 году – 21,9%. Основным путем недопущения возникновения тотальной зависимости является расширение экспорта в КНР.

Хотя восточный регион не сможет оказывать решающее воздействие на расстановку сил на мировой арене на равных с западной стороной, следует отметить, что высокая доля экспорта машинно-технической продукции и иные преимущества делают его потенциально важным партнером для России.

3. Еще одним сценарием развития России является перестройка экономики страны. Следует отметить, что данный вариант наиболее желателен для России.

Применяемые к России санкции должны способствовать развитию отечественной экономики: замещению импорта за счет развития собственного производства.

Данный сценарий потребует абсолютной мобилизации имеющихся ресурсов и времени, взвешенной политики и готовности отойти от сложившихся ошибочных шаблонов.

Однако если мерить глобальными масштабами, экономика России глубоко интегрирована в мировую экономику и серьезно от нее зависит. Поэтому необходимо вместе искать пути выхода из сложившейся ситуации.

Вариантов развития экономики много, но следует трезво оценивать перспективы развития. На сегодняшний момент приоритетом является наращивание производства и осваивание отечественных производителей в освободившихся нишах.

**Основные страны-поставщики**

| | **Сумма (Дек 2017-Дек 2018)** | **Доля** |
|---|---|---|
| Китай | $56.90 млрд | 21.9% |
| Германия | $27.90 млрд | 10.7% |
| США | $13.90 млрд | 5.3% |
| Беларусь | $13.00 млрд | 5% |
| Италия | $11.60 млрд | 4.5% |
| Франция | $10.60 млрд | 4.1% |
| Япония | $9.56 млрд | 3.7% |
| Южная Корея | $7.55 млрд | 2.9% |
| Украина | $5.97 млрд | 2.3% |
| Казахстан | $5.70 млрд | 2.2% |
| Польша | $5.56 млрд | 2.1% |
| Турция | $4.62 млрд | 1.8% |
| Англия | $4.43 млрд | 1.7% |
| Чехия | $4.13 млрд | 1.6% |
| Нидерланды | $4.03 млрд | 1.6% |

*Россия: Статистика внешней торговли. По данным ФТС России

**Литература**

1. Влияние санкций на экономику России // Бизнес клуб он-лайн. URL.: http://biznesklubonline.com/stati/556-vliyanie-sanktsijna-ekonomiku-rossii/

2. Иванова, М.С. Проблемы и перспективы развития России в условиях санкций [Текст] / М.С. Иванова // Интернет-журнал «Мир науки». 2015. №1. http://mir-nauki.com/PDF/26EMN115.pdf

3. Пронин, А.В. О правовой природе санкций ЕС в отношении РФ [Текст] / А.В. Пронин // Историческая и социально-образовательная мысль. 2014. № 2 (24). С. 33-36.

4. Пархоменко, Л.В., Наумова, Н.В., Пархоменко, А.В. О состоянии инноваций в Российской Федерации [Текст] / Л.В. Пархоменко и др. // Ученые записки Тамбовского отделения РоСМУ. 2016. № 5. С. 169-177.

5. Выдрина, Е.О. Геоэкономика Западной Арктики: развитие системы коммуникаций полуострова Ямал / С.Ю. Козьменко, Е.О. Выдрина // Геополитика и безопасность, 2015. – №4. – С. 23 – 32.

6. Шебуняева, Е.А. Экономическая политика в современной России: направления формирования национального базиса развития национального хозяйства [Текст] / Е.А. Шебуняева // Социально-экономические явления и процессы. 2011. № 3-4 (25-26). С. 327-332

# SANCTIONS AS AN INCENTIVE TO RUSSIAN'S ECONOMIC DEVELOPMENT

**Knyazeva E.N.[1]**

[1] – *Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia,jenek_55@mail.ru*

**Abstract.** The article assesses the impact of sanctions on the economic policy of the Russian Federation. In the context of geopolitical tensions, the economy of our country is under considerable pressure from the United States and Europe. The losses caused by the restrictions are considered, as well as ways to resume economic growth.

Key words: Economy, sanctions, economic cooperation, export, import, import substitution.

# АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ВАРИАНТЫ РАЗВИТИЯ АРКТИКИ В XXI ВЕКЕ

**Кондратов Н.А.**[1]

[1] – *ФГАОУ ВО «Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова», г. Архангельск, Россия, n.kondratov@narfu.ru*

**Аннотация.** С использованием комплексного географического подхода формулируются сценарии развития Арктики в долгосрочной перспективе, которые являются ответом на стремительные и необратимые перемены, происходящие в этом регионе Земли.

Ключевые слова: Арктика, стратегии развития, изменение климата, геополитика, социально-экологические системы, инновации

В настоящее время в Арктике происходят трансформации, полного понимания которых не сложилось. Они обусловлены влиянием двух взаимосвязанных факторов – изменением климата [1] и глобализацией, за которыми, со своей стороны, следуют технологические, геополитические, организационные и институциональные преобразования.

Возникают вопросы: какое значение имеют перемены, происходящие в Арктике, и как должно строиться их осмысление для географии, экологии, а также для сферы политики и управления? Существует ли возможность взаимовыгодного сотрудничества для решения проблем, или, говоря шире, вызовов в арктическом регионе? Ответы на поставленные вопросы позволят приблизиться к пониманию путей устойчивого социально-экономического развития арктической зоны, где во главу угла будет поставлено благополучие человека, экономический прогресс и экологическая безопасность на основе передовых разработок с опорой на научно-исследовательскую деятельность при международном участии [2]. Поиск ответов на вызовы осложняется высокой степенью неопределенности происходящих в арктическом регионе изменений, что обусловлено нехваткой наших знаний об их природе и последствиях.

В начале XXI в. в Дании, Канаде, Исландии, Норвегии, СШ, Финляндии, Швеции, Китае, Индии разработаны стратегии и программы освоения национальных арктических зон и северных территорий. Между стратегиями существует немало различий, однако их объединяет ряд черт. Не все положения зарубежных стратегий разделяются российской стороной [3]. Страны, разработавшие стратегии, различаются по размерам территории, географическому положению, особенностям исторического развития, видам государственного устройства, особенностям экономического развития. Разработанные в России и зарубежом арктические стратегии имеют временной горизонт на период до 2020 г.

Целесообразно проанализировать несколько готовых сценариев, описывающих направления развития Арктики и освоения ее ресурсов с междисциплинарных позиций. В Стратегии развития Арктической зоны РФ и обеспечения национальной безопасности на период до 2020 г., утвержденной Президентом России В.В. Путиным в 2013 г., приведены два сценария, описывающие тенденции социально-экономического развития российской арктической зоны. При их построении учитывались Сценарные условия функционирования экономики РФ и прогноз социально-экономического развития, разрабатываемые Министерством экономического развития РФ, а также сценарии, сформированные Арктическим советом, в частности, Scenario Narratives Report «The Future of Arctic Marine Navigation in Mid-Century» и другие документы.

Янг пишет: «Изменения, которые происходят сегодня в Заполярье, системны, нелинейны, стремительны и необратимы» [4]. Он выделяет геополитический (силовой) сценарий и альтернативный ему, называемый «сценарием социально-экологических

систем», понимаемый через взаимосвязь социальных и экологических факторов развития, с опорой на который можно было бы разработать новые подходы к управлению арктическим регионом [4].

На тренды развития арктического региона оказывают влияние: физико-географические особенности региона, состояние мировой экономики и спрос на углеводородные ресурсы, состояние технологий экономически рентабельной и экологически безопасной добычи, переработки, транспортировки нефти и природного газа и обладание такими технологиями ограниченного числа стран, состояние международных отношений и роль России, разрешение территориальных споров в районах, потенциально обеспеченных запасами углеводородов. Среди случайных факторов, способных оказать влияние на выбор сценариев, назовем возможность стихийных бедствий, техногенных аварий, острых и затяжных финансовых кризисов, повышение нестабильности рыночной конъюнктуры, гонку вооружений, террористические акты, информационные войны, открытие новых месторождений сырья и топлива, неожиданные технологические инновации, увеличение темпа климатических изменений.

Авторские варианты развития Арктики в долгосрочной перспективе (за горизонтом 2050 г.) опираются на задел, представленный в статьях ученых-арктиковедов, а также на наработки в арктических стратегиях, которые учитывают готовность приполярных и внерегиональных государств создавать специфические арктикоориентированные системы управления и развивать международные отношения в регионе. Объектом исследования являются социально-экономические и политические факторы, поскольку развитие арктической зоны возможно при участии нескольких государств, причем расположенных не только в Арктике, но и южнее ее, заинтересованных в устойчивом использовании природно-ресурсного потенциала арктического региона и его транспортных возможностей.

Используя авторский поход к разработке долгосрочных сценариев развития Арктики, перспективы ее развития можно условно разделить на оптимистичные, пессимистичные и промежуточные. В последнем случае необходимо учитывать неявные факторы. Под ними мы понимаем малопредсказуемые аспекты развития, которые зависят от событий, прямо не затрагивающих арктический регион. Например, успехи сланцевой революции и в отдаленной перспективе водородной энергетики, хоть и на короткое время, способны поменять отношение к арктическим ресурсам, что будет иметь разнонаправленное значение для развития региона. Признаками отрицательных последствий будут консервация арктических проектов по разработке природных ресурсов и их вывозу, снижение уровня жизни населения и, как следствие, обезлюдивание арктических пространств. Положительное значение заключается в сохранении ресурсов для будущих поколений, уменьшении антропогенной нагрузки на экосистемы, сохранении благоприятной окружающей среды. Ни положительные, ни отрицательные аспекты в настоящее время не могут быть приняты однозначно по причине нехватки наших знаний о таких процессах и их неопределенности.

**Литература**

1. Цатуров Ю.С., Клепиков А.В. Современное изменение климата Арктики: результаты нового оценочного доклада Арктического Совета // Арктика: экология и экономика. 2012. № 4(8). С. 68–82.
2. Додин Д.А. Устойчивое развитие Арктики (проблемы и перспективы). СПб.: Наука, 2005. 283 с.
3. Чистобаев А.И., Кондратов Н.А. Экономическое развитие Арктики: приоритеты России и зарубежных государств // Геополитика и безопасность. 2013. № 2 (22). С. 84–91.
4. Янг О.Р. Будущее Арктики: роль идей // Вестник Московского университета. Сер. 25. Международные отношения и мировая политика. 2011. № 2. С. 22–40.

# ALTERNATIVE OPTIONS FOR THE DEVELOPMENT OF THE RUSSIAN ARCTIC IN THE XXI CENTURY

**Kondratov N.A.**[1]

[1] – *Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, Arkhangelsk, Russia, n.kondratov@narfu.ru*

**Abstract.** Using an integrated geographical approach, the authors formulate scenarios for the development of the Arctic, which are a response to the rapid and irreversible changes taking place in this region of the Earth

Key words: Arctic, development strategies, climate change, geopolitics, social and environmental systems, innovations

# МОДЕЛИРОВАНИЕ АДАПТИВНОГО АВТОМАТИЗИРОВАННОГО СКЛАДА

**Курочкина А.А.[1], Бикезина Т.В.[1], Сергеев С.М.[2]**

*[1] – Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия, kurochkinaanna@yandex.ru*
*[2] – Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Санкт-Петербург, Россия*

**Аннотация.** Изучен гибко перестраиваемый склад с различными степенями перегруппировки для стохастического товарного потока, существующего в гибкой производственной системе.

Ключевые слова: модель, автоматизация, анализ, склад

Внедрение интерактивных цифровых технологий обеспечило широкое применение гибких производственных систем (FMS). Это позволяет обобщать их составные элементы для придания им формы [1], в которой автоматический склад (AW) является одним из важнейших элементов, в значительной степени определяющих показатели всего производства. Согласно информации, предоставленной производственными компаниями, средняя фабрика использует до 40% промышленных площадей для складских помещений имеющих высокую стоимость, в то время как их объемное пространство используется очень мало [2]. Хотя проблема повышения гибкости базового оборудования FMS решается в целом как разработкой программного обеспечения, так и большим разнообразием инструментов и приспособлений для обработки, в настоящее время для автоматических складов в основном совершенствуются алгоритмы работы робота - штабелера, имеющие определенный предел, обусловленный жестко определенной структурой подавляющего большинства [3] конструкций AW. Поскольку все товары, поступающие в AW, имеют цифровую маркировку (штрих-код, QR-коды, RFID), что позволяет осуществлять межмашинное взаимодействие (M2M), информация о размерах и весе товаров доступна для сервера управления складом.

Чтобы повысить степень гибкости [4] автоматических складов и сделать ее более релевантной другим элементам FMS, необходимо обеспечить возможность гибкой перестройки ее конструкции для соответствия параметрам товаров, подлежащих хранению. Исследования и анализ современных складов доказывают, что в настоящее время, принимая во внимание технические возможности, наиболее рациональным решением является реализация автоматических складов с ячейками перестраиваемых размеров. Для эффективного развития таких систем необходимо разработать методы расчета их основных показателей [5] с учетом основных особенностей работы как компонента FMS [6].

Автоматизированные склады, спроектированные и эксплуатируемые в настоящее время, представляют собой систему многоячеистых стеллажей, обслуживаемых роботом-штабелером, размеры ячеек определяются во время проектирования и не изменяются после строительства склада. Объем V товаров, хранящихся на складе, является переменным, а пределы диапазона его изменения обусловлены производительностью оборудования, используемого в ФМС и вспомогательных объектах (транспорт, роботы и т. п.), известны заранее, что может быть выражено отношением $V_{\min} < V < V_{\max}$.

Кроме того, объемы товаров в потоке поставок на такие склады имеют стохастические значения, которые могут характеризоваться плотностью распределения, на которую также влияют такие основные факторы, как ориентация производства, используемое оборудование а также производственная программа. Алгоритмы управления, реализованные для производственной программы, являются тем конкретным рычагом, который можно использовать для воздействия на индексы FMS в целом и работу автоматического склада в частности.

Пусть $n$ - количество единиц товаров в ячейке в зависимости от объема V (характеристика $D_1$); другая характеристика $D_2$, соответствующая идеальному варианту размещения, включающая различные объемы товаров на складе, в то время как любая характеристика размещения на жестком складе всегда будет ниже $D_2$. Для оценки показателей автоматического склада использовались данные о распределении объемов в товарном потоке. Если предположить, что $V_1 = V_{\max}$, $V_2 ... V_p = V_{\min}$ это ступени на характеристической кривой размещения $D_1$, то $C_N$ - количество ячеек, необходимое для размещения единиц товара, будет рассчитано по формуле: $C_N = \sum_{i=1}^{p-1} entier\left( \frac{N}{i} \int_{V_{i-1}}^{V_i} P_V(V)dV \right)$. Для оптимальной расстановки товаров существуют следующие значения: $C_N = entier\left( \frac{N}{n^*} \int_{V_{\min}}^{V_{\max}/n^*} P_V(V)dV \right) + \sum_{i=1}^{n^*-1} entier\left( \frac{N}{i} \int_{\frac{V_{\max}}{i+1}}^{\frac{V_{\max}}{i}} P_V(V)dV \right)$.

Очевидно, что $C_N \geq \overline{C}_N$. На основании полученных значений можно определить наиболее важный параметр склада, то есть коэффициент использования объема, который численно равен значению отношения занятого объема ячеек, где складируются товары, к их общему количеству и обозначается как $K_V$. Принимая это во внимание, для жесткого складирования (индекс $"r"$) имеем: $V_{\max} K_V^{(r)} = V_N / C_N V_{\max}$, где $V_N = N \int_{V_{\min}}^{V_{\max}} P_V(V)dV$ - собственно количество N товаров на складе, а при оценке значения $K_V^{(r)}$ необходимо использовать соотношение: $K_V^{(r)} \leq \overline{K}_V^{(r)}$, где $\overline{K}_V^{(r)} = V_N / \overline{C}_N V_{\max}$. Следует отметить, что $K_V$ зависит от $P_V(V), V_{\min}, V_{\max}, n^*$, кроме того, оно зависит в определенной степени от $N$, однако при больших значениях $N$ его влияние настолько незначительно, что им можно пренебречь в большинстве случаев. Кроме того, с обычно используемым нормализованным распределением влияние оказывает только значение отношения $q = V_{\max} / V_{\min}$.

**Литература**

1. Сергеев С.М. Моделирование клиентских потоков в узле ритейлера // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Экономические науки. 2012. №3 (149). с. 129-133.

2. Сергеев С.М. К вопросу моделирования рыночных стратегий при неполной информации // Современные методы прикладной математики, теории управления и компьютерных технологий (ПМТУКТ-2015) Сборник трудов VIII Международной конференции. 2015. с. 326-328.

3. Sergeev S.M. Expansion of DEA methodology on the multimodal conception for the 3PL // В сборнике: Modern informatization problems in simulation and social technologies Proceedings of the XXIII-th International Open Science Conference. Editor in Chief O.Ja. Kravets. 2018. С. 169-176.
4. Курочкина А.А., Сергеев С.М. Моделирование и оптимизация расчета омниканального взаимодействия в гостиничной индустрии // Проблемы современной экономики. 2018. № 1 (65). С. 170-173.
5. Курочкина А.А., Лукина О.В., Сергеев С.М. Планирование ресурсной загрузки самых посещаемых мегаполисов мира // Наука и бизнес: пути развития. 2018. № 3 (81). С. 123-127.
6. Курочкина А.А., Сергеев С.М. Социально-экономическое моделирование ресурсной загрузки мегаполисов // Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета. 2018. № 4 (112). С. 98-105.

# MODELING OF ADAPTIVE AUTOMATED WAREHOUSE

**Kurochkina A.A.[1], Bikezina T.V. [1], Sergeev S.M. [2]**

[1] – *Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, kurochkinaanna@yandex.ru*
[2] – *Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg, Russia*

**Abstract.** The article is devoted to the results of the study of flexible warehouse with different degrees of rearrangement for the stochastic flow of goods existing in a flexible production system.

Key words: model, automation, analysis, warehouse

# ПОКАЗАТЕЛИ СОЦИАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ РФ

**Петрова Е.Е.[1]**

*[1] – Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия, o.petrova@list.ru*

**Аннотация.** В статье рассмотрены тенденции социального развития Арктической зоны РФ: отток активной части населения, низкие коэффициенты естественного прироста населения. Анализируются причины трудных условий проживания жителей.

Ключевые слова: Арктическая зона РФ, социальное развитие, миграционный прирост

В Арктической зоне РФ отмечаются неблагоприятные тенденции, касающиеся социального развития региона. Как свидетельствуют показатели, приведенные в таблице 1[1], происходит отток рабочей силы из северных районов, то есть число выбывших жителей превышает число прибывших, как в целом в Арктике, так и особенно в республике Коми, Карелии, в Чукотском АО и в республике Саха (Якутия). Коэффициенты естественного прироста отрицательные в республике Карелия, в Архангельской и Мурманской областях.

Таблица 1. Показатели миграции и естественного прироста населения в Арктической зоне РФ в 2017 г.

| Территории Арктики | Число прибывших | Число выбывших | Миграционный прирост | Коэффициенты миграционного прироста на 1000 человек среднегодового населения | Коэффициенты естественного прироста населения на 1000 человек населения |
|---|---|---|---|---|---|
| Арктическая зона РФ | 123 238 | 137 685 | - 14 447 | - 6,0 | 2,2 |
| Республика Карелия | 1 769 | 2 439 | - 670 | - 15,5 | - 10,7 |
| Республика Коми | 3 413 | 6 267 | - 2 854 | - 36,3 | 1,3 |
| Республика Саха (Якутия) | 1 329 | 1 668 | - 339 | - 13,0 | 5,2 |
| Красноярский край | 15 537 | 16 277 | - 740 | - 3,3 | 6,6 |
| Архангельская область | 21 744 | 25 011 | - 3 267 | - 4,7 | - 1,3 |
| Архангельская область без Ненецкого автономного округа | 19 418 | 22 454 | - 3 036 | - 4,7 | - 1,3 |
| Ненецкий автономный округ | 2 326 | 2 557 | - 231 | - 5,3 | 6,6 |
| Мурманская область | 39 913 | 43 416 | - 3 503 | - 4,6 | - 0,8 |
| Ямало-ненецкий автономный округ | 35 163 | 37 581 | - 2 418 | - 4,5 | 9,1 |
| Чукотский автономный округ | 4 370 | 5 026 | - 656 | - 13,2 | 3,7 |

Итоги комплексного наблюдения условий жизни населения представлены в таблице 2[1]. Из таблицы следует, что основные трудности проживания населения Арктики связаны с плохой организацией работы жилищно-коммунальных служб, с состояние дорог, загрязненностью окружающей среды, распространением алкоголизма и наркотиков, высоким уровнем преступности и рядом других проблем.

По сравнению с Российской Федерацией жизнь в Арктической зоне сопряжена со

значительными трудностями. На решение этих насущных проблем должно быть нацелено внимание государства и общественности.

Таблица 2. Мнение об условиях проживания в населенном пункте (в процентах)

| Показатели | Российская Федерация | Арктическая зона РФ |
|---|---|---|
| Лица в возрасте 15 лет и более, указавшие на наличие проблем, связанных с условиями проживания в своем населенном пункте указали на проблемы: | 100,0 | 100,0 |
| высокий уровень преступности (нарушение общественного порядка) | 10,9 | 19,2 |
| недоступность государственных и муниципальных услуг в сфере медицинского обслуживания | 26,9 | 36,0 |
| недоступность государственных и муниципальных услуг в сфере дошкольного и школьного образования | 11,8 | 12,0 |
| большая отдаленность торговых точек | 11,6 | 8,8 |
| большая отдаленность аптек | 20,3 | 11,4 |
| большая отдаленность учреждений культуры | 31,7 | 22,1 |
| большая отдаленность мест проведения отдыха и досуга | 38,2 | 28,7 |
| большая отдаленность объектов для занятий физкультурой и спортом | 34,2 | 21,1 |
| плохая организация работы жилищно-коммунальных служб | 40,0 | 52,6 |
| плохая организация работы общественного транспорта | 25,2 | 22,0 |
| общая неблагоустроенность, недостаточность озеленения | 34,8 | 51,1 |
| состояние дорог, безопасность дорожного движения | 66,3 | 67,1 |
| вандализм (умышленные разрушения в общественных местах и жилых домах) | 23,1 | 34,6 |
| распространение наркотиков | 22,4 | 30,5 |
| распространение алкоголизма | 37,1 | 44,5 |
| загрязненность окружающей среды | 39,9 | 52,4 |
| другие проблемы | 20,7 | 9,4 |

**Литература**

1 . Региональная статистика. Арктическая зона РФ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/regional_statistics/ (дата обращения 12.02.2019)

2. Петрова Е.Е. Внедрение принципов охраны окружающей среды в хозяйственную деятельность предприятий РФ на современном этапе // Глобальный научный потенциал. Материалы IX международной научно-практической конференции «Роль науки в развитии общества (перспективные технологии, науки о жизни)». – 2017. - № 10 (79) – 0,3 п.л. (с. 159-162).

3. Чалганова А.А. Роль государства в обеспечении устойчивого развития территорий на примере управления муниципальными отходами. Актуальные проблемы гуманитарных и социально-экономических наук. – 2017.- т.11 № 6. – (с. 107-109).

# INDICATORS OF SOCIAL DEVELOPMENT OF THE ARCTIC ZONE OF THE RUSSIAN FEDERATION

**Petrova E.E.**[1]

[1] – *Russian State Hydrometeorological University, St.Petersburg, Russia,* o.petrova@list.ru

**Abstract.** The article discusses the trends in the social development of the Arctic zone of the Russian Federation: the outflow of the active part of the population, low rates of natural population growth. The reasons for the difficult living conditions of residents are analyzed.

Key words: Arctic zone of the Russian Federation, social development, migration increase

# ИННОВАЦИОННАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ РЕГИОНАЛЬНОЙ СТРАТЕГИИ АДАПТАЦИИ К КЛИМАТИЧЕСКИМ ИЗМЕНЕНИЯ

**Редькина Т.М.[1], Соломонова В.Н.[1]**

*[1] – ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет», Санкт-Петербург, Россия, tatjana_red@mail.ru*

**Аннотация.** В статье рассмотрены особенности формирования и реализации региональной стратегии адаптации к климатическим изменениям. Выявлена необходимость внедрения новых организационно-управленческих инструментов для достижения устойчивого социально-экономического развития региона.

Ключевые слова: изменение климата, стратегия адаптации, инновации

Глобальное изменение климата, заключающееся в увеличение средней годовой температуры, вызывающей таяние ледников и повышение уровня Мирового океана, затрагивает не только атмосферу, но и биосферу, гидросферу, криосферу. Разбалансировка всех природных систем, приводящая к изменению режима выпадения осадков, температурным аномалиям и увеличению частоты экстремальных явлений, таких как ураганы, наводнения и засухи, определяет специфические условия жизнедеятельности человека.

Следует отметить, что на региональном уровне изменения климата значительно отличаются, а их последствия имеют свои особенности. Повышение средней глобальной температуры воздуха на 1°С, связанное с увеличением в атмосфере парниковых газов, влечет за собой изменение показателей засушливости, и, как следствие, снижение урожайности, на большей части земледельческой зоны России. Периодически повторяющиеся волны жары и холода, случаи установления в регионах аномально высоких температур негативно влияют на состояние здоровья населения, увеличивают риск изменения экосистемы в случае миграции переносчиков инфекционных заболеваний. Нарушение привычного образа жизни связано как повышением пожароопасности в лесах и на торфяниках, так и с деградацией вечной мерзлоты с ущербом для строений и коммуникаций. Следует отметить и положительные изменения, связанные с потеплением. Так, увеличение продолжительности навигации по Северному морскому пути облегчит освоение нефтегазовых месторождений на шельфе, а северная граница земледелия, смещенная на север, обеспечит рост сельскохозяйственных угодий, особенно в Западной Сибири и на Урале [1].

Основной целью региональных стратегий социально-экономического развития является разработка скординированных мер, направленных на обеспечение безопасности и повышение устойчивости экономики к ожидаемым климатическим изменениям. Во многих регионах приняты и реализуются программы по минимизации ущерба от изменения климата, охватывающие такие сферы деятельности человека, как здравоохранение, сельское хозяйство и инфраструктура территорий. В основе этих программ лежит оценка биофизических и социально-экономических последствий изменения климата, расстановка приоритетов, определение адаптационных мер, оценка возможных рисков.

Использование новых инструментов для достижения устойчивого социально-экономического развития должны быть основаны на внедрении инноваций во все традиционные функциональные сферы хозяйствования, что обеспечит синергетический эффект в процессе адаптации и смягчения последствий регионального изменения климата. В этой связи необходимо обоснование закономерностей и систематизация

новых технологических и институциональных трендов развития региона [2] С этой целью необходимо обосновать и выработать портфель реальных инноваций в секторах региональной экономики, наиболее чувствительных к климатическим изменениям (сельское хозяйство, лесное хозяйство, строительство, гидроэнергетика, здравоохранение); для реализации инновационной стратегии предприятий выбрать наиболее эффективные инновационные проекты с допустимым уровнем риска; разработать механизм управления инновационным поведением предприятий, направленный на реализацию целевых установок устойчивого социально-экономического развития региона. Механизм управления инновационным поведением предприятий целесообразно строить как систему дорожных карт, обеспечивающую взаимосвязанное конкретное долгосрочное планирование наиболее важных сфер деятельности [3]. При этом основными задачами должны стать создание благоприятного инновационного климата и освоение социально-организационного потенциала инноваций.

Таким образом, инновационная составляющая региональной стратегии адаптации к климатическим изменениям предполагает алгоритмическую последовательность выполнения действий, направленных на оценку интенсивности и результативности использования инновационного потенциала региона в сложившихся условиях изменения климата.[4] При этом оценка динамики развития и роста инновационного потенциала возможна на основе оценки таких показателей, как интенсивность создания внедрения и использования инноваций в процессе выбора эффективной стратегии адаптации к климатическим изменениям.

**Литература**

1. Обязов В.А. Адаптация к изменениям климата: региональный подход // География и природные ресурсы. 2010. № 2.
2. Фирова И.П. Современные подходы к повышению устойчивости экономики в условиях изменения климата//Наука и бизнес: пути развития. 2017. № 5(71).
3. Глазкова, Ю.С. Формирование механизма инновационного развития предприятия на основе системы дорожных карт Ю.С. Глазкова, С.С. Глазкова // Экономика, социология, философия, право: пути созидания и развития: материалы международной научно-практической конференции. – Выпуск 4. Ч.1. / Саратов, 2010.
4. Выдрина Е.О. Приоритетные направления обеспечения экономической безопасности Арктической зоны Российской Федерации/ Выдрина Е.О, Фролова О.В., Дончевская Л.В.//В сборнике: Управление инновационным развитием Арктической зоны Российской Федерации Сборник избранных трудов по материалам Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Составители Е.Н. Богданова, И.Д. Нефедова. 2017. С. 6-9.

# INNOVATIVE COMPONENT OF THE REGIONAL STRATEGY OF ADAPTATION TO CLIMATE CHANGE

**Redkina T.M.[1], Solomonova V.N.[1]**

[1] – *Russian State Hydrometeorological University, St.Petersburg, Russia, tatjana_red@mail.ru*

**Abstract.** The article discusses the features of the formation and implementation of the regional strategy of adaptation to climate change. The necessity of introduction of new organizational and management tools to achieve sustainable socio-economic development of the region.

Key words: climate change, adaptation strategy, innovation

# БАРЬЕРЫ НА ПУТИ ИННОВАЦИЙ В АРКТИКЕ

**Семенова Ю.Е.**[1]

[1] – *Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия, semenjulia69@mail.ru*

**Аннотация**. Эффективному развитию арктических территорий препятствует ряд ограничений, рассмотренных в данных тезисах.

Ключевые слова: инновации, Арктика, устойчивое развитие северных территорий.

Инновации и предпринимательство - это ключевые слова в современном лексиконе, отражающие экономику знаний, в которой мы сейчас живем. В то время как возможности в мире больших данных, робототехники и интернета кажутся бесконечными, в реальности у них есть пределы. Города, как правило, являются предвестниками инноваций и привлекают творческих людей, которые развивают и применяют новые технологии, от которых зависит наша экономика. Но что остается тем, кто живет в сельских и отдаленных общинах? Может ли Арктический регион быть местом, где новые технологии легко адаптируются и активно развиваются? Рассмотрим основные вызовы и проблемы, препятствующие развитию арктических территорий в настоящее время.

Во-первых, высокие начальные издержки малых и средних предприятий в доминирующих секторах Севера, в частности в секторах, связанных с землепользованием и добычей ресурсов.[4,с.117] Крупные многонациональные добывающие отрасли применяют впечатляющие технологические новшества в целях более экономичного и экологически ответственного вывода ресурсов на рынок. Оборотная сторона высокого бремени экологического регулирования, обязанности консультироваться и длительных процессов утверждения приводит к серьезным трудностям для малого и среднего бизнеса и определяет высокие пороги входа на рынки региона и высокие цены для потребителей. Одной из примечательных инициатив по содействию инновациям и коммерциализации в скандинавском регионе Арктики является Северный инновационный проект Norden, который инициирует и финансирует деятельность, способствующую инновациям, и сотрудничает главным образом с малыми и средними компаниями в скандинавском регионе. Миссия состоит в том, чтобы облегчить развитие и ведение бизнеса в регионе без национальных барьеров. На его веб-сайте излагаются многие интересные инициативы по содействию предпринимательству и технологическому развитию.

Во-вторых, недостаточное развитие транспортной и энергетической инфраструктуры. [5,с.121] Основное внимание необходимо уделить разработке, коммерциализации и экспорту устойчивых технологий холодного климата и связанных с ними решений для субарктических регионов по всему миру, в частности альтернативной энергетики, строительства зданий, исследований, связанных с климатом, восстановления окружающей среды, продовольственной безопасности и механических инноваций.

В-третьих, недостаточное развитие или даже отсутствие в некоторых областях надежной и доступной телекоммуникационной инфраструктуры. Интернет способен сделать здравоохранение, образование, капитал, передовые технические идеи гораздо более доступными для северян. Необходимо расширение использования телемедицины, использования основанных на технологии распределенных и децентрализованных возможностей в области образования. Но во многих самых отдаленных арктических районах связь стоит непомерно дорого и она низкого качества.

В-четвертых, демографические проблемы. С четырьмя миллионами населения, разбросанных по географически огромной территории, и с преимущественно сельским населением, среди которых примерно 400 000 коренных жителей, арктическая

экономика рискует стать – или, скорее, остаться – добытчиком сырья; периферией постоянно развивающегося центра [6]. Многие из ключевых социальных проблем в российской Арктике во многом схожи с районами Аляски, Канады и Гренландии, поэтому нам необходимо использовать положительный опыт решения проблем. Главная цель будет заключаться в том, чтобы сделать северные общины менее зависимыми и более самодостаточными при одновременном создании местных возможностей для занятости и сокращении масштабов экономической миграции населения, которая наблюдается в настоящее время. [3,с.77]. Капитал и доходы покидают регион, а не остаются в них и используются в качестве местных мультипликаторов.

В-пятых, недостаточное развитие системы образования в регионе, особенно в сельской местности и системы образования коренных народов. Некоторые из этих явлений могут проистекать из культуры коренных народов, связанной с обменом знаниями, который традиционно происходит устно, и от одного человека к другому, а не безлично, вне соответствующего контекста или с целью коммерциализации. Система образования должна использоваться для интеграции и подготовки северян в современное высокотехнологичное общество. [1,с.255], [2,с.51] Сохраняющееся воздействие системы школ-интернатов делает эту проблему весьма сложной. Однако есть и положительные примеры. В Мурманске и Ямало-Ненецком округе уровень образования близок или даже лучше, чем в среднем по стране.

Очевидно, что в настоящее время Арктика нуждается в большем количестве инноваций, требующих использования новых технологий и формировании высококвалифицированных трудовых ресурсов. Согласованные усилия различных заинтересованных сторон и поощрение процессов, которые, способствуют инновациям, должны помочь наилучшим образом поддержать экономическое и социальное развитие Арктики.

**Литература**

1. Десфонтейнес Л.Г. Взаимосвязь социального интеллекта и ценностных ориентаций личности// Теория и практика общественного развития. 2015. № 10. С. 254-257.

2.Десфонтейнес Л.Г. Научные и житейские подходы к определению понятия "интеллект"//Общество: социология, психология, педагогика. 2017. № 1. С. 50-53.

3.Десфонтейнес Л.Г., Хныкина Т.С. Методы оценки профессиональных компетенций руководителей// Глобальный научный потенциал. 2017. № 9 (78). С. 76-79.

4.Курочкина А.А., Петрова Е.Е. Инвестиции, направленные на охрану окружающей среды в арктической зоне РФ// Сборник материалов 11-й Всероссийской научно-практической конференции «Наука на рубеже тысячелетий». Министерство образования и науки Российской Федерации; Российский государственный гидрометеорологический университет. 2018. С. 116-120.

5.Курочкина А.А., Петрова Е.Е. Основные показатели рационального природопользования в арктической зоне РФ// Сборник материалов 11-й Всероссийской научно-практической конференции «Наука на рубеже тысячелетий». Министерство образования и науки Российской Федерации; Российский государственный гидрометеорологический университет. 2018. С. 120-125.

6.Heather Exner-Pirot Innovation in the Arctic: Squaring the Circle/ [Электронный ресурс], режим доступа: https://arcticsummercollege.org/sites/default/files/ASC%20Paper_Exner-Pirot_Heather_0.pdf режим доступа - свободный, язык английский, последнее обращение: 28.01.2019 г

## BARRIERS TO INNOVATION IN THE ARCTIC

**Semenova Yu.E.[1]**

*[1] – Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia, semenjulia69@mail.ru*

**Abstract**. The effective development of the Arctic territories is hampered by a number of limitations discussed in these theses.

Keywords: innovations, Arctic, sustainable development of Northern territories. Title of presentation

# ОБЩЕТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ПОДХОД К РЕАЛИЗАЦИИ СТРАТЕГИИ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАЗВИТИЯ АРКТИЧЕСКОГО МАКРОРЕГИОНА В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННЫХ ТЕНДЕНЦИЙ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА

**Строкина В.Ю.**[1]

[1] – *Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия, strokina@rshu.ru*

**Аннотация**. Пути эффективного социально-экономического развития Арктического макроэкономического региона (АМР) представляется возможным реализовать с учетом современного подхода к теории формирования новой экономической политики, базирующейся на принципах управления территориями с учетом различных факторов макросреды, развивающихся в условиях не только геополитических и социально-экономических кризисов, но и глобальных изменений окружающей природной среды, характеризующимися ростом гидрометеорологических рисков

Ключевые слова: стратегия пространственного развития, Арктика, социально-экономическое развитие, изменение климата, гидрометеорологические риски.

Перед АМР стоит задача решения вопросов социально-экономического развития и природопользования путем реализации новой экономической политики. Основными сферами воздействия должны стать бюджтено-финансовая сфера, денежно-кредитная политика, политика рационального использования природных ресурсов арктического региона, развитие социальной, научно-исследовательской и информационно-технологической сфер, расширение применения возможностей гидрометеорологического обеспечения экономики в целях повышения эффективности экономико-управленческой деятельности. Указанная политика должна быть направлена на построение системы сетевого интегрированного подхода к развитию стратегически важных отраслей экономики АМР в условиях отмечаемых изменений гидрометеорологических характеристик территории, характеризующихся повышенным уровнем риска.

На современном этапе экономического развития Российской Федерации для повышения эффективности реализации стратегических планов стимулирования социально-экономического роста и устойчивого развития как страны в целом, так и отдельных регионов, в том числе и АМР, применяется пространственный подход, нашедший отражение в Проекте Концепции Стратегии пространственного развития Российской Федерации до 2025 года [1]. В качестве основных путей достижения указанных планов в первую очередь предусматривается:

- формирование макрорегионов как объектов стратегического управления для комплексной реализации потенциала развития территорий,
- создание условий для развития урбанизированных территорий и городских агломераций, повышение качества уровня жизни населения, в том числе за счет развития инфраструктурных объектов и жилищной сферы,
- развитие прогрессивных форм пространственной организации экономики с использованием кластерного подхода, создания территорий опережающего развития и др. для повышения конкурентоспособности экономики и рационального размещения производительных сил,
- реализация инфраструктурных проектов, направленных на повышение транспортной, энергетической, информационной связности пространства и мобильности населения, в целях усиления межрегиональной интеграции.

Основным подходом для реализации направлений Концепции закреплен проектный подход, основанный на сетевом взаимодействии, использовании различных эконометрических моделей развития регионов на основе теории пространственного развития. Построение моделей позволяет учесть, в том числе, характерные гидрометеорологические риски, оказывающие влияние на основные показатели устойчивого развития региона. Эффективность одновременного использования нескольких моделей развития АМР объясняется наличием объективных различий социально-экономических и геополитических характеристик территорий, входящих в выделенный макрорегион. В ходе применения пространственного подхода к моделированию устойчивого социально-экономического развития Арктики в силу значительных отклонений друг от друга показателей экономического роста входящих в макрорегион территорий необходимо использовать дифференцированный подход, позволяющий реализовывать применение сетевой кластерной модели, поляризованной полицентрической модели для развития агломераций и равномерно-иерархической модели для развития неурбанизированных территорий [2].

В силу характерных природных и социально-экономических особенностей рассматриваемого макрорегиона в условиях современных тенденций изменения климата в данном регионе для достижения максимальной эффективности пространственного регулирования разумно руководствоваться принципом согласованного сосуществования центро-периферийной и сетевой моделей организации АМР [3]. Повышение конкурентоспособности российской Арктики возможно за счет получения синергетических эффектов от агломерации и интеграции за счет формирования «надагломерационных» структур, повышения показателя уровня развития человеческого капитала и его концентрации в центрах агломерации, развития инновационного потенциала в сфере производственных и информационно-цифровых технологий и экономической деятельности в центрах роста, повышение связности пространства за счет реализации межрегиональных и межмуниципальных интеграционных проектов в различных отраслях экономики и сферах социального развития территорий [4].

С целью повышения эффективности применения теории пространственной экономики представляется необходимым тщательно проработать путем моделирования все области и направления устойчивого развития арктического пространства. Решение множества всех систем приведет к предельно точному пониманию экономической деятельности Арктической зоны, взаимодействия регионов, в нее входящих, направлений интеграции и агломерации, перспектив реализации инвестиционных проектов, направленных на инновационное пространственное развитие Арктики с учетом прогноза роста уровня гидрометеорологических рисков в данном регионе.

**Литература**

1. Концепция Стратегии пространственного развития Российской Федерации на период до 2030 года. М., 2016. 111 с. [Электронный ресурс]. URL: http://карьеры-евразии.рф/uploadedFiles/files/Kontseptsiya_SPR.pdf

2. Н. И. Диденко. Анализ устойчивого развития регионов Арктической зоны России: ADL-модель// [Текст] Межвузовский сборник научных трудов: Экономика и социум: современные модели развития. Выпуск 9, 2015 г. С. 101-114

3. Антипов С.К. Нейросетевая модель как способ обработки сложных систем эконометрических уравнений, характеризующих Арктическую зону Российской Федерации // [Текст] Вестник Волжского университета имени В.Н. Татищева №4, том 1, 2017, с.

4. Курушина Е. В., Петров М. Б. Критерии успешности проектов пространственного развития на основе межрегиональной интеграции // [Текст] Экономика региона. — 2018. — Т. 14, вып. 1. — С. 176-189

# GENERAL THEORETICAL APPROACH TO THE IMPLEMENTATION OF THE SPATIAL DEVELOPMENT STRATEGY OF THE ARCTIC MACRO-REGION IN THE CONTEXT OF CURRENT CLIMATE CHANGE TRENDS

**Strokina V.**[1]

[1] – *Russian State Hydrometeorological University, Sankt-Petersburg, Russia, strokina@rshu.ru*

**Abstract.** Effective socio-economic development of the Arctic macroeconomic region can be achieved by applying the theory of formation of a new economic policy based on the principles of territorial management, taking into account various factors of the macroenvironment, developing not only in geopolitical and socio-economic crises, but also global environmental changes. increasing hydrometeorological risks.

Key words: spatial development strategy, the Arctic, socio-economic development, climate change, hydrometeorological risk

# ПЕРВАЯ ПРОФЕССИЯ И.В. СТАЛИНА – МЕТЕОРОЛОГ

**Сударикова А.М.[1], Спиридонова В.А.[2]**

*[1] – Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия, kafedra_sgn@rshu.ru*

**Аннотация.** В статье показано, что работа наблюдателем-вычислителем Тифлисской физической обсерватории оказала существенное влияние на стиль дальнейшей государственной деятельности И.В. Сталина. Рассмотрены качества, навыки и умения, которые приобрел Иосиф Джугашвили во время работы в научном метеорологическом учреждении.

Ключевые слова: метеорология, первая профессия, Тифлисская физическая обсерватория, Джугашвили, И.В. Сталин, научные навыки.

По мнению социологов, 10-летнее пребывание в профессии создает легко узнаваемый тип работника, включает человека в профессиональную субкультуру. Иосифу Джугашвили (в будущем – Сталину) не удалось проработать столько по выбранной специальности; его должность наблюдателя-вычислителя Тифлисской физической обсерватории стала не только первой, но и единственной «гражданской» профессией. Из стен обсерватории он ушёл в политическую деятельность; после Октябрьской революции Сталин стал «профессиональным партийным работником». Вполне возможно, что многие навыки – педантичность, аккуратность, тяга к научности, целостность и диалектичность видения процессов – уже частично были в его натуре, в его характере и только максимально развились на первой работе. Многие биографы Сталина считают эту работу случайным малозначительным фактом, редко и мало пишут о ней [4]. Тем не менее, нам представляется интересным проследить, как повлияла научная работа в метеорологии на будущего выдающегося политического деятеля.

Летом 1899 г. 20-летний юноша Иосиф Джугашвили покидает семинарию; вскоре он устраивается наблюдателем-вычислителем (до марта 1901 г.) в Тифлисскую физическую обсерваторию (ТФО). Социологи, занимающиеся изучением профессий, утверждают, что качества и навыки человека напрямую зависят от первой работы, т. е. личность зачастую формируется в зависимости от первоначальной профессиональной деятельности, которая в дальнейшем определяет особенности менталитета, привычек, невидимо влияет на масштаб деяний. Историк Ю. Емельянов в книге «Сталин: Путь к власти» написал, что «первая работа оставляет сильный и неизгладимый след на личности человека. Какие бы виды работ не исполнял человек на протяжении своей жизни, первые трудовые навыки зачастую формируют его последующие привычки в работе и во многом влияют на его мировосприятие» [5].

Тифлисская физическая обсерватория на рубеже веков была передовым научным учреждением, российская метеослужба считалась лучшей в мире. Чтобы понять суть трудовых навыков, привычек, мировоззренческих стереотипов будущего «вождя народов», лидера страны, полученных на первом рабочем месте, впишем этот вопрос в более широкий контекст – контекст истории развития российской метеорологии и государственной деятельности И.В. Сталина.

Наблюдение за погодой началось в Санкт-Петербурге с 10.04.1722 г.; изучения погоды как отдельного явления – с 1724 г., когда Даниил Бернулли пишет «Инструкцию для наблюдения». В 1743 г. в Санкт-Петербурге начинается правильное наблюдение за температурой воздуха, с 1741 г. – за осадками, с 1706 г. – над вскрытием Невы) [7]. Большое значение для российской метеорологии имела деятельность Адольфа Купфера (1799-1865), например, он открыл магнитную обсерваторию в

Казани [9]; в 1829 г. Александр Гумбольдт основал магнитную обсерваторию в Санкт-Петербурге (она снабжала инструментом все метеорологические учреждения).

В 1836 г. А.Я. Купфер пишет о будущей обсерватории, что такой нет в Европе и она составит эпоху в истории наблюдательных наук. В 1849 г. учреждается Главная физическая обсерватория (директор – А.Я. Купфер) [14]. Это один из первых центральных метеорологических институтов и старейшее научное учреждение в России. Дело было поставлено на прочную основу; росло число метеостанций. Например, в России в 1820-1835 г.г. было 30 станций, в 1870 – 47, в 1880 – 114, в 1890 – 421, в 1894 – 624 [8]. Газета «Le Monde» пишет, что Россия опередила Францию, и что основание Главной физической обсерватории (ГФО) имеет огромное значение [14].

Во второй половине XIX в. Г.И. Вильд образует систему метеорологических наблюдений. В 1873 г. на Венском конгрессе его выбирают членом Международного метеорологического комитета; в 1879 г. на I Международном метеорологическом конгрессе (Рига) его выбирают президентом [19, с. 105]. С ним связано развитие службы погоды в России, создание службы штормовых предупреждений, развитие метеорологического приборостроения, издание бюллетеней [9].

Таким образом, российская метеослужба в конце XIX в. была передовой и одной из лучших в мире. В этот новый мир развивающейся науки и попал Иосиф Джугашвили.

Основной была Главная физическая обсерватория, чьим филиалом являлась Тифлисская обсерватория. Она занималась методикой, планами, инструкциями; сюда стекались журналы наблюдений с мест, она проверяла станции и состояние их инструмента; она издаёт «Инструкции» и «Таблицы для вычисления метеонаблюдений». В отчёте Главной физической обсерватории за 1894 г. говорится о её сети: Европейская часть России – 478 станций (II разряда) и 773 станций (III разряда); соответственно – в Азиатской части 140 и 40; на Кавказе – 52 и 104; в соседних государствах – 12; всего – 662 станции (II разряда) и 917 (III разряда) [7].

В то время не существовало учебных заведений, готовивших технический персонал для научных учреждений. Толковых техников российские ученые искали на месте и обучали в процессе работы. Джугашвили повезло, его работой руководили специалисты высочайшей квалификации, а методики писали учёные с мировым именем. Первая работа была выбрана очень удачно.

Тифлисская физическая обсерватория была филиалом ГФО, одним из немногочисленных. Её проект разработал Арнольд Мориц (немецкий астроном-метеоролог, магнитолог), который учился в Дерптском университете, работал в Пулковской обсерватории под руководством Струве. Позднее он становится директором Тифлисской физической обсерватории. Обсерватория в Тифлисе строилась по проекту, близкому к главной обсерватории империи – Пулковской. Это был комплекс зданий: двухэтажное жилое здание; одноэтажный флигель механиков, где располагались также лаборатории – физическая и химическая; гравиметрический отдел (одноэтажный); деревянный павильон абсолютного наблюдения; вертикальная деревянная башня для геодезических наблюдений.

Таким образом, навыки первой работы Сталина во многом определяют его деловой стиль. Сочетаясь с его личными качествами, они проявляются в дальнейшей многолетней государственной работе. Изучение естественных закономерностей помогало лучше понять законы общества и человеческую психологию. Правда, в работе с людьми использовались не только позитивные, но и негативные приемы.

Какие же качества, навыки, умения приобрел молодой Джугашвили, работая в ТФО, и использовал позднее в своей многосторонней государственной, партийной, общественной деятельности? Что стало квинтэссенцией его личного стиля в работе?

Это умение: собирать, обобщать, обрабатывать массивы научной информации, стараясь получать максимум сведений; давать конкретную, четкую оценку явлений и процессов; понимать важность количественной оценки действительности, числовые характеристики и статистические выкладки; выявлять качества, свойства, периоды, этапы, фазы явлений; использовать научные термины; понимать закономерности природных процессов; пользоваться графическими формами отражения действительности; видеть существо проблемы; концентрироваться на главных задачах; видеть динамику, силу процессов, появление новых тенденций; опираться на факты и наглядные примеры; давать научно обоснованные предсказания; выявлять инструменты и механизмы достижения цели; вскрывать природу явлений; уважать консультации специалистов; получать навыки самообразования; быть реалистом в практике управления, эффективным в организационно-технических работах.

**Литература**

1. Байбаков Н.К. От Сталина до Ельцина. – М.: Книга, 1998
2. Бердзенишвили В. Из воспоминаний. Заря Востока. – 1938. – № 46. - 25 февраля.
3. Вишлёв О.В. Накануне 22 июня 1941 года. Документальные очерки. – М.: Наука, 2001.
4. Волкогонов Д.А. Триумф и трагедия. Политический портрет И.В. Сталина. - Кн. 1, 2. – М.: Изд-во АПН, 1990.
5. Емельянов Ю.В. Сталин: Путь к власти. – М.: Вече, 2002.
6. Иосиф Виссарионович Сталин. Краткая биография. 2-е изд. - М.: Воениздат, 1947. С. 15.
7. История метеорологических наблюдений. [Электронный ресурс] Режим доступа: https://www.fiziolive.ru/html/pogoda/term/meteorological-supervision.htm.
8. История Росгидромета. Вторая половина XIX века. [Электронный ресурс] Режим доступа: http://www.meteorf.ru/special/about/history/321/.
9. Комков Г.Д., Левшин Б.В., Семенов Л.К. Академия наук СССР. Краткий исторический очерк. – М.: Наука, 1974.
10. Каганович Л.М. Памятные записки рабочего, коммуниста-большевика, профсоюзного, партийного и советско-государственного работника. – М.: Вагриус, 1996.

## I.V. STALIN'S FIRST PROFESSION – METEOROLOGIST

**Sudarikov A.M.[1], Spiridonova V.A.[2]**

[1] – *Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia ,kafedra_sgn@rshu.ru*

**Abstract.** The article shows that the work as an observer-calculator of the Tiflis Physical Observatory had a significant impact on the style of further state activity of I.V. Stalin. The qualities, skills and abilities that Iosif Dzhugashvili acquired while working in a scientific meteorological institution are considered.

Keywords: meteorology, first profession, Tiflis Physical Observatory, Dzhugashvili, I.V. Stalin, scientific skills.

# ИННОВАЦИОННЫЕ ПОДХОДЫ БИЗНЕСА В РЕШЕНИИ ПРОБЛЕМЫ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА

**Фирова И.П.**[1]

[1] – *ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет», Санкт-Петербург, Россия, irinafirova@yandex.ru*

**Аннотация.** В статье рассмотрены последствия изменения климата, которые являются реальными источниками, как новых рисков, так и возможностей повышения конкурентоспособности и развития бизнеса. Выявлена необходимость внедрения более эффективных методов противодействия изменению климата, которые могут способствовать экономическому росту и достижению социальной стабильности.

Ключевые слова: изменение климата, инновационные подходы, угрозы и возможности, деятельность бизнес-структур.

В настоящее время мировой объем инвестиций в возобновляемые источники энергии более чем вдвое превышает объем инвестиций в ископаемые виды топлива. При этом изменение климата, вызванное деятельностью человека, ставит под угрозу образ жизни и будущее всего населения планеты. Только решив проблему изменения климата, представляется возможным построить устойчивую новую климатическую экономику [3].

Вместе с тем, необходимо учитывать, что при современных темпах роста и урбанизации возникает потребность в дополнительных инвестициях в создание устойчивой инфраструктуры, благодаря которой территории, города смогут более эффективно противодействовать изменению климата и которая может способствовать экономическому росту и достижению социальной стабильности. Очевидно, что решение столь важных и глобальных задач должно стать приоритетным при формировании фондов поддержки регионов, хозяйствующих субъектов, нуждающихся в финансовых, технологических и технических ресурсах, но не только за счет средств государственного бюджета и официальной государственной помощи в целях развития, но и из частных источников бизнеса [2].

Безусловно, цель решения проблемы изменения климата заключается в принятии срочных мер по борьбе с изменением климата и его последствиями для каждого. Кроме того, действовать необходимо уже сейчас, так как неблагоприятные погодные условия и повышение уровня моря представляют угрозу для населения и в развитых, и в отстающих регионах. Изменение климата затрагивает всех - от мелкого фермера на Алтае до бизнесмена в Москве или Санкт-Петербурге, - особенно социально незащищенные и малообеспеченные слои населения.

На наш взгляд, необходим комплекс инновационных методов, направленных на предотвращение последствий изменения климата, так как существуют реальные риски утратить многие достижения последних лет в области устойчивого развития. Кроме того, как утверждают компетентные специалисты и эксперты, наблюдающие происходящие изменения - изменение климата может усилить имеющиеся угрозы, такие как нехватка продовольствия и воды, что в случае бездействия обязательно приведет к серьезным международным конфликтам [1]. В этой ситуации именно бездействие в итоге обойдется любому государству гораздо дороже, чем незамедлительное принятие мер, благодаря которым будет создано больше рабочих мест, повысится уровень благосостояния, жизни населения, и при этом сократится объем выбросов парниковых газов и будет обеспечена сопротивляемость к изменению климата.

Отметим, что значительная часть руководителей бизнес-структур и коммерческих предприятий в мире осознали, что изменение климата и ухудшение состояния окружающей среды являются реальными источниками, как новых рисков, так и возможностей повышения конкурентоспособности, роста и развития компаний. Поэтому в настоящее время можно наблюдать повышение интереса бизнеса к использованию инновационных подходов к решению проблемы изменения климата с целью продвижения и укрепления позиций на рынке. В этой связи коммерческие предприятия активизируют деятельность, направленную на решение проблемы изменения климата посредством внедрения инноваций и осуществления долгосрочных вложений в обеспечение энергоэффективности и низкоуглеродного развития. При этом многие из них присоединились к мировой повестке дня в области изменения климата - инициативе, предполагающей объединение правительств, бизнес сообщества и гражданского общества вокруг новых методов стимулирования мер по борьбе с изменением климата.

В сложившихся обстоятельствах требуется, чтобы каждое коммерческое предприятие в качестве основы для миссии использовало тезис о том, каким образом предприятие или компания может участвовать в борьбе с изменением климата. Не вызывает сомнения тот факт, что бизнес структуры могут принять участие в решении проблемы, взяв обязательство сократить углеродную зависимость собственной деятельности и цепочек поставок, достигаемое за счет: повышения энергоэффективности; сокращения углеродного следа продукции, услуг и процессов бизнес структур; установления целевых показателей сокращения вредных выбросов в соответствии с научными достижениями; наращивания объема инвестиций в разработку инновационных и общедоступных продуктов и услуг с учетом проблемы изменения климата и необходимости сокращения углеродного следа; развития способности адаптироваться к изменению климата и обеспечения устойчивости деятельности бизнес структур, цепочек поставок и сообществ, в которых осуществляется деятельность.

Конечно, можно задать вопрос о том - существуют ли какие-либо другие способы участия в борьбе с изменением климата? В связи с тем, что существует большое разнообразие отраслей, где осуществляется коммерческая деятельность, поэтому подходов много. На наш взгляд, один из способов участия в решении этой проблемы - присоединение к общемировой инициативе в области изменения климата, которая направлена на оказание бизнес структурам содействия в реализации практических решений, обмене опытом, предоставлении информации для выработки государственной политики, а также в формировании общественного мнения [3].

Таким образом, ближайшие 3-5 лет станут решающим периодом, в течение которого будет принят комплекс политических и инвестиционных решений, которые определят будущее на последующие 10-15 лет. Именно в рамках формирования новой климатической экономики, возможно определить лидеров в бизнесе, которые смогут используя самые современные экономические и рыночные возможности, предложить новый подход к социально-экономическому росту и устойчивому развитию. Безусловно, в том случае, если бизнес сообщество оперативно и эффективно воспользуется инновационными подходами в решении проблемы изменения климата, то это может принести не только значительную прибыль, но сделать мир более устойчивым.

**Литература**

1. МГЭИК (IPCC): Изменения климата. / Девятый оценочный доклад Межправительственной группы экспертов по изменению климата (IPCC). Т.2. Последствия, адаптация и уязвимость. 2018. - 107с.

2. Фирова И.П. Современные подходы к повышению устойчивости экономики в условиях изменения климата//Наука и бизнес: пути развития. 2017. № 5(71).
3. www. meteorf. ru

# INNOVATIVE APPROACHES OF BUSSINESS IN A CLIMATE CHANGE SOLUTION OF A PROBLEM

**Firova I.P.**[1]

[1] – *Russian State Hydrometeorological University, St.Petersburg, Russia, irinafirova@yandex.ru*

**Abstract.** In article climate change consequences which are considered are real sources, both new risks, and possibilities of increase of competitiveness and business development. Necessity of introduction of more effective methods of counteraction to climate change which can promote economic growth and achievement of social stability is revealed.

Key words: climate change, innovative approaches, threats and possibilities, activity of business structures.

# НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЬ РЕАЛИЗАЦИИ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ПРОГНОЗОВ КАК ФАКТОР РИСКА УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ

**Фокичева А.А.**[1]

[1] – *ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет», Санкт-Петербург, Россия, fokicheva@rshu.ru*

**Аннотация**. Рассмотрены преимущества предоставления гидрометеорологической информации в вероятностной форме. Приведена модель выбора управленческого решения, основанная на использовании матрицы риска.

Ключевые слова: гидрометеорологическая информация, неопределенность, вероятностный прогноз погоды, принятие решений.

Прогнозы погоды полезны только тогда, когда они используются для принятия решений.

Использование информации об ожидаемом состоянии атмосферы позволяет подстраивать хозяйственную деятельность к неблагоприятным погодным условиям и снижать издержки, обусловленные влиянием погодных факторов. Согласно теории принятия индивидуальных решений, необходимо учитывать существование неопределенности в реализации текстов прогнозов. Большинство полагают, что легче принять решение на основе детерминированного прогноза, содержащего категорическое утверждение об осуществлении фазы погоды, а вероятностный прогноз рассматривают как способ для прогнозиста избежать принятия решения. Однако, неопределенность ожидаемого состояния атмосферы при составлении детерминированного прогноза устраняется прогнозистом, который делает лучшую предположительную оценку вероятного исхода, не учитывая при этом реальных потребностей пользователя. Для повышения надежности детерминированных прогнозов при их подготовке требуются знание соотношения «затраты-потери» пользователя - стоимости защитных мер при ожидании неблагоприятных условий погоды и величины потерь, обусловленных воздействием неблагоприятных условий погоды в случае их пропуска. Вероятностная форма прогноза позволяет принимать более эффективные решения; при этом для пользователей, привыкших получать детерминированные прогнозы, формулирование неопределенности прогноза может быть представлено в виде сценариев, содержащих описание небольшого количества возможных исходов, вместо сообщения всех деталей вероятностного прогноза. Однако там, где это возможно, при выпуске прогнозов рекомендуется использовать полностью вероятностный подход [1]. Вероятностный прогноз содержит информацию о *вероятности наступления события* (например, превышения порогового значения метеорологической величины), имеющего значительные последствия, в отношении которых должны быть приняты решения, а также о *периоде времени и районе*, к которым относится прогноз (когда и где данное событие прогнозируется).

Исследования показали [1,2], что широкий круг лиц способен принимать более взвешенные решения, когда этим лицам предоставляется информация о неопределенности в прогнозах, а не детерминированный прогноз. Когда информация о неопределенности не предоставляется, люди делают собственные предположения.

Предоставление информации в вероятностной форме при прогнозировании суровой погоды и выпуске предупреждений увеличивает их эффективность. Пороговые значения суровой погоды должны отражать уровень воздействия, которое, как ожидается, метеорологические условия будут оказывать на общество, включая степень

опасности для жизни людей и имущества, а также дестабилизацию повседневной жизни. В настоящее время многие страны используют четырехцветную систему «светофор» (зеленый, желтый, оранжевый и красный), показывающую различные уровни риска (сочетания вероятности явления и его потенциального воздействия) и соответствующие уровни действий, которые пользователи должны предпринять. Для визуализации риска может быть использована матрица риска [3], разрабатываемая отдельно для каждого опасного явления, неблагоприятного условия погоды и их сочетаний, и отражающая потенциальное воздействие (ущерб) и вероятность возникновения события:

| ущерб / вероятность события | *минимальный* | *незначительный* | *значительный* | *очень значительный* |
|---|---|---|---|---|
| *высокая* | зеленый | желтый | оранжевый | красный |
| *средняя* | зеленый | желтый | оранжевый | оранжевый |
| *низкая* | зеленый | зеленый | желтый | оранжевый |
| *очень низкая* | зеленый | зеленый | желтый | желтый |

Значения ущерба устанавливаются на основании матрицы потерь потребителя при заданном уровне интенсивности и продолжительности явления [4], и ограничены величиной максимально возможных потерь. Для принятия решений важны цвет и положение в матрице. Прогнозист может быть очень уверен в наступлении события с незначительными последствиями (желтый цвет). Но наступление события с очень значительным ущербом может иметь большую неопределенность, обусловленную заблаговременностью прогноза (как правило, с уменьшением заблаговременности энтропия будет уменьшаться). Несмотря на одинаковый риск (желтый уровень), решения, принимаемые пользователем, будут различны. Для каждого уровня ущерба у пользователя существует разработанный комплекс мер, применение которых будет осуществляться в соответствии с рекомендациями метеорологов. По мере развития синоптической ситуации будет происходить изменение уровня риска (цвета) и положения в матрице, и принимаемые меры будут корректироваться. Приведенная модель позволяет конвертировать метеорологические параметры (интенсивность и продолжительность опасного явления или неблагоприятного условия погоды) в экономические (риск, ущерб) и отслеживать трек риска; метеоролог является консультантом по принятию погодозависимых решений. Количественная оценка эффективности решений, принимаемых с использованием гидрометеорологической информации, может быть получена на основании байесовского подхода к оценке потерь, обусловленных влиянием неблагоприятной погоды [5]. Для этого используется вероятностное описание соответствия прогноза фактической погоде, полученное путем преобразования матрицы сопряженности прогнозов и экономические последствия использования прогнозов, представленные в виде платежной матрицы (матрица потерь). Оптимальное управление погодными рисками позволяет минимизировать ущерб, обусловленный влиянием неблагоприятных гидрометеорологических условий.

**Литература**

1. Руководящие указания по системам ансамблевого прогнозирования и прогнозированию// ВМО-№ 1091. - 2012. - 37 с.
2. Канеман Д. Думай медленно…, решай быстро. М.: Изд. АСТ, 2018. - 653 с.
3. Using Multi-hazard, Impacts-based Forecast and Warning Services, Barbados Meteorological Services: http://www.barbadosweather.org

4. Хандожко Л.А., Коршунов А.А., Фокичева А.А. Выбор оптимального погодо-хозяйственного решения на основе прогноза опасных гидрометеорологических условий // Метеорология и гидрология. 2003. № 1. С. 5-17.
5. Хандожко Л.А. Экономическая метеорология. СПб: Гидрометеоиздат, 2005. – 490 с.

# UNCERTAINTY OF IMPLEMENTATION OF METEOROLOGICAL FORECASTS AS A RISK FACTOR FOR DECISION MAKING

**Fokicheva A.A.**[1]

[1] – *Russian State Hydrometeorological University, St.Petersburg, Russia, fokicheva@rshu.ru*

**Abstract.** The advantages of providing hydrometeorological information in probabilistic form are considered. A model for choosing a management decision based on the use of a risk matrix is presented.

Keywords: hydrometeorological information, uncertainty, probabilistic weather forecast, decision making

# PR-СОПРОВОЖДЕНИЕ ОСВОЕНИЯ АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ РФ

**Шапиро С.В.**[1]

[1] – *Петербургский государственный университет путей сообщения, Санкт-Петербург, Россия, shapirosv@pgups.com*

**Аннотация.** Обозначаются направления просвещения широкой общественности относительно социально-экономического потенциала Арктической зоны для привлечения человеческого и экономического капитала к ее развитию.

Ключевые слова: связи с общественностью в науке, популяризация науки, коммуникационные кампании.

Перспективным направлением для привлечения интереса к арктическим исследованиям представляется популяризация достижений исследовательской деятельности научных учреждений в Арктической зоне. Научно-практический потенциал реализуется только при наличии дополнительной инфраструктуры: финансовой (венчурные и иные фонды) и информационной (информационный обмен между научной средой, бизнесом и государством). Именно из-за слабости последней широкая аудитория не видит интересных проектов и предложений, социального результата от деятельности ученых. В рамках взаимодействия государственных и бизнес-структур с научным сообществом могут решаться различные задачи, например, реализация совместных проектов с научными и просветительско-образовательными организациями, вовлечение авторитетных ученых в коммуникационные кампании, получение от них экспертных оценок и комментариев. Популяризация науки, ориентированная как на общество в целом, так и на его часть, подрастающее поколение, талантливых школьников, - важнейшее для обеспечения общественного прогресса направление общественных связей.

Специалистам по PR в научной сфере могут оказывать информационную поддержку пресс-службы при исследовательских центрах и научные информационные агентства. Такие крупные научные журналы как «Nature» специально для журналистов осуществляют обзоры самых интересных публикаций и предоставляют доступ к оригинальным статьям.

Именно в Санкт-Петербурге находится и ведет свою историю с 1920 г. «Арктический и антарктический научно-исследовательский институт» (ААНИИ), проводящий комплексное изучение полярных регионов Земли. Предметом деятельности ААНИИ является методическая координация и проведение фундаментальных и прикладных исследований в Арктике и Антарктике в области гидрометеорологии, океанологии, климатологии, геофизики, водных ресурсов и охраны окружающей среды в полярных областях Земли.

Главным направлением популяризации деятельности ААНИИ является подготовка и издание научной и научно-технической литературы: атласы, справочники, монографии, труды совещаний и конференций (в том числе, электронные), серийные издания (такие как журнал «Проблемы Арктики и Антарктики», «Труды ААНИИ», внутреннее издание «Экспресс-информация»), которые вбирают в себя собранные арктическими экспедициями обширные материалы. Проводимые во многих странах исследования эффективности информирования населения доказывают, что пресса должна быть обязательной частью мультимедийных коммуникационных кампаний. Результаты научных исследований ААНИИ публикуются в ведущих отечественных и зарубежных журналах. Многие издания представлены на веб-сайте ААНИИ в электронном формате. Но, конечно, многие из этих изданий узкоспециализированные и мало известны широкой аудитории.

ААНИИ выполняет фундаментальные и прикладные исследования и разработки

по заказам Росгидромета и его известность и узнаваемость можно было бы повысить упоминаниями во время прогнозов погоды в СМИ. ААНИИ участвует в прогнозировании опасных стихийных явлений и чрезвычайных ситуаций техногенного характера, эта деятельность также остается «за кадром». Особую роль играют международные научные проекты, где интернациональное научное сообщество демонстрирует широкой общественности возможность интегрированной деятельности для решения надгосударственных задач и проблем.

В наши дни для отечественных и зарубежных судоходных и деловых кругов большой интерес представляет северный морской путь как альтернатива осуществляемым ныне перевозкам между портами Европы, Дальнего Востока и Северной Америки, а также как транспортная артерия для перевозки минерального сырья из арктических регионов России. Активное участие в международных деловых мероприятиях и их освещение — также важная составляющая информационной политики.

Также ААНИИ располагает научно-экспедиционным флотом, а, как показала история фильма «Титаник», кинематограф может стать мощнейшим инструментом связей с общественностью для продвижения подобных объектов и привлечения внимания к научным судам и их возможностям. В наше время развлечение (интертейнмент) имеет гораздо более высокое коммуникативное разрешение, чем собственно информация. Развлекательная составляющая современных медиа очень продуктивна даже с точки зрения реализации самых значительных социально-экономических проектов, поскольку из-за характерной для развлечения игровой, моделирующей реальность формы гораздо легче, чем в прямой информационной репрезентации, добиться в общественном сознании оптимальных ценностных и поведенческих результатов. Кино благодаря своей массовости и аудиовизуальному эффекту способно оказывать сильное влияние на психику человека и целых человеческих общностей. Коммуникативные качества кинопродукции должны использоваться специалистами по связям с общественностью и самыми разнообразными структурами в своей деятельности. Кино представляет собой площадку для передачи аудитории определённой идеи (гуманизма, романтики научного познания, освоения Севера), знаний, эстетической информации, коммерческого материала. Фильм помимо пропагандирующей, мотивирующей зрителя функции становится площадкой для пиара спонсоров съёмок фильма, в нашем случае это может быть востребовано бизнес-структурами, заинтересованными в развитии Арктической зоны.

**Литература**

1. Крутицкая Е. В. PR-технологии как инструменты управления социальными проектами // Власть, 2016. Том. 24. № 3. С. 186-193.

2. Маликова Т.О., Авдеева А. В., Ильина Е.С. Связи с общественностью: разработка креативной концепции социального PR-проекта // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. – Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, 2013. — № 2 (46).– С. 222 - 225.

3. Сидоренко В. Н. Профессия – продюсер кино и телевидения. Практические подходы / В.Н. Сидоренко, П. М. Огурчиков. – М.: Юнити-Дана, 2010. – 712 с.

## PR-SUPPORT FOR DEVELOPMENT OF THE ARCTIC ZONE OF THE RUSSIAN FEDERATION

**Shapiro S.V.**[1]

[1] – *St. Petersburg State Transport University, St.Petersburg, Russia, shapirosv@pgups.com*

**Abstract**. Indicates the direction of education of the general public about the socio-economic potential of the Arctic zone to attract human and economic capital to its development.

Key words**:** public relations in science, popularization of science, communication campaigns

# Секция 9.
# СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ КОММУНИКАЦИИ В ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ СФЕРЕ

## НОВЫЕ ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБУЧЕНИИ ИНОСТРАННЫМ ЯЗЫКАМ (МООК ПО ФРАНЦУЗСКОМУ ЯЗЫКУ)

**Артемьева И.Н.**[1]

[1] – *Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия, artin51@mail.ru*

**Аннотация.** В статье рассматриваются МООК, один из самых перспективных трендов мирового образования. Автор анализирует два типа xMOOC и cMOOC, возможности и трудности их использования в обучении французскому языку.

Ключевые слова: французский язык, цифровые технологии, МООК, методики обучения

Цифровые технологии, применяемые в обучении иностранным языкам, значительно изменили методики преподавания, начиная от использования интерактивных досок, цифровых словарей и кончая созданием во многих вузах электронных учебно-методических комплексов (ЭУМК) и национальных или международных массовых открытых онлайновых курсов (МООК).

Первый получивший большую известность МООК «Введение в искусственный разум» С.Труна был предложен на платформе **Udacity** в 2008г., а уже спустя 10 лет существуют тысячи платформ и сотни тысяч МООК по разным дисциплинам: математике, информатике, физике, астрономии, биологии, юриспруденции, экономике, менеджменту, иностранным языкам… Подчеркивая лидирующую роль МООК в мировом образовании, крупнейшая платформа **Coursera**, так определила миссию МООК: обучать миллионы студентов со всего мира, **изменяя метод традиционного преподавания.**

Среди наиболее популярных иностранных платформ - **Coursera, Edx, Udacity, Canvas, OpenClassrooms, Khan Academy, Iversity, FUN, Udemy,** а среди российских - **Универсариум**, **Лекториум, Universiality**, **Открытый университет Егора Гайдара, Stepic, Учи новое, портал онлайн-курсов Московской школы управления «СКОЛКОВО»**, **Российская национальная платформа открытого образования.** На последней платформе уже существует 334 курса ведущих вузов страны: СПбГУ, НИУ ВШЭ, МГУ, МФТИ, НИТУ «МИСиС», ИТМО, в том числе по иностранным языкам. Некоторые курсы даже включены российскими вузами в учебные планы.

МООК делятся на два основных типа: x-MOOC и c-MOOC, которые существенно различаются подходами к обучению. X-MOOC построен как классический открытый онлайновый курс, четко структурирован, имеет заранее определенную программу и число лекций, интерактивные тесты к лекциям и форум, в котором можно задать вопросы преподавателю или обсудить материал с другими слушателями. C-MOOC опираются на теорию коннективизма и открытого обучения Дж.Сименса и Ст.Даунса, в соответствии с которой обучение должно происходить в группе людей, объединенных образовательной сетью. К возникновению c-MOOC привело осознание того, что просто доставки контента в дистанционном обучении не достаточно, т.к. обучение на самом деле является более сложным интеллектуальным процессом. C-MOOC широко используют коллаборативные способы получения знаний: блоги, вики, социальные сети, диалоги, дискуссии. Для гуманитарных дисциплин, в частности, для изучения иностранных языков, больше годятся c-MOOC.

МООК по разным аспектам и уровням французского языка предлагаются на большинстве названных платформ. В статье рассмотрен ряд языковых МООК, предлагающих курсы французского языка: LINGVIST (https://learn.lingvist.com/) русская программа обучения английскому и французскому языку за 200 часов, BISUU (https://www.busuu.com/) 12 языков от европейских до арабского, китайского, японского, в том числе и французский, MEMRISE (https://www.memrise.com/) более 300 курсов разных языков мира на разных уровнях обучения для слушателей, владеющих английским, немецким, испанским, польским, португальским или китайским языками, BABBEL (https://www.babbel.com/) 14 языков, разные уровни обучения, включая французский. LE FRANÇAIS AUTHENTIQUE (https://www.francaisauthentique.com/), аналогичный ему курс LE FRANÇAIS AVEC PIERRE (https://www.francaisavecpierre.com/), Cours de français langue étrangère A2 (https://www.fun-mooc.fr), Grammaire élémentaire de la langue française (https://mooc-francophone.com/cours/grammaire-elementaire-de-la-langue-francaise/).

МООК по французскому языку, в самом деле, обладают большими достоинствами. 1. При всех методических и технических различиях, они позволяют обеспечить освоение языка при условии систематической самостоятельной работы обучающихся. 2. Многие из них выдают сертификаты. 3. Как правило, их программа построена в соответствии с Европейской системой уровней, используются традиционные типы заданий и приемы обучения. 4. К достоинствам относится и то, что, применяя безграничные возможности WEB 2.0 и WEB 3.0, они современно представляют языковой материал с привлечением аудио и видео документов. 5. Они располагают также огромными возможностями для ознакомления с жизнью, менталитетом, обычаями страны изучаемого языка и позволяют развивать социолингвистическую и социокультурную компетенции. 6. Языковые МООК обладают большим объемом интерактивных обучающих и проверочных заданий. 7. Они также помогают ставить произношение, проводить эффективные тренировки в аудировании. 8. Они могут использоваться для обучения конкретным аспектам языка, например, математическому французскому языку с объяснением чтения формул и символов, деловой переписке и т.п.

С другой стороны их возможности в развитии коммуникативной компетенции – устной диалогической речи – несколько ограничены. К недостаткам языкового обучения с помощью МООК относится тот факт, что они предоставляют большую свободу обучающимся, что не всегда дает возможность системного последовательного освоения языка, при котором последующие знания и навыки опираются на ранее приобретенные. Практика МООК свидетельствует о том, что при массовой записи доля слушателей, прошедших курс до конца, составляет около 10%. Этот процент может служить точным показателем эффективности конкретного МООК.

Языковые МООК удобнее использовать для самостоятельного изучения языка по собственной программе в соответствии с индивидуальной скоростью обучения конкретного человека, и пока они не могут полностью интегрироваться в университетские программы.

**Литература**

1. Артемьева И.Н. Массовые открытые онлайн курсы (моок) в обучении иностранным языкам. //Актуальные проблемы экономики и инновации в образовании (Смирновские чтения) Материалы XVI международной научно-практической конференции. Международная академия наук высшей школы, Академия инженерных наук имени А.М. Прохорова, Ассоциация негосударственных вузов Северо-Западного федерального округа РФ, Международный банковский институт. 2017 СПб., Изд-во: Международный банковский институт, 2017. С. 48-58.

2. Артемьева И.Н. К вопросу о бизнес-модели МООК (массовых открытых онлайновых курсах)//Развитие молодежных международных научно-образовательных проектов. Материалы XV Между-

народной научно-практической конференции. Международный банковский институт. 2017. СПб., Изд-во Международный банковский институт, 2017. С.23-29
3. Cisel M. Utilisations des MOOC: éléments de typologie Thèse de doctorat en Sciences de l'éducation. Soutenue le 08-07-2016, pp 127-130. (Электронный ресурс. Режим доступа: https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01444125/document (дата обращения: 03.02.2019)
4. Français authentique. (Электронный ресурс. Режим доступа: https://www.francaisauthentique.com (дата обращения: 03.02.2019).

## NEW DIGITAL TECHNOLOGIES IN TEACHING FOREIGN LANGUAGES (FRENCH LANGUAGE MOOCs)

**Artemieva I.N.**[1]

[1] – *Russian State Hydrometeorological University, Saint Petersburg, Russia, artin51@mail.ru*

**Abstract.** The article discusses the MOOK, one of the most promising trends in world education. The author analyzes two types of xMOOC and cMOOC, the possibilities and difficulties of their use in teaching French.

Key words: French language, digital technology, MOOC, teaching methods

# ФОРМИРОВАНИЕ КОММУНИКАТИВНОЙ КОМПЕТЕНЦИИ НА ЗАНЯТИЯХ ПО ИНОСТРАННОМУ ЯЗЫКУ В ГОРНОМ УНИВЕРСИТЕТЕ

**Борисова Ю.В.**[1]

[1] – *Санкт-Петербургский горный университет, Санкт-Петербург, Россия, borisova1977@inbox.ru*

**Аннотация.** Статья посвящена методам формирования коммуникативной компетенции на занятиях по иностранному языку.

Ключевые слова: обучение иностранному языку, английский язык для специальных целей.

Вузовский курс иностранного языка носит коммуникативно-ориентированный и профессионально направленный характер. Его задачи определяются коммуникативными и познавательными потребностями специалистов соответствующего профиля. Наряду с **практической целью** – обучением общению, курс иностранного языка в неязыковом вузе ставит **образовательные и воспитательные цели.** Достижение образовательных целей осуществляется в аспекте гуманизации технического образования и означает расширение кругозора студентов, повышение уровня их общей культуры и образования, а также культуры мышления, общения и речи.

Одной из формируемых компетенций по большинству специальностей и направлений подготовки, реализуемых в Горном университете по ФГОС ВО является готовность к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языке для решения задач профессиональной деятельности [1].

Реализация воспитательного потенциала иностранного языка проявляется в готовности будущих специалистов содействовать налаживанию межкультурных и научных связей, представлять свою страну на международных конференциях и симпозиумах, относиться с уважением к духовным ценностям других стран и народов.

Таким образом, **целью** курса иностранного языка в Горном университете является овладение будущими специалистами необходимым и достаточным уровнем иноязычной коммуникативной компетенции для решения социально-коммуникативных задач в различных областях бытовой, культурной и профессиональной деятельности при общении с зарубежными партнёрами, а также для дальнейшего самообразования [2]. Среди основных задач дисциплины выделяют: формирование знаний лексического материала и коммуникативной грамматики для использования в профессионально-деловом общении; развитие коммуникативных умений во всех видах речевой деятельности (говорение, аудирование, чтение, письмо).

Эта цель и задачи решаются в Горном университете при изучении двух основных разделов: «Я и моё образование (учебно-познавательная сфера общения)» и «Я и моя научно-исследовательская деятельность (профессиональная сфера общения)».

В рамках изучения раздела «Я и моё образование (учебно-познавательная сфера общения)» студенты рассматривают систему высшего образования в России и за рубежом; тему «Горный университет»; историю и развитие их факультета/кафедры. В процессе изучения раздела «Я и моя научно-исследовательская деятельность (профессиональная сфера общения)» уделяется внимание изучению особенностей академической мобильности в Горном университете; научно-исследовательской работе; участию в международных научных мероприятиях.

Создание искусственной иноязычной среды в процессе обучения профессиональной коммуникации на иностранном языке – один из важных проблемных вопросов современной методики. С ним в первую очередь связана реализация массового обучения двум из четырех основных видов речевой деятельности: аудированию и говорению (условно-коммуникативному или коммуникативному). Для достижения этой цели профессорско-преподавательским составом кафедры иностранных языков используются ТСО.

В специально оборудованных аудиториях кафедры иностранных языков у преподавателя есть возможность выйти в интернет и показать студентам и аспирантам университета специальный раздел сайта университета, содержащий достаточно обширную подборку видео на английском языке (интервью с гостями университета, отрывки международных конференций и т.д.)

Помимо ставшего уже привычным аудирования иноязычных текстов, кафедра располагает коллекцией учебных и научных фильмов по горным, нефтегазовым и геологическим специальностям на иностранном языке. Преподавательский состав кафедры выпустил лабораторный практикум, посвященный работе с учебными фильмами на английском языке: Троицкая М.А. Горные породы. Ископаемые виды топлива / СПб., 2011. Практикум рассматривает работу с двумя учебными фильмами на английском языке: «Горные породы» (Rocks) и «Ископаемые виды топлива» (Fossil Fuels). В нем содержаться разнообразные задания для развития речевой деятельности, которые направлены на активизацию познавательной деятельности обучающихся.

Таким образом, в процессе овладения иностранным языком становится возможным развивать навыки творческой деятельности и умения по выполнению профессионально значимых задач и формировать коммуникативную компетенцию, определенную ГОС ВПО.

**Литература**

1. Федеральный Государственный Образовательный Стандарта высшего образования по специальности 08.05.01 строительство уникальных зданий и сооружений (уровень специалитета), утверждённый приказом Минобрнауки России № 1030 от 11 августа 2016 г.
2. Рабочая программа дисциплины «Иностранный язык» по специальности «08.05.01 «Строительство уникальных зданий и сооружений» (уровень специалитета)

# FORMATION OF COMMUNICATIVE COMPETENCE DURING FOREIGN LANGUAGE LESSONS AT THE MINING UNIVERSITY

**Borisova Y.V.[1]**

[1] – *Saint Petersburg Mining University, Saint Petersburg, Russia borisova1977@inbox.ru*

**Abstract.** The article is devoted to formation of communicative competence during foreign language teaching at the Mining University. The author analyses requirements of State Educational Standard and Working Program to the communicative competence and peculiarities of their realization during foreign language lessons at the Mining University.

Key words: foreign language teaching, English for specific purposes.

# ОБЩЕСТВЕННОСТЬ, БИЗНЕС И ВЛАСТЬ: ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ВЫЗОВЫ В СРЕДСТВАХ МАССОВОЙ ИНФОРМАЦИИ

**Быкова Е.В.**[1]

[1] – *Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Российская Федерация*

**Аннотация.** Социально значимые вопросы в сфере экологии и окружающей среды необходимо рассматривать в контексте их позиционирования в медиасреде. Цель статьи - продемонстрировать коммуникативные стратегии вовлеченных субъектов в СМИ сопряженные с мнимыми или реальными экологическими рисками.

Ключевые слова: средства массовой информации, экологические и социальные проблемы.

Медийное противостояние субъектов власти, бизнеса и общественности в вопросах экологии и окружающей среды имеют двоякий характер. Причиной кризисной коммуникации власти, бизнеса и общественности в СМИ является реальный или мнимый, искусственно созданный конфликт интересов ключевых игроков. С одной стороны, журналистские расследования вскрывают случаи нарушения Закона по охране окружающей среды, и гражданское общество, привлекая общественное внимание к этим случаям, выполняет важную социальную задачу, отвечая принципам социальной ответственности, создавая платформу для принятия управленческих или политических решений. С другой стороны, возникают общественные объединения, «борцы за чистый воздух», акции которых носят явный политический крен, подкреплены финансовыми, технологическими и человеческими ресурсами, их деятельность сводится к оппонированию правительству. Эти общественные организации создали собственное информационное пространство, пользователями которого являются небезразличные к вопросам окружающей среды люди, которые используются ими как протестный электорат.

Органы государственной власти зачастую опаздывают с выбором оптимальной коммуникационной стратегией в медиа. Журналисты традиционно встают на сторону местных жителей и экологических активистов, рядовому потребителю информации недосуг анализировать статус вовлеченных сторон и глубину их интересов, особенно если это представлено в СМИ в формате сенсации или скандала. При отсутствии управления коммуникационными потоками со стороны пресс-служб предприятий природопользования или мусороперерабатки в СМИ наращивается степень социальной напряженности в условиях реального или мнимого экологического риска, способного переводить экологическую повестку в политическое противостояние.

Оперативное реагирование, опережающие разъяснительные публикации по экологическим информационным поводам, оптимизирует выбор коммуникативной стратегии руководства предприятия, местной или государственной власти, инвесторов и повышает легитимность властных структур, снижает градус протестных настроений в обществе.

Системный подход к анализу информационных поводов в условиях тотальной медиатизации, цифровизации и политизации общества, пост-правды и фейковых новостей, хайповых информационных поводов, позволяет распутать противоречивый медийный коммуникационный клубок и определить, кто есть кто в вопросах экологии и защиты окружающей среды. Анализ коммуникативной стратегии ключевого субъекта

позволит разрабатывать коммуникационные программы с оптимизированной медийной повесткой для снятия градуса социальной напряженности.

Органам государственной власти необходимо проводить разъяснительную работу с общественностью, поскольку результатами противостояния и отсутствия внятной коммуникационной стратегии со стороны органов государственной власти и инвесторов.

Общественным организациям необходимо действовать в технических вопросах обсуждения с представителями производства, основываясь на принципах финансовой и медийной открытости, представители общественных движений должны получить приглашение на слушания в общественный совет.

Для местных жителей общественный совет должен подготовить материалы по презентации преимуществ строительства мусороперерабатывающего предприятия, проводить инициативные мероприятия по активизации раздельной утилизации мусора, проводить просветительскую работу на основе принципов открытости.

**Литература**

1. *Быкова Е. В., Гавра Д.П.* "Мусорные кризисы и скандалы": коммуникативные стратегии вовлеченных игроков // Стратегические коммуникации в бизнесе и политике. 2018. № 4 (1). С. 97-106.

2. *Sharkova E. A., Glinternik E. M., Bykova E. V., Gurushkin P. Yu, Taranova Yu. V.* Corporate environmental policy as an image-building resource for enterprises within the nuclear power industry // Eco. Env. & Cons. 23 (3): 2017; pp. (1743-1750)

## PUBLIC, BUSINESS AND POWER: ENVIRONMENTAL CHALLENGES IN MASS MEDIA

**Bykova E.V. [1]**

[1]– St. Petersburg State University

**Abstract.** In this article, the problems of ecology and the environment are analyzed in connection with socially significant information events in the media. The purpose of the article is to demonstrate communicative strategies for positioning the stakeholders in the media crisis communication.

Key words: the media, ecological and social problems.

# ИДИОМАТИЧЕСКИЕ СОЧЕТАНИЯ С ЛЕКСИЧЕСКИМИ ЕДИНИЦАМИ ТЕМАТИЧЕСКОГО ПОЛЯ «ПОГОДА» В РУССКОМ И ФРАНЦУЗСКОМ ЯЗЫКАХ

**Варзинова В.В.[1], Травина Л.Е.[1]**

*[1] – Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия*

**Аннотация.** В статье представлены результаты сравнительного анализа фразеологизмов, связанных с погодными и климатическими явлениями в русском и французском языках. Авторы связывают фразеологизмы, которые являются носителями культурной информации, с экологией языка и речи. В статье подчеркивается значимость владения идиоматическими сочетаниями с названиями погодных явлений для установления контакта между представителями разных культур.

Ключевые слова**:** экология языка, идиоматические словосочетания.

«Экология языка» - понятие, введенное лингвистом Э.Хаугеном, является в современном языковом пространстве наиболее актуальным, так как сохранение самобытности языка, его традиций в пространстве, подвергнутом процессу глобализации, может являться одним из основополагающих для сохранения многовековых законов формирования языковых процессов. При этом не стоит забывать о культуре речи, как о факторе, создающем общее представление о языке народа.

Тематическое поле «Погода» может представлять собой интерес тем, что климатические изменения, происходящие в мировом масштабе, привлекают внимание большей части населения нашей планеты Земля в связи с тем, что многие экономические, экологические и другие проблемы напрямую зависят от условий погоды. Идиоматические сочетания, связанные с этими природными явлениями, облегчают взаимопонимание при коммуникации разных языковых групп.

Идиоматические выражения, сочетания или фразеологизмы (ФЕ) являются своеобразным отражением истории развития языка и культуры определенного народа и при их сопоставлении, путем выявления предметов и явлений окружающего мира, их свойств, входящих в виде лексем в состав фразеологизма, можно увидеть сходства и различия в менталитете, характере народа.

Данная работа посвящена сравнительному анализу ФЕ с названиями погодных явлений в русском и французском языках. Как показал статистический анализ, общее число фразеологизмов, включающих лексические единицы (ЛЕ) тематического поля «Погода» составило 294 единицы в русском и французском языках, 56 и 238 единиц – соответственно. Тематическое поле «Погода» представлено следующими ЛЕ: дождь / la pluie, снег / la neige, град / la grêle /, ветер / le vent, солнце / le soleil, гроза / l'orage, гром / le tonnerre, молния / l'éclair, ураган / l'ouragan, смерч / la trombe, tornade, буря / la tempête, облако / le nuage, радуга / l'arc-en-ciel, ливень / l'averse, жара / la chaleur, холод / le froid, тепло / le chaud, роса / la rosée. В составе французских фразеологизмов представлены все перечисленные лексемы, среди русских ФЕ не встречаются идиоматические выражения со словом «гроза».

Цель работы заключается в выявлении сходств и различий в интерпретации явлений погоды русскими и французскими носителями языков на основе методики сопоставления фразеологизмов Н.Н. Кирилловой [2].

В идиоэтнической теории Н. Н. Кирилловой фразеологический знак представляет собой сложное образование, компоненты которого распределяются между тремя блоками, соответствующими трем составляющим человеческого существования — языку,

объективному миру, мышлению: 1) звуковая цепочка (фонетический аспект), атомарное словосочетание (лексико-грамматический аспект) и сама фразеологическая единица относятся к сфере языка; 2) первичный и вторичный десигнаты имеют «выход» в объективную действительность, в два типа контекста: первый — этимологический, второй — актуальный; 3) с психической сферой связаны а) интерпретатор, б) интерпретанта, в) интенция, г) установки, на которые интерпретатор ориентируется для выражения своей семантической интенции, и д) префразеологический аспект первичного десигната как результат синтеза предшествующих компонентов. Третий блок под названием «когнитивная сфера» выполняет функцию семиотической связки При сопоставлении ФЕ в двух языках выделяются межъязыковые фразеологические эквиваленты (МФЭ), межъязыковые фразеологические синонимы (МФС), межъязыковые фразеологические антонимы (МФА), межъязыковые фразеологические варианты (МФВ), межъязыковые фразеологические омонимы (МФО) [2: 26].

К МФЭ относятся фразеологизмы: «буря в стакане воды» – о сильном возбуждении, горячем споре из-за пустяков / «une tempête dans un verre d'eau» – буря в стакане воды, шум из-за пустяков. Как у носителей русского языка, так и у носителей французского языка образ из реальной ситуации, описанный одним и тем же атомарным словосочетанием «буря в стакане воды», основанный на сочетании противоположных явлений «нечто великое, фантастическое, пугающее» и «нечто маленькое, обыденное, простое» ассоциируется с созданием шума из-за пустяков.

Ветер в обоих языках ассоциируется с бесполезным, бессмысленным действием: «бросать (бросить) слова на ветер; говорить (*или* болтать) на ветер» – говорить без пользы или говорить необдуманно, зря, «пустить (пускать) по ветру (деньги, состояние)» – расточить, «jeter *qch* au vent» – выбросить на ветер. Данные фразеологизмы представляют собой межъязыковые фразеологические варианты.

Межъязыковыми фразеологическими синонимами являются: «ne sentir ni froid ni chaud pour qn» – быть равнодушным к кому-либо, «холод в глазах» – безразлично относиться к кому-либо.

ФЕ «avoir froid aux yeux (*или арго* aux chasses)» – струсить, испугаться является межъязыковым фразеологическим антонимом по отношению к русскому фразеологизму «иметь холод в глазах» – безразлично относиться к кому-либо. Противоположное видение одной и той же ситуации из предметного мира (атомарное словосочетание – иметь холод в глазах) отражается в значении фразеологизмов, в русском варианте – безразличие, во французском – испуг.

Идиоматические выражения, не имеющие аналогов в сравниваемом языке, являются уникальными и в наибольшей степени отражают специфику восприятия окружающего мира. Например, «train de neige» (АСС «снежный поезд») – поезд, везущий людей на зимний отдых – во французском языке и «золотой дождь» (АСС «дождь из золота») – о больших, неожиданно появившихся деньгах - в русском языке.

Таким образом, идиоматические выражения являются частью экологии языка, а их знание и умение использовать в речевой коммуникации способствует сохранению и развитию «экологичности» своего родного языка.

**Литература**

1. Гак, В. Г. Новый большой французско-русский фразеологический словарь// В. Г. Гак, Н76 Л. А. Мурадова и др; под ред. В. Г. Гака. – 2е изд., стереотип. – М.: Рус. Яз. – Медиа, 2006. – XX, 1624, [4] с.

2. Кириллова, Н. Н. Фразеология романских языков: этнолингвистический аспект : монография. — СПб.: Изд-во РГПУ им. А. И. Герцена, 2003. — 319с.

# IDIOMATIC EXPRESSIONS IN THE "WEATHER" FIELD IN THE FRENCH AND RUSSIAN LANGUAGES

**Varzinova V.V.[1], Travina L.E.[1]**

[1] – *Russian State Hydrometeorological University, Saint Petersburg, Russia*

**Abstract.** The article presents the results of comparative analyses of idiomatic expressions in the "weather" field in the French and Russian languages. The authors connect idiomatic expressions with the ecology of language. They emphasize that the knowledge of these lexical units can enhance understanding between native speakers from different cultures.

Key words: the ecology of language, idiomatic expressions.

# ОБУЧЕНИЕ ПЕРЕВОДУ СТУДЕНТОВ ИНЖЕНЕРНЫХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ НА ЗАНЯТИЯХ ПО ИНОСТРАННОМУ ЯЗЫКУ В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ

**Гоман Ю.В.**[1]

[1] – *Санкт-Петербургский горный университет, Санкт-Петербург, Россия, juliagoman@mail.ru*

**Аннотация.** В статье рассматриваются вопросы, связанные с обучением переводу студентов нефилологических специальностей. Представлен анализ целей, методов приемов обучения.

Ключевые слова: умения перевода, обучение иностранному языку.

Перевод является одной из необходимых составляющих профессиональной компетенции инженера, поскольку позволяет им поддерживать высокий уровень осведомленности о развитии научных исследований в своей специальности на международном уровне. Нововведения в обучении переводу в неязыковом вузе можно рассмотреть по трем составляющим: формулировка целей обучения, развитие технологий обучения и переосмысление тенденций в обучении переводу студентов неязыкового вуза. В образовательных программах для инженеров отмечается необходимость знаний в следующем направлении: ‘достижения науки и техники, передовой отечественный и зарубежный опыт в сфере добычи углеводородного сырья.’ [1]. Следовательно целью обучения иностранному языку в неязыковом вузе является изучение зарубежного опыта по специальности. Необходимо развивать следующие переводческие умения у будущих инженеров:

- знать теоретические особенности перевода с иностранного языка на родной язык;
- уметь применять знание теории в практике переводческой деятельности;
- владеть иноязычными коммуникативными умениями в профессиональной деятельности.

Следующий этап реализации нововведений – технологии обучения. Под технологиями обучения понимаются упражнения, отобранные для развития переводческих умений и навыков в соответствии с определенными принципами. Мы предлагаем руководствоваться принципом последовательности в освоении навыков и умений. Рекомендуется использовать упражнения в устном и письменном переводе, а также переводе в разных комбинациях: перевод с иностранного на родной язык и перевод с родного на иностранный язык. Важную роль в обучении переводу в неязыковом вузе играет обучение переводу терминов по специальности. Эффективными можно считать упражнения по их отбору из аутентичного источника и последующему переводу. Примеры упражнений могут выглядеть таким образом:

1.Прочитайте текст и составьте глоссарий терминов.

2.Подберите эквиваленты к следующим терминам.

Помимо работы с терминами по специальности можно предлагать студентам переводить небольшие научные тексты по специальности, а также тексты других жанров, например, публицистические статьи. Практика перевода текстов разных жанров развивает переводческие умения и кругозор студентов. Эффективным приемом развития переводческих умений можно считать изучение теоретических основ перевода на основе анализа примеров и последующий подбор идентичных примеров из текстов по специальности. Можно предложить студентам выполнение следующих упражнений:

*1. Прочитайте информацию об особенностях перевода инфинитива на русский язык. 2.Переведите данные предложения, используя один из предлагаемых приемов*

*перевода. 3.Найдите в тексте примеры инфинитива и подберите подходящий способ перевода из ряда изученных способов.*

Следующий тип упражнений - развивать умение критичной оценки текста перевода и анализа переводческих ошибок или недочетов. Можно организовать обсуждение перевода в режиме коллегиальной обратной связи студентов и выполнить следующие упражнения:

*1. Прочитайте предложение на английском языке, его перевод и найдите смысловую/ языковую ошибку.*

*2. 'Защитите' выполненный перевод перед группой коллег: обоснуйте свой вариант перевода и ответьте на вопросы по выбору приемов перевода.*

Третье направление нововведений - это тенденции в обучении переводу в неязыковом вузе на данном этапе. Можно выделить следующие тенденции: личностно-ориентированное обучение, при котором преподаватель помогает каждому студенту идти к цели обучения с учетом особенностей восприятия нового материала и степени заинтересованности в предмете; интегрированное обучение, которое предполагает изучение нового о специальности и других необходимых областях профессиональных интересов в процессе обучения переводу; самостоятельная работа, с помощью которой каждый студент может достигнуть желаемого уровня обученности по дисциплине; проблемное обучение, благодаря которому можно стимулировать мотивацию студентов в изучении как специальности, так и в освоении дополнительных профессионально-ориентированных компетенций.

**Литература**

1. Приказ об утверждении профессионального стандарта "Специалист по добыче нефти газа и газового конденсата" от 3 сентября 2018 г. № 574н.
http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?rnd=5B44BB60A29E9FC8071FF3E31B622D15&req=doc&base=LAW&n=307606&dst=100010&fld=134#0868190722360076

# TEACHING TRANSLATION TO STUDENTS OF ENGINEERING SPECIALISATIONS AT CLASSES OF THE FOREIGN LANGUAGE AT A TECHNICAL UNIVERSITY

**Goman I.V.[1]**

[1] – *St. Petersburg Mining University, St. Petersburg, Russia, juliagoman@mail.ru*

**Abstract.** Developing the skills of translation form the foreign language at a technical university is a necessary constituent of an engineer's professional competence. One of the possible implications of this skill is possibility to study new materials in specialisation in order to be aware of the latest trends in profession. We can suggest three ways of analyzing the experience of teaching translation at a technical university: aims of teaching translation, exercises to teach translation based on certain principles and new trends in teaching translation at a technical university.

Key words: translation skills, foreign language teaching.

# ЯЗЫК ЭКОЛОГИИ И ПОЛИТИЧЕСКИЙ ДИСКУРС

**Дектерев С.Б.[1], Осокина Н.Ю.[2]**

*[1] – Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия, s.dekterev@spbu.ru*
*[2] – Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия*

**Аннотация.** Статья посвящена анализу роли языка экологии в политическом дискурсе. Основной целью является сравнительный анализ освещения вопросов экологии в русском и английском языках в рамках изучения политического дискурса.

Ключевые слова: экология, эколингвистика, дискурс.

Современную науку отличает междисциплинарный характер, что обусловлено сложностью окружающего нас мира. Одним из направлений в науке, предметом исследования которого служат вопросы устойчивого сосуществования природы и языка, является эколигвистика.

Возникновение эколингвистики традиционно связывают с докладом и последующей публикацией Э. Хаугена [5]. Однако, ряд исследователей склонны рассматривать работы Вильгельма фон Гумбольдта (1767–1835) о взаимозависимости языка и окружающего мира в качестве предтечи эколингвистики [3: 109]. В дальнейшем Халлидей М. выделяет наряду с социумом также экологический контекст, установив таким образом связи между языком и проблемами охраны окружающей среды и, до некоторой степени, между языком и политикой [4].

Согласно превалирующей точке зрения, политический дискурс – это набор жанров, ограниченный определенной социальной сферой деятельности [2: 23]. Таким образом, политический дискурс сопровождает политический акт в политических обстоятельствах.

Представляется интересным сравнить освещение вопросов экологии на материале русского и английского языков в рамках политического дискурса. Так, данные Национального корпуса русского языка [1] показывают, что по сфере функционирования текстов эко-лексика обнаруживает себя в основном в публицистике – 208 документов (87,4% от общего количества найденных документов заданного подкорпуса), в официально-деловой сфере – 14 документов (5,9%), в сфере электронной коммуникации – 8 документов (3,4%) а также в учебно-научной сфере – 8 документов (3,4%). Пики употребления эко-лексики приходятся (частота на миллион словоформ): на 1974 год (0,65557), 1986 (1,53994), 1990 (1,50412), 1994 (1,15926), 2003 (3,68066), 2009 (2,67316) и в 2011 году (2,93288). Частотность употребления резко идет на убыль, начиная с 2011 года.

Данные корпуса **Glo**bal **W**eb-**b**ased English (GloWbE) [6], включающего базы данных 20 стран, США, Великобритания и Австралия обнаруживают наибольший объем употреблений эко-лексики, тогда как, Танзания (13,34), Кения (8,62) и Бангладеш (6,48) лидируют в распределении по частоте употреблений эко-лексики на миллион словоформ.

Данные корпуса NOW (News on the Web) [7], насчитывает более 4,7 миллиарда слов и пополняется на 5-6 миллионов слов ежедневно, с 2010 года, момента его существования, по настоящее время наибольшая частотность употребления эко-лексики наблюдается в 2010 году (5,45 употреблений на миллион слоформ), в первой половине 2013 года (5,30) и в первой половине 2012 года (5,13). Частотность употребления эко-лексики стремительно снижается, начиная с 2015 года, с самым низким показателем в первой половине 2017 года (2,94).

При несомненном интересе как лингвистов, так и широкой общественности к вопросам окружающей среды, мы, тем не менее, наблюдаем очевидную тенденцию к спаду уровня освещения вопросов экологии в мировом масштабе, что, в свою очередь, не может не быть связано с определенными экстралингвистическими факторами, повлиявшими на динамику употребления эко-лексики, однако, этот вопрос находится уже за рамками собственно лингвистического исследования и должен быть адресован аналитикам в области политологии, социологии и экологии.

**Литература**

1. Национальный корпус русского языка [Электронный ресурс]. URL: http://www.ruscorpora.ru (дата обращения: 13.07.2018).
2. Шейгал Е.И. Семиотика политического дискурса. - М.: Гнозис, 2004. - 324 с.
3. Chen S. Language and ecology: A content analysis of ecolinguistics as an emerging research field. Ampersand, Vol. 3, 2016. P. 108-116.
4. Halliday, M. A. K. New ways of meaning: the challenge to applied linguistics // Language in a Changing World, ACT: Applied Linguistics Association of Australia (Occasional Papers 13). P. 1-41.
5. Haugen E. The Ecology of Language. - Redwood City: Stanford University Press, 1972. – 384 p.
6. Global Web-based English [Электронный ресурс]. URL: http://corpus.byu.edu/glowbe/ (дата обращения: 13.07.2018).
7. NOW [Электронный ресурс]. URL: http://corpus.byu.edu/now/ (дата обращения: 13.07.2018).

## ECOLOGY ISSUES AND POLITICAL DISCOURSE

**Dekterev S.B.[1], Osokina N.Y.[2]**

*[1] – Saint Petersburg State University, Saint Petersburg, Russia, s.dekterev@spbu.ru*
*[2] – Saint Petersburg State University, Saint Petersburg, Russia*

**Abstract.** The study is a quantitative meta-analysis of ecology issues from the perspective of political discourse. The study aims to provide a comprehensive analysis of the current dynamics within ecology issues and political discourse for researchers interested in this emerging field.

Key words: ecology, ecolinguistics, discourse.

# ПРОФЕССИОНАЛЬНО-ОРИЕНТИРОВАННОЕ ОБУЧЕНИЕ ИНОСТРАННОМУ ЯЗЫКУ В СФЕРЕ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ

**Дорошкевич И.С.**[1]

[1] – *ФГБОУ ВО «РГГМУ», Санкт-Петербург, Россия, dor-irina@yandex.ru*

**Аннотация.** В статье формулируются задачи и содержание профессионально-ориентированного обучения иностранному языку будущих специалистов в сфере гидрометеорологии в рамках компетентностного подхода.

Ключевые слова: коммуникативная компетенция, компетентностный подход, профессионально-ориентированное обучение.

В современных условиях интенсификации академической и трудовой мобильности, международного сотрудничества в области научно-исследовательской и производственной деятельности иностранный язык является необходимым инструментом профессиональной деятельности. Овладение иностранным языком с точки зрения принятого в настоящее время подхода в профессиональном образовании означает приобретение студентом иноязычной коммуникативной компетенции.

Предпосылками к формированию компетентностного подхода в образовании в целом и в преподавании языков в частности послужили идеи таких зарубежных ученых, как Н. Хомский, Д. Хаймс, Д. Равен; в нашей стране начало разработки принципов компетентностного подхода в образовании связывают, прежде всего, с именами А.В. Хуторского, И.А. Зимней.

Базовым понятием этого подхода является понятие «компетенция». Исследователи отмечают, что в международном академическом сообществе консенсус относительно значения этого термина не достигнут. Составители глоссария, посвященного терминам Болонского процесса, предлагают опираться на следующее определение: «Компетенция – динамическая комбинация характеристик (относящихся к знанию и его применению, умениям, навыкам, способностям, ценностям и личностным качествам), описывающая результаты обучения по образовательной программе, то есть то, что необходимо выпускнику вуза для эффективной профессиональной деятельности, социальной активности и личностного развития, которые он обязан освоить и продемонстрировать» [1, С. 53].

Во многих отечественных работах наряду с понятием «компетенция» встречается понятие «компетентность». Единого мнения среди ученых по поводу того, как эти термины соотносятся между собой, нет. Между тем, западные исследователи и методисты, принимая во внимание неоднозначность базовых терминов компетентностного похода, приходят к отказу от их использования при разработке средств описания того, что должны знать, понимать и/или быть в состоянии продемонстрировать студенты в конце модуля или программы в пользу, как представляется, более «прозрачного» понятия «результаты обучения» [2, С. 10].

Отечественный федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования (далее ФГОС ВО), следуя терминологии Болонского процесса, результатом освоения образовательной программы считает формирование компетенций – общекультурных, общепрофессиональных и профессиональных. Компетенция, относящаяся к коммуникации в целом и к освоению иностранного языка в частности, входит в перечень общекультурных и, как правило, для неязыковых специальностей формулируется как способность к эффективной коммуникации в устной и письменной формах, в том числе на иностранном языке.

Проектирование профессионально-ориентированного обучения иностранному языку в категориях компетентностного подхода осуществляется на основе положений Совета Европы, представленных в документе «Общеевропейские компетенции владения иностранным языком: изучение, преподавание, оценка» [5]. Коммуникативная компетенция здесь представлена тремя (под)компетенциями: лингвистической, прагматической, социолингвистической, а также содержит базовую (под)компетенцию – знание о мире, жизненный опыт, познавательные способности, умения жить в поликультурном обществе. Все перечисленные аспекты коммуникативной компетенции учитываются при разработке рабочих программ дисциплины «Иностранный язык» в Российском государственном гидрометеорологическом университете. Планирование тематического содержания профессионально-ориентированного обучения иностранному языку определяется видами и содержанием профессиональной деятельности будущих специалистов, для которых разрабатывается данная рабочая программа дисциплины.

Объектами профессиональной деятельности выпускников, освоивших программу бакалавриата 05.03.05 Прикладная гидрометеорология [4], являются атмосфера, океан и воды суши, прогноз погоды, гидрометеорологические явления, охрана окружающей среды, изменения климата, методы, средства и технологии мониторинга, анализ и прогнозирование состояния окружающей среды. Одной из профессиональных задач, которую должен быть готов решать выпускник в рамках своей научно-исследовательской деятельности является «поиск и анализ зарубежной научно-технической информации по тематике исследований» [4, С. 4], поэтому обучение работе с текстами профессиональной направленности и иноязычными информационными ресурсами является важным элементом курса иностранного языка.

Еще одной сферой применения иноязычной коммуникативной компетенции выпускника является участие в международных конференциях, рабочих группах, научных коллективах, организуемых для обсуждения и решения теоретических и практических задач профессиональной области. Таким образом, возрастает значение овладения устной и письменной речью, как в рамках «общего» иностранного языка, так и в рамках профессионально-ориентированного иностранного языка с целью реализации эффективной коммуникации при обсуждении идей, представлении и публикации результатов исследований.

При планировании обучения не упускается из внимания то, что во многих ситуациях общения происходит совмещение нескольких коммуникативных сфер, и было бы неправильно концентрировать обучение исключительно в пределах профессиональной сферы коммуникации.

Таким образом, задачи профессионально-ориентированного обучения иностранному языку в сфере наук о Земле в терминах "знать-уметь-владеть" и компоненты содержания обучения, включаемые в программы дисциплин, формулируются на основе представленной в документе Совета Европы концепции коммуникативной компетенции, при этом учитываются конкретные профессиональные задачи будущего бакалавра, представленные в федеральном государственном образовательном стандарте высшего образования.

**Литература**

1. Болонский процесс: Глоссарий (на основе опыта мониторингового исследования) [Электронный ресурс] / Авт. сост.: В.И. Байденко, О.Л. Ворожейкина, Е.Н. Карачарова, Н.А. Селезнева, Л.Н. Тарасюк / Под науч. ред. д-ра пед. наук, профессора В.И. Байденко и д-ра тех. наук профессора Н.А. Селезневой. – М.: Исследовательский центр качества подготовки специалистов, 2009. – 148 с. URL: http://fgosvo.ru/uploadfiles/npo/20120408235619.pdf (дата обращения 07.02.2019)

2. Кеннеди Д. Написание и использование результатов обучения: практическое руководство [Электронный ресурс] / Пер. Карачаровой Е.Н. Университет Корк, Ирландия. 2007. С. 2-51. URL: http://main.isuct.ru/files/edu/umu/publ_result_obucheniya.pdf (дата обращения 07.02.2019)
3. Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 05.03.04 Гидрометеорология (уровень бакалавриата): приказ Минобрнауки России от 7 августа 2014 г. № 953 [Электронный ресурс]. URL: http://fgosvo.ru/uploadfiles/fgosvob/05_03_04_Gidrometeorologia.pdf (дата обращения 07.02.2019)
4. Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 05.03.05 Прикладная гидрометеорология (уровень бакалавриата): приказ Минобрнауки России от 12 марта 2015 г. № 214 [Электронный ресурс]. URL: http://fgosvo.ru/uploadfiles/fgosvob/050305.pdf (дата обращения 07.02.2019)
5. Общеевропейские компетенции владения иностранным языком: изучение, преподавание, оценка [Электронный ресурс]. М.: Изд-во МГЛУ, 2003. - 256 с. URL: learnteachweb.ru/articles/eurcomp.doc

# TEACHING ENGLISH FOR HYDROMETEOROLOGY IN THE CONTEXT OF COMPETENCE-BASED APPROACH

**Doroshkevich I.S.**[1]

[1] – *RSHU, Saint-Petersburg, Russia, dor-irina@yandex.ru*

**Abstract.** The article is concerned with the aims and the content of teaching English for students of hydrometeorology in the context of competence-based approach.

Key words: English for specific purposes, communicative competence, competence-based approach.

# СТРАТЕГИИ ЧТЕНИЯ КАК СРЕДСТВО РАЗВИТИЯ ИНОЯЗЫЧНОЙ КОММУНИКАТИВНОЙ КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТОВ

**Зайцева Е.В.**[1]

[1] – *РГГМУ, Санкт-Петербург, Россия, kat-04@rambler.ru*

**Аннотация.** В данной статье дается обзор читательским стратегиям чтения, которые могут быть использованы преподавателями иностранного языка для развития иноязычной коммуникативной компетентности студентов.

Ключевые слова: стратегии чтения, технологии критического мышления, мотивация.

В современной ситуации развития общества знание иностранного языка становится востребованным в практической и интеллектуальной деятельности человека. В условиях процесса глобализации мирового рынка труда владение студентами иностранными языками повышает статус специалистов, усиливает профессиональную конкурентоспособность, обеспечивает успех научных и деловых контактов. Такая ситуация существенно повышает престиж дисциплины.

Важным этапом в профессиональной подготовке современного компетентного специалиста является чтению текстов профессионального назначения. И здесь понятие мотивации выходит на первый план. Конечно, проблема мотивированности в обучении возникает по каждому предмету, но особенно остро она проявляется в изучении иностранного языка, поскольку требует от студента наличия определенной базы коммуникативных способностей. Нередко это вызывает у студентов определенные сложности, и мотивированность исчезает, поскольку обучение иностранному языку, и в частности чтению, часто проводится без учета профессиональных запросов студентов, традиционными методами, приводя к снижению уровня познавательной активности обучаемых. Работа с текстом с использованием разнообразных стратегий, направленных на осмысление и понимание текста, может улучшить ситуацию.

Одними из первых выдвинули положение о наличии стратегий, которые управляют процессом чтения, восприятия и понимания читаемого материала, психолингвисты К. Гудман и П. Колерс. В отечественной литературе встречаемся с понятием «стратегия чтения» у А. А. Леонтьева, Р. П. Мильруда, М. Л. Вайсбурд, С.А. Блохиной и др. [2,3].

Технология развития критического мышления (КМ) являются одним из способов реализации стратегии смыслового чтения.

КМ - это один из видов интеллектуальной деятельности человека, который характеризуется высоким уровнем восприятия, понимания, объективности подхода к окружающему его информационному полю. Базовый дидактический цикл данной технологии: Вызов (актуализация имеющихся знаний), мотивационнная, коммуникационная фаза; Осмысление (информационная фаза) получение новых знаний; рефлексия (обмен мнениями о новой информации) – мотивационная, оценочная, коммуникационная фаза.

Приемы работы с текстом, которые могут помочь в освоении лексики на иностранном языке и пониманию текста [1].

Стратегии предтекстовой деятельности/стадии вызова:

Кластеры («кластер» - гроздь), выделение смысловых единиц текста и их графическое оформление в виде грозди.

Таблица «плюс – минус – интересно» (ПМИ) и ее вариант «плюс – минус – вопрос».

Таблица «Знаю – хочу знать – узнал» (первые две колонки заполняются на стадии вызова и последняя на стадии рефлексии).

Таблица «толстых» (требующие объяснения) и «тонких» (Что? может ли?) вопросов (может быть использована на любой стадии).

Стратегии текстовой деятельности/стадия осмысления:

"Дневники и бортовые журналы" - способы визуализации материала.

«Восстановление / заполнение пропусков» - дополнить текст недостающими словами.

«Чтение про себя с вопросами» - чтение по абзацам и составление вопросов по содержанию текста.

«Чтение про себя с пометками» - по ходу чтения необходимо заполнить таблицу:

++ соответствует тому, что знаю;

– противоречит тому, что знаю;

+ новое;

? надо обсудить.

Стратегии послетекстовой деятельности/стадия рефлексии:

«Ментальные карты» (mindmapping) – это эффективная техника визуализации мышления и альтернативной записи. Ее можно применять для создания новых идей, фиксации идей, анализа и упорядочивания информации.

«Фишбон» – графическая техника представления информации, которая позволяет образно показать проблему, причины и факты.

«Верные и неверные утверждения».

Таким образом, технологии развития критического мышления, как и стратегии развития смыслового чтения, направлены на развитие иноязычной коммуникативной компетентности студентов, способных анализировать, сравнивать, сопоставлять и оценивать знакомую и новую информацию. Кроме того, разнообразные формы работы будут способствовать мотивации к изучению иностранного языка.

**Литература**

1. Галактионова Т.Г., «Технологии успешного обучения»/Т.Г. Галактионова, Т.В. Дорофеева // Учебно-методические материалы/ Библиотека гимназического союза России, 2015.

2. Вайсбурд М. Л., Блохина С. А. Обучение пониманию иноязычного текста при чтении как поисковой деятельности // ИЯШ. 1997. № 1. С. 19–24.

3. Мильруд Р. П. Компетентность в изучении языка // ИЯШ. 2004. № 7. С. 30–36.

## READING STRATEGIES FOR DEVELOPING FOREIGN LANGUAGE COMMUNICATIVE COMPETENCE OF STUDENTS

**Zaytseva E.V.**[1]

[1] – *RSHU, Saint-Petersburg, Russia, kat-04@rambler.ru*

**Abstract.** This article concerns an overview of reading strategies that can be used by foreign language teachers for developing foreign language communicative competence of students.

Key words: reading strategies, critical thinking technologies, motivation.

# ФОРМИРОВАНИЕ МЕТАНАВЫКОВ НА ВСЕХ СТУПЕНЯХ ОБРАЗОВАНИЯ ПРИ ОБУЧЕНИИ ИНОСТРАННОМУ ЯЗЫКУ

**Игнатьева Н.В.[1], Митина Ю.В.[2]**

*[1] – ГБОУ СОШ №139, Санкт-Петербург, Россия, e-mail: ignatieva.english@gmail.com*

*[2] – РГГМУ, Санкт-Петербург, Россия*

**Аннотация.** В статье рассматриваются способы формирования метанавыков обучающихся на всех ступенях образования. Предлагается возможность интеграции предметных областей с иностранным языком. Описывается универсальная проектная методика.

Ключевые слова: метанавыки, проектная методика, английский язык, профессионально-ориентированный иностранный язык.

На сегодняшний день реализация инновационных тенденций в области среднего и высшего образования является актуальной и высоко востребованной. Новые подходы в методике обучения различным предметам становятся на виток очередного развития. Одним из таких направлений становится формирование так называемых метанавыков у обучающихся, которые подразумевают под собой познавательные умения и навыки, призванные воплотить идею генеративного обучения. Посредством формирования метанавыков у обучающихся на всех ступенях системы образования устанавливается единая связь между разными предметными областями, что способствует развитию «умения учиться», а также способствует осознанию обобщенной системы понятий, свойственной всем предметам в целом и реализуемой при изучении отдельно взятого предмета в частности.

Преподавание иностранных языков является одним из универсальных инструментов для формирования метанавыков по ряду причин. Укажем основные. Во-первых, иностранный язык является по своей природе как целью, так и средством обучения, поэтому, при изучении иностранного языка открываются новые горизонты для познания различных иных предметных областей. Во-вторых, иностранный язык в рамках образовательного процесса, что немаловажно, довольно легко интегрируется с другими сферами наук, поэтому достаточно просто реализуется в рамках той или иной учебной программы. В-третьих, учитывая активное использование коммуникативного и интерактивного подхода в процессе обучения иностранному языку, обучающийся быстро находит применение полученным знаниям, а также обратную связь. В-четвертых, новые подходы к методике обучения, в основе которых лежит цель учесть индивидуальные особенности и интересы каждого в отдельности взятого ученика, способствуют множеству вариантов интеграции иностранного языка с другими предметами, которые интересны ученику или нужны для освоения будущей специальности.

На первой ступени образования, в школе, формирование метанавыков возможно с первых лет обучения иностранному языку. Еще в начальной школе, даже с минимальным словарным запасом, школьники, в рамках, например, проекта, могут реализовать свои интересы и научиться иностранному языку, познавая другие предметные области, в частности, биологию. Проектная методика в начальной школе, безусловно, носит игровой характер и способствует развитию навыков познания. В средней и старшей школе такая методика может носить более серьезный характер. Так, например, в рамках общего и дополнительного образования детей, возможна реализация проектов, связанных с защитой окружающей среды, лингвокультуроведением,

литературой, а также иными областями, которые интересуют школьников и могут стать мотивом для выбора будущей профессии и соответствующего учебного учреждения последующей образовательной ступени.

На этапе обучения в вузе также возможны проекты, основанные на изучении иностранного языка, но посвященные именно тем узким предметным областям, с которыми связана будущая специализация. Например, при обучении иностранному языку студентов-экологов, иностранный язык интегрируется с экологией, что должно быть отражено и в учебных пособиях, содержащих аутентичные тексты на экологическую тематику, и в самих занятиях, которые могут включать себя различные проекты по углублению в данную область наук.

В рамках обучения в магистратуре проектная методика для формирования метанавыков представляется необходимой, поскольку иностранный язык становится еще более суженным и профессионально-ориентированным. С другой стороны, молодым ученым требуется не только пассивное знание иностранного языка, даже пусть узкоспециализированного, но навыки и умения коммуникации на иностранном языке, с учетом все той же профессиональной лексики, особенно если речь идет об английском языке, который является основным языком международных конференций.

Универсальной, на наш взгляд, методикой для формирования метанавыков с опорой на иностранный язык является проектная методика, имеющая следующие этапы:

1. Выявление интересующей области, предмета у обучающегося
2. Установление сроков проекта исследования и его этапов
3. Реализация проекта
4. Обратная связь

Поняв интерес, вызывающий мотивацию к обучению иностранному языку, преподавателю следует, учитывая возраст, уровень владения языком, психологические особенности обучающегося, определить сроки проекта, обозначить этапы проекта, а также реализовать проект в виде публичного выступления на конференции, участия в конкурсе или участия в игровом уроке, воссоздающем реальные ситуации. Также немаловажно, чтобы обучающийся ощутил результаты своей работы, а также сумел проанализировать их и оценить.

Подводя итог сказанному выше, следует отметить, что формирование метанавыков – серьезная задача, для реализации которой требуются дальнейшие исследования с целью нахождения максимально эффективной и расширенной системы взаимодействия разных предметных областей, сконцентрированной на личности обучающегося.

**Литература**

1. Бакиева О.А., Попова О.А. Формирование метапредметных компетенций студентов педагогического вуза в условиях новой образовательной парадигмы // Концепт. 2018. №5. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/formirovanie-metapredmetnyh-kompetentsiy-studentov-pedagogicheskogo-vuza-v-usloviyah-novoy-obrazovatelnoy-paradigmy (дата обращения: 10.02.2019).

2. Быкова Е.В., Федорова Н. Ю. Принципы обучения презентации // Научный вестник Воронеж. гос. арх.-строит. ун-та. Современные лингвистические и методико-дидактические исследования. – 2015. – Вып. 1 (25). – С. 115-126. [Электронный ресурс]. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=23296708 (дата обращения: 09.12.2018).

3. Герасимова И.Г. Изучение потребностей студентов и их ожиданий от курса иностранного языка для специальных целей // Психология и педагогика на современном этапе. – 2015. – Вып. 6. – С. 116-119. [Электронный ресурс]. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=23415747& (дата обращения: 09.12.2018).

# FORMATION OF META-SKILLS IN ALL EDUCATION STAGES WHEN TEACHING FOREIGN LANGUAGE

**Ignatieva N.V.[1], Mitina J.V.[2]**

*[1] – State-Funded Educational Instituion Secondary school №139, St. Peterburg, Russia, ignatieva.english@gmail.com*
*[2] – RSHU, St. Peterburg, Russia, juliet3000@mail.ru*

**Abstract.** The article considers the mechanisms of forming meta-skills of students in all education stages. The possibility of integration of specialised subjects and foreign language is proposed, the universal project procedure being described.

Key words: meta-skills, project procedure, English language, language for special purposes.

# ПРИЕМЫ ОБУЧЕНИЯ АНГЛИЙСКОЙ ЛЕКСИКЕ МАГИСТРАНТОВ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО НАПРАВЛЕНИЯ

**Курченко Н.М.[1], Медко Е.А.[2]**

*[1] – Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия, azaliank@gmail.com*
*[2] – Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия*

**Аннотация.** В статье представлен анализ типов заданий, относящихся к четырем этапам работы с лексическим материалом: презентация новой лексики, усвоение ее учащимися, закрепление и контроль. Приводятся примеры упражнений и заданий для работы с лексикой.

Ключевые слова: лексика, семантизация, интернациональные слова, ложные друзья переводчика, оригинальный текст, словосочетания, конференция.

1. Современные условия требуют от выпускников неязыковых вузов не только умения переводить оригинальную литературу и составлять доклады для выступления на международных конференциях, но и свободно общаться на профессиональные темы с коллегами из других стран.

2. Из трех составляющих иностранного языка – фонетики, грамматики, лексики – последней уделяется особое значение.

3. Основным источником формирования лексического запаса студентов являются учебные и оригинальные тексты по специальности.

4. Работу над лексическим материалом делят на этапы, хотя следует заметить, что специалисты придерживаются разного мнения о том, сколько должно быть этапов.

5. В статье рассматривается вариант работы над лексикой в 3 этапа: предтекстовый, текстовый, послетекстовый.

6. На первом этапе необходимо выбрать способ семантизации: а) дефиниция на русском языке, б) объяснение на английском языке, в) определение значения слова через контекст. Кроме того, следует учитывать принципы словообразования, интернациональность слов, употребление существительных в качестве определения, синонимы и антонимы.

7. При изучении интернациональных слов нужно обращать внимание студентов на так называемых “ложных друзей переводчика“. Интернациональные слова совпадают фонетически и грамматически, а также могут совпадать по значению, и, кажется, облегчают работу по переводу лексического материала.

8. Но большое количество слов в английском языке имеют совсем не то значение, которое приходит в голову в первую же минуту. Именно такие слова и представляют особую трудность при работе с лексикой (например, слово “accurate”).

9. Целью лексических упражнений, выполняемых перед текстом, является закрепление фонетической и грамматической формы слова и введение значения слова, которое дается с учетом контекста.

10. Продуктивными являются задания, требующие от студента применения только что изученного слова при ответе на вопросы преподавателя.

11. Специфика предтекстовых упражнений состоит в том, чтобы научить студентов самостоятельно работать над незнакомой лексикой.

12. Второй этап связан с работой непосредственно над текстом. При этом контролируется произношение слова, его грамматическая форма, знание принципов построения предложения. Задания могут быть такими: определите главную идею

текста, подберите заголовок к каждому абзацу.

13. Третий этап имеет целью закрепить полученные знания. Поскольку для магистров важны такие навыки, как умение находить информацию, выразить свое мнение, подтвердить или опровергнуть полученную информацию, то задания связаны с данными навыками – согласиться или опровергнуть какое-либо утверждение, ответить на вопросы по тексту и при этом выразить свое мнение о содержании текста.

14. Этапы работы можно разделить на домашний и аудиторный. Например, дотекстовая работа может проводиться студентами дома самостоятельно, а два последних этапа – в аудитории.

15. Безусловно, при подборе заданий неизбежно приходится учитывать уровень знаний и подготовки студентов, и в зависимости от этого упрощать или усложнять задания.

16. К наиболее сложным заданиям относятся упражнения по переводу с русского на английский язык. Но даже эту работу можно проводить поэтапно, постепенно формируя навык обратного перевода.

17. Современные способы предусматривают составление семантических карт или схем, которые заставляют студентов вспоминать не только собственно слово, но и словосочетания или короткие фразы.

18. Этап контроля предусматривает перевод предложений с русского, задания вставить слова в связный английский текст, пересказ на английском языке небольшого русского текста. Полезно также будет проведение презентации или конференции.

**Литература**

1. Акуленко В.В. О «ложных друзьях переводчика». [Электронный ресурс] — Режим доступа: http://linguistic.ru/index.php?id=79&op=content

2. Бойцова О. В., Алиева Г. М., Калинина Ю. А. Ложные друзья переводчика в русском и английском языках [Текст] // Актуальные проблемы филологии: материалы II Междунар. науч. конф. (г. Краснодар, февраль 2016 г.). — Краснодар: Новация, 2016. — С. 67-69. — URL https://moluch.ru/conf/phil/archive /177/9695/

3. Комиссаров В.Н. «Ложные друзья» переводчика в структуре английского высказывания / В.Н. Комиссаров // Журнал переводчиков «Мосты». - 2005. -№2. - С.15-17

4. Негуч С.К. Некоторые аспекты профессионально-ориентированного подхода к обучению иностранному языку в неязыковых вузах. Научные труды КубГГУ, N 11, 2015. – http://ntk.kubstu/file/617.

5. Тураева Д. М., Шукурова С. О. Ложные друзья переводчика // Молодой ученый. — 2015. — №3. — С. 972-974. — URL https://moluch.ru/archive/83/15210/

# METHODS OF ENGLISH VOCABULARY TEACHING FOR MASTER STUDENTS OF ECOLOGICAL DEPARTMENT

**Kurchenko N.M.[1], Medko E.A.[2]**

[1] – *Russian State Hydrometeorological University, Saint-Petersburg, Russia, azaliank@gmail.com*

[2] – *Russian State Hydrometeorological University, Saint-Petersburg, Russia*

**Abstract.** Traditional stages of studying new vocabulary by students of non-linguistic universities are analyzed. They are semantization, working over a text, vocabulary exercises to revise just acquired lexical units and results control.

Key words: vocabulary, semantization, international words, authentic texts, false friends of translator, word combination, conference.

# ЯЗЫК НАУЧНОЙ КОММУНИКАЦИИ И НЕОЛОГИЗМЫ

**Лазар М.Г.**[1]

[1] – *Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия, mihai_lazar@mail.ru*

**Аннотация.** Автор раскрывает проблему неоправданного переноса иностранных слов в качестве понятий в российский научный язык, особенно когда существуют адекватные понятия и слова в русском языке. Это не просто мода, а свидетельство падения языковой культуры.

Ключевые слова: научные коммуникации, академический язык, неологизмы, экология русского языка.

Научные коммуникации охватывают совокупность видов и форм профессионального общения ученых, осуществляемого как с помощью стандартизированных письменных публикаций, так и широкого спектра устных или электронных средств общения людей науки. Главным смыслом коммуникаций в науке является обеспечение каждого участника процесса оперативной и достоверной информацией о состоянии дел в данном научном направлении по данной тематике**.** *Суть научной коммуникации – в обмене достоверной информацией, а коммуникационные отношения — это информационные отношения.* В науковедческой литературе признаны следующие *основные формы научной коммуникации: формальная и неформальная, устная и письменная, очная (непосредственная) и заочная (опосредованная), первичная и вторичная.* Формальная коммуникация ученых осуществляется как в письменной, так и в устной форме, по установленным в данном научном сообществе правилам. Она воплощается в статьях, напечатанных в научных журналах, сборниках, монографиях (индивидуальных или коллективных), в других публикациях (включая их электронные варианты). Публикация происходит, как правило, после прохождения научной экспертизы, компетентного рецензирования или обсуждения на каком-либо уровне научного сообщества. К формальной (но устной) коммуникации следует отнести и публичные зашиты магистерских, кандидатских или докторских диссертаций и их авторефераты.

Однако полнота коммуникации зависит не только от системы категорий, которую используют исследователи, не только от методологии, которой придерживаются пишущие свои статьи ученые, но и от уровня их языковой культуры. В данном сообщении мы будем касаться использования неологизмов в устном общении и научных публикациях.

У любого национального языка есть несколько видов языка общения, употребляемого людьми. Есть литературный язык, есть народно-разговорный язык, просторечие, территориальные и социальные диалекты (социолекты). Профессиональные «языки» в науке относятся к социолектам, но в науке есть «академический язык», стиль изложения материала в научных статьях и книгах, который, по сути, является вариантом литературного языка, но, одновременно, относится к профессиональным языкам.

Общепризнано, что особенностью профессиональных языков является использование специфических, свойственных данной научной дисциплине понятий, слов, будь то медицина, психология. социология или лингвистика. Но за последние десятилетия наблюдается превращение английского языка в международный язык общения, в том числе и в науке, что дало некоторым исследователям основание использовать иностранные слова, в первую очередь, английские, без перевода,

превращая их в русские профессиональные слова. Конечно, латинский язык был многие столетия в прошлом международным языком науки, он был и остается до сих пор источником возникновения многих новых слов в русском языке. Но во всем нужна мера. Так, с 90-х годов прошлого века стали бросаться в глаза слова «креативность» или «креативный», употребляемые без меры вместо слов «творчество» или «творческий», начиная с причесок в парикмахерских и кончая искусством и наукой. В наши дни во многих научных работах вместо русского слова «поколение» используется иностранное слово «генерация» (а также глагол «генерировать идеи» вместо производить идеи), «перцепция» вместо «восприятия», «экспликация» вместо «объяснение» и т.п. Они не связаны с какой-то конкретной научной дисциплиной, а скорее выдают стремление пишущего «выделываться», показать свою «эрудицию». Никто, конечно, не скажет в лицо таким личностям, что это не признак их культуры, а, скорее. обратное. Но интересен механизм распространения этих «неологизмов», это может стать предметом обсуждения. Последний языковой «перл» из этой серии «неологизмов» в научной коммуникации — это слово «коллаборация» вместо «сотрудничество». Оно употребляется в словосочетании «международная коллаборация», например, в научной сфере. В течении многих десятилетий после окончания Второй мировой войны слово «коллаборация» и «коллаборационизм» (происходящие от французских слов «collaborer» и «collaboration» - сотрудничать и сотрудничество) обозначало позорное явление сотрудничества части французских политиков (правительство Виши) с нацистскими оккупантами на южной половине Франции. Поэтому введение в оборот этого позорного слова свидетельствует на наш взгляд о двух вещах: 1) о незнании употребляющими это слово мировой истории или 2) о сознательной попытке кого-то реабилитировать а глазах общественного мнения этого позорного сотрудничества части французов с нацистами, что можно также понять как попытку изменения отношения людей к нацистскому режиму, к национал-социализму в частности. На фоне происходящего в Европе возрождения национализма и националистических настроений второй вариант ответа на поставленный вопрос представляется объяснимым.

Существует множество других «неологизмов» в простом общении и научной коммуникации, как правило, связанных с английским языком. Например, в русском языке существовала традиция различения слов «мораль» и «этика» и прилагательных от них. Сейчас говорят не моральная (или нравственная) ответственность, а этика ответственности. Примеров такого плана множество. Представляется, что словосочетание «экология русского языка» имеет в основе именно это стремление – найти адекватные русские слова на все новшества такого рода, ведь переводили же на русский язык непростые философские работы Канта, Гегеля и других зарубежных мыслителей.

## LANGUAGE OF SCIENTIFIC COMMUNICATION AND NEOLOGISMS

**Lazar M.G.**[1]

[1] – *RSHU, Sankt-Petersburg, Russia mihai_lazar@mail.ru*

**Abstract.** The author reveals the problem the unjustified transfer of foreign words as concepts into the Russian scientific language, especially when there are adequate concepts and words in Russian. This is not just fashion, but evidence of the fall of linguistic culture.

Keywords: scientific communications, academic language, neologisms, ecology of the Russian language.

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫХ ЗНАНИЙ НА ЗАНЯТИЯХ ПО РАЗГОВОРНОЙ ПРАКТИКЕ (ФРАНЦУЗСКИЙ ЯЗЫК)

**Мирошниченко С.А.**[1]

[1] – *Российский государственный гидрометеорологический университет, Институт «Полярная академия», Санкт-Петербург, Россия, spsam@yandex.ru*

**Аннотация.** В статье речь идёт о междисциплинарных связях при обучении иностранному языку с использованием базовых знаний. Данные связи способствуют систематизации и закреплению знаний и умений на всех занятиях. Сформированные компетенции учебные и общекультурные и умение пользоваться знаниями и навыками подготавливают бакалавров к профессиональной жизни.

Ключевые слова: междисциплинарные связи, базовые знания, учебные компетенции, общекультурная компетенция, профессиональная компетенция, бакалавриат, иностранный язык.

Междисциплинарные связи являются элементом моделирования профессиональной деятельности студентов. Эти связи необходимы для формирования, в первую очередь, профессиональной компетенции.

С самого начала обучения на языковом факультете бакалавры изучают самые разные гуманитарные дисциплины. Это и теоретические предметы: общее языкознание, история французского языка, лексикология французского языка, устный перевод, теоретическая грамматика, зарубежная литература и т.д. В результате изучения этих дисциплин приобретаются базовые знания, которые используются в дальнейшем.

На каждом курсе практический курс иностранного языка включает как разговорную, так и письменную практику. В процессе разговорной практики изучаются различные темы. К восприятию тем студенты уже подготовлены, так как им многое уже известно из грамматики, её использования в простой и сложной фразах, истории языка, зарубежной литературы и т.д.

Знание явлений из лексикологии французского языка и грамматики необходимо в процессе аналитического чтения, когда используется комплексный анализ.

Студенты используют на занятиях по анализу текста литературоведческий анализ. Ведь элементы этого анализа известны студентам.

Лингвистический анализ также используется на занятиях как прозаических произведений, так и поэтических произведений. Используются такие термины, как: лексическое поле, концепт, синонимы, антонимы, известные из лексикологии.

Знание стилистики французского языка также используется в процессе лингвистического анализа. Речь идёт о стилях французского языка, стилистических фигурах: метонимия, метафора и т.д.

Умения и знания по практической грамматике широко используются в процессе анализа любого текста. Студенты 3-4 курсов узнают в тексте пройденный материал и объясняют употребление того или иного глагольного времени, использование местоимений, прилагательных, артиклей и т.д. Очень важно, чтобы студенты на практике (в тексте) отрабатывали то, что они изучали на занятиях по грамматике.

Комплексный анализ текста включает также и интертекстуальный анализ, который направлен на узнавание межкультурной информации такой, как: пословицы, фразеологические единицы, ранее известные литературные сюжеты и персонажи, образ жизни жителей страны изучаемого языка.

Занятия по письменной практики также базируются на знаниях лексики и грамматики. Закрепление лексики и усвоение новой лексики осуществляется в процессе обу-

чения написанию изложения. Изложение следует проводить с целью закрепления лексики, использования изученных грамматических правил, тем в целях закрепления пройденного материала и подготовительной работы к восприятию нового материала как лексического, так и грамматического.

В процессе практических занятий по методике обучения иностранному языку в школе и вузе студенты занимаются подготовкой к профессиональной деятельности: преподаванию. На практических занятиях формируется профессиональная компетенция студентов, которая будет необходима в дальнейшей профессиональной работе специалиста/преподавателя/учителя.

В результате использования комплексного анализа, а также компетентностного подхода к обучению у студентов формируются аналитическая и интерпретационная компетенции, которые становятся необходимыми для обучения всех аспектов практического курса иностранного языка. Не только учебные компетенции, но и общекультурные формируются у бакалавров на протяжении всего курса обучения в вузе. В процессе изучения цикла гуманитарных наук при использовании разных методов, сформированных компетенций и т.д. у студентов создаётся определённая картина мира.

По мнению специалистов, междисциплинарные связи «рассматривают по отношению к учебному процессу как условие совершенствования всего учебного процесса». Очень важно, что при реализации междисциплинарных связей осуществляется систематизация знаний и закрепление ранее полученных знаний и умений. Следует отметить, что сформированные компетенции и умение пользоваться знаниями и навыками, приобретённые в ходе обучения в вузе, становятся важным элементом для самосовершенствования. Умения и знания, полученные в результате анализа и синтеза, используются всю сознательную профессиональную жизнь человека.

**Литература**

1. Мирошниченко С.А. Обучение интертекстуальному анализу на занятиях по иностранному языку. Ярославский педагогический вестник-2018, №6, с. 151-155

2. Формирование межкультурной компетенции в процессе обучения французскому языку на языковом факультете. Профессионально-ориентированное обучение языкам: реальность и перспективы: сборник статей, участников всероссийской научно-практической конференции. Санкт-Петербург 20-21 февраля 2018 г.-СПб.: Изд-во СПбГЭу, 2018. - 209 с./С.82-85

3. Остроумова О.А. Междисциплинарные связи как элемент моделирования профессиональной деятельности студентов. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://nsportal.ru

## USE OF INTERDISCIPLINARY KNOWLEDGE IN CONVERSATION CLASSES (FRENCH LANGUAGE)

**Miroshnichenko S.A.[1]**

*[1] – Russian State Hydrometeorological University, Polar Academy Institute, Saint Petersburg, Russia, spsam@yandex.ru*

**Annotation.** The article deals with interdisciplinary connections in teaching a foreign language using basic knowledge. These relationships contribute to the systematization and consolidation of knowledge and skills in all classes. The formed competences educational and General cultural and ability to use knowledge and skills prepare bachelors for professional life.

Keywords: interdisciplinary relations, basic knowledge, educational competence, General cultural competence, professional competence, bachelor's degree, foreign language.

# ПЕРСПЕКТИВЫ СОВРЕМЕННОЙ ДИАЛЕКТНОЙ ФРАЗЕОГРАФИИ

**Николаева Е.К.**[1]

[1] – *Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия, elena_kairovna@mail.ru*

**Аннотация:** В докладе предполагается осветить проблемы лексикографического описания русской диалектной фразеологии, представить проект словаря народной фразеологии, который станет самым полным собранием устойчивых оборотов народных говоров. В настоящее время ведется работа по составлению электронной версии словаря, где будут зафиксированы более 140 000 единиц.

Ключевые слова: фразеология, устойчивые сравнения, диалектный словарь, русские говоры, фразеография

Русская фразеология за последние 50-60 лет совершила огромный качественный скачок вперед: изданы фундаментальные фразеологические словари, написаны многочисленные монографии, докторские и кандидатские диссертации, в которых, можно сказать, решены основные теоретические вопросы фразеологии, сформировались целые фразеологические школы. Нынешнее время отличается тем, что идет мощное накопление, комплексное системное лингвистическое описание и лексикографическая обработка фразеологии русских говоров. Увидели свет фразеологические словари говоров Прибайкалья, Республики Коми, Мордовии, пермских говоров и т.д. Настало время теоретического и практического обобщения этого опыта в виде полного словаря народной фразеологии, где объектом описания станет максимально полное собрание устойчивых словосочетаний диалектного пространства России (Мокиенко, Никитина 2018, с. 81). Над этим проектом, который является продолжением многолетней лексикографической работы членов Фразеологического семинара при Межкафедральном словарном кабинете им. проф. Б. А. Ларина (СПбГУ), в настоящее время работает творческий коллектив фразеологов под руководством проф. В.М.Мокиенко, членом которого являюсь и я. В «Полном фразеологическом словаре русских народных говоров» (рабочее название) будут описаны примерно 140 000 фразеологических единиц, в состав которых включены и устойчивые сравнения. Материал словаря извлекался из диалектных словарей и фольклорных сборников XIX-XXI вв., словарей русского жаргона и городской речи и материалов, записанных диалектологами в разных регионах России – всего порядка 300 источников.

В основу словаря положены принципы лексикографирования, разработанные проф. Б.А. Лариным и его школой: принцип полноты словника, принцип точной паспортизации материала, принцип временнóй и пространственной характеристики описываемых единиц, принцип ретроспективной лингвокультурологической характеристики, принцип комплексного описания вокабул. Исходя из этого, словарная статья будет содержать следующую лексикографическую информацию о фразеологизме:

1. Заголовочная единица (стержневое слово)
2. Фразеологическая единица (фразеологизм с вариантными компонентами)
3. Грамматические пометы (указание на управление)
4. Дефиниция (толкование значения фразеологической единицы)
5. Стилистические пометы
6. Региональные пометы (указание на территорию распространения)
7. Источник

8. Датировка (если есть в источниках)

9. Справочный материал (историко-этимологическая / лингвострановедческая справка) (если необходимо).

Таким образом, в словарной статье будет представлена не только собственно языковая, но и этнокультурная информация.

Полный словарь диалектной (шире – народной) фразеологии станет неисчерпаемым источником материала для теоретических и прикладных исследований.

**Литература**

1. Мокиенко В.М., Никитина Т.Г.. *К концепции полного словаря народной фразеологии: проблемы макроструктурирования //* Вопросы лексикографии, 2018, № 14. С.80-106.
2. Кобелева И.А. *Фразеологический словарь русских говоров Республики Коми*. Сыктывкар : СыктГУ, 2004. 312 с.
3. Прокошева К.Н. *Фразеологический словарь пермских говоров*. Пермь : Перм. гос. пед. ун-т, 2002. 432 с.
4. Семенкова Р.В. *Фразеологический словарь русских говоров Республики Мордовии*. Саранск : Изд-во Мордов. ун-та, 2007. 332 с.
*5. Фразеологический словарь русских говоров Прибайкалья* / науч. ред. Н.Г. Баканова. Иркутск : Иркут. гос. ун-т, 2006. 296 с.

## MODERN DIALECT PHRASEOGRAPHY AND ITS PERSPECTIVES

**Nikolaeva E.K.[1]**

[1] – *Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia, elena_kairovna@mail.ru*

**Abstract:** This paper addresses problems in lexicographical description of Russian dialect phraseology and gives a preview of projected lexicon of folk phraseology planned as the fullest collection of fixed collocations in Russian dialects to-date. Currently an electronic version of the lexicon is in progress, to cover over 140 000 units.

Keywords: phraseology, fixed comparisons, dialectal lexicon, dialects of Russian language, phraseography.

# О ПРИМЕНЕНИИ ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ТЕРМИНОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ И ТЕРМИНОГРАФИИ

**Рохлина Е.К.**[1]

[1] – *Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия, e.rohlina@spbu.ru*

**Аннотация.** Рассматриваются некоторые аспекты исследования особенностей употребления ИКТ для обработки общенаучных и специальных терминов в различных отраслях знания с точки зрения их функционирования в междисциплинарных исследованиях и с позиции их представления в процессе академического образования. Внимание уделяется критериям отбора, принципам описания, и инструментам создания терминологических баз.

Ключевые слова: электронные словари, терминологическая компетенция, критерии отбора терминоединиц, принципы описания терминоединиц

В настоящее время как за рубежом, так и в России, уделяется большое внимание созданию терминологических баз как основы для создания базы знаний. Переход на электронную лексикографию и терминографию неизбежен, т.к. основным требованием к терминологическим (и лексикографическим) ресурсам является принцип синхронности [5]. Как отмечают создатели группы электронных словарей Oxford Dictionaries, печатные словари устаревают и не отражают стремительно происходящие изменения в языке. Именно поэтому лексикографы постоянно пополняют и используют электронный корпус для корректировки существующих электронных словарей и создания новых [https://www.oxforddictionaries.com/our-story/corpus].

В этой связи рассматриваются такие параметры, как лингвистические и когнитивные аспекты терминологии, применение методов корпусной лингвистики, проблемы автоматизации сбора и обработки данных для составления выработка принципов представления (описания) терминологических единиц. Благодаря ИКТ возможно не просто добиться адекватного перевода: терминологическая база может быть создана на одном языке, а потом адаптирована под другие языки (с учетом реалий и норм другого языка).

Терминологические базы (порталы) создаются в целях систематизации терминосистем (для профессионального употребления и для обучения), приведение в соответствие терминосистем на разных языках в целях обеспечения эффективного взаимодействия в рамках международных проектов. Примеры: *EcoLixicon Terminological database*, *EuroTermBank*, *Rikstermbanken.*

Второе требование, предъявляемое к терминологческим ресурсам, продиктовано практическими соображениями: они должны быть доступны специалистам в предметной области и лингвистам (терминологам, переводчикам).

Кроме того, в фокусе внимания специалистов оказываются унификация и стандартизация терминов. Терминологическая база может быть создана на одном языке, а потом адаптирована (не просто переведена) под другие языки, разнообразие возможностей в зависимости от целей. Одним из факторов, обеспечивающих качество и соответствие стандартам (как академическим, так и отраслевым), является взаимодействие терминологов (лингвистов) и специалистов в конкретных отраслях знания (индустрии). Как отмечают отечественные и зарубежные исследователи, это обусловлено междисциплинарной сущностью терминологии [2; 9].

Совершенствуются существующие и разрабатываются новые ресурсы для полнотекстового поиска, позволяющего извлекать термины и терминосочетания из корпусов текстов по специальности (научные статьи, могнографии, нормативные акты, стандар-

ты). Преимуществом электронного терминологического словаря, построенного на таком типе поиска, являются более широкие возможности для пользователя [6]. Выявление частотности контекстного употребления, использование данных для иллюстрирования значений и сочетаемости, а также синтаксических связей, позволяет дать наиболее полное представление об употреблении конкретного термина (терминосочетания), что особенно важно в случаях заимствования, или на этапе становления новых терминов. Среди технологий отмечу *ABBYY Compreno, TermoStat Web, KwicKwic, TextSTAT, Languagewire.*

Важно также уделять внимание взаимосвязям характеристик целевой аудитории с принципами выработки критериев отбора терминоединиц и их описания в двуязычных (многоязычных словарях). Возможности использования информационно-коммуникационных технологий не только в терминографии, но и в обучении работе с терминами в профессиональной среде, уже реализуются университетскими проектами, например

**Литература**:

1. Агапова, Н.А., Картофелева, Н.Ф. О принципах создания электронного словаря лингвокультурологического типа: к постановке проблемы// Вестник Томского государственного университета. 2014. № 382. С. 6 – 11.
2. Буянова Л. Ю. Терминологическая деривация в языке науки: когнитивность, семиотичность, функциональность: монография. М.: Флинта, 2011. 389 с.
3. Гринев-Гриневич С.В. Введение в терминографию: Как просто и легко составить словарь: Учебное пособие. — 3-е изд., доп. — М.: Либроком, 2009. — 224 с.
4. ГОСТ Р ИСО 704-2010 Терминологическая работа. Принципы и методы. Москва: Стандартинформ, 2012. 52 с. http://gostrf.com/normadata/1/4293799/4293799150.pdf
5. Костерина Е.Ю., Кондратюкова Л.К. Критерии и принципы отбора терминов// Омский научный Вестник. 2014. № 1 (125). С. 133-137.
6. Селегей, В.П. Электронные словари и компьютерная лексикография. // Кузьмина, Н.А., Абросимова, Е.А. Активные процессы в русском языке и коммуникации новейшего времени: хрестоматия. – Омск: Ом. гос. ун-т, 2012. – С. 148 – 153.
7. Терминосистемы экологического дискурса в английском, французском и русском языках: полипарадигмальный подход к исследованию, переводу и обучению: монография / М. Ю.Авдонина, Н. И. Жабо, С.Ю. Терехова, Н. Г. Валеева. – Москва: РУДН, 2016. – 204с.
8. Cabré, M. T. La teoria comunicativa de la terminologia, una aproximacion lingüistica a lostérminos // Revue Française de Linguistique Appliquée. 2009. № 2, Vol. XIY, pp. 9-15.
9. Nuopponen, A. Terminology. In The International Encyclopedia of Linguistics, Second Edition. Four volumes. Editor in chief William Frawley. Oxford University Press. 2003 URL http://lipas.uwasa.fi/~atn/papers/artikkelit/OnTerminologySc.html
10. Warburton, K. Terminology Resources in Support of Global Communication // The Human Factor in Machine Translation. Routledge Studies in Translation Technology, Routledge, 2018.

## IN IMPLEMENTATION OF ICT TO TERMINOLOGY WORK AND TERMINOGRAPHY

**Rokhlina E.K.**[1]

[1] – *St. Petersburg State University, St. Petersburg, Russia, pummie@yandex.ru*

**Abstract.** The factors contributing to the selection, systematization and presentation of generic academic terminological units and of the thematic field related professional activity are discussed. Particular attention is paid to the interrelationships between the characteristics of the target audience. The principles for developing selection criteria of terminological units and introduction of these units to the users of bilingual (multilingual) dictionaries are considered. Possible ways to implement information and communication technologies not only to deal with terminography, but also to gain experience of terminology work in professional environment are contemplated.

Key words: electronic dictionaries, terminological competence, criteria for selecting term units, principles for describing term units

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ЦЕЛЯХ ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ ПРИ ОБУЧЕНИИ ИНОСТРАННОМУ ЯЗЫКУ

**Седунова О.Ю.**[1]

[1] – *Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Российская Федерация, soy07@inbox.ru*

**Аннотация.** Приводится классификация информационно-коммуникативных технологий и выделяются средства для самообучения иностранному языку в ВУЗе.

Ключевые слова: информационно-коммуникативные технологии (ИКТ), образование, мотивация, индивидуализация, компьютерная сеть, модернизация, самообучение, самостоятельная работа, приложение.

В настоящее время информатизация образования и обширное и многофункциональное использование компьютерной техники в обучении делают применение ИКТ в обучении различным дисциплинам на всех уровнях образования особенно актуальным. Современный преподаватель должен идти в ногу со временем и использовать все имеющиеся ресурсы, в том числе ИКТ.

Одна из методических проблем в преподавании иностранного языка в вузе связана с тем, что студенты ВУЗов изначально имеют очень разную базу по языку. При этом программа обучения иностранному языку в ВУЗе предполагает весьма объемное количество часов на самостоятельную работу студентов. При условии, что это время будет эффективно использоваться, направляться студентами на самостоятельное обучение, безусловно под руководством преподавателя, существующие пробелы в знаниях и недостаток умений могут быть скомпенсированы. Появление компьютерных сетей и других подобных им ИКТ предоставляет такую возможность.

В целом средства ИКТ можно классифицировать по области методического назначения.

С точки зрения организации самостоятельной работы наиболее интересными представляются обучающие, тренажеры и информационно-поисковые средства ИКТ.

В качестве тренажера можно порекомендовать сайт http://learningapps.org/.

Сервис можно использовать для разработки интересных заданий для самопроверки ориентированных на студентов определенных специальностей разного уровня.

Сайт https://quizlet.com/ дает возможность отрабатывать исключительно лексические навыки

Повышение качества образования напрямую зависит от использования ИКТ в обучении.

Учебники устаревают быстро. Для формирования профессиональной иноязычной компетенции можно рекомендовать использовать справочные ресурсы в интернете.

Приоритетная цель образования в ВУЗе – обеспечение подготовки квалифицированных, конкурентоспособных кадров

Использование ИКТ не только повышает качество знаний студентов, но и готовит будущих специалистов быть конкурентоспособными в условиях современного информационного общества.

**Литература**:

1. Седунова О.Ю. Использование ИКТ в целях повышения знаний обучающихся в ВУЗе [Электронный ресурс]. — Режим доступа: URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=35210772 (дата обращения: 10.02.2019)

2. Седунова О.Ю. Организация самостоятельной работы студентов при обучении иностранному языку с использованием приложения learningapps.org [Электронный ресурс]. — Режим доступа: URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=35628616 (дата обращения: 10.02.2019)
3. Попова Т.В. Использование ИКТ в целях повышения качества знаний обучающихся [Электронный ресурс]. — Режим доступа: URL: http://journal.preemstvennost.ru/arkhiv/year-2012/12-2112012/uud/429-ispolzovanie-ikt-v-tselyakh-povysheniya-kachestva-znanij-obuchayushchikhsya (дата обращения: 10.02.2019)
4. Создание увлекательных учебных материалов в интернете (Learning Apps) [Электронный ресурс]. — Режим доступа: URL: http://blog.uchu.pro/sozdanie-uvlekatelnyx-uchebnyx-materialov-v-internete-learning-apps/ (дата обращения: 10.02.2019)
5. LearningApps.org - бесплатный сервис для создания мультимедийных интерактивных упражнений [Электронный ресурс]. — Режим доступа: URL: http://induc.ru/news/events/?ELEMENT_ID=4631 (дата обращения: 10.02.2019)
6. Приложение LearningApps.org // LearningApps.org [Электронный ресурс]. — Режим доступа: URL: https://learningapps.org/ (дата обращения: 10.02.2019)
7. Герасимова И.Г. Разработка рабочих программ и использование современных [Электронный ресурс]. — Режим доступа: URL: http://www.gramota.net/materials/2/2016/5-2/55.html (дата обращения: 10.02.2019)

# USING INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES AIMING TO ORGANIZE STUDENTS' INDIVIDUAL WORK WHILE TEACHING A FOREIGN LANGUAGE

**Sedunova O.Y.**[1]

[1] – *Russian State Hydrometeorological University, St.Petersburg, Russia, soy07@inbox.ru*

**Abstract.** Classification of Information and Communication Technologies is given and some means for self-training in a foreign language at a Higher Education Institute are distinguished.

Key words: Information and Communication Technologies (ICT), education, computer, motivation, individualization, computer network, modernization, self-training, individual work, application, pattern

# ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ РУССКОГО ЯЗЫКА

**Троцюк С.Н.**[1]

[1] – *Российский государственный гидрометеорологический университет, г. Санкт-Петербург, Россия, svetlana.trocuk@mail.ru*

**Аннотация.** Проблема загрязнения языка одна из глобальных проблем человечества в 21 веке. В переживаемую нами эпоху новейших технологий, знание родного языка, владение его литературными нормами остаётся обязательным требованием для всякого образованного человека.

Ключевые слова: эколингвистика, лингвоэкологический мониторинг, социум, лексикон, оценочность, растабуирование, жаргонизация.

В последнее время человечество всё больше обеспокоено вопросом сохранения окружающей среды, вводятся всевозможные программы по защите природы, очистке воздуха, рек и озёр, по экономичному использованию невозобновляемых ресурсов природы и т.д. Но чаще всего под окружающей средой понимают только сферу природы: воду, воздух, землю… Уделяя достаточно внимания этой сфере, люди забывают о социальной среде, без которой не могут прожить, а ведь она также нуждается в должном внимании с их стороны. Социум - часть природы, а язык - средство обмена информацией между членами социума.

1. Экология языка (лингвоэкология, эколингвистика) — это такое направление лингвистической теории и практики, которое, с одной стороны, связано с изучением факторов, негативно влияющих на развитие и использование языка, а с другой стороны, с изысканием путей и способов обогащения языка и совершенствования практики речевого общения.

2. Нормальное состояние национального языка, тем более — языка государственного, каким является русский язык, высокий уровень речевой культуры — показатели благополучного состояния общества. Особую, исключительную роль играет язык, точнее — создаваемые на нем тексты и занимающаяся текстами филология — в формулировании и разъяснении идеологии, т.е. мировоззренческих установок общества, в частности, так называемой национальной идеи, тех сакральных ценностей и сверхсмыслов, без которых не может развиваться и просто долго существовать никакое государство, никакая нация.

3. Колоссальная роль языка как знаковой системы и речи как реализации этой системы в жизни общества побуждает лингвистов к отслеживанию процессов, происходящих в речевой практике социума. Такой лингвоэкологический мониторинг позволяет судить о некоторых нездоровых явлениях и тенденциях массовой речи:

3.1. Обеднение лексикона и фразеологических ресурсов, особенно у молодого поколения. В эксперименте выпускники средних школ не могут составить осмысленных высказываний, например, с такими фразеологизмами, как «альфа и омега», «неопалимая купина» и т.п. (т.е. с фразеологизмами, широко используемыми в художественной литературе).

3.2. Невладение многозначностью некоторых ключевых слов эпохи, их произвольное осмысление, а также спекулятивное использование в качестве политических ярлыков в политической борьбе: патриот, националист, национал-патриот и др.

3.3. Нельзя признать нормальным растабуирование мата, который часто, причем в особо изощренном виде, присутствует даже в так называемой художественной литературе и в театре (возьмите хотя бы «продукцию» Вл. Сорокина).

3.4. Не мотивированная какой-либо целесообразностью замена русских слов иноязычными (в основном англоязычными) заимствованиями: электорат (избиратели), модератор (ведущий), джус (сок), контент: «Это не детский контент» (о содержании сайта в Интернете), фол: «Предвыборный марафон завершился бесславным фолом» (ср.: провалом, поражением, неудачей).

3.5. Жаргонизация речи, нарушающая стилистическую норму (привожу выписки из телевизионной и газетной речи журналистов): срубить бабок; бухают на свадьбе и т.д.

3.6. Близка к немотивированной жаргонизации речевая вульгарность (грубая примитивность выражения): «В России на 1000 мужчин — 1154 женщины. А нам, женщинам, чтобы не загудеть в эти 154, нужно серьезно раскорячиться. Например, сделаться стервой» (КП, 25 мая — 1 июня 2006 г.) и т.п.

3.7. Наконец, просто обычная безграмотность. Причем это не только ошибки в произношении или написании слов (средствА, свеклА, мОрковь, осУжден, квАртал, килОметр, катАлог, красивЕе и мн. др.), но и ошибки грамматические, лексические, стилистические.

4. Лингвистическая экология предполагает не только выявление слабых мест и сторон в общественно-речевой практике и формулирование соответствующих рекомендаций в адрес субъектов языковой политики, но и выявление, фиксацию и пропаганду удачных результатов языкового творчества писателей, журналистов, политических деятелей и т.д.

Подводя итоги, можно сказать, что современный язык с течением времени расширяет рамки допустимого использования различных слов и выражений, что негативно сказывается на экологии национального языка. В массовые круги выходят жаргонные и арготические слова и выражения, а также варваризмы, что приводит к снижению разнообразия языков и обеднению качественного и количественного состава словаря речи носителей языка.

**Литература**

1. Кронгауз М. Русский язык на грани нервного срыва 3D. – М., 2012.
2. Трубецкой Н. С. Общеславянский элемент в русской культуре. Вопросы языкознания, 1990, № 3, с. 127.
3. Челышев Е. П. Культура России в мировом контексте Образ России. Русская культура в мировом контексте. – М., 2017.
4. http://kursak.net/istoriya-russkoj-literatury-xx-veka-20-90-e-gody-osnovnye-imena-chast-6
5. http://cyberleninka.ru/article/n/ekolingvistika-kak-razdel-yazykoznaniya
6. http://statiami.com/s/internet/vlianie-interneta-na-gramotnost.php

## ECOLOGICAL PROBLEMS OF THE RUSSIAN LANGUAGE

**Trotciuk S.N.[1]**

[1] – *Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia, svetlana.trocuk@mail.ru*

**Abstract.** The problem of language pollution is one of the global problems of humanity in the 21st century. In the era of new technologies, knowledge of the native language, knowledge of its literary norms remains a mandatory requirement for any educated person.

Key words: ecolinguistics, linguoecology monitoring, society, vocabulary, evaluation, restauirant, garmonizacija.

# ПОДГОТОВКА АСПИРАНТОВ К ПРЕДСТАВЛЕНИЮ НАУЧНОГО ДОКЛАДА НА АНГЛИЙСКОМ ЯЗЫКЕ КАК МЕТОДИЧЕСКАЯ ПРОБЛЕМА

**Федорова Н.Ю.[1]**

*[1] – Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия, natajfedorova@rambler.ru*

**Аннотация.** Статья посвящена методам обучения аспирантов проведению научных докладов на международных конференциях. Предлагается алгоритм организации совместной работы преподавателя и аспирантов по подготовке доклада на английском языке.

Ключевые слова: научная презентация, аспирантура, обучение иностранному языку, английский язык для академических целей.

Одной из наиболее важных задач, к которым должен быть подготовлен будущий ученый, является участие в мероприятиях, требующих выступления с докладом с использованием мультимедийной презентации. В курсе обучения аспирантов английскому языку внимание должно удаляться правилам и приемам создания слайдов, подходам к структурированию доклада, способам привлечения внимания аудитории к слайдам презентации. В литературе сформулированы основные характеристики эффективного доклада с презентацией: доклада, который слушатели запомнят и который убедительно представит значимость результатов научной работы выступающего. В число характеристик успешного выступления включаются: четкая структура доклада, в которой слушателю легко ориентироваться; использование общепринятых в научном сообществе, и поэтому предсказуемых шаблонов построения речи; визуализация информации при помощи слайдов; краткость текста слайдов; оптимальная для слушателя координация информации на слайдах и текста речи; деление доклада на смысловые блоки и использование сигнальных средств при переходе от одного аспекта к другому; наглядная демонстрация актуальности решаемой проблемы [1, 2, 3].

Как показывает опыт, аспиранты обычно стараются использовать свои собственные уже сформированные стратегии подготовки доклада, которые, с их точки зрения, позволят им сэкономить время на подготовку и при этом рассказать обо всех аспектах исследования максимально четко и исчерпывающе. Неожиданно для авторов используемые ими приемы приводят к прямо противоположному результату. Проанализируем возможные причины того, почему это происходит.

Во многих случаях в качестве исходного материала аспиранты используют введение к своей диссертации и скрупулёзно переводят его на английский язык, сохраняя его стилистику. На слайды переносится полный текст, который они получили в результате перевода. Другой вариант: берется статья, написанная для журнала, и разбивается на фрагменты. Фрагменты текста помещаются на слайды. На слух такой текст понять трудно, так как в докладе сохраняются стилистические особенности письменной речи (избыточное количество второстепенных членов предложения, причастные обороты, сложноподчиненные предложения, страдательный залог). Текст на слайдах получается объемный, не учитываются особенности восприятия и правила составления модульного текста.

Вместе с тем, у данной стратегии есть и положительные стороны. Подчеркнем, во-первых, психологический фактор. Обучающиеся в ходе всего своего многолетнего опыта обучения усвоили стереотип деятельности: в начале должен быть письменный текст. Использование на первом этапе опоры в виде письменного текста придает им уверенности, позволяет преодолеть боязнь публичных выступлений. К плюсам данной

стратегии можно отнести также относительную легкость структурирования доклада: все необходимые информационные блоки (актуальность, цель, методы, результаты, возможные ограничения и погрешности) присутствуют и излагаются логично и последовательно.

Из сказанного выше следует, что методика обучения аспирантов умениям подготовки научного доклада с презентацией должна быть достаточно гибкой: опираясь на уже усвоенные обучающимися приемы, необходимо в процессе работы над выступлением скорректировать стилистические недостатки речи и типичные ошибки оформления слайдов. Алгоритм совместной работы аспирантов и преподавателя над докладом может быть следующим. Прежде всего, обучающиеся должны быть ознакомлены с тем, что следует включить в доклад и как выглядят правильно оформленные слайды. Если обучающийся предлагает в качестве исходного материала свою статью, ее следует разделить на отдельные смысловые блоки. В каждом выделяются один или несколько ключевых аспектов, позволяющих представить значимость результатов исследований наиболее убедительно и наглядно. Все второстепенное исключается. Ключевые идеи перефразируются. Каждый фрагмент последовательно разрабатывается обучающимся в отдельный промежуток времени. На занятиях проводятся мини-презентации, состоящие из отдельных смысловых блоков. Обучающиеся должны начать «слушать себя со стороны» и сознательно контролировать, как они строят предложения, какие речевые средства используют, как расставляют интонационные акценты, паузы. Когда обучающийся излагает свой доклад полностью, акцентировать его внимание на этих аспектах сложнее, поэтому рекомендуется репетировать каждый фрагмент отдельно.

Таким образом, предлагаемая методика формирования компетенций, необходимых для подготовки доклада на английском языке, допускает возможность использования обучающимися уже усвоенных ими ранее стратегий планирования презентации. Работа над докладом выстраивается таким образом, чтобы скорректировать отрицательные результаты применения этих стратегий, используя их положительные стороны.

**Литература**

1. M. Saville-Troike. The Ethnography of Communication. An Introduction. — Blackwell Publishing, 2003.
2. Alley M. The Craft of Scientific Presentations: Critical Steps to Succeed and Critical Errors to Avoid 2nd ed. 2013 Springer
3. Митина Ю.В. О методологии оценивания учебных электронных презентаций на иностранном языке. Профессиональное образование, наука и инновации в XXI веке: сб. трудов XI Санкт-Петербургского конгресса, Санкт-Петербург, 23–24 ноября 2017 г. / под общей ред. Т.С. Титовой – СПб.: ФГБОУ ВО ПГУПС, 2017. – с 195-196.

## DEVELOPMENT OF POSTGRADUATE STUDENTS' ABILITY TO MAKE SCIENTIFIC PRESENTATIONS AS A METHODICAL PROBLEM

**Fedorova N.Y.[1]**

*[1] – Russian State Hydrometeorological University, Saint Petersburg, Russia, natajfedorova@rambler.ru*

**Abstract.** The article considers methods aimed at teaching postgraduate students to deliver scientific presentations at international conferences. The author suggests an algorithm that helps organize the teaching-learning process.

Key words: scientific presentation, postgraduate course, foreign language teaching, English for academic purposes.

# КАК ОВЛАДЕТЬ СЛОВАРЕМ ШЕКСПИРА В ВУЗОВСКОМ ОБУЧЕНИИ ИНОСТРАННОМУ ЯЗЫКУ

**Якушкина Т.В.**[1]

[1] – *Институт «Полярная академия» РГГМУ, Санкт-Петербург, Россия, yaku0149@hotmail.com*

**Аннотация.** Увеличение активного словаря студента, обучающегося иностранному языку, до уровня, сопоставимого со словарем образованного носителя языка, является актуальной задачей современной лингводидактики. Ее решение автор видит в организации домашнего чтения студента и предлагает апробированную им на практике методику чтения художественной литературы.

Ключевые слова: способы запоминания лексики, усвоение иностранной лексики, интервальное повторение, активный словарь студента

Освоение лексики – один из важнейших компонентов изучения иностранных языков. Разработка конкретных методов усвоения иностранной лексики, как правило, основывается на особенностях устройства человеческой памяти и работы механизмов запоминания. Среди методов, наиболее часто встречаемых в современной научно-методической литературе, можно назвать: метод картинок, бирок, цепочек слов, тематических групп, аудиолингвальный, ассоциативный, мнемотехники, синонимического ряда, этимологический и ряд других. Как известно, ни один из методов не является универсальным и не дает стопроцентный результат. Выбор того или иного метода зависит от индивидуальных особенностей обучающегося и решаемых им задач. Однако даже если студент будет запоминать по 80-100 слов в день, как обещают некоторые коммерческие школы, успеха это не гарантирует. Без использования хотя бы на уровне чтения этот «багаж» с трудом сможет осесть даже в пассивной памяти студента. Запоминание не есть усвоение. Не случайно вузовские учебники английского языка рассчитаны на усвоение примерно 300-500 слов в год. При таком темпе средний студент английского отделения заканчивает обучение со словарем примерно в 1500-2000 слов. Причем разница между активным и пассивным словарем является минимальной.

Давно подсчитано, что в повседневном общении человек опирается на 1-2 тыс слов, которые составляют основу его словаря. Университетское образование позволяет увеличить этот объем до примерно 8000 слов в активе и от 20 до 50 слов в пассиве. При этом в словаре русского языка содержится примерно 150 тыс слов (заявленный объем БАС, издаваемый с 2004 г. в издательстве «Наука»; издание 1970 г. насчитывало 131 257 слов), английского – 470 тыс слов (Webster's Third New International Dictionary и The Oxford English Dictionary, второе издание). Это означает, что образованный русский и англичанин используют от 2 до 5 % общего запаса своих языков, а применительно к лингводидактике – необходимость учета степени употребимости слов в языке. Хорошо известные словари-справочники наиболее употребимых английских слов могут быть неплохим ориентиром в обучении, впрочем, не снимая главного – необходимости введения этих слов в активный оборот обучающего. Саму задачу в обучении иностранному языку необходимо сформулировать так: как расширить активный иностранный словарь студента до уровня в 6000-8000 слов?

Идеалом любого обучающегося иностранному языку, пожалуй, является желание овладеть объемом словаря сопоставимым с уровнем словаря носителя. Подобная цель не является недостижимой, даже если в качестве носителя языка выбран Шекспир или Пушкин, классические писатели, активные словари которых демонстрируют рекордные данные для своих национальных языков – 21 и 24 тысячи слов. Точнее, следует сказать так: в условиях искусственного обучения иностранному языку самый простой способ

существенно расширить свой словарный запас до нескольких тысяч слов – опереться на чтение. Вывод, граничащий с банальностью, не снимает вопроса: что, а главное – как читать.

Все проводившиеся исследования доказывают сильную взаимосвязь между объемом словаря обучающегося и его чтением. Такая взаимосвязь или лучше - взаимозависимость в одинаковой степени относится к изучению и родного языка, и иностранного. При этом в процессе обучения важно не столько запомнить слово, сколько научиться им оперировать. Другими словами, важен не только объем словаря, но и свобода в его использовании. Основным условием для достижения этой цели является повторение. Усвоение – не запоминание – слова зависит от трех факторов: число повторений, интервал между повторениями и способы повторения. Исследования механизмов запоминания и усвоения иностранной лексики доказывают, что первые 2 из 3 факторов максимально реализуются при чтении длинных художественных текстов (романов).

Предлагаемая методика увеличения активного словаря студента предусматривает соблюдение двух обязательных условий:

- Выбор книги в зависимости от уровня обучающегося и от преследуемых целей.
- Ежедневное чтение в объеме не более 1 страницы с обязательным условием заучивания всех новых слов, встречающихся на прочитанной странице.

Методика была апробирована долголетней практикой преподавания иностранных языков для студентов со стартовым набором лексики примерно в 1000 слов. Таким студентам обычно предлагался, конечно, не Шекспир, а современный детектив объемом 100-150 страниц для чтения в течение одного семестра. Первые 2 месяца студенты читали не более 7 страниц в неделю с последующей отработкой лексики на занятиях по домашнему чтению, после этого объем чтения можно было увеличить в 2-3 раза. К концу семестра у всех студентов отмечалось существенное увеличение активного словаря.

Эффективность данной методики подтверждается опорой на все 3 фактора, необходимые для усвоения лексики: повторяемость лексики в художественном тексте, большая эффективность интервального повторения (spaced repetition) по сравнению с многократным (massed repetition), возможность закрепления выученных слов в устной и письменной практике на аудиторных занятиях

**Литература**

1. Карпова, О. М. Лексикографические портреты современного английского языка / О. М. Карпова. – Иваново: Иван. гос. ун-т, 2004. – 192 с.
2. Horst, M. Learning L2 vocabulary through extensive reading: A measurement study. Canadian Modern Language Review, 2005, # 61, pp. 355–382.
3. Nation, I. S. P. Learning vocabulary in another language. Cambridge: Cambridge University Press, 2001.
4. Qian, D. D. Assessing the roles of depth and breadth of vocabulary knowledge in reading comprehension. Canadian Modern Language Review, 1999, # 56, pp. 282–308.

## HOW A L2 STUDENT CAN LEARN SHAKESPEARE'S VOCABULARY

**Yakushkina T.V.[1]**

*[1] – Polar Academy, Russian State Hydrometeorological University, Saint-Peterasburg, Russia, yaku0149@hotmail.com*

**Abstract.** Increasing active vocabulary of a L2 student to the vocabulary of a native college graduate is an urgent task of professional foreign-language education. The author believes that it can be resolved through students' home reading organized in a special way and gives a tried out teaching technique for reading fiction-

Key words: memory strategies, vocabulary learning, spaced repetition, student's active vocabulary.

# АНГЛИЙСКАЯ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКАЯ ЛЕКСИКА: ИСТОЧНИКИ МЕТАФОРИЗАЦИИ

**Ярмухамедова Ф.М.[1]**

*[1] – Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия, floraspb@hotmail.com*

**Аннотация.** В статье рассматриваются метафорические единицы семантической группы «метеорология» в английском языке. Метафоры классифицированы по сфере источника, выделены четыре типа: артефактная, антропоморфная, социоморфная и природоморфная метафоры.

Ключевые слова: метафора, метеорологическая лексика, артефактная метафора, антропоморфная метафора, социоморфная метафора, природоморфная метафора

В статье рассматриваются источники метафоризации и употребление метафорических единиц для обозначения природных явлений, объектов и процессов семантической группы «метеорология» в английском языке.

Метеорологическая лексика неоднократно привлекала к себе внимание отечественных исследователей, но большей частью это исследования на материале русского языка. В сопоставительном аспекте русского и английского языков метеолексика изучалась М.А.Лазаревой [1], в других же работах научное освещение получили только отдельные фрагменты денотативной сферы «метеорология». В свою очередь, известно большое количество научных трудов, посвященных изучению метафоры и процесса метафоризации. Но только в двух диссертационных исследованиях рассматривается метеорологическая метафора на материале русского и немецкого языков [2,3], однако, до сих пор такой значимый фрагмент английской метафорической картины мира, как метеорологическая сфера, не получил системного описания.

Актуальность настоящего исследования определяется тем, что, с одной стороны, метафора является важной частью языкового фонда и нуждается в дальнейшем изучении, а, с другой стороны, отсутствуют научные работы, посвященные изучению метафоры в английской метеорологической лексике, хотя последняя представляет собой одну из важных тематических групп, поскольку номинирует явления и процессы, с которыми ежедневно сталкивается каждый человек.

Объектом исследования являются английские метафорические лексико-фразеологические единицы, входящие в тематическую группу «метеорология», отобранные методом сплошной выборки из Англо-русского метеорологического словаря Гейбер И.П. [4]. В качестве дополнительного источника привлекался International Cloud Atlas [5]. Общее количество выявленных метафорических единиц – 168.

Анализ отобранных единиц позволил объединить метафоры согласно классификации А.П.Чудинова, которая признана отечественными лингвистами в качестве основания для категоризации различных метафор по сфере источника, на следующие типы [6]: 1. антропоморфная - подразумевает моделирование реальности на основе подобия человеческому телу, чертам характера; 2. природоморфная - моделирует картину мира на основе концептов окружающей природы; 3. Социоморфная - реализует концепты социальной действительности; 4. артефактная - отражает результаты деятельностного труда человека.

**Артефактные** (артефактоморфные) метафорические единицы составляют самую большую группу - 91 единица. К ним относятся метеорологические фразеологизмы, в состав которых входит слово-компонент из предметной (бытовой) лексики. Выявлено, что источником метафоризации метеорологической лексики чаще всего являются такие понятийные сферы, как «дом», «одежда и аксессуары», «драгоценные камни и украшения». Большое разнообразие артефактных фразеологизмов-метафор вполне объяснимо: существование человека в мире окружающей его действительности сопряжено с активным взаимодействием с различными артефактами материальной культуры.

**Антропоморфные** метафоры занимают большое место в метафорической метеолексике английского языка и представляют вторую по количеству метафор группу – 41 единица**.** В их основе, согласно классификации Чудинова А.П., лежат такие понятийные сферы, как «части тела и органы человека», «родство», «болезнь, смерть».

Анализ антропоморфной метафоры показал, что в этой семантической группе преобладает количество образов, связанных с метафорическим использованием наименований частей человеческого тела и его органов.

**Социоморфные** метафоры – 18 единиц. К данному типу относятся метеорологические лексемы и фразеологизмы, связанные с социальной сферой, с жизнью человека в социуме. Анализ позволил выявить три подгруппы сфер-источников, которые были условно названы милитарная метафора, метафора со сферой-источником «профессия», мифологическая или фольклорная метафора.

**Природоморфные** метафоры – 18 единиц, включает зоо- и фитоморфные метафоры. ***Зооморфная метафора*** – 14 единиц, выделена на основании понятийной сферы «мир животных», включает фреймы «животные», «птицы», «рыбы», «низшие животные» и «части тела животных». В первую очередь, это фразеологизмы с компонентом названия распространённого домашнего животного: собаки, коровы, лошади. В свою очередь, ***фитоморфная*** метафора восходит к понятийной сфере «мир растений». Таких метафор выявлено всего четыре.

Таким образом, изучение метеорологической лексики показало довольно широкое использование в этой области метафоризации, что отражает когнитивную направленность деятельности человека. Источники метафор разнообразны, но практически всегда связаны с человеком, его деятельностью, окружающими его предметами и природой. Наблюдая за окружающим миром, активно участвуя в его познании и преобразовании, человек даёт названия наблюдаемым им природным явлениям и объектам через призму собственного повседневного опыта, обогащая тем самым метеорологическую лексику яркими и точными синонимами-метафорами. Метафоризация является одним из важных источников пополнения терминов в метеорологической отрасли. Использование метафоры, метафорического эпитета при описании метеонимов представляет большой интерес, так как помогает понять, как люди воспринимали природные явления и объекты, с чем ассоциировали их, в конце концов помогает определить происхождение того или иного метеорологического термина и в то же время открывает пути для номинации новых метеообъектов и явлений.

**Литература**

1.Лазарева М. А. Сопоставительный анализ метеорологической лексики английского и русского языков: дис. ... канд. филол. наук: 10.02.20 Москва, 2000. – 199 с.

2. Ныгметова Б.Д. Метеорологическая метафора в русском и немецком языках (на материале метеопрогнозов): дис. ... канд. филол. наук:10.02.01 Павлодар. гос.ун-т. – Павлодар, 2010. –150 с.

3.Чан Тхи Тху Хыонг Метеорологическая метафора в русской языковой картине мира: дис. ... канд. филол. наук: 10.02.01 Воронеж. гос. ун-т. – Воронеж, 2011. – 199 с.

4. Гейбер И.П. Англо-русский метеорологический словарь. – Л.: Гидрометеорологическое изд-во, 1969. – 448 с.
5. International Cloud Atlas [Электронный ресурс]: Международный атлас облаков /World meteorological organization, 2017. – Режим доступа: https://cloudatlas.wmo.int/glossary.html.
6. Чудинов А.П. Россия в метафорическом зеркале: когнитивное исследование политической метафоры (1991-2000) /А.П.Чудинов. – Екатеринбург, 2001. – 238 с.

# ENGLISH METEOROLOGICAL VOCABULARY: SOURCES OF METAPHORIZATION

**Yarmukhamedova F.M.[1]**

*[1]– Russian State Hydrometeorological University, Saint Petersburg, Russia, floraspb@hotmail.com*

**Abstract.** The paper analyses metaphors of the “meteorology” semantic group in the English language. The metaphors have been classified into four types based on the field of source, such as artifactual, anthropomorphic, sociomorphic, zoomorphic and phytomorphic metaphors.

Key words: metaphor, meteorological vocabulary, artifactual metaphor, anthropomorphic metaphor, sociomorphic metaphor, zoomorphic metaphor, phytomorphic metaphor

# Секция 10.
# ПРОБЛЕМЫ ПРАВОВОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ В ЭКОСФЕРЕ: СОВРЕМЕННЫЕ ВЫЗОВЫ, СРЕДСТВА И ТЕХНОЛОГИИ ОПТИМИЗАЦИИ

## ВСТУПЛЕНИЕ ЗАКОНОДАТЕЛЬНЫХ НОРМ ПО ОБРАЩЕНИЮ С ТВЕРДЫМИ КОММУНАЛЬНЫМИ ОТХОДАМИ НА ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА ФЕДЕРАЛЬНОГО ЗНАЧЕНИЯ Г. САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

**Вершков Г.Д.[1], Мирзоева С.[2]**

[1] *– Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия, versh-gleb@yandex.ru*

[2] *– Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия*

**Аннотация.** В докладе представлен обзор последних изменений законодательства в области обращения с отходами и рассмотрен опыт внедрения новых правил субъектами РФ, который может перенять город федерального значения г. Санкт-Петербург.

Ключевые слова: система обращения с отходами, реформа, анализ изменения законодательства.

С начала года в РФ стартовала «мусорная реформа», давайте попробуем разобраться, что поменяется в сфере обращения с отходами. Первое о чем стоит упомянуть – это региональный оператор. В ближайший год он должен приступить к работе на территории Санкт-Петербурга [1]. Но законом предусмотрена отсрочка для городов федерального значения до 1 января 2022 года [2]. Все образователи твердых коммунальных отходов (ТКО) в регионе действия операторы должны будут заключить с оператором договоры на вывоз ТКО, которые предполагается отправлять на мусоросортировочные заводы, которые должны появиться в ближайшее время [3]. Но согласно докладу Общественной палаты РФ реализация проектов в сфере обращения с отходами сталкивается с проблемами взаимодействия частного бизнеса и государства в области предоставления субсидий и мер государственной поддержки [4]. В последней редакции 89-ФЗ в статье 29.1 была предусмотрена легализация незаконных свалок до 1 января 2023 года [2].

В тариф на вывоз отхода будет заложена инвестиционная составляющая на строительство таких заводов, что предполагает кратный рост тарифов, но, например, в Тюменской области тариф планируют снижать за счет вторсырья, которое региональный оператор должен получать в процессе работы мусоросортировочных комплексов (МПК) из ТКО. Но вторсырье с МПК загрязнено органическими остатками и малопригодно для повторного использования, что ставит вопрос об окупаемости МПК и снижения тарифов для населения в обозримом будущем. Поэтому на территории региона предполагается внедрения системы сбора в два потока: один контейнер для пищевых отходов и второй для всего остального [5]. Такая же система внедряется в Московской области [6].

Закон «Об отходах производства и потребления» кроме ТКО также выделяет отходы от использования товаров (ОИТ). По своей сути это и есть вторсырье: макулатура, пластики, стекло, металл. Данная трактовка термина дает одну важную возможность – сбор вторичного сырья без взаимодействия с региональным оператором

[7]. Но вне контейнерной площадки, так как за нее ответственен региональный оператор, то есть контейнер должен находиться рядом с площадкой, так как площадка становится зоной ответственности регионального оператора. Поэтому существующая сеть приемных пунктов малого бизнеса сможет сохранить свою независимость от крупных игроков. Остается возможность при заключении договора согласовать с оператором раздельный сбор отходов на придомовой площадке ТКО. В этом вопросе важную роль приобретают органы местного самоуправления, которые могут помочь в вопросе организации раздельного сбора на придомовой территории – согласно новым полномочиям, которые вступили в силу с 1 января 2019 года [2].

По данным Greenpeace Московской области ТКО (по массе отходов) состоит на 22% из пищевых отходов, на 17% из бумаги и картона, из пластиков на 13%, из стекла на 16%, металла на 2% и прочих отходов [8]. Согласно паспорту нацпроекта «Экология» доля ТКО отправленных на утилизацию и обработку на 1 сентября составила 3% и 7% от общего объема образующихся отходов [9]. Прокуратура РФ в методических указаниях по организации прокурорского надзора за исполнением законодательства об обращении с отходами производства и потребления к основным проблемам относит большое количество несанкционированных свалок, отсутствие мер государственной поддержки и инфраструктуры для сбора вторичных материальных ресурсов. Каждый год выявляется более 112 тысяч нарушений законодательства в области обращения с отходами [10].

В г. Санкт-Петербург для успешного перехода на новую систему обращения с отходами необходимо повсеместное внедрение раздельного сбора отходов, так как в городе отсутствуют лицензированные полигоны и крупные заводы по переработке отходов. Опыт Московской и Тюменской областей подтверждает эту гипотезу, там уже стартуют проекты по отдельному сбору пищевых и вторичных материальных ресурсов. Следует налаживать диалог с Ленинградской областью, которая также отложила переход на новую реформу, так как основные мощности по обращению со столичными отходами находятся именно там. Нельзя пользоваться законодательной отсрочкой до 2022 года, необходимо, как и планировалось внедрить новую систему 1 января 2020 года. Немаловажной составляющей успеха, является грамотное и всеобъемлющие донесение информации о новой системе для жителей города.

**Литература**

1. Официальный сайт администрации Санкт-Петербурга [Электронный ресурс] // gov.spb.ru URL: https://www.gov.spb.ru/gov/otrasl/blago/refora-sfery-obrashenie-s-othodami/ (дата обращения 06.02.2018)
2. Федеральный закон от 24.06.1998 №89-ФЗ (ред. от 25.12.18) «Об отходах производства и потребления» // СПС КонсультантПлюс.
3. Официальный сайт Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации [Электронный ресурс] // mnr.gov.ru URL: http://www.mnr.gov.ru/open_ministry/hotline/ (дата обращения 06.02.2018).
4. Доклад Общественной палаты Российской Федерации «Анализ эффективности мер по обеспечению переработки твердых коммунальных отходов и предложения по обеспечению учета мнения граждан Российской Федерации при строительстве объектов используемых для переработки указанных отходов» [Электронный ресурс] // president-sovet.ru URL: http://president-sovet.ru/files/b3/6c/b36c084776a1ca81d711f28617f62fa1.pdf (дата обращения 06.02.2018)
5. Вторая жизнь мусора: смотрим, как под Тюменью сортируют отходы, и почему их сложно продать [Электронный ресурс] // Сетевое издание «72.ru». 2019. 19 января. URL: https://72.ru/text/house/65851961 (дата обращения 06.02.2018).
6. Официальный сайт Правительства Московской области [Электронный ресурс] // mosreg.ru URL: https://mosreg.ru/sobytiya/novosti/news-submoscow/reforma-na-starte-kak-budet-rabotat-sistema-razdelnogo-sbora-otkhodov-v-podmoskove (дата обращения 06.02.2018).
7. Гаркуша А. Как внедрить раздельный сбор отходов в своем дворе (микрорайоне/городе). Путеводитель. – М., 2018. – 28 с.

8. Алимов Р., Артамонов Д., «Мусорное кольцо вокруг Москвы» // greenpeace.org URL: https://www.greenpeace.org/russia/Global/russia/report/toxics/obsor_othodi_msk.pdf (дата обращения 06.02.2018).
9. Паспорт Национального проекта «Экология» // СПС КонсультантПлюс.
10. Методические указания по организации прокурорского надзора за исполнением законодательства об обращении с отходами производства и потребления // genproc.gov.ru URL: https://genproc.gov.ru/upload/iblock/f4c/othody_2018.pdf (дата обращения 06.02.2018).

# ENTRY INTO FORCE OF LEGISLATIVE NORMS ON SOLID MUNICIPAL WASTE MANAGEMENT ON THE TERRITORY OF FEDERAL CITY ST. PETERSBURG

**Vershkov G.D.[1], Mirzoeva S.[2]**

*[1] – SPBSU, Saint-Petersburg, Russia, versh-gleb@yandex.ru*

*[2] – SPBSU, Saint-Petersburg, Russia*

**Abstract.** The report presents an overview of the latest changes in legislation in the field of waste management and the experience of the introduction of new rules by the entities of the Russian Federation.

Key words: waste management system, reform, analysis of changes in legislation.

# «ЧИСТЫЙ ВОЗДУХ» И ПРАВО НА ДОСТОВЕРНУЮ ЭКОЛОГИЧЕСКУЮ ИНФОРМАЦИЮ

**Каспрова Ю.А.**[1]

*1 – Институт государства и права Российской академии наук, Москва, Россия, yuliyakasprova@mail.ru*

**Аннотация.** Рассмотрены некоторые задачи Федерального проекта «Чистый воздух», направленные на оздоровление окружающей среды промышленных городов и связанные с предоставлением экологической информации.

Ключевые слова: атмосферный воздух, выбросы, загрязняющие вещества, Национальный проект «Экология», «Чистый воздух», экологическая информация, экологический мониторинг.

В 2018 году Указом Президента определены национальные цели и стратегические задачи развития Российской Федерации на период до 2024 года; среди направлений развития названы демография, здравоохранение, образование, наука, культура и т.д. Президиумом Совета при Президенте Российской Федерации по стратегическому развитию и национальным проектам протоколом от 24 декабря 2018 г. № 16 утвержден паспорт Национального проекта «Экология». Национальный проект включает в себя ряд федеральных проектов, направленных на оздоровление и улучшение экологической обстановки в России, выведения многих регионов из состояния экологического неблагополучия. Проект затрагивает сферу обращения с отходами, биологическое разнообразие, состояние лесов и вод.

Одним из условий обеспечения благоприятной окружающей среды и здоровья населения является незагрязненный атмосферный воздух. По данным Государственного доклада «О состоянии и об охране окружающей среды в Российской Федерации в 2017 году», в 44 городах Российской Федерации (21% от городов с регулярными наблюдениями за загрязнением атмосферного воздуха) уровень загрязнения воздуха характеризуется как высокий и очень высокий (ИЗА > 7). Большинство таких городов расположены в границах Сибирского федерального округа.

В целях снижения уровня загрязнения атмосферного воздуха в крупных промышленных центрах разработан федеральный проект «Чистый воздух». В рамках проекта поставлен ряд важных задач, направленных на улучшение качества атмосферного воздуха в наиболее «грязных» городах России – Братск, Красноярск, Липецк, Магнитогорск, Медногорск, Нижний Тагил, Новокузнецк, Норильск, Омск, Челябинск, Череповец, Чита и др. Среди задач названы: утверждение комплексных планов мероприятий по снижению выбросов в атмосферный воздух, формирование сводных расчетов загрязнения атмосферного воздуха, непосредственное снижение объема выбросов.

Отдельными задачами, реализация которых необходима для улучшения качества атмосферного воздуха, названы: внедрение информационной системы анализа качества атмосферного воздуха на основе данных автоматизированного онлайн контроля выбросов, проведение модернизации и развитие государственной наблюдательной сети за загрязнением атмосферного воздуха.

Таким образом, речь идет о модернизации системы экологической информации в части данных о загрязнении атмосферного воздуха.

Право на достоверную информацию о состоянии окружающей среды закреплено в ст. 42 Конституции и является неотъемлемым экологическим правом каждого. Такая

информация включает в себя все данные, полученные в результате экологического мониторинга. Большую роль здесь играет информация, собираемая и предоставляемая в открытом доступе Федеральной службой по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. В связи с этим задачи, связанные с информированием о состоянии атмосферного воздуха, в рамках Федерального проекта «Чистый воздух» возложены, в том числе, и на Росгидромет.

Несмотря на важность такой информации система ее получения несовершенна, о чем свидетельствует и сам Федеральный проект, ставящий задачу модернизации систем наблюдения.

Следует обратить внимание на такую проблему – отсутствие постоянного доступа к информации. У граждан нет возможности следить в режиме реального времени за состоянием воздуха в крупных промышленных центрах. Для Москвы на сайте Мосэкомониторинга публикуются данные о состоянии атмосферного воздуха по несколько раз в сутки. На основе этих данных Отделение международной некоммерческой неправительственной организации «Совет Гринпис» разработало интерактивную карту, позволяющую увидеть данные по количеству вредных веществ в атмосфере. Для Челябинска, Магнитогорска и других крупных промышленных городов нет ни сайтов с данными, ни интерактивных карт.

Стоит отметить, что при соответствующем развитии (и расширении) сети измерительных пунктов, своевременном сборе информации и ее быстрой обработки, можно создать сайт с доступной и достоверной экологической информацией о состоянии атмосферного воздуха в крупных городах. Однако при этом задача обеспечения граждан такой информацией не поставлена в Федеральном проекте «Чистый воздух».

**Литература**

1. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2017 году». М.: Минприроды России; НПП «Кадастр», 2018. 888 с. Глазов М.М., Палкин И.И. Современные перспективы развития гидрометеорологического обеспечения экономико-управленческой деятельности // Наука и бизнес: пути развития. 2018. № 9. С. 81–84.

## «CLEAN AIR» AND RIGHT OF RELIABLE ENVIRONMENTAL INFORMATION

**Kasprova Y.A.**[1]

*1 – Institute of state and law RAS, Moscow, Russia, yuliyakasprova@mail.ru*

**Abstract.** There are considered some tasks of the Federal project «Clean Air», aimed at improving the environment of industrial cities and associated with the provision of environmental information.

Key words: air, emissions, pollutants, National project «Ecology», «Clean air», environmental information, environmental monitoring.

# СОСТОЯНИЕ НОРМАТИВНО-ПРАВОВОЙ БАЗЫ ПРИ ОСВОЕНИИ АРКТИЧЕСКИХ НЕФТЕГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ КОНТИНЕНТАЛЬНОГО ШЕЛЬФА

**Михеев В.Л.**[1]

[1] – *Ректор ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет», г. Санкт-Петербург, Россия, rector@rshu.ru*

**Аннотация**: в последние годы в значительной степени возросло внимание к проблемам правового регулирования развития Арктической зоны Российской Федерации. Принимая во внимание указанное, приводится обзор нормативно-правовых документов для реализации проектов по разработке арктических нефтегазовых месторождений и выявление законодательных недостатков, препятствующих эффективному функционированию нефтедобывающих компаний по добыче полезных ископаемых на континентальном шельфе Российской Федерации.

Ключевые слова: континентальный шельф, нефтегазовые месторождения, нормативно-правовая база, добыча углеводородов.

Освоение углеводородного потенциала континентального шельфа, призвано сыграть стабилизирующую роль в динамике добычи нефти и газа в Российской Федерации [1].

Национальные интересы Российской Федерации в сфере недропользования на континентальном шельфе – это совокупность внутренних и внешних потребностей государства в сфере морской деятельности, реализуемых на основе его морского потенциала, отвечающие:

-незыблемости суверенитета Российской Федерации, распространяющегося на внутренние морские воды, территориальное море, их дно и недра под ним, а также на воздушное пространство над ними;

-обеспечению суверенных прав и юрисдикции Российской Федерации, осуществляемых в исключительной экономической зоне и на континентальном шельфе Российской Федерации в целях разведки, разработки и сохранения природных ресурсов, как живых, так и неживых, находящихся на дне, в его недрах и в покрывающих водах;

-управлению ресурсами, производства энергии путем использования воды, течений и ветра, создания и использования искусственных островов, установок и сооружений, морских научных исследований, защиты и сохранения морской среды, а также прав на изучение и освоение минеральных ресурсов района морского дна;

-обеспечение свободы открытого моря, включающую свободу судоходства, полетов, рыболовства, научных исследований, свободу прокладывать подводные кабели и трубопроводы;

-создание условий, способствующих извлечению выгоды из морской хозяйственной деятельности, комплексному развитию приморских регионов Российской Федерации, а также государства в целом.

Наряду с указанным для добычи полезных ископаемых нужно создание флота и сопутствующего ему навигационно-гидрологическое обеспечение. Начиная с 1970 годов за 15–20 лет морские объединения, созданные под руководством министерств, выполнили большой объем работ на шельфе СССР (Баренцево и Карское, Черное и Азовское моря, Сахалинский шельф в Охотском море, Каспийское и Белое моря), а также во Вьетнаме, создав предпосылки для полномасштабного освоения континентального шельфа. До 1990 года было создано и построено около 600 единиц морской техники (буровые суда и платформы, специализированные суда, добычные

платформы). Морская техника строилась и за рубежом, и на отечественных заводах. После распада Советского Союза работы на континентальном шельфе были приостановлены примерно на 10 лет, что нанесло большой урон нефтегазовой промышленности и обернулось для нее значительными потерями [2]. Так как флота практически не стала уменьшилось и соответствующее финансирование навигационно-гидрологического обеспечения, а в таком районе как Арктика оно перестало иметь место.

С учетом последней положительной динамики развития российской государственности и исправления того, что было разрушено и упущено при развале СССР, идет возобновление исторически сложившийся национальной единой транспортной коммуникации России в Арктике – Северного морского пути.

Арктика – район сложный для обеспечения мореплавания, но в нем, как и везде должны соблюдаться международно-правовые договора, разработанные Международной морской организацией (ИМО). Одной из основных функций ИМО является ответственность за организацию обеспечения безопасности на море и защита окружающей среды, а также решение юридических вопросов, связанных с международным судоходством. В структуру ИМО входит ряд комитетов, одним из которых является комитет по безопасности мореплавания, который обеспечивает ликвидацию дискриминационных действий, затрагивающих международное торговое судоходство, а также принятие норм (стандартов) по обеспечению безопасности на море и предотвращению загрязнения с судов окружающей среды, в первую очередь, морской среды [3].

Основными конвенциями разработанными ИМО являются: «Международная конвенция о международных правилах предупреждения столкновения судов в море 1972 г. (МППСС-72)», 2Международная конвенция по охране человеческой жизни на море 1974 г. (СОЛАС-74/78)» , «Международная конвенция по предотвращению загрязнения моря с судов 1973 г., измененная и дополненная в соответствии с Протоколом от 1978 г., (МАРПОЛ 73/78)» , «Международная конвенция по поиску и спасению на море 1979 г. (САР-79)», «Международная конвенция о подготовке и дипломировании моряков и несения вахты 1978 г. (ПДНВ-78/95) [4-8].

Кроме того, мировое сообщество в 1982 году приняло один из знаменательных дипломатических документов нашего времени Конвенцию Организации Объединенных Наций по морскому праву 1982 года (Конвенция ООН) [9].

В итоге благодаря принятию Конвенции ООН по морскому праву, удалось определить правовой режим различных пространств Мирового океана, таких как территориальное море, открытое море, прилежащая зона, континентальный шельф, экономическая зона, проливы, архипелажные воды, международный район морского дна. Она также регулирует торговое военное мореплавание, рыболовство, добычу морских полезных ископаемых и другие виды экономической деятельности на морях и океанах.

Российская Федерация ратифицировало Конвенцию ООН в 1997 г., приняв федеральный закон «О ратификации Конвенции Организации Объединенных Наций по морскому праву и соглашение об осуществлении части XI конвенции Организации Объединенных Наций по морскому праву», № 30-ФЗ от 26 февраля 1997 года [10].

В целях обеспечения наиболее эффективной реализации норм международного права государства принимают внутригосударственные законодательные и иные правовые акты. Они необходимы, поскольку конкретизируют положения международно-правовых норм применительно к условиям конкретного государства, определяют компетентные органы и учреждения в сфере реализации норм морского права, устанавливают ответственность за их нарушения.

Анализируя изложенные международно-правовые акты можно прийти к выводам, что основным направлением мирового сообщества является – безопасность человеческой жизни и охрана окружающей среды.

Поэтому на текущий момент Российской Федерации как одному из ведущих экспортеров нефти стоит усовершенствовать системы связи в высоких широтах, аварийно-спасательного обеспечения, охраны окружающей среды, осуществления безопасности мореплавания на основании обоснованных объемах добычи сырья, региональных особенностях и перспективах поставок газа и нефтепродуктов на внутренний и внешний рынки.

**Литература**

1. Энергетическая стратегия России на период до 2030 года: распоряжение Правительства РФ от 13 нояб. 2009 г. N 1715-р [Электронный ресурс]. – Режим доступа: Система Консультант Плюс.
2. Фролов А. В море углеводородов / А. Фролов // Корпоративный журнал Газпром. – 2014. - N 10. - С. 24-29.
3. Официальный сайт [Электронный ресурс]. – Режим доступа: ИМО www.imo.org.
4. Международная конвенция о международных правилах предупреждения столкновения судов в море 1972 г. (МППСС-72) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: Система Консультант Плюс.
5. Международная конвенция по охране человеческой жизни на море 1974 г. (СОЛАС-74/78) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: Система Консультант Плюс.
6. Международная конвенция по предотвращению загрязнения моря с судов 1973 г., измененная и дополненная в соответствии с Протоколом от 1978 г., (МАРПОЛ 73/78) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: Система Консультант Плюс.
7. Международная конвенция по поиску и спасению на море 1979 г. (САР-79) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: Система Консультант Плюс.
8. Международная конвенция о подготовке и дипломировании моряков и несения вахты 1978 г [Электронный ресурс]. – Режим доступа: Система Консультант Плюс.
9. Конвенция Организации Объединенных Наций по морскому праву 1958 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа: Система Консультант Плюс.
10. Федеральный закон №30-ФЗ от 26 февраля 1997 года «О ратификации Конвенции Организации Объединенных Наций по морскому праву и соглашение об осуществлении части XI конвенции Организации Объединенных Наций по морскому праву» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: Система Консультант Плюс.

# CONDITION OF THE REGULATORY BASE DURING THE DEVELOPMENT OF THE ARCTIC GASOIL FIELDS OF THE CONTINENTAL SHELF

**Mikheev V.L.**[1]

[1] – *Rector, Russian State Hydrometeorological University, Saint-Petersburg, Russia, rector@rshu.ru*

**Abstract**. In recent years, attention to the problems of legal regulation of the development of the Arctic zone of the Russian Federation has significantly increased. Taking into account the above, an overview of the regulatory documents for the implementation of projects for the development of Arctic gasoil fields and the identification of legislative deficiencies that impede the effective functioning of oil companies in the mining of mineral resources on the continental shelf of the Russian Federation.

Key words: continental shelf, gasoil fields, regulatory base, hydrocarbon production.

# О НЕКОТОРЫХ ПРОБЛЕМАХ ПРАВОВОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ДНОУГЛУБИТЕЛЬНЫХ И ДНООЧИСТИТЕЛЬНЫХ РАБОТ НА РЕКАХ И ОЗЕРАХ

**Мушкет И.И., Исаев Д.И.[1]**

*[1] – Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия, i.mushket@rshu.ru*

**Аннотация**. В настоящее время отсутствует необходимая нормативно-правовая база, регулирующая выполнение дноуглубительных и дноочистительных работ на реках и озерах

Ключевые слова: дноуглубительные работы, дноочистительные работы, нормативно-правовая база.

Проектная глубина, методика оценки вынутого грунта в условиях его неполного сложения, межремонтные сроки дноуглубительных работ.

В нынешнее время часто возникает необходимость в проведении дноуглубительных работ для улучшения условий судоходства на водных путях и для нормальной эксплуатации гидротехнических сооружений.

Наряду с работами по углублению дна проводятся также и работы, в результате которых осуществляется очистка водоемов от загрязнений.

Дноуглубительные работы – разновидность земляных работ, производимых под водой на дне водоема с целью создания или углубления существующих подходных водных путей к портам, строительства причалов, мостов и других гидротехнических сооружений, прокладывания под водой трубопровода, а также для расширения и увеличения глубины водоемов.

Дноочистительные работы – разновидность работ, которые проводятся для удаления подводных препятствий на реках, озерах и иных водоемах для обеспечения судоходства.

Проведение данных видов работ, как правило, связано с изменением дна, берегов водного объекта, расчисткой русла реки и регулируется нормами водного законодательства, законодательства в области охраны окружающей среды и законодательства о градостроительной деятельности.

При выполнении дноуглубительных и дноочистительных работ на реках и озерах исполнители данного вида работ, как правило, призваны руководствоваться следующими нормативными документами:

– СНиП 11-02-96. Инженерные изыскания для строительства. Основные положения;

– СП 11-104-97. Инженерно-геодезические изыскания для строительства;

– РД 31.74.04-2002. Технология промерных работ при производстве дноуглубительных работ и при контроле глубин;

– Инструкцией по промеру на реках, ИПР-77;

– Инструкцией о порядке контроля и приемки геодезических, топографических и картографических работ. ГКИНП (ГНТА) 17-004-99;

– Правилами гидрографической службы № 4. Съемка рельефа дна судоходных морских и речных акваторий.

Названые нормативные документы представляют собой перечень нормативных актов, требования которых, в первую очередь, направлены на обеспечение навигационных правил морского и речного флота.

В тоже время в документах не в полной мере учтены особенности проектирования и выполнения очистных работ на реках, озерах и прудах, которые проводятся с целью санации этих водоемов, обеспечения их экологической безопасности.

При проведении дноуглубления и дноочистки на небольших озерах и прудах существуют проблемы с понятием проектной глубины. Как правило, в связи с тем, что отсутствует научно-обоснованный критерий определения проектной глубины, такая глубина назначается произвольно. При этом не учитывается происхождение котловины водоема, условия его питания, осадконакопления и формирования высшей водной растительности.

Нормативные акты не устанавливают точных сроков для выполнения промерных работ в целях предварительного расчета объемов вынимаемого грунта. Полагаем, что при высокой степени заносимости водоема время выполнения предварительных промеров должно быть максимально приближено к началу выполнения работ.

Для определения объемов вынутого грунта нормативные акты требуют использовать результаты детальных промеров с применением эхолота. На практике такие промеры, как правило, проводят сразу по окончании дноуглубительных работ. Следует отметить, что на озерах и прудах процесс осаждения взмученной фракции наносов и илов имеет свойство затягиваться на довольно продолжительное время. В этом случае показания эхолота будут меняться как во времени, так и по акватории водоема, что, в свою очередь приведет к искажению данных по объему выполненных работ.

Такое положение возможно в связи с отсутствием методики оценки вынутого грунта в условиях его неполного сложения.

Отсутствие четких критериев и законодательных требований приводит к тому, что при проектировании работ по дноуглублению и дноочистке, в проектах не определяются условия поступления в водоем жидкого и твердого стока, источники загрязнения антропогенного и естественного происхождения, не дается оценка возможных изменений водного баланса водоема в результате дноуглубления водоема и производства технологических работ на его водосборе, не оценивается интенсивность осадконакопления в водоеме и не дается прогноз возможных межремонтных сроков, не учитывается эффект сползания органических илов по наклонной поверхности берегового участка, что особенно заметно на малых водоемах.

При выполнении дноуглубительных работ на реках и каналах проектный профиль назначается без учета типа руслового процесса и без анализа движения мезоформ в русле реки.

В проектах, предназначенных для реализации на естественных реках, не учитывается факт движения наносов и не рассчитывается их сток. Не определяются межремонтные сроки дноуглубительных работ.

**Литература**

1. "Водный кодекс Российской Федерации" от 03.06.2006 N 74-ФЗ (ред. от 03.08.2018) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2019// Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_60683/

2. "СП 47.13330.2012. Свод правил. Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 11-02-96" (утв. Приказом Госстроя России от 10.12.2012 N 83/ГС) из информационного банка "Строительство".

3. "СП 11-104-97. Инженерно-геодезические изыскания для строительства. Часть II. Выполнение съемки подземных коммуникаций при инженерно-геодезических изысканиях для строительства" (одобрен Письмом Госстроя РФ от 26.09.2000 N 5-11/89) // http://docs.cntd.ru/document/1200029632.

4. "Технология промерных работ при производстве дноуглубительных работ и при контроле глубин для безопасности плавания судов в морских портах и на подходах к ним. РД 31.74.04-2002" (утв. Минтрансом РФ 01.01.2002) // http://docs.cntd.ru/document/1200037152.

5. «Инструкции по промеру на реках» (ИПР-77) // издание ГУНиО МО 1977 г.
6. Приказ Роскартографии от 29.06.1999 N 86-пр "О введении в действие Инструкции о порядке контроля и приемки геодезических, топографических и картографических работ. ГКИНП (ГНТА)-17-004-99" // http://docs.cntd.ru/document/1200032584.
7. «Правила гидрографической службы № 4. Съемка рельефа дна. Часть 1, Часть 2, издание ГУНиО МО 1984 г.

# SOME ASPECTS OF LEGAL REGULATION DURING DREDGING AND BOTTOM CLEANING WORKS ON RIVERS AND LAKES

**Mushket I.I., Isaev D.I.** [1]

[1] – *Russian State Hydrometeorological University, St.Petersburg, Russia, i.mushket@rshu.ru*

**Abstract**. In problem of legal framework for dredging and bottom cleaning works in rivers in lakes is discussed.

Keywords: dredging, bottom cleaning, legal framework.

# ФУНКЦИЯ ГОСУДАРСТВА ПО ПРЕДУПРЕЖДЕНИЮ И ЛИКВИДАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ В АРКТИКЕ: СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЗАКОНОДАТЕЛЬНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

**Немченко С.Б.** [1]

[1] – *Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, г. Санкт-Петербург, Россия, nemchenko-st@mail.ru*

**Аннотация.** Автором анализируются основные проблемы и коллизии правового регулирования осуществления функции государства по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций в Арктике. Формулируется вывод о необходимости четкой и ясной базовой терминологии законодательства в этой сфере. Предлагается разработка Концепции обеспечения комплексной безопасности Арктической зоны Российской Федерации от угроз чрезвычайных ситуаций, в которой отразить сферу ответственности каждого федерального органа исполнительной власти, его полномочия, направления деятельности, создание совместных опорных точек развития.

Ключевые слова: Арктика, функция государства по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций, комплексная безопасность Арктической зоны Российской Федерации от угроз чрезвычайных ситуаций.

Особого внимания заслуживает новая постоянная функция государства по предупреждению и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций, которая все более востребована в Арктическом регионе. Для осуществления функции государства по предупреждению и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций в Арктике должно быть соответствующее эффективное законодательство, а также научно-обоснованная четкая и понятная правовая политика государства в этой сфере.

Однако в законодательном обеспечении указанной функции государства в Арктике существует достаточно проблем, которые не позволяют в полной мере говорить об эффективности её осуществления.

Первая проблема - это состояние законодательства об Арктической зоне Российской Федерации (далее – АЗ РФ). Главная проблема законодательства об АЗ РФ, а также в сфере предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций в указанном регионе – правовую базу еще предстоит разработать. В этой связи для освоения Арктики нужны ясные стратегические ориентиры развития законодательства, программные документы, особенно в сфере обеспечения безопасности в Арктике. Требуется продуманная система законодательства, отвечающая современным требованиям.

Вторая проблема - термины и понятия, используемые в законодательстве о предупреждении и ликвидации чрезвычайных ситуаций в АЗ РФ. Ведущими специалистами отмечается необходимость разработки специального тематического юридического словаря-справочника, охватывающего основные понятия правовой политики Российского государства в Арктике [1, С. 15].

Насущно необходима четкая и ясная базовая терминология законодательства, требуется легально закрепить понятие «комплексная безопасность Арктической зоны Российской Федерации от угроз чрезвычайных ситуаций», что, по нашему мнению, заложит вектор развития всего законодательства, посвященного обеспечению комплексной безопасности в Арктике. Указанное легальное определение отсутствует, несмотря на его широкое использование. Отсутствия научно проработанного и закрепленного в законе указанного термина может повлечь негативные последствия. Идеи о наполнении термина «комплексная безопасность Арктической зоны Российской Федерации от угроз чрезвычайных ситуаций» конкретным содержанием уже высказывались учеными [3].

Считаем необходимым включить вопросы комплексной безопасности в ряд статей Федерального закона «О развитии Арктической зоны Российской Федерации» в главу, посвященную безопасности в целом.

Третья проблема – отсутствует конкретный правовой механизм реализации основных программных документов по развитию АЗ РФ. Нужен четкий план развития всех федеральных органов исполнительной власти в Арктике, пошаговая дорожная карта. Считаем, что необходимо распределить и легально закрепить компетенцию и полномочия всех органов исполнительной власти в сфере развития АЗ РФ постановлением Правительства.

По нашему мнению, существует насущная потребность в разработке Концепции обеспечения комплексной безопасности Арктической зоны Российской Федерации от угроз чрезвычайных ситуаций (как общий план координации и согласованного развития в АЗ РФ заинтересованных органов исполнительной власти). В такой Концепции нужно отразить сферу ответственности каждого федерального органа исполнительной власти, полномочия, направления деятельности. Решить вопрос о создании совместных точек развития (баз, центров и т.д. для объединения усилий министерств) и узкопрофильных направлений, которые обеспечивают отдельные министерства. Такая Концепция могла бы стать самым эффективным способом устранения проблем законодательного обеспечения функции государства по предупреждению и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций в Арктике.

Также по нашему мнению, нужны Положения и Планы взаимодействия федеральных органов исполнительной власти по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций в АЗ РФ.

Четвертая проблема - международное право и международное сотрудничество в сфере предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций в АЗ РФ. В международно-правовой сфере, на наш взгляд, требуется внедрение единых подходов приарктических государств в предупреждении и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций: гармонизация законодательства, ликвидация трансграничных чрезвычайных ситуаций, создание совместного корпуса спасения.

Существует необходимость согласования национального законодательства Российской Федерации, регулирующего деятельность МЧС России, и международных договоров в области осуществления поиска и спасания на море в АЗ РФ [2, С. 99].

Требуется системный научный подход в проработке правового статуса АЗ РФ, всех видов деятельности в Арктике, особенно в сфере комплексной безопасности и предупреждении и ликвидации чрезвычайных ситуаций.

**Литература**

1. Автономов А.С., Малько А.В., Немченко С.Б. Правовая политика современной России в Арктическом регионе // Правовая политика и правовая жизнь. 2016. № 1.
2. Зокоев В.А., Иванов К.М. О некоторых особенностях взаимодействия норм международного права и российских национальных норм при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций в Арктической зоне // Правовая политика и правовая жизнь. 2015. № 4.
3. Винокуров В.А. О понятии комплексной безопасности в Арктике // Организационно-правовое регулирование безопасности жизнедеятельности в современном мире. Сборник материалов Международной научно-практической конференции. Под редакцией Э.Н. Чижикова. Составители Л.С. Муталиева, Д.К. Саймина. 2016. С. 15-18.

# EMERGENCY SITUATIONS PUBLIC FUNCTION IN THE ARCTIC: IMPROVEMENT OF THE LEGISLATIVE SUPPORT

**Nemchenko S.B.**[1]

[1] – *Saint-Petersburg University of State Fir e Service of EMERCOM of Russia, Saint-Petersburg, Russia, nemchenko-st@mail.ru*

**Abstract.** The author analyzes the main problems and conflicts of legal regulation of the functions of the state for prevention and liquidation of emergency situations in the Arctic. There are conclusions on the need for precise and clear the basic legal terminology in the article. The author suggests to develop the Complex safety concept of the Russian Arctic from the threats of emergencies, which reflects the responsibilities of each federal executive authority, its powers, activities and development of joint reference points.

Key words: Arctic, emergency situations public function, complex safety of the Russian Arctic from the threats of emergencies

# БЛАГОПРИЯТНАЯ ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ КАК ФАКТОРЫ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ МУНИЦИПАЛИТЕТОВ

**Никифорова Е.Н.** [1]

[1] – *Российский государственный гидрометеорологический университет (РГГМУ), Российская Федерация,demetra1988spb@mail.ru*

**Аннотация:** В статье подчеркивается, что в настоящее время в системе органов местного самоуправления нет специальных аппаратов, через которые они могли бы эффективно выполнять возложенные на них задачи по охране окружающей природной среды и обеспечения экологической безопасности**.** Автор отмечает, что координация деятельности органов публичной власти всех уровней, а также совершенствование нормативно-правового регулирования обеспечения благоприятной окружающей среды и экологической безопасности являются факторами устойчивого развития муниципалитетов.

**Ключевые слова:** благоприятная окружающая среда, экологическая безопасность, устойчивое развитие муниципалитетов, совершенствование нормативно-правового регулирования.

Стремительное осложнение экологической ситуации во всем мире причинило и продолжает причинять гигантский ущерб жизни, здоровью и имуществу миллионов людей, тем самым поставило вопрос о выживании человечества. Последствия испорченной цивилизацией экологии могут быть катастрофическими.

Усилия нашего государства в области экологического развития направлены, прежде всего, на сохранение благоприятной окружающей среды, реализацию права каждого человека на благоприятную окружающую среду, укрепление правопорядка в области охраны окружающей среды и обеспечение экологической безопасности. Стратегическая цель государственной политики в области экологического развития определена в Основах государственной политики в области экологического развития Российской Федерации на период до 2030 года, утвержденных Президентом РФ 30.04 2012 года.

Право на благоприятную окружающую среду, закрепленное в статье 42 Конституции РФ, как фундаментальное право, обеспечивающее достойное качество жизни населения, фактически является производным от права на жизнь. Как справедливо отметил В.В. Эрнст: «Составным элементом реализации данного права является обеспечение экологической безопасности как элемента укрепления всей национальной безопасности и жизненно важных интересов государства и граждан РФ» [6].

Федеральный закон «Об охране окружающей среды» развивает положения ст. 42 Конституции Российской Федерации, закрепляя право каждого гражданина на благоприятную окружающую среду, на ее защиту от негативного воздействия, вызванного хозяйственной и иной деятельностью, чрезвычайными ситуациями природного и техногенного характера, на достоверную информацию о состоянии окружающей среды и на возмещение вреда окружающей среде.

В статье 1 вышеназванного Федерального закона закреплено понятие «экологическая безопасность» как «состояние защищенности природной среды и жизненно важных интересов человека от возможного негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности, чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, их последствий».

Важно подчеркнуть, что содержание термина «экологическая безопасность» особо значимо. Существуют различные научные подходы к трактовке данного определения[3].

Следует отметить, современное государство может обеспечить долговременную стратегическую стабильность и безопасность только через устойчивое развитие. Устойчивое развитие выступает синонимом безопасного развития. Экологическая безопасность представляет собой часть национальной безопасности Российской Федерации. Многие авторы при этом считают, что экологическая безопасность является самостоятельным объектом правового регулирования наряду с охраной окружающей среды и рациональным природопользованием [2]

Экологическая безопасность некоторыми учеными рассматривается как часть системы глобальной международной безопасности, становится международно-правовой категорией [4.]

Представляется, что достижение стратегической цели государственной политики в области экологического развития обеспечивается путем решения двуединой задачи: во-первых, формирование эффективной системы управления в области охраны окружающей среды и обеспечения экологической безопасности, предусматривающей взаимодействие и координацию деятельности органов публичной власти, а во-вторых, совершенствование нормативно-правового регулирования обеспечения охраны окружающей среды и экологической безопасности. В научной литературе на эти аспекты и ранее обращалось внимание [5].

Однако, на современном этапе формирование действенной системы органов публичной власти в сфере обеспечения экологической безопасности пока не завершено. Так, эффективная система управления в области охраны окружающей среды и обеспечения экологической безопасности включает в себя как органы государственной власти Российской Федерации и ее субъектов, так и органы местного самоуправления, а также предполагает разграничение компетенции, взаимодействие и координацию деятельности исполнительных органов государственной власти и внутригородских муниципальных образований Санкт-Петербурга, ответственности исполнительных органов государственной власти Санкт-Петербурга и органов местного самоуправления за обеспечение благоприятной окружающей среды и экологической безопасности на соответствующих территориях. На это важное обстоятельство указывается в Постановлении Правительства Санкт-Петербурга от 18.06.2013 №400 (ред. от 14.06.2017) «Об Экологической политике Санкт-Петербурга на период до 2030 года».

Природоохранные полномочия органов местного самоуправления - это их право и обязанность решать вопросы местного значения в сфере охраны окружающей среды, а также осуществлять передаваемые им в установленном законом порядке отдельные государственные полномочия в этой сфере. Реализация возрастающего объема природоохранных полномочий органов местного самоуправления требует не только финансового, материально-технического, но и адекватного организационного обеспечения.

Применительно к структуре муниципальных органов власти можно выделить природоохранные полномочия представительных органов, главы муниципального образования, местных администраций (исполнительно-распорядительных органов), а также других органов местного самоуправления, предусмотренных уставами муниципальных образований и обладающих специальными полномочиями по решению конкретных вопросов местного значения. С точки зрения организационно-правовой формы природоохранные полномочия органов местного самоуправления реализуются преимущественно через управления, департаменты, комитеты, отделы.

Федеральный закон «Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации» является основным нормативным правовым актом и устанавливает перечень вопросов местного значения поселения, муниципального района, городского округа, в том числе и в области охраны окружающей среды. Вышеизложенное позволяет сделать вывод о том, что целесообразно внести дополнения и изменения в Федеральный закон от 06.10.2003 № 131-ФЗ «Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации». Так, например, часть 8 статьи 37 «Местная администрация» данного Закона целесообразно дополнить положением о том, что в структуре местной администрации наличие комитета (отдела) по охране окружающей среды и экологической безопасности является обязательным.

Только созданные на уровне Федерального законодательства специализированные органы местного самоуправления смогут самостоятельно и эффективно выполнять довольно обширные функции охраны окружающей среды, что позволит реализовать природоохранные полномочия органами местного самоуправления с учетом экологических интересов населения, в целях защиты таких интересов при осуществлении на территории муниципального образования любой деятельности, влияющей на состояние окружающей среды.

К внутренним вызовам экологической безопасности относят низкий уровень экологического образования и экологической культуры населения, что отмечается в Стратегии экологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 года, утвержденной Указом Президента РФ от 19.04.2017 № 176. Представляется, что решение вопросов экологического образования государственных и муниципальных служащих должно происходить в период их обучения в вузе. В связи с этим, целесообразно в учебные планы направления подготовки «Государственное и муниципальное управление» в обязательном порядке включить дисциплину «Экологическое право».

Среди российских ученых в течение длительного времени ведутся споры о целесообразности кодификации норм экологического права и разработке Экологического кодекса РФ. На наш взгляд, целесообразно систематизировать все природоохранное законодательство и разработать Экологический кодекс. Подобная работа позволит провести мониторинг всего действующего законодательства в сфере экологии, выявить противоречия, обобщить и систематизировать его. В Экологическом кодексе целесообразно выделить экологическую безопасность Арктической зоны РФ, а также управление экологической безопасностью на муниципальном уровне. Кодификация экологического законодательства в последующем существенно облегчит правоприменение. Подобный кодекс принят в Республике Казахстан. Однако, не все ученые разделяют подобную точку зрения и высказывают опасения, связанные с большим объемом работы с законодательными материалами [1].

Таким образом, высказанные предложения направлены на совершенствование муниципального управления и будут способствовать обеспечению благоприятной окружающей среды и экологической безопасности муниципалитетов, что является основой их устойчивого развития.

**Литература**

1. Демичев А.А., Грачева О.С. Экологическое право: учебник. М.: Прометей, 2017. 348 с.
2. Жаворонкова Н.Г., Шпаковский Ю.Г. Правовое обеспечение экологической безопасности в условиях экономической интеграции Российской Федерации: монография. М.: Проспект,2017. 160 с.
3. Клюканова Л.Г. Понятие экологической безопасности в нормах российского экологического законодательства // Российский юридический журнал. 2017. № 4. С. 162-170.
4. Колбасов О.С. Концепция экологической безопасности (юридический аспект) // Сов. государство и право. 1988. №12. С. 47-55.

5. Круглов В.В. Правовое и организационное обеспечение экологической безопасности и охраны окружающей среды в процессе хозяйственной и природоохранной деятельности в РФ // Бизнес, Менеджмент и Право. 2016. № 3-4. С. 49-54.
6. Эрнст В.В. Конституционно-правовое обеспечение экологической безопасности // Российский следователь. 2016. №2. С. 51–55.

# FAVORABLE ENVIRONMENT AND ECOLOGICAL SAFETY AS FACTORS OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF MUNICIPALITIES

**Nikiforova E.N.**[1]

[1] – *Russian state hydrometeorological university (RSHU), demetra1988spb@mail.ru*

**Annotation:** The article emphasizes that at present there are no special devices in the system of local self-government bodies through which they could effectively carry out the tasks entrusted to them to protect the environment and ensure environmental safety. The author notes that the coordination of the activities of public authorities at all levels, as well as the improvement of the regulatory framework to ensure a favorable environment and environmental safety are factors for the sustainable development of municipalities.

Keywords: favorable environment, ecological safety, sustainable development of municipalities, improvement of regulatory framework.

# РЕАЛИЗАЦИЯ МОДЕЛИ ПРЕДСТАВИТЕЛЬСТВА КОРЕННЫХ МАЛОЧИСЛЕННЫХ НАРОДОВ СЕВЕРА В ОРГАНАХ ЗАКОНОДАТЕЛЬНОЙ ВЛАСТИ СУБЪЕКТОВ АЗРФ

**Розанова М.С.**[1]

[1] – *Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия, marjaroz@mail.ru*

**Аннотация**. В докладе рассматривается представительство КМНС в органах законодательной власти субъектов АЗРФ. Данная модель является основой устойчивого экологического развития в Арктике при условии участия КМНС в вопросах развития исконных территорий их проживания.

Ключевые слова: коренные народы Севера, Арктика, Ненецкий автономный округ, выборы.

Проблематика представительства коренных малочисленных народов Севера в органах законодательной власти субъектов РФ не получает широкого освещения в отечественной научной литературе, как в академических, так и политических кругах. Вместе с тем, происходящие процессы изменения климата актуализируют вопросы будущего коренных народов Арктического региона, их изменяющегося статуса и роли в политическом процессе определения своего будущего.

Несмотря на то, что на международном уровне признается ценность и значимость традиционного образа жизни коренных сообществ Арктики, подчеркивается необходимость их участия в решении вопросов землепользования, недропользования и определения своего будущего с целью сохранения их исконной культуры[1], на уровне арктических государств и регионов не в полной мере принимается во внимание огромный потенциал коренных народов в решении вопросов устойчивого развития в изменяющейся Арктики, в том числе на законодательном уровне.

Вместе с тем, в истории советской и российской правовой системы имеется опыт по созданию условий для реализации принципа относительно «справедливого» численного представительства коренных малочисленных народов Севера в органах законодательной власти субъектов АЗРФ. В частности, представляет особый интерес инициатива Ненецкого автономного округа в части установления дополнительных гарантий избирательных прав ненецкого народа в законодательном органе НАО (Закон Ненецкого автономного округа «О выборах депутатов Собрания депутатов Ненецкого автономного округа» No 445-03 от 9 января 2004 г.). Введение данной нормы в избирательное право субъекта связано как численным составом, так и с исключительным положением ненцев в округе и спецификой его жизнедеятельности.

На территории НАО проживают чуть более 7,5 тыс. ненцев, доля титульного ненецкого народа в общей численности жителей округа составляет порядка 18%[2]. По сей день традиционная жизнедеятельность многих сельских сообществ коренного населения напрямую связана с возможностью освоения исконных территорий, поскольку прямо или косвенно связана с полупроизводящим (оленеводство) и присваивающим (охота, рыболовство, собирательство) экстенсивным типом хозяйства[3].

Законодатель НАО закрепил дополнительные гарантии в 2004 году. Так, согласно п. 4 ст.3 Закона округа два депутата из числа коренных малочисленных народов Российской Федерации, проживающих на территории Ненецкого автономного округа, избираются в Собрание депутатов округа по многомандатному национально-территориальному избирательному округу. Тем самым региональным законодателем

был учтен как исторический и современный опыт России как государства, включающего в свой состав представителей различных культур и народов и учитывающих их уникальное положение и культурные особенности, а также и историческое наследие правовой и политической культуры.

Данная модель могла бы в перспективе стать основой устойчивого экологического развития в Арктике путем вовлечения представителей коренных народов в вопросы развития исконных территорий их проживания. Последствия отмены данной нормы Верховным Судом РФ в 2005 году как ограничивающей пассивное избирательное право граждан других национальностей, а также сопутствующие изменения в условиях продолжающейся централизации власти привели к тому, что площадки для артикуляции и выражения интересов ненцев и возможности влияния оказываются предельно ограниченными (показательными стали выборы 2018 года в Собрание депутатов НАО, где не оказалось ни одного представителя титульного этноса, выражающего интересы ненецкого народа округа). В общественно-политической среде к таким площадкам в НАО относятся общественные представительные организации ненецкого народа. Ассоциация нененецкого народа «Ясавэй» обладает правом на участие в нормотворческой деятельности в качестве субъекта законодательной инициативы. Особый статус Ассоциации законодательно закреплен ст. 15 Устава НАО: «Вопросы социально-экономического развития ненецкого народа органы государственной власти и управления округа решают с участием ассоциации ненецкого народа "Ясавэй"».

Вторым институтом артикуляции и выражения интересов ненецкого народа является Совет старейшин коренных малочисленных народов Севера при Администрации НАО. Задача Совета – защита исконной среды обитания, традиционных образа жизни, хозяйствования и промыслов коренных малочисленных народов на территории округа. К полномочиям Совета относятся, в том числе, разработка предложений и рекомендаций исполнительным органам государственной власти органам местного самоуправления Ненецкого округа по созданию условий для улучшения уровня жизни коренных малочисленных народов Севера, защите их прав и свобод.

В тоже время, несмотря на признание значимости данных представительных организаций коренного народа, их возможности как общественных организаций для участия в политических процессах и в сфере управленческих решений являются ограниченными и не способствуют формированию прочных основ устойчивого экологического развития данного Арктического региона.

**Литература**

1. UN Declaration on the Rights of Indigenous Peoples, EPIC Concept, Arctic Council policies and practices и т. д.

2. По данным Всероссийской переписи 2010 г.

3. Культура Арктики: коллективная монография / Под общ. ред. У.А. Винокуровой.- Якутск: ИД СВФУ, 2014. – 344 с. - (Культура Арктики; Вып. 1). С. 82.

# IMPLEMENTATION OF THE PRINCIPLE OF EQUITABLE REPRESENTATION FOR THE INDIGENOUS PEOPLES OF THE NORTH IN THE LEGISLATIVE BODIES IN THE RUSSIAN ARCTIC

**Rozanova M.S.**[1]

*1 – Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia, marjaroz@mail.ru*

**Abstract**. The paper discusses the model of equitable representation of the indigenous peoples of the North in the legislative bodies of in the Russian Arctic. This model can become the basis for sustainable environmental development in the Arctic by involving indigenous people in a decision-making process.

Key words: indigenous peoples, Arctic, equitable representation, elections, Nenets Autonomous District.

# ПРАВОВЫЕ МЕТОДЫ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ОБЕЗЛЕСИВАНИЯ

**Степанова А.А.**[1]

[1] – *Институт государства и права Российской академии наук, Москва, Россия, ecolaw@igpran.ru*

**Аннотация**. Современные масштабы вырубок, с осваиванием новых территорий, вместо интенсивного использования уже освоенных, негативно сказываются на климате планеты, уменьшая площади депонирования и накопления углекислого газа, приводя к деградации почв и влияя на круговорот парниковых газов. Для предотвращения обезлесивания необходимо разработать меры контроля и надзора за осуществлением вырубок, систему постоянного мониторинга за состоянием лесов, а также предусмотреть экономические стимулы для ведения ответственного лесного хозяйства.

Ключевые слова: лес, обезлесивание, изменение климата, парниковые газы, углекислый газ, депонирование углерода, малонарушенные леса, защитные лесные полосы, лесовосстановление, компенсационное лесовосстановление.

Глобальное изменение климата – одна из важнейших проблем, стоящих перед международным сообществом. В течение нескольких десятилетий ученые наблюдают огромную скорость глобального потепления, резкие изменения климата, в особенности увеличение температуры. На изменения климата влияют не только выбросы парниковых газов в атмосферу, но и обезлесивание нашей планеты, связанное с колоссальными масштабами их вырубки. Влияние лесов на климат планеты заключается в том, что они поглощают CO2, охлаждают почву, предотвращают чрезмерное испарение воды и насыщают атмосферу аэрозолями, отражающими ультрафиолетовое и тепловое излучение, участвуют в формировании осадков.

В 2010 году на территории Восточно-Европейской равнины было проведено исследование [1], которое было призвано выявить влияние обезлесивания земель на климат как в зоне проведения исследований (модельный регион), так и на участках, примыкающих к ней. По результатам эксперимента было выявлено, что обезлесивание может привести к увеличению температуры, скорости ветра, в том числе к учащению случаев штормового усиления ветра, уменьшения количества осадков и относительной влажности на территории модельного региона. Также обезлесивание влияет на изменение метеорологических характеристик непосредственно в области, где располагается участок с отсутствием лесистости, тогда как режим осадков может при этом меняться на всей территории Восточно-Европейской равнины, даже в удаленных от зоны эксперимента районах.

В 2015 году было принято Парижское соглашение по итогам 21-ой Рамочной конвенции ООН об изменении климата, которое подписали 195 стран и ратифицировали 148 (по состоянию на 2017 год). Роль лесов была освещена в ст. 5, где они указываются как поглотители и накопители парниковых газов. Россия также подписала данное соглашение, установив себе цель, согласно принципу национально определяемых вкладов, снизить уровень выбросов парниковых газов к 2030 году до 70-75% объема выбросов 1990 года. Таких показателей Россия планирует добиться благодаря способности лесов к депонированию углерода. На сегодняшний день Парижское соглашение в нашей стране еще не ратифицировано, рассмотрение данного вопроса отложено на 2019-2020 гг. В настоящее время началась разработка государственных проектов, в том числе проектов ПРООН в области противодействия изменению климата в развивающихся странах, нацеленных на сохранение и увеличение площади лесов, укрепление потенциала по борьбе с лесными пожарами, а также иных

мероприятий, направленных на предотвращение обезлесивания. Целями лесных проектов являются: сохранение площади лесов, создание лесополос, способствующих поглощению парниковых газов, а также внедрение экономических стимулов для собственников вредных производств по воспроизводству лесов для компенсации выбросов, для чего необходимо разработать способы оценки функций леса не только как материального ресурса, но и с точки зрения его способности поглощения и депонирования углерода. С учетом развития современных технологий по осуществлению гидрометеорологического мониторинга представляется возможным создание системы расчета количества поглощенного углекислого газа на определенных территориях, на основании которого может быть введена система льгот и поощрений для собственников, лесные насаждения, посаженные ими, способны полностью компенсировать количество выбросов их производства, что позволит позволить увеличить количество лесных насаждений (лесных полос) и снизить количество выбросов, которые не могут быть переработаны естественным образом лесами и океаном.

Одной из мер, направленных на увеличение площадей лесов, считается закон о так называемом компенсационном лесовосстановлении (ФЗ от 19 июля 2018 г. № 212-ФЗ «О внесении изменений в Лесной кодекс Российской Федерации и отдельные законодательные акты Российской Федерации в части совершенствования воспроизводства лесов и лесоразведения»). Предполагается, что он будет способствовать восполнению вырубленных площадей лесов, а также улучшению качества лесовосстановления, так как в соответствии с ним восстановлению подлежат все рубки, в том числе осуществляемые в целях создания инфраструктуры. Обязанность по восстановлению леса будет возложена на субъектов, осуществлявших вырубку, а также на тех, кто обратился за переводом земель лесного фонда в иную категорию земель. Площади «компенсационных» лесов должны быть равны вырубленным участкам. В соответствии с законом, срок, в течении которого необходимо провести восстановительные работы на территории субъекта, где эти рубки были осуществлены, – 1 год. Работы по восстановлению должны проводиться профессионалами с использованием качественного посадочного материала, которого в настоящий момент в Российской Федерации недостаточно. Для того, чтобы данные нормы действовали, необходимо разработать систему контроля и надзора за исполнением данной обязанности.

Из-за экстенсивного ведения лесного хозяйства, связанного с высокой затратностью мероприятий по лесовосстановлению, в России увеличились темпы освоения малонарушенных лесов. В соответствии с докладом, подготовленным Greenpeace, за 13 лет Россия потеряла 6,5 % лесов (с 2000 г. по 2013 г.), что составляет 179 тысяч км$^2$ – это примерно равно площади Карелии (180 520 км²). В соответствии с исследованиями Россия является абсолютным накопителем диоксида углерода в атмосфере [2]. Расчеты показали, что депонирование углерода только в Российских лесах полностью компенсирует суммарные промышленные выбросы. При этом показатели накопления углекислого газа на территориях малонарушенных лесов превышает показатели молодых лесов. Но таких показателей лес достигает не в пору своей «хозяйственной» спелости, а после одного-двух столетий. Для стимулирования ведения в нашей стране ответственного лесного хозяйства, способствующего сохранению площади малонарушенных лесов, возможно по примеру Финляндии ввести субсидирование государством лесопромышленников, проводящих качественные лесовосстановительные, предусмотреть льготы и поощрение за «дружелюбные» к окружающей среде методы производства, стимулировать проведение глубокой переработки древесины.

**Литература**
1. Ольчев А.В., Розинкина И.А., Кузьмина Е.В., Никитин М.А., Ривин Г.С. Оценка влияния изменения лесистости центрального региона Восточно-Европейской равнины на летние погодные условия // Журнал «Фундаментальная и прикладная климатология Институт глобального климата и экологии Росгидромета и РАН» 2017. Том 4. С. 83-105
2. Фёдоров Б.Г. Выбросы углекислого газа: углеродный баланс России // Журнал Проблемы прогнозирования. 2014. № 1. С. 83-105.

**Stepanova A.A.[1]**

*1 – Junior researcher at FBGUN "Institute of State and Law of the Russian Academy of sciences", Moscow, Russian Federation, ecolaw@igpran.ru*

**Abstract**. The current scale of deforestation, with the development of new territories, instead of intensive use of already developed, adversely affect the climate of the planet, reducing the area of deposition and accumulation of carbon dioxide, leading to soil degradation and affecting the cycle of greenhouse gases. In order to prevent deforestation, it is necessary to develop measures to control and supervise deforestation, a system of continuous monitoring of the state of forests, as well as economic incentives for responsible forest management.

# ВОЗДЕЙСТВИЕ ГЕОКЛИМАТИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ МЕСТНОСТИ НА ФОРМИРОВАНИЕ ПРАВОПОРЯДКА

**Тонков Е.Н.**[1]

[1] – *Санкт-Петербургский институт адвокатуры, Россия, e.tonkov@mail.ru*

**Аннотация**. Право имеет природно-человеческое происхождение, оно формируется под воздействием естественных условий существования. Люди зависят от почвы и климата того региона, в котором функционирует определённый этнический ареал.

Ключевые слова. Право, культура, этнос, этногенез, природа, почва, климат, человек.

Право является элементом культуры этноса, оно формируется в ходе этногенеза под влиянием природных условий и других факторов, формирующих самосознание и способы жизнедеятельности. Человек как биологический вид является элементом биосферы Земли и единого биоценоза, он приобретает своеобразие под воздействием конкретных геоклиматических условий. Человечество рассматривается как единый вид с большим количеством вариаций, обусловленных многими факторами, повлиявшими на образ жизни и правосознание каждого этноса, на особенности имманентного государства и правопорядка.

Право имеет природно-человеческое происхождение, оно формируется под воздействием естественных условий существования. Даже у одного и того же народа возможны различные варианты правопорядка в зависимости от мест постоянного обитания. Понимание тех факторов, которые влияют на формирование правовой культуры, позволяет законодателям и правоприменителям учитывать специфические аспекты социальных конфликтов и юридических коллизий, отражая в правовом регулировании многочисленные этнические оттенки. Адекватное толкование права, всестороннее исследование социальных норм и причинно-следственных связей упрощает сосуществование людей на общей территории.

Право как часть культуры этноса характеризуется, в том числе, общностью происхождения, языковым единством и ареалом совместного расселения. Действие источников права во времени, в пространстве и по кругу лиц индивидуализирует правовые системы. Этнос рассматривается не только как социальный конструкт, но и в качестве феномена биосферы - системы, работающей на геобиохимической энергии. В едином процессе этногенеза мы можем наблюдать появление, развитие и исчезновение разнообразных видов живых организмов, общим для них будет являться обмен веществами и энергией со средой обитания. Homo sapiens как один из биологических видов также получает всё необходимое из природы и обменивается с ней энергией. При любом развитии науки и техники максимальное количество жизненно необходимых элементов человек будет продолжать получать из природной среды.

Люди в значительной степени зависят от почвы и климата того региона, в котором функционирует их этнический ареал. Человек является элементом структурно-системных целостностей, включающих в себя, наряду с себе подобными, доместикаты (домашние животные и культурные растения), ландшафты (как преобразованные человеком, так и девственные), богатства недр, взаимоотношения с соседями (дружеские, враждебные, нейтральные), социальную эволюцию, сочетания языков, а также прочие элементы материальной и духовной культуры.

Конкретный этнос существуют и развивается в зависимости от характеристик природной среды. Взаимодействие «человек-природа» является двусторонним: человек воздействует на экологичекую систему, а изменения почвы и ландшафта вызывают

движения в человеческой среде. Можно предположить, что состояние прогресса, растянутое во времени, соответствует изменению климата Земли. Стремление к выживанию заставляет человечество уже сейчас готовиться к катаклизмам, которые неизбежно последуют в ближайшем будущем. Почва и воздушное пространство находятся в постоянном преобразовании: происходят радиоактивные изменения, пересыхают водоёмы, реки меняют русла, извергаются и прекращают жизнь вулканы. Человек усложняет эти движения, внося свою долю энтропии, подчас не осознавая значение комбинаций и совокупностей природных и социальных факторов, воздействующих на этносы.

Между закономерностями природы и социальной формой движения материи существует постоянная корреляция. Одним из первых исследований этого направления считается работа Монтескье «О духе законов или об отношениях, в которых законы должны находиться к устройству каждого правления, к нравам, к климату, религии, торговли и т.д». Монтескье исследует воздействие климата на характер учреждений и считает его сильнейшим обстоятельством, определяющим склад нации. Он считает законами народной психологии такие общие положения, как то, что, например, холод содействует развитию энергии и ослабляет чувствительность, а жара порождает леность, робость и изнеженность: «Если справедливо, что характер ума и страсти сердца чрезвычайно различны в различных климатах, то законы должны соответствовать и различию этих страстей, и различию этих характеров… Холодный воздух производит сжатие мышц внешних конечностей нашего тела, отчего напряжение их увеличивается и усиливается приток крови от конечностей к сердцу. Он уменьшает длину этих мышц, и таким образом ещё более увеличивает их силу. Наиболее, тёплый воздух ослабляет мышцы конечностей, растягивает их и, следовательно, уменьшает их силу и их упругость. Поэтому в холодных климатах люди крепче».

Подобным образом, весьма своеобразно Монтескье объясняет различные этнические закономерности, в том числе касающиеся отношения народов к спиртным напиткам: «В жарких странах водянистая часть крови сильно улетучивается посредством испарины, вследствие чего её нужно восполнять подобною же жидкостью. Поэтому вода там в большом употреблении; крепкие же напитки произвели бы там сгущение кровяных шариков, которые остаются после испарения водянистых частей крови. В холодных странах водянистая часть крови испаряется слабо; она остаётся в крови в большом изобилии. Поэтому там можно употреблять спиртные напитки, не опасаясь сгущения крови. Там тела переполнены мокротой, и крепкие напитки не будут неуместны».

Разумеется, дальнейшие исследования этнической нормативности руководствуются иными научными данными, поиск геоклиматических закономерностей в формировании различных этносов продолжается. Объяснение общественных отношений, особенно – права, без учёта природно-географических, этнологических и культурологических составляющих всегда будет выглядеть неполноценно.

Очевидно, что между природными и социальными факторами не существует чёткого разграничения. Социальную и природную детерминацию политико-правовых явлений нужно рассматривать в качестве общекосмической реальности, теоретический анализ которой предстоит развивать с учетом современных достижений технических наук.

# IMPACT OF GEOCLIMATIC FEATURES OF THE AREA ON THE FORMATION OF LAW AND ORDER

**Tonkov E.N.**[1]

[1] – *St. Petersburg Institute of Advocacy, Russia, e.tonkov@mail.ru*

**Annotation**. The law has a natural - human origin, it is formed under the influence of natural conditions of existence. People depend on the soil and climate of the region in which a particular ethnic area operates.

Keywords. Law, culture, ethnos, ethnogenesis, nature, soil, climate, human.

# РОЛЬ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ В ОБЕСПЕЧЕНИЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА (ПРАВОВОЙ АСПЕКТ)

**Устюкова В.В.**[1]

[1] – *Институт государства и права Российской академии наук, Москва, Россия, landlaw@igpran.ru*

**Аннотация**. Зависимость аграрной сферы экономики от природно-климатических факторов и высокая потенциальная опасность причинения экономического ущерба сельскохозяйственным товаропроизводителям в результате действия сил природы обусловливают необходимость широкого использования гидрометеорологической информации для минимизации агроэкологических рисков. Такая информация имеет важное значение и при разрешении споров по выплате страхового возмещения по договорам сельскохозяйственного страхования.

Ключевые слова: опасные природные явления, климат, сельскохозяйственный товаропроизводитель, гидрометеорологическая информация, устойчивое развитие, продовольственная и гидрометеорологическая безопасность, агроэкологические риски, сельскохозяйственное страхование

Сельское хозяйство – это та отрасль экономики, которая в большей степени, чем любая другая, зависима от климата, от погоды, от благоприятных либо, напротив, неблагоприятных природных явлений и факторов. Именно естественно-природные условия производственной сельскохозяйственной деятельности во многом обусловливают специфику аграрных отношений, которые требуют специального правового регулирования [1, с. 39].

В условиях применения к России глобальных экономических санкций важное значение придается обеспечению продовольственной безопасности, т. е. такого состояния экономики, при котором обеспечивается продовольственная независимость России, гарантируется физическая и экономическая доступность для каждого гражданина пищевых продуктов, соответствующих требованиям законодательства Российской Федерации о техническом регулировании, в объемах не меньше рациональных норм потребления пищевых продуктов, необходимых для активного и здорового образа жизни.

В пункте 9 Доктрине продовольственной безопасности Российской Федерации, утвержденной Указом Президента РФ от 30 января 2010 г. № 120, среди четырех групп негативных факторов (рисков), влияющих на состояние продовольственной безопасности, выделены агроэкологические риски, т.е. риски, обусловленные неблагоприятными климатическими изменениями, а также последствиями природных и техногенных чрезвычайных ситуаций. Минимизировать эти риски и связанные с ними угрозы можно посредством использования гидрометеорологической информации, что в свою очередь будет способствовать обеспечению не только продовольственной, но и гидрометеорологической безопасности, т.е. «состояния защищенности жизненно важных интересов личности, общества и государства от воздействия опасных природных явлений, изменений климата» (ст.1 Федерального закона от 19 июля 1998 г. № 113-ФЗ «О гидрометеорологической службе»).

В частности, в литературе отмечается необходимость использования хозяйствующими субъектами объективных гидрометеорологических прогнозов (что позволит им адаптировать к этим прогнозам графики посевных работ, сбора урожая и других видов деятельности), а также целесообразность развития консультативной

деятельности агрометеоролов, которая будет способствовать повышению информированности сельхозтоваропроизводителей о связанных с погодой угрозах и ущербах [2, с. 81–83].

Гидрометеорологическая информация имеет важное значение в правоотношениях по сельскохозяйственному страхованию, в том числе с государственной поддержкой, в особенности, при рассмотрении споров, связанных с выплатой страхового возмещения. Именно данные, полученные от органов гидрометслужбы, подтверждают, либо, напротив, опровергают наступление страхового случая.

Иногда страховые организации, пользуясь несовершенством законодательства, в частности, отсутствием легальных определений опасных природных явлений, относящихся к страховым рискам, руководствуются своими представлениями на этот счет, нарушая права страхователей. В таких случаях представляется целесообразным обращение к руководящим документам Росгидромета. Так, например, ООО «Парижская коммуна» и ЗАО «ГУТА-Страхование» не сошлись в определении понятия «суховей», что заставило страхователя обратиться в суд. На основании анализа положений договора страхования, а также справки Ставропольского ЦГМС, согласно которой в течение 4-х дней с 20.05.2013 г. по 24.05.2013 г. на территории Буденновского района Ставропольского края наблюдалась температура воздуха от 26 до 30°С, скорость ветра от 8 до 11 м/с, относительная влажность воздуха от 15% до 26%, суд пришел к выводу, что имел место предусмотренный договорами страхования страховой случай - частичная гибель урожая от суховея. Суд не согласился с толкованием ответчиком слов договора о «минимальной температуре воздуха выше 25°» и правомерно исходил из того, что в договоре имелась в виду не минимальная температура за сутки, а минимальная температура для определения понятия «суховей» (т.е. подразумевается только то, что при температуре 25°С и ниже суховея быть не может). Такая трактовка понятия «суховей» соответствует и введенному в действие приказом Росгидромета от 16.10.2008 № 387 акту – «РД 52.88.699-2008. Руководящий документ. Положение о порядке действий учреждений и организаций при угрозе возникновения и возникновении опасных природных явлений». На этом основании иск о выплате страхового возмещения был удовлетворен (см.: постановление ФАС Северо-Кавказского округа от 12 мая 2015 г. по делу А-63-10546/2014 // СПС КонсультантПлюс). Вместе с тем в некоторых случаях, напротив, учет гидрометеорологической информации опровергает доводы недобросовестных страхователей о наступлении страхового случая и не позволяет возложить на страховые компании бремя дополнительных расходов (см.: постановление ФАС Московского округа от 14 декабря 2017 г. по делу А40-41248/2017 // СПС КонсультантПлюс).

В перспективе сфера применения гидрометеорологической информации будет расширяться, что будет способствовать обеспечению продовольственной и гидрометеорологической безопасности и устойчивому развитию сельского хозяйства.

**Литература**

1. Козырь М.И. Аграрное право России: состояние, проблемы и тенденции развития. М.: Норма. 2008. – 336 с.

2. Глазов М.М., Палкин И.И. Современные перспективы развития гидрометеорологического обеспечения экономико-управленческой деятельности // Наука и бизнес: пути развития. 2018. № 9. С. 81–84.

# THE ROLE OF HYDROMETEOROLOGICAL INFORMATION IN SUSTAINABLE AGRICULTURAL DEVELOPMENT (LEGAL ASPECT)

**Ustyukova V.V.**[1]

[1] – *Institute of State and Law of the Russian Academy of sciences, Moscow, Russia, landlaw@igpran.ru*

**Abstract.** The dependence of the agricultural sector on natural and climatic factors and the high potential risk of causing economic damage to agricultural producers by irresistible natural forces stipulate the widespread use of hydrometeorological information to minimize agroecological risks. Such information is also important in resolving disputes over the payment of insurance compensation under agricultural insurance contracts.

Key words: natural hazards, climate, agricultural producers, hydro-meteorological information, sustainable development, food security and hydro-meteorological, agro-ecological risks, agricultural insurance

# СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРАВОВОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Уткин Н.И.** [1]

[1] – *Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, г. Санкт-Петербург, Россия, utkinnick@mail.ru*

**Аннотация:** В статье анализируются идеи ученых и специалистов-практиков по основным проблемам правового регулирования Арктической зоны России.

Ключевые слова: Арктика, Арктическая зона Российской Федерации.

Вопросам развития Арктической зоны Российской Федерации и отдельным аспектам этого процесса, в том числе особенностям предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, в последнее время посвящается немало трудов ученых правоведов, научных конференций и семинаров. [1-4].

Отметим, что правовой статус Арктики как объекта правового воздействия до сих пор не определен, несмотря на то, что уже сформулирован состав Арктической зоны Российской Федерации. По нашему мнению следует согласиться с большинством ученых, что Закон «Об Арктической зоне» необходим. Для дальнейшего развития Арктики, разработки последующих программ, необходимо законодательное урегулирование статуса Арктической зоны Российской Федерации, определение целей и направлений ее развития.

Правовой статус Арктики не лишен дискуссионных моментов. Одним из ключевых является секторальный подход в определении особых преимущественных прав приарктических государств при использовании Арктической зоны Российской Федерации. Это вызвано тем, что пределы таких секторов не являются границами государств. Государству требуется выработать определенную политику и взвешенный подход для того, чтобы с помощью международных организаций в этой сфере (Арктического совета и Совета Баренцево-Евроарктического региона) укрепить правовой режим Арктической зоны Российской Федерации, снять острые проблемные вопросы.

В целях совершенствования правового регулирования развития Арктической зоны Российской Федерации целесообразно задуматься над разработкой специальных правовых стимулов для привлечения квалифицированных трудовых кадров.

Немаловажный вопрос эффективного правового регулирования природопользования в Арктической зоне Российской Федерации. Активное освоение природных ресурсов Арктики потребует внесения изменений в различные отрасли законодательства: экологическое, транспортное и т.д.

Интересна позиция и высказываемые предложения о включении в отраслевые законы специальных разделов или глав, закрепляющих особенности правовых режимов природопользования в Арктической зоне Российской Федерации, о разработке и принятии технических регламентов, посвященных деятельности в Арктике.

Также немаловажная роль в совершенствовании правового регулирования развития Арктической зоны Российской Федерации принадлежит субъектам Российской Федерации. Потенциал правотворческой деятельности субъектов Российской Федерации по вопросам Арктики используется недостаточно. В этой сфере требуется соответствующая правовая политика, государственная поддержка, безусловно, научное обеспечение и определенная помощь высших законодательных органов страны. Стоит подумать об обсуждении указанных вопросов профильными комитетами Совета

Федерации Российской Федерации (например, Комитет Совета Федерации по федеративному устройству, региональной политике, местному самоуправлению и делам Севера, Комитет по конституционному законодательству и государственному строительству, Комитет по обороне и безопасности). Также подобные вопросы целесообразно обсудить в рамках Экспертного совета по Арктике и Антарктике при Совете Федерации.

Следует использовать потенциал органов местного самоуправления в Арктической зоне Российской Федерации, эффективно интегрировать местные органы власти в правовой механизм развития и освоения Арктики.

В этой связи остро встает проблема разграничения предметов ведения и полномочий между органами власти всех уровней, передача осуществления полномочий федеральных органов исполнительной власти органам исполнительной власти субъектов Российской Федерации.

Для эффективного правового регулирования развития Арктической зоны Российской Федерации требуется продумать механизм, с помощью которого можно добиться единообразия в подходах и приемах определения компетенции органов исполнительной власти в законодательстве субъектов Российской Федерации. Необходим взвешенный подход, детальная проработка и научное обеспечение изменений федерального и регионального законодательства, связанного с различными сферами деятельности в Арктике.

Поддерживаем позицию ученых о необходимости скорейшей разработки Концепции правовой политики к Арктике до 2030 г. как доктринального документа, рассчитанного на долгосрочный период, содержащего стратегию развития специального правового режима Арктической зоны [5].

Безусловно, стандартных путей развития в этой сфере найти не всегда получится, требуется нестандартный подход и неординарные решения. Можно использовать международный опыт, накопленный другими приарктическими государствами.

**Литература**

1. Сервис безопасности в России: опыт, проблемы, перспективы. Вопросы обеспечения комплексной безопасности деятельности в Арктическом регионе: Материалы международной научно-практической конференции. Санкт-Петербург, 10 декабря 2014 года / сост. Н.В. Бирюлева, О.Е. Евсеева. СПб.: Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2014. 186 с.
2. Малько А.В., Немченко С.Б., Смирнова А.А. Правовая политика в сфере обеспечения безопасности в Арктике (обзор материалов “круглого стола”) // Государство и право. 2016. № 6. С. 102-115.
3. Винокуров В.А., Немченко С.Б., Чижиков Э.Н. Предупреждение и ликвидация чрезвычайных ситуаций в Арктике: предложения по нормативно-правовому регулированию комплексной безопасности // Научно-аналитический журнал Вестник Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России. 2017. № 2. С. 148-158.
4. Российская Арктика - территория права: альманах / Т.Я. Хабриева, Д.Н. Кобылкин, В.П. Емельянцев и др.; отв. ред. Т.Я. Хабриева. - М.: Институт законодательства и сравнительного правоведения при Правительстве РФ; администрация Ямало-Ненецкого автономного округа. - Салехард: ИД «Юриспруденция», 2014. - 280 с.
5. Автономов А.С., Малько А.В., Немченко С.Б. Правовая политика современной России в арктическом регионе // Правовая политика и правовая жизнь. 2016. № 1. С. 8-17.
6. Чуприян А.П., Веселов И.А., Сорокина И.В., Наумова Т.Е. Мероприятия, проводимые МЧС России по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций в Арктике // Арктика: Экология и экономика. 2013. № 1 (9). С. 70–78.

# ARCTIC ZONE OF THE RUSSIAN FEDERATION LEGAL REGULATION

**Utkin N.I.**[1]

[1] – *Saint-Petersburg University of State Fir e Service of EMERCOM of Russia, Saint-Petersburg, Russia, utkinnick@mail.ru*

**Abstract:** The author make the analysis of main problems of Arctic region legal regulation and academic and practical concepts.

Key words: Arctic, Arctic zone of the Russian Federation.

# ПРОБЛЕМЫ РЕАЛИЗАЦИИ ТРЕБОВАНИЙ ПО РАСШИРЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТИ ПРОИЗВОДИТЕЛЯ ЗА УТИЛИЗАЦИЮ ОТХОДОВ ОТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТОВАРОВ

**Хорошавин А.В.**[1]

[1] – *Институт наук о Земле, Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия, a.horoshavin@spbu.ru*

**Аннотация.** В докладе представлен анализ развития подходов к решению проблемы утилизации отходов от использования товаров и их упаковки после утраты ими потребительских свойств, которая получила особую актуальность в последние годы в связи со значительным ростом объемов захораниваемых твердых коммунальных отходов.

Ключевые слова: расширенная ответственность производителей / импортеров, утилизация отходов от использования товаров, экологический сбор, РОП.

Многие страны предпринимают значительные усилия, направленные на снижение происходящего стремительного роста объема образующихся отходов, а также сокращение затрат, связанных с обращением продукции с завершившимся жизненным циклом (после использования). Не так давно большую часть отходов можно было компостировать или использовать вторично. Повышение роли пластмасс и металлов в производстве продукции и активное использование упаковки – это причины, существенно повлиявшие на увеличение объемов образования размещаемых на полигонах отходов, а также их бесконтрольного попадания в окружающую среду.

По состоянию на 2017 год в РФ отходы производства и потребления, направленные на утилизацию, составляли не более 9% от общего объема отходов. В наиболее прогрессивных европейских странах доля отходов, вовлеченных в повторное производство, составляет более 80%, что почти на порядок превышает аналогичный показатель в России. С целью переломить негативную ситуацию с ростом полигонов вокруг городов и связанных с этим экологических проблем в 2018 г. правительство РФ издало Распоряжение N84-р «Об утверждении Стратегии развития промышленности по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов производства и потребления на период до 2030 года».

Концепция расширенной ответственности производителей (далее - РОП) является современным способом достижения того, чего не удалось добиться с использованием Концепции комплексного управления отходами. Основным ее отличием является то, что ответственность за обращение с продукцией с завершившимся жизненным циклом возлагается на все звенья цепи поставок продукции во главе с производителем продукции [1].

Так, в 2014 году было введено понятие РОП в рамках ст. 24 ФЗ № 89 «Об отходах производства и потребления». Суть РОП в трактовке 89-ФЗ состоит в том, что производители и импортеры товаров несут ответственность за сбор и переработку определенного процента от объема выпущенной на рынок своей продукции, включая упаковку, которая после утраты потребительских свойств становится частью твердых коммунальных отходов (ТКО), например, после употребления напитков, износа шин или выхода из строя бытовой техники.

Производитель может запустить собственную систему сбора и утилизации отходов от использования продукции или нанять специализированные подрядные организации для утилизации продукции и упаковки.

Согласно п.4 ст. 24.2 89-ФЗ обеспечение выполнения нормативов утилизации осуществляется производителем/импортером продукции путем заключения договоров с:

- оператором по обращению с твердыми коммунальными отходами (ТКО),
- региональным оператором по обращению с ТКО,
- юридическими лицами, осуществляющими деятельность по утилизации отходов (кроме ТКО).

В 2015 году распоряжением правительства 1886-р были установлены первые нормативы утилизации отходов от использования некоторых видов товаров (для текстильной, лесной, целлюлозно-бумажной, химической, металлургической, электронной промышленности). Согласно упомянутого распоряжения правительства производитель/импортер товаров должен обеспечить выполнение норматив утилизации выпущенной на рынок продукции (например, электронной техники) и упаковочных материалов (коробок, пленок и пр.).

При этом многие эксперты отмечают, что вновь вводимые в нормативно-правовые акты РФ положения о РОП зачастую не в полной мере обдуманы (вступают в противоречие или не имеют установленного подзаконными актами механизма исполнения), а также то, что одних только мер по совершенствованию законодательства недостаточно для эффективного решения проблемы утилизации отходов потребления, главным образом отмечая отсутствие инфраструктуры и системы для сбора и утилизации отходов [2,3,4].

В докладе представлен анализ изменений отечественного законодательства в области обращения с отходами, которые в последние годы стали оказывать существенное влияние на изменение системы сбора, транспортирования и утилизации опасных отходов в Российской Федерации за счет подключения к данному процессу производителей и импортеров товаров, после введения принципа расширенной ответственности производителя за утилизацию отходов от использования товаров и их упаковки в рамках федерального закона №89 «Об отходах производства и потребления».

Анализируются проблемы применения установленных нормативно-правовых требований в части внедрения принципа расширенной ответственности производителя за утилизацию отходов от использования товаров (далее - РОП), выявленные автором при проведении анализа правоприменительной практики и проведении консультаций с представителями отрасли утилизации отходов и производителями/импортерами товаров. В статье показано, что решение выявленных проблем требует принятия безотлагательных решений в части совершенствования разработанной нормативно-правовой базы для обеспечения эффективной реализации начатой реформы утилизации отходов потребления в России.

**Литература**

1. Elkok S., Lifting A., Tsui A.,Yutli T., Snow W., Extended Producer Responsibility Trends and Case Studies. Product Waste: Who Pays? Envision New Zealand Ltd, October 2010.
2. Пахомова Н.В., Хорошавин А.В. Новые инструменты экологического менеджмента в стандарте ISO 14001:2015 как фактор устойчивого развития нефтегазовых предприятий России // НЕФТЯНОЕ ХОЗЯЙСТВО, 2016. — № 9. — Р. 124-128
3. Русанов А.Л., Кондратьев Д.Г. Разорванный цикл экономики ЦБП // Твердые бытовые отходы № 4, 2018. С. 16-18.
4. Юрченко Ю., Отход или продукт: правовые аспекты использования отходов в производстве, http://www.ecoindustry.ru/news/view/53965.html (дата обращения 29.01.2019)

# PROBLEMS OF IMPLEMENTATION OF EXTENDED RESPONSIBILITY FOR WASTE UTILIZATION OF PRODUCER APPROACH

**Khoroshavin A.V.**[1]

[1] – *Institute of Earth Sciences, St. Petersburg State University, University Emb. 7/9, St. Petersburg, Russia, a.horoshavin@spbu.ru*

**Abstract.** This article present analysis of approaches for dissolving problems of waste utilization, include wastes of after usage of goods and it's packaging. The problem is actual for last years because of fast growing of amount disposed solid communal wastes, overloading of wastes polygons in Russia.

Key words: Extended responsibility of manufacturer/importer, utilization of waste from used goods, utilization fee, EPR

# Школа молодых ученых «ЭКОГИДРОМЕТ – НОВЫЕ ГОРИЗОНТЫ 2019»

## КАЧЕСТВО ВОД РЕКИ ОХТА ПО ГИДРОХИМИЧЕСКИМ И ТОКСИКОЛОГИЧЕСКИМ ДАННЫМ

**Белякова А.М.[1], Пашукова Ю.В.[1]**

*[1] – Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия, annabell1997a@gmail.com*

**Аннотация**. Река Охта является малой рекой, протекающей на высоко урбанизированной территории города федерального значения Санкт-Петербурга. Загрязненность ее весьма велика, что отражается в гидрохимических и токсикологических характеристиках ее вод.

Ключевые слова: река Охта, Санкт-Петербург, загрязненность, гидрохимические характеристики, токсикологические характеристики.

Цель работы: оценка качества вод р. Охта в летний период 2018 года по гидрохимическим и токсикологическим данным.

Основными задачами работы являются:

1) дать характеристику качества вод р. Охта по гидрохимическим данным;
2) характеристика качества вод р. Охта по токсикологическим данным;
3) совокупная оценка качества вод реки.

Река Охта – это крупнейший правый приток р. Невы в черте г. Санкт-Петербурга. Длина реки 90 км, причем 9 км река течет в городе, водосборная площадь 768 км$^2$[1]. Загрязнение р. Охта возрастает по течению вместе с увеличением антропогенной нагрузки на этот водоток – большого числа выпусков сточных вод и поверхностного стока с городских и промышленных территорий [2]. Данные о загрязнении и загрязняющих ее веществах сведены в «Ежегоднике качества поверхностных вод РФ». Так, в 2016 и 2017 годах основными загрязняющими веществами были: $БПК_5$, ХПК, медь, железо, цинк, марганец, аммонийный азот. Реке Охта присвоен класс качества воды 4 «а», грязная [3]. Из-за очень высокой загрязненности река часто привлекает внимание исследователей, известны работы о ее гидрохимическом режиме, интегральной токсичности вод, биологических сообществах и т.д. [1, 2, 4–10].

Полевые исследования проводились в период с 15 июня по 12 июля 2018 года. Пробы воды отбирались с поверхностного и придонного горизонтов на 13 станциях р. Охта, а также 6 станциях на ее притоках – р. Лубья и р. Оккервиль. Был определен следующий перечень гидрохимических показателей: pH, растворенный кислород, $БПК_5$, суммарное железо, фосфор фосфатов, азот аммонийный, азот нитратный, нефтепродукты. Произведены расчеты превышений полученных значений над значениями утвержденных рыбохозяйственных ПДК. При токсикологических исследованиях в качестве тест-объектов были использованы инфузории и водоросли хлорелла.

Наблюдается несоответствие норме концентраций растворенного кислорода в точках отбора: Охта 4 (в 8,6 раз), Охта 3 (в 4,5 раз), Охта 2 (в 4,4 раз). Содержание растворенного кислорода в р. Оккервиль и р. Лубья отклоняется от нормы в 0,8 раз (Оккервиль 5 и Лубья 1).

По $БПК_5$ наибольшие превышения над нормативом наблюдаются в точках отбора: Охта 13 (в 4,1 раз больше нормы), Охта 12 (в 4 раза). Превышений нормы $БПК_5$ в точках отбора проб на р. Оккервиль и р. Лубья нет.

Наибольшие превышения ПДК зафиксированы в следующих точках отбора

- по суммарному железу: Охта 4 (18,06 ПДК), Охта 2 (16,85 ПДК), Оккервиль 3 (11,64 ПДК), Лубья 3 (22,87 ПДК);

- по нефтепродуктам: Охта 4 (50 ПДК), Охта 5 (28,6 ПДК), Охта 2 (25 ПДК), Оккервиль 3 (11,64 ПДК), Лубья 3 (22,87 ПДК);

- по азоту аммонийному: Охта 9 (45,4 ПДК), Охта 4 (36,1 ПДК), Оккервиль 3 (94 ПДК), Лубья 5 (90 ПДК), Лубья 3 (76,8 ПДК);

- по азоту нитритному: Охта 4 (3,39 ПДК), Охта 6 (3,34 ПДК), Охта 10 (3,27 ПДК), Оккервиль 3 (5,06 ПДК), Лубья 5 (3,53 ПДК).

Таким образом, можно сделать вывод о том, что самыми загрязненными по химическим показателям являются следующие станции: Охта 4, Охта 2, а также Оккервиль 3 и Лубья 3.

Также проводилось изучение токсикологических показателей. Использовались два тест-объекта: инфузории (на хемотаксическую реакцию) и водоросли хлорелла *Chlorella vulgaric* Beijer (на изменение оптической плотности культуры).

Были получены следующие результаты:

- по хемотаксической реакции инфузорий в точках отбора Охта 6, Охта 7, Оккервиль 5 и Лубья 5 воде присвоена группа токсичности II, умеренная (индекс токсичности T (у.е.) соответственно равен 0,45, 0,46, 0,50 и 0,48);

- по изменению оптической плотности культуры водоросли хлореллы *Chlorella vulgaric* Beijer острая токсичность присутствует в точках отбора Охта 4 (индекс оптической плотности I изменяется на -38%), Охта 10 (50%), Охта 11 (57%), а также Оккервиль 3 (-71%) и Лубья 3 (-46%).

Таким образом, наиболее загрязненными по токсикологическим показателям являются воды среднего и нижнего течений р. Охта, а также воды р. Оккервиль и р. Лубья.

При обобщении полученных сведений по гидрохимическим и токсикологическим данным можно сказать, что точки Охта 4, Оккервиль 3 и Лубья 3 являются наиболее загрязненными. Это говорит о том, что река Охта остается одной из самых загрязненных рек г. Санкт-Петербурга.

**Литература**

1. Зуева Н.В., Бобров А.А. Использование макрофитов в оценке экологического состояния малой реки (на примере реки Охты, Санкт-Петербург) // Биология внутр. вод, 2018, № 1, с. 45–54.

2. Зуева Н.В., Гальцова В.В., Дмитриев В.В., Степанова А.Б. Использование структурных характеристик сообществ макрофитов как индикатора экологического состояния малых рек Запада Ленинградской области // Вестник СПбГУ. Серия 7. Геология, География. 2007, вып. 4. С. 60–71.

3. Качество поверхностных вод РФ. Ежегодники за 2016 и 2017 гг. [Электронный ресурс] / Режим доступа: http://gidrohim.com/node/44, свободный. (Дата обращения: 13.02.2019).

4. Зуева Н.В., Мостовая М.А., Лешукова А.И. Характеристики макрофитов в оценке качества воды малых рек Санкт-Петербурга // Биоиндикация в мониторинге пресноводных экосистем. 2011. С. 137–142.

5. Алексеев Д.К., Гальцова В.В., Куличенко А.Ю. Экологические проблемы водотоков и водоемов Санкт-Петербурга и пути их решения // Географические и экологические аспекты гидрологии. СПбГУ. 2010. С. 116–121.

6. Фураева Д.И., Урусова Е.С. Оценка загрязненности реки Охта в летний период // Метеорологический вестник. 2017. Т. 9. № 1. С. 52-60.

7. Урусова Е.С. Оценка загрязненности реки Охта в пределах Санкт-Петербурга на основе применения интегральных кривых // Общество. Среда. Развитие. 2015. № 4 (37). С. 171-175.

8. Бажора А.И., Беляков В.П. Сезонные изменения экологического состояния р. Охта: оценка по показателям зообентоса // Вестн. Гос. полярн. акад. 2014. Т. 1. № 18. С. 14–16.

9. Беляков В.П., Бажора А.И., Сотников И.В. Мониторинг экологического состояния городских водоемов Санкт-Петербурга по показателям зообентоса // Изв. Самар. науч. центра РАН. 2015. Т. 17. № 6. С. 51–56.

10. Игнатьева Н.В. Гидрохимическая характеристика трех озерно-речных систем Санкт-Петербурга и Ленинградской области // Экосистемы малых рек: биоразнообразие, экология, охрана: Матер. лекций II Всерос. шк.-конф. Ярославль: Филигрань, 2014. Т. 2. С. 165–168.

# ASSESSMENT OF THE OKHTA RIVER WATER QUALITY ON THE BASIS OF HYDROCHEMICAL AND TOXICOLOGICAL DATA

**Belyakova A.[1], Pashukova Yu.[1]**

*[1] – Russian State Hydrometeorological University, Saint Petersburg, Russia, annabell1997a@gmail.com*

**Abstract.** The Okhta river is located on the highly urbanized territory of the city of St. Petersburg. The pollution of the river is very high, it is reflected in the hydrochemical and toxicological characteristics of the water.

Key words: The Okhta river, St. Petersburg, pollution, hydrochemical characteristics, toxicological characteristics

# АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ В РЕСПУБЛИКЕ АЛТАЙ

**Бубнова О.Е.[1], Подгайский Э.В.[1], Сероухова О.С.[1], Климова О.В.[2], Ержанова Н.А.[2]**

*[1] – РГГМУ, Санкт-Петербург, Россия, vakuolka@hotmail.com*
*[2] – ГАГУ, Горно-Алтайск, Россия*

**Аннотация.** В работе проанализирован опыт развития альтернативной энергетики в Республике Алтай, рассмотрены ее преимущества и недостатки, а также связанные с ней проблемы и возможные решения.

Ключевые слова: альтернативная энергетика, солнечная энергия

В данной работе рассматривается опыт использования альтернативных источников энергии в Республике Алтай. Эта проблема очень актуальна в регионе по нескольким причинам: во-первых, до открытия первой солнечной электростанции (СЭС) в республике не было ни одной крупной электростанции, регион полностью зависел от энергоснабжения из других регионов страны [1], во-вторых, Республика Алтай богата своими природными ресурсами – чистыми реками и озерами, нетронутыми лесами и горами – а потому существует потребность в более экологичных источниках энергии, для сохранения этих богатств. К тому же в регионе очень низкая плотность населения с неравномерным распределением, и существует много труднодоступных поселений, которые до сих пор не снабжаются электричеством, поэтому использование небольших СЭС или ветрогенераторов помогли бы решить данную проблему.

В настоящее время в республике активно развивается использование альтернативной энергии: установлена крупная СЭС в 20 мВт, три небольших по 10 и 5 мВт, несколько ветро-дизельных электростанций мощностью до 20 кВт и несколько небольших ГЭС [1,2]. К сожалению, данные виды источников энергии также не являются полностью безопасными для окружающей среды и влекут за собой проблемы, решение которым еще предстоит найти. Среди наиболее острых экологических проблем, связанных с альтернативной энергетикой, можно назвать: проблему утилизации отслуживших деталей и необходимость в использовании обширных земельных ресурсов. Помимо экологических проблем существуют и технологические, связанные с невозможностью беспрерывного использования некоторых источников энергии, например, солнечной – ночью или в пасмурную погоду, ветровой – при отсутствии ветра, энергии воды – при замерзании рек. В работе предпринята попытка предложить решения ряда указанных выше проблем.

Кроме того, в работе обращается внимание на важность выбора территории для установки СЭС. Хотя Республика Алтай является одним из регионов России с наибольшим показателем инсоляции, в то же время это еще и горный регион. Расположение СЭС вблизи горных массивов, может привести к ее частичному затемнению и, как следствие, к снижению КПД. Выделение земельных угодий под строительство новых СЭС не должно происходить по остаточному принципу.

**Литература**

1. Об утверждении схемы и программы развития электроэнергетики Республики Алтай на 2019-2023 годы и признании утратившими силу некоторых Указов Главы Республики Алтай, Председателя Правительства Республики Алтай [Электронный ресурс]: указ Главы Республики, Председателя Правительства Республики Алтай от 28 апреля 2018 г. № 116-у – Режим доступа: http://www.altai-republic.ru/upload/iblock/5d9/116_u_2018.pdf (10.02.2019)
2. Шалагина, О.Г. Целесообразность использования альтернативных источников энергии на Алтае / О.Г. Шалагина, А.С. Панарин // Никоновские чтения. – 2007. – С. 487-491.

# GREEN ENERGY FOR ALTAI REPUBLIC

**E.V. Podgaiskiy[1], O.S. Serouhova[1], O.E. Bubnova[1], O.V. Klimova[2], N. Erzhanova[2]**

[1] – *RSHU, Saint-Petersburg, Russia, e-mail*
[2] – *GAGU, Gorno-Altaysk, Russia*

**Abstract.** The experience of using green energy in Altai Republic is discussed, the advantages and shortcomings, related problems and their solutions are studied.

Key words: green energy, solar energy

# ВЛИЯНИЕ АВИАЦИОННОГО ШУМА НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

**Вебер А.В.[1], Моисеева Н.О.[1]**

*[1] – Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации, Санкт-Петербург, Россия, veber.angela@mail.ru*

**Аннотация.** В этой работе мы собираемся исследовать влияние авиационного шума на окружающую среду, рассчитать уровни шума на аэродромах в разных городах в зависимости от типа воздушного судна, выявить отклонения от допустимых значений.

Ключевые слова: авиационный шум, типы воздушных судов, международные стандарты, загрязнения окружающей среды, влияние шума на организм.

В наш век новых технологий и технического прогресса проблема шумового загрязнения окружающей среды все еще остается актуальной. А ведь допустимый комфортный уровень шума очень важен для людей, так как под воздействие авиационного шума попадают не только работники аэропорта и пассажиры, но и сравнительно большое число людей, проживающих в окрестностях аэропорта. Эта проблема стала составной частью одной большой комплексной проблемы охраны окружающей среды от воздействия неблагоприятных факторов. Основным источником авиационного шума являются силовые установки воздушных судов. Впервые проблема авиационного шума в экологическом аспекте была затронута 1968 г. на шестнадцатой Ассамблее Международной организации гражданской авиации. В 1977 г. вступили в силу более жесткие требования по шуму. Степень вредного воздействия шума на организм человека зависит от нескольких факторов: уровня звукового давления, его спектра (частотного состава), времени воздействия, частоты повторения и индивидуальных особенностей человека. Звуковое давление - основная количественная характеристика звука. Уровень шума достигают на перронах аэропортов 100 дБ, в помещениях диспетчерских служб 90-95 дБ, внутри зданий аэровокзалов – 75 дБ.

Для снижения шума, производимого летательным аппаратом, используется комплексное выполнение ряда мероприятий, учитывая технические и экономические возможности. Авиационный шум оказывает существенное влияние на шумовой режим территории в окрестностях аэропортов, который зависит от направления взлётно-посадочных полос и трасс пролётов самолётов, интенсивности полётов в течение суток, сезонов года, от типов самолётов, базирующихся на данном аэродроме, и других факторов. При круглосуточной интенсивной эксплуатации аэропортов уровни звука на жилой территории достигают в дневное время 80 дБА и в ночное время - 78 дБА, максимальные уровни колеблются от 92 до 108 дБА. В некоторых городах по уровням создаваемого шума и общей площади зашумлённости территории первое место среди всех источников шума занимает воздушный транспорт. Аэродромы местных воздушных линий расположены, как правило, в черте города, непосредственно среди жилой застройки, что создаёт крайне неблагоприятные акустические условия для населения. Повышение уровня звука в летнее время обусловлено увеличением интенсивности полётов, а снижение его в некоторых точках - за счёт экранирующего эффекта плотных зелёных насаждений.

Приведенные в работе расчеты показывают уровень шума в различных аэропортах страны, в зависимости от воздушного судна, соответствие стандартам и отклонения от допустимого уровня шума, установленного ГОСТом.

Чтобы результаты измерения авиационного шума были максимально объективными, их проводят, делая серию замеров несколько раз в сутки, в контурах проектируемой застройки поблизости аэропорта и маршрутов полета воздушных судов. Включают приборы измерения шума обязательно, как в дневное, так и в ночное время суток, выбирая часы наиболее интенсивного функционирования аэропорта.

Стандартные условия шумовых замеров:

1. высота – 1,2 м над уровнем земной поверхности;
2. удаление от конструкций, отражающих звук – более 2 м;
3. скорость ветра в точке замера – до 1 м/с (в ветреную погоду для соблюдения этого условия в ходе измерений используются специальные ветрозащитные экраны);
4. температура воздуха – от 2 до 35 °С;
5. относительная влажность воздуха – от 20 до 95%;
6. отсутствие во время замера атмосферных осадков.

Авиационный шум оказывает негативное влияние на окружающую среду. Проблема защиты от шумового воздействия в зонах расположения аэропортов (аэродромов) решается путем осуществления целого комплекса мероприятий. Основное внимание уделяется вопросам снижения шума, создания малошумных двигателей и выбору рациональной конструкции летательного аппарата в отношении акустики, применения силовой установки, глушителей шума и специальных материалов для его снижения в салоне. И здесь важная роль принадлежит рациональной организации воздушного движения, которая включает выбор траекторий взлета и посадки, размещение аэропортов вдали от населенных пунктов.

## ENVIRONMENTAL IMPACT OF AIRCRAFT NOISE

**Veber A.V.[1], Moiseeva N.O.[1]**

[1] – *State University of Civil Aviation, Saint-Petersburg, Russia, veber.angela@mail.ru*

**Abstract.** In this work we are going to investigate the impact of aircraft noise on the environment, to calculate the noise levels at aerodromes in different cities depending on the type of aircraft, to identify deviations from the allowable values.

Keywords: aircraft noise, type of aircraft, international standards, environmental pollution, effect of noise on the body.

# ФОРМИРОВАНИЕ СОЗНАТЕЛЬНОГО ОТНОШЕНИЯ ГРАЖДАН К ПРОБЛЕМАМ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ СОЦИОЛОГИЧЕСКИХ ОПРОСОВ

**Галиев Р. Г., Фертикова Е.П.**

*[1] – Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия, rggaliev97@gmail.com.*

**Аннотация**: В этой работе, сравнив наш социологический опрос и официальный от ВЦИОМ, мы рассмотрели отношение к проблемам окружающей среды у разных групп населения, объяснили, чем вызваны расхождения в их ответах, а также предложили, как можно использовать результаты.

Ключевые слова: состояние окружающей среды, экологические проблемы, социологический опрос, целевые группы, ВЦИОМ, экологическая ответственность

На сегодняшний день нет человека, который бы не осознавал наличие серьезных проблем ухудшения качества окружающей среды. Однако одного понимания здесь мало. Нужны еще и конкретные действия.

В соответствии с основными принципами охраны окружающей среды, изложенными в ст. 3 Федерального закона «Об охране окружающей среды», ответственность за обеспечение благоприятной окружающей среды и экологической безопасности на соответствующих территориях несут органы государственной власти Российской Федерации, органы государственной власти субъектов Российской Федерации, органы местного самоуправления.

Тем не менее, становится, очевидно, что решить накопившиеся проблемы путем запретов и разрешений, исходящих от органов государственной власти, невозможно. Все чаще мы слышим, что для кардинального изменения ситуации необходимо осознание роли каждого человека во взаимодействии человечества и окружающей среды.

Опросы общественного мнения, регулярно проводимые ВЦИОМ, среди прочих, содержат такой вопрос: «Кто, по Вашему мнению, должен нести основную ответственность за состояние экологии в нашем населенном пункте?». В 2010 году 27% опрошенных возлагали ответственность за состояние экологии на федеральную власть, в 2017 количество людей с такой точкой зрения упало до 10%, а в 2018 и того ниже до 7%. Доля тех, кто верит, что экологическими проблемами должны заниматься местные власти последовательно росла с 23% (2010 год) до 25% в 2017 году и до 29% в 2018 году. На региональные власти в 2018 году такую ответственность возлагают 25%, рост на 11% с 2010 года и на 4% по сравнению с 2017 годом. Примечательно и то, что росло и количество людей, считающих, что за состояние экологии несут ответственность сами люди, с 12% в 2010 до 25% в 2017 году. Однако в 2018 году этот показатель упал до 20%. Неустойчивые результаты отражают отсутствие четкой позиции в обществе по данному вопросу. На вопрос ВЦИОМ “Как вы считаете, вы сами можете или не можете своими действиями повлиять на экологическую обстановку в вашем населенном пункте, местности? ” в 2018 году 61% респондентов ответили, что не смогут повлиять, 34% – что очень слабо и только 4% могут сильно повлиять на экологическую ситуацию в своем месте проживания.

Мы решили сравнить отношение к проблемам окружающей среды у разных групп населения. Для этого мы провели социологический опрос по целому спектру вопросов экологической тематики среди 2 целевых групп. Первой были студенты РГГМУ, второй – случайная выборка аудитории одной из социальных сетей. Им были заданы вопросы в рамках двух тем: кого они считают ответственным за нынешнее со-

стояние окружающей среды, какая роль отводится обществом отдельному человеку в решении экологических проблем. Затем мы сравнили результаты с опросом общественного мнения, проводимого ВЦИОМ на всей территории Российской Федерации среди всех слоев населения и во всех возрастных группах.

Результаты нашего опроса расходятся с данными ВЦИОМ по целому ряду позиций. Так на вопрос “Считаете ли вы, что все люди в равной степени несут ответственность за сохранение окружающей среды?” положительно ответили 72,2% респондентов из числа опрошенных с помощью социальной сети “Вконтакте” и 90,3% респондентов из числа студентов. Частично такой разрыв обусловлен возрастом респондентов, их социальным статусом, а также различиями в характере опроса и метода его проведения. Телефонный опрос, проводимый ВЦИОМ, затрагивает большой спектр политических и социально-экономических аспектов жизни населения, настраивая респондента на критический характер ответов. Наш опрос, проводимый в Интернете среди преимущественно молодежной аудитории, позволял людям описывать скорее идеальную, чем реальную ситуацию. Тем не менее, он показал готовность людей к шагам по защите окружающей среды, ответственность за ее состояние.

Воспитание ответственности за состояние окружающей среды является одной из основных целей экологического воспитания (просвещения) в Российской Федерации. Только такой подход может привести к появлению нового поколения молодежи, способного разобраться с актуальными экологическими проблемами. Проведение опросов, связывающих экологическую повестку с вопросами личного выбора респондента, может послужить цели изменения общественного сознания. Оно должно измениться с нынешнего: “это должно сделать государство” на “это должен сделать я сам”.

## COMPARISON OF THE LEVEL OF ENVIRONMENTAL AWARENESS IN DIFFERENT GROUPS OF THE POPULATION THROUGH SOCIOLOGICAL RESEARCHES

**Galiev R.G. [1], Fertikova E.P.[1]**

[1] – *Russian State Hydrometeorological University, St.Petersburg, Russia, rggaliev97@gmail.com*

**Abstract.** In this work, comparing our sociological survey and the official one from WCIOM, we considered the attitude to the problems of the environment in different groups of the population, explained what caused the differences in their answers, and suggested how to use the results.

Key words: the state of the environment, environmental issues, sociological survey, focus groups, WCIOM, environmental responsibility.

# МЕЖГОДОВАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ОБЪЕМОВ СТОКА РАСТВОРЕННЫХ ВЕЩЕСТВ РЕКИ ПЕЧОРА

**Говор А.А.[1], Алексеев Д.К.[1]**

*[1] – Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия, alla-val@mail.ru*

**Аннотация:** Выполнен анализ межгодовой изменчивости объема стока биогенных элементов в реке Печора. Исследование было произведено по данным Северного УГМС.

Ключевые слова: биогенные элементы, нефтепродукты, качество вод, экологический мониторинг, гидрохимический сток, река Печора, качество вод, гидрохимический режим.

Роль химического стока в моря арктического бассейна с территории России крайне велика. Приток растворенных веществ является одним из важнейших факторов формирования гидрохимического режима низовья рек, эстуариев и прибрежных частей морских акваторий. Одним из основных путей поступления в Российскую Арктику загрязняющих веществ является их трансграничный перенос по транзитным рекам с сопредельных территорий.

Сток речных вод в устья крупных северных и сибирских рек, его многолетняя и сезонная изменчивость является основным фактором, который определяет природные условия устьевых областей рек, а также прибрежных районов арктических морей [1]. Наличие различных водных масс, процессы образования и таяния льда, значительный речной сток, во многом определяют гидрохимические особенности окраинных морей Северного Ледовитого океана [2, 3]. А также одним из важнейших параметров при оценке качества вод являются средние значения концентраций растворенных веществ за различный период осреднения и объем стока веществ [3].

Главной целью данного исследования является анализ межгодовой изменчивости гидрохимических характеристик реки Печора, которая впадает в Печорское море. Площадь водосбора реки – 322 км$^2$, среднегодовой расход воды в устье 4100 м$^3$/с. Исследование было произведено по данным Северного УГМС. Были выбраны два створа наблюдений: створ р. Печора – 38 км выше г. Нарьян-Мар (Оксино) был выбран как фоновый, так как находится далеко от заселенных территорий ниже по течению реки, створ р. Печора – г. Нарьян-Мар (п. Бондарка) был выбран для контроля поступления изучаемых элементов по ходу течения реки в урбанизированной зоне. С помощью статистических методов были оценены среднегодовые концентрации различных форм биогенных элементов и нефтепродуктов, а также произведена оценка объема стока исследованных соединений в реке Печора. [4, 5]. Результаты расчетов представлены в Таблице 1.

**Таблица 1** – Числовые характеристики рядов концентраций биогенных элементов и нефтепродуктов

| Исследованное соединение | Числовые характеристики рядов | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $m_x$ | $C_v$ | $C_s$ | $\sigma_x$ | D | σ | δ,% |
| Нефтепродукты, мг/л | 0,09 | 1,33 | 2,49 | 0,12 | 0,01 | 0,02 | 0,27 |
| Аммонийный азот, мг/л | 0,09 | 1,04 | 6,06 | 0,09 | 0,01 | 0,02 | 0,23 |
| Нитритный азот, мг/л | 0,00 | 2,27 | 3,98 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,46 |

| Исследованное соединение | Числовые характеристики рядов | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $m_x$ | $C_v$ | $C_s$ | $\sigma_x$ | D | σ | δ,% |
| Нитратный азот, мг/л | 0,16 | 2,15 | 5,57 | 0,34 | 0,12 | 0,07 | 0,44 |
| Фосфаты, мг/л | 0,04 | 0,46 | 0,95 | 0,02 | 0,00 | 0,00 | 0,09 |
| Общий фосфор, мг/л | 0,06 | 0,78 | 5,60 | 0,04 | 0,00 | 0,01 | 0,16 |

В ходе исследования установлено превышения ПДК нитритного азота на протяжении всего периода наблюдений на станции Печора - 38 км выше г. Нарьян-Мар. По данным расчетов средний многолетний сток для фонового створа (Нарьян-Мар (Оксино)) составил: нефтепродукты – 10,6 тонн, аммонийный азот – 20,5 тонн, нитритный азот – 0,25 тонны, нитратный азот – 35,9 тонн, фосфаты – 8,6 тонн, общий фосфор – 13,4

**Литература**

1. Никаноров А. М., Иванов В. В., Брызгало В. А. Реки Российской Арктики в современных условиях антропогенного воздействия. Ростов на Дону, 2007. С. 205-208.
2. Гальцова, В.В. Дмитриев, В.В.; Алексеев, Д.К. Многокритериальная оценка экологического состояния шельфовой зоны арктических морей России // Географические и геоэкологические аспекты развития природы и общества. Сборник научных статей по материалам отчетных научно-практических конференций, 2006-2007 гг. Санкт-Петербургский государственный университет, Факультет географии и геоэкологии. Санкт-Петербург, 2008. С. 242-251.
3. Гальцова В.В., Кулангиева Л.В., Алексеев Д. К. Оценка экологического состояния шельфовой зоны арктических морей в условиях антропогенной нагрузки // Экологические и гидрометеорологические проблемы больших городов и промышленных зон. Сборник трудов. СПб: 2004. С. 43-48.
4. Говор А.А., Шелутко В.А., Алексеев Д.К. Проблемы мониторинга стока соединений валового фосфора по р. Неве // Современные проблемы регионального развития Материалы VII Всероссийской научной конференции. ИКАРП ДВО РАН Биробиджан 2018. С. 110-112.
5. Шелутко В. А. Численные методы в гидрологии. Л., 1991.
6. Шелутко В. А., Колесникова Е.В. Анализ влияния учета водности рек на точность расчета средних годовых концентраций загрязняющих веществ 2008. Вестник Санкт-петербургского университета Вып. 3. СПб., 2008.

## INTERANNUAL VARIABILITY OF ANNUAL RUNOFF VOLUME OF DISSOLVED SOLIDS OF THE PECHORA RIVER

**Govor A.A.[1], Alexeev D.K.[1]**

[1] – *Russian State Hydrometeorological University, Saint-Petersburg, Russia, alla-val@mail.ru*

**Abstract**. The role of chemical runoff into seas of the Arctic basin from the territory of Russia is extremely high. One of the most important factors in the formation of the hydrochemical regime of lower reach rivers, estuaries and coastal parts of marine waters is the inflow of dissolved solids. The main goal of research was carried out to estimate annual runoff volume of chemicals in Pechora River.

Keywords: total phosphorus, nutritions, water quality, environmental monitoring, pollution, hydrochemical relationships, Pechora river.

# КОРМОВАЯ БАЗА РЫБ-БЕНТОФАГОВ ЗАЛИВОВ ВОСТОЧНОГО ПОБЕРЕЖЬЯ БАЛТИЙСКОГО МОРЯ: ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ И ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ

**Гришина А.С.**[1]

[1] – *Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия, anastasia962815@yandex.ru*

**Аннотация**. Для оценки кормовой базы промысловых рыб-бентофагов выполнен анализ видового разнообразия и распределения зообентоса в Вислинском, Куршском, Рижском и Финском заливах Балтийского моря. Выявлен ряд закономерностей между встречаемостью отдельных видов зообентоса и долей рыб-бентофагов в промысловых уловах в районах исследований.

Ключевые слова: заливы Балтийского моря, рыбы-бентофаги, зообентос, распределение, биомасса.

Для оценки кормовой базы промысловых рыб-бентофагов в Вислинском, Куршском, Рижском и Финском заливах Балтийского моря по материалам научных публикаций выполнен анализ видового разнообразия и распределения зообентоса. Для достижения поставленной цели была обобщена информация о состоянии запасов промысловых рыб-бентофагов; проанализирована динамика промысла рыб-бентофагов; изучены условия их обитания и влияние абиотических факторов на поведение и распределение промысловых рыб-бентофагов, спектр их питания в заливах восточного побережья Балтийского моря.

Заливы восточной части Балтийского моря являются высокопродуктивными промысловыми районами, где встречаются различные виды постоянно обитающих или изредка заходящих с морских акваторий рыб, количество которых по разным источникам достигает 60 видов. Значительную группу в перечне видов составляют рыбы-бентофаги, типичными, наиболее массовыми, представителями которых в промысловых уловах являются: салака, корюшка, лещ, окунь, плотва, чехонь, камбала, ряпушка.

Изучение видового состава промысловых уловов в заливах восточного побережья Балтийского моря показало, что доля рыб-бентофагов в общих уловах различна, что, по-видимому, обусловлено особенностями гидрохимических условий в них, а, следовательно, разной кормовой базой, которая в конечном итоге определяет возможность обитания в данном водном объекте различных видов рыб.

Так, в Куршском заливе по численности преобладают олигохеты, на втором месте хирономиды, затем моллюски и остальной зообентос (включая ракообразных), по биомассе на первом месте хирономиды, затем олигохеты, и на третьем месте моллюски. Опресненность вод и преобладание заиленных грунтов в российском секторе акватории создают благоприятные условия для развития этих групп организмов [1].

По численности в структуре бентосных сообществ Вислинского залива преобладают олигохеты, хирономиды, ракообразные, моллюски и полихеты. По биомассе в заливе доминируют моллюски – до 770 г/м$^2$. Связано это с вселением чужеродного вида двустворчатых моллюсков - *Rangia cuneata,* которые проникли в бассейн, по-видимому, с балластными водами, но не являются кормовыми. Следующие группы, преобладающие по биомассе (по убыванию) в заливе – хирономиды, ракообразные, полихеты и олигохеты. В целом, доля кормового бентоса в заливе высокая – около 40 г/м$^2$ [1, 2, 3].

Плотность и биомасса макрозообентоса в южной части Рижского залива ниже, чем в других регионах и оценивается в 16 г/м$^2$ в южном части залива и в 37 г/м$^2$ в северной части. Более 50% залива занимает сообщество двустворчатых моллюсков *Macoma balthica* или *Cerastoderma glaucum*. Помимо последних, массового развития

достигают донные Oligochaeta и бокоплавы *Monoporeia affinis* [4]. За последние десятилетия произошли заметные изменения в структуре зообентосных сообществ как в менее, так и в более эвтрофированных участках Рижского залива. Это выражается в уменьшении общего видового разнообразия и увеличении доминирования двустворчатых моллюсков *Macoma balthica* [5].

В последнее десятилетие донные сообщества восточной части Финского залива отличаются низкой продуктивностью. Суммарная годовая биомасса бентосных организмов составляет около 18 г/м$^2$, тогда как в 1990-е годы она была в среднем в 2 раза выше. Большую часть кормовой продукции составляют олигохеты, причем основной вклад вносят чужеродные виды – *Tubificoides pseudogaster*. Следующая группа – это крупные двустворчатые моллюски *Macoma balthica*, которые являются одним из основных пищевых объектов рыб, не имеющих промысловое значение, но из-за крупных размеров почти не употребляется в пищу промысловыми видами рыб. Такая же ситуация наблюдается с ракообразными, составляющими 1/5 от суммарной продукции зообентоса. Основные представители этой группы - *Saduria entomon*, который имеет относительно крупные размеры и бокоплав *Monoporeia affinis*, который является второстепенным или сезонным объектом питания салаки и корюшки. Существенный вклад в питание рыб-бентофагов также вносят хирономиды и олигохеты [6, 7].

Установлена взаимосвязь структуры уловов рыб-бентофагов на акватории заливов от состава и количественных характеристик бентосных сообществ. В промысловых уловах рыбы в Куршском заливе встречался преимущественно лещ (48% от общего вылова), плотва (18%), корюшка (6%) и окунь (4%) [8, 9]. В Вислинском заливе, в соответствии с особенностями кормовой базы, в уловах доминировали: лещ (61% от общего улова), плотва (17%), чехонь (14%), окунь (4%) и угорь европейский (1%) [10]. В Рижском заливе в уловах преобладали: окунь (6,3% от вылова), корюшка (3,4%), камбала (2,4%), плотва (0,9%) и другие бентофаги (4,1%) – что отражает прямую взаимосвязь с бентосным сообществом [10, 11]. Рыбопродуктивность Финского залива в настоящее время имеет более низкие показатели, в сравнении в 1980-1990-ми годами. Основную долю вылова бентосных рыб в морской части залива составляли салака и корюшка европейская, значительно реже в уловах встречались: лещ, окунь, плотва, ряпушка. На прибрежных, мелководных, участках залива в уловах доминировали: корюшка, плотва, окунь, лещ, чехонь, ерш [10].

Высказано предположение, что изменения структуры кормовой базы и рыбопродуктивности заливов восточной части Балтийского моря связаны с процессами эвтрофирования, которые, в свою очередь, являются следствием потепления климата и увеличения антропогенной нагрузки на их экосистемы.

**Литература**

1. Dmitrieva O.A., Rudinskaya L.V. The phitoplankton and bentos invasion species in the Vistula and Curonian Lagoon (Balthic Sea) // Neobiota 6th NEOBIOTA Confernce-Copengagen, Denmark. 2010. - 18 p.

2. Гусев А.А., Рудинская Л.В. Современный видовой состав зообентоса Вислинского залива и его сравнение с аналогичными данными 1920-х гг. // Промыслово-биологические исследования АтлантНИРО в 2010-2013 гг. Калининград: Изд-во АтлантНИРО, 2014. Т. 1 Балтийское море и заливы. - С. 100-122.

3. Goushchin A.V. 2013. Fishery in the Russian part of the Vistula lagoon. Kaliningrad. - 40 p.

4. Ojaveer H. 1997. Composition and dynamic of fish stocks in the Gulf of Riga ecosystem. Tartu: Tartu University Press, 1997. - P. 170-183.

5. Ojaveer, E. 1995. Ecosystem of the Gulf of Riga between 1920 and 1990, Tallinn. - PP. 268-277.

6. Кудерский Л.А. Количественный учет донной фауны восточной части Финского залива Балтийского моря // Сб. научн.трудов ГосНИОРХ. Вып. 192. - С. 78-93.

7. Maximov, A.A. 2003. Changes of bottom macrofauna in the eastern Gulf of Finland in 1985-2002, Proc. Est. Acad. Sci. Biol. Ecol. vol. 52, no. 4. - PP. 378–393.

8. Рудинская Л.В. Зообентос Калининградского морского канала // Промыслово-биологические исследования АтлантНИРО в 2006-2007 годах. Том 1 Балтийское море и заливы: сб. науч. тр. АтлантНИРО. - Калининград, 2009. – С. 186-198.
9. Рыбохозяйственный кадастр трансграничных водоемов России (Калининградская область) и Литвы/ С.В. Шибаев, М.М. Хлопников, А.А. Соколов и др. – Калининград: изд-во «ИП Мишуткина», 2008 – 200 с.
10. ICES. 2017. Baltic Sea Ecoregion – Fisheries overview data.
11. Armulik, T., Sirp, S. 2012. Estonian Fishery 2011 Fisheries Information Centre.

## THE FEED BASE OF BENTHIC FISH OF THE GULFS ON THE EASTERN COAST OF THE BALTIC SEA: SPECIES DIVERSITY AND DISTRIBUTION

**Grishina A.S.**[1]

[1] – *Russian State Hydrometeorological University, St.Petersburg, Russia, anastasia962815@yandex.ru*

**Abstract**. To assess the food supply base of commercial benthic fish, an analysis of the species diversity of Changes of bottom macrofauna in the Vistula and Curonian lagoon, Gulf of Riga and Gulf of Finland was performed. A number of regularities between the abundance of certain species of benthos and the proportion of benthic fish in commercial catches in the lagoons and Gulfs were revealed.

Keywords: Baltic Sea bays, benthic fish, benthos, distribution, biomass.

# ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ МОРСКИМ МУСОРОМ ПЛЯЖЕЙ ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ФИНСКОГО ЗАЛИВА В 2018 ГОДУ

**Ершова А.А.[1], Пашкевич Д.В.[1], Ковалева С.В.[1]**

*[1] – Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия*, *kowalyowa.sonya@yndex.ru*

**Аннотация.** В 2018 г. на побережьях восточной части Финского залива было проведено исследование накопления морского мусора на городских и загородных пляжах с целью оценки загрязненности и определения общих закономерностей распространения морского мусора.

Ключевые слова: Финский залив, морской мусор, мониторинг, микропластик

Загрязнение вод Мирового океана морским мусором, в частности пластиковым, является одной из важнейших и очевидных экологических проблем: во многих морских акваториях и в прибрежных зонах отмечено его массовое скопление; накоплено значительно свидетельств его негативного влияния на морскую биоту [1, 2]. Балтийское море из-за большого антропогенного воздействия не стало исключением, и, ввиду своей уникальности и большой хозяйственной и экономической значимости для России и стран Европы, должно находиться под постоянным мониторингом его состояния. В данном исследовании большое внимание уделяется микропластику (частицы < 0,5 см), как вызывающему наибольшие опасения у ученых [3].

Объектом исследования является побережье восточной части Финского залива и Невской губы, а также пляжи о. Котлин. Всего в рамках работы было изучено 13 пляжей, из них 7 находятся в Невской губе, остальные — в открытой части Финского залива. Пляжи, исследованные в июне-июле 2018 г., отличаются по морфогенетическим типам берегов (абразионные, аккумуляционные, техногенные), степени антропогенного воздействия, количеству и качеству мероприятий по уборке территории.

В работе для отбора проб были использованы методы «фрейм» (рамка) и «рейк» (грабли), адаптированные для условий балтийских побережий [4]. Оба метода предполагают просеивание песка пляжа с помощью специальных инструментов (сита и грабли соответственно). В случае фрейм-метода в предварительно размеченной площади 40 м$^2$ исследовалась зона заплеска, предположительно накапливающая наибольшее количество мусора, выбрасываемого морем. При использовании рейк-методики пробы берутся одинаковыми полосами (прогонами) со всей ширины пляжа с площади 50 м$^2$. Необходимо отметить, что до сих пор не существует единой унифицированной методики мониторинга морского мусора. Пробы анализировались в лаборатории, где частицы мусора идентифицировались, затем распределялись по материалу и размеру.

В ходе исследования было обнаружено, что во всех отобранных пробах был обнаружен пластик, в частности микрочастицы (менее 5 мм). В Невской губе менее активно накапливается микромусор, т.к. из-за построенного Комплекса защитных сооружений Санкт-Петербурга более интенсивный вынос частиц из Балтийского моря происходит именно на берега открытой части Финского залива. Отбор проб осуществлялся при различных погодных условиях, что могло влиять на результаты исследования: при штормовых нагонах, как правило, количество морского мусора в береговой зоне увеличивается. В целом, распределение морского микромусора довольно разнообразно: доля колеблется от 87% до 3%. На пляже Тарховки доля пластика в пробах мусора достигает 87% от общего количества микромусора, за ней северный пляж Кронштадта, где пластик занимает 72% от всех категорий, 67% и 65% на южном пляже Кронштадта и у п. Комарово. Почти в половине случаев доля пластика в пробе достигает 50% и выше.

**Литература**
1. Andrady A.L. Microplastics in the marine environment. Marine Pollution Bulletin. (2011). URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0025326X11003055
2. Moore, C.J. A comparison of neustonic plastic and zooplankton abundance in southern California's coastal waters / C.J. Moore et al. // Marine Pollution Bulletin. – 2002. – №44 – P. 1035–1038
3. Mato Y. Plastic resin pellets as a transport medium for toxic chemicals in the marine environment, "Environmental Science & Technology" 2001, 35(2), pages 318–324,
4. M.Haseler, G.Schernewski, A., V. Sabaliauskaite. Monitoring methods for large micro- and meso-litter and applications at Baltic beaches. J Coast Conserv, vol. 22, pp. 27, 2018.

# RESEARCH OF POLLUTION OF MARINE LITTER BEACHES OF THE EASTERN PART OF THE GULF OF FINLAND IN 2018

**Ershova A.A.[1], Pashkevich D.V.[1], Kovalyova S.V.[1]**

*[1] – Russian State Hydrometeorological University, Saint-Petersburg, Russia, pashkevich.dv@mail.ru*

**Abstract**. In 2018, on the coasts of the eastern part of the Gulf of Finland, a study was carried out on the accumulation of marine debris on urban and country beaches in order to assess pollution and determine the general patterns of the distribution of marine litter.

Keywords: Gulf of Finland, marine litter, monitoring, microplastic

# ОПАСНЫЕ ДЛЯ ОТРАСЛЕЙ ЭКОНОМИКИ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН ЯВЛЕНИЯ ПОГОДЫ, ОБУСЛОВЛЕННЫЕ ЮЖНЫМИ ЦИКЛОНАМИ

**Ильин В.Г.[1], Волобуева О.В.[1], Горохольская В.З.[2]**

*[1] – Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия, vadya.ilin.1997@mail.ru*
*[2] – ФГБУ «Башкирское УГМС», Уфа, Россия*

**Аннотация.** Актуальность исследования связана с отрицательным воздействием неблагоприятных атмосферных процессов и явлений погоды на деятельность экономики Республики Башкортостан. Повышение качества гидрометеорологического обеспечения требует исследования особенностей развития атмосферной циркуляции и опасных явлений погоды, а также изучения особенностей функционирования всех сфер экономики республики. Работа посвящена изучению такого синоптического процесса, как выход южных циклонов на территорию Республики Башкортостан и явлений погоды, связанных с южными циклонами на отрасли экономики республики.

Ключевые слова: южный циклон, сильный ветер, осадки, отрасли экономики

Значительное влияние на народнохозяйственную деятельность предприятий и организаций Республики Башкортостан оказывают сопутствующие циклонам явления погоды такие, как: усиление ветра (энергетика, речной транспорт, строительство), сильные снегопады (дорожное хозяйство), сильные осадки (подъем уровня рек, нарушение в работе ЖКХ), авиация (отмены и задержки рейсов, нарушение работы аэропорта (расчистка взлетно-посадочной полосы) и т. д. Зарождаясь в более низких широтах, циклоны несут с собой значительные запасы тепла и влаги в более северные широты. Это, так называемые, «южные» циклоны, которые на территорию Европы приходят в основном с районов Средиземного моря, Чёрного и Каспийского морей, а на юг Дальнего Востока — с районов Желтого моря. Эти циклоны имеют ярко выраженную температурную асимметрию: зимой с ними связаны снегопады и метели, летом — обильные дожди, грозы, ливни.

Исследуя архивные данные гидрометцентра Башкирского УГМС, были отобраны случаи вторжения южных циклонов на исследуемую территорию. Период исследования: с 1993 года по 2018 год. Также проанализированы данные карт ЕСП (Естественный синоптический период), которые включают в себя 2 вида: среднюю АТ-500 и приземную. В приземной карте фиксируются данные о формирование циклонов и антициклонов и их перемещение, а также значения о минимальном и максимальном давлении во время их передвижения за определенный промежуток времени. Карта АТ-500 включает высотные центры барических образований на высоте 5,5 км и траекторию их движения.

Во время проведенных исследований было выявлен 31 случай выхода циклонов из районов Средиземного, Адриатического, Чёрного, Каспийского и Аральского морей, которые оказали непосредственное влияние на погоду региона.

По данным повторяемости выходов южных циклонов за исследуемый период больше половины (35%) наблюдалось весной. Это объясняется тем, что в переходные периоды обостряются атмосферные процессы и происходят более частое и быстрое перемещения барических образований.

По районам зарождения и перемещениям циклона до республики выделены 2 типа:

1) Движение с юго-западного направления. К ним относятся циклоны, образовавшиеся над Средиземными, Адриатическими и Чёрными морями.

2) Передвижение с южной зоны, т. е. продвигающиеся на северное направление.

Особенность прохождения циклона по территории Республики определяется, прежде всего, географическим положением и преобладающими направлениями воздушных потоков как на уровне земной поверхности, так и на высотах.

Был проведен анализ того, как повели себя южные атмосферные вихри, которые уже попали в зону республики. Экспериментально выбраны 3 случая прохождения циклонов на рассматриваемую территорию: это, так называемые, «северные» и «южные» ворота». «Северные ворота» – циклон доходит до территории республики, и приближаясь к Уральским горам, смещается на северо-восток, при «южных воротах» – циклон соответственно смещается на юго-восток, захватывая при этом южные территории республики.

**Литература**

1. https://www.bashkortostan.ru/republic/
2. Погосян Х.П. Циклоны. – Л.: Гидрометеоиздат, 1976. – 147 с.
3. Зверев А.С. Синоптическая метеорология. Издание второе, переработанное и дополненное [Текст] / А.С. Зверев – Л.: Гидрометеоиздат, 1977. – 711 с.
4. https://www.syl.ru/article/364482/chto-takoe-tsiklon-deystvie-i-harakteristika-atmosfernogo-tsiklona
5. Горохольская В. З., Волобуева О. В. Сильные ветры и метели на территории Республики Башкортостан.- Метеорология и гидрология. 2006. № 7. С. 49-55.

# WEATHER PHENOMENA CAUSED BY SOUTHERN CYCLONES THAT ARE DANGEROUS FOR INDUSTRIES OF THE REPUBLIC OF BASHKORTOSTAN

**Ilyin V.G.[1], Volobueva O.V.[1], Goroholskaya V.Z.[2]**

[1] – *Russian State Hydrometeorological University, St.Petersburg, Russia,* RSHU, St. Petersburg, Russia, vadya.ilin.1997@mail.ru
[2] – *Bashkir UGMS, Ufa, Russia*

**Abstract.** The relevance of the study is associated with the negative impact of adverse atmospheric processes and weather phenomena on the activities of the economy of the Republic of Bashkortostan. Improving the quality of hydrometeorological support requires studying the characteristics of the development of atmospheric circulation and dangerous weather phenomena, as well as studying the characteristics of the functioning of all sectors of the economy of the republic. The work is devoted to the study of such a synoptic process as the emergence of southern cyclones on the territory of the Republic of Bashkortostan and weather phenomena associated with southern cyclones on the branches of the republic's economy.

Keywords: southern cyclone, strong wind, precipitation, branches of the economy

# ВЛИЯНИЕ АВТОТРАНСПОРТА НА ЗАГРЯЗНЕННОСТЬ ПОЧВ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

**Исаева М.В.[1], Слегина Е.В.[2], Аликбиров Р.Р.[1]**

*[1] – Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, maria-isaeva200@yandex.ru*
*[2] – ЛГУ, Санкт-Петербург, Россия*

**Аннотация:** Показано влияние автотранспорта на загрязнённость почв в г. Санкт-Петербург на примере двух станций рядом с учебным корпусом РГГМУ

Ключевые слова: атмосферный воздух, загрязнение почв, автотранспорт

Целью работы была оценка влияния автотранспорта на загрязненность почв в г. Санкт-Петербурге, на примере района расположения учебного корпуса РГГМУ.

Задачами работы являлось:

- расчет массы выбрасываемого за 1 час угарного газа (в контрольной точке);
- определение содержание нефтепродуктов и бенз(а)пирена в почвенных горизонтах (в контрольной точке).

Исследования проводились на 2 контрольных точках. Они находились рядом с 4 корпусом РГГМУ (Рижский пр., 11). Точка № 1 – на пересечении ул. Циолковского и Рижского проспекта, контрольная точка № 2 – пересечение ул. Циолковского и набережной Обводного канала.

На выбранных станциях определялась интенсивность движения автотранспорта методом подсчета разных типов транспортных средств три раза в день (утром: с 8 до 9 часов; днем: 14–15 ч.; вечером: 18–19 ч.) по 15 минут в каждые из сроков. Подсчеты производились в рабочие и выходные дни на двух контрольных точках.

Для определения количества оксида углерода (II) в выбросах автотранспорта была использована утвержденная методика [1]. Для определения в почве нефтепродуктов и бенз(а)пирена было отобрано 10 проб. Они были разделены послойно по 1 см, кроме 1 пробы, которая отобрана с глубины от 0 до 3 см. Определение концентраций производилось на хроматографе «Люмахром» [2].

Результаты, полученные после обработки первичных данных, представлены в таблице 1.

**Таблица 1** – Содержание угарного газа в автомобильных выхлопах на 2 контрольных точках (г/ч)

| Время суток | Контрольная точка | |
|---|---|---|
| | 1 | 2 |
| | Рабочие дни | |
| утро | 6177,8 | 4348,4 |
| день | 6468,1 | 6068,1 |
| вечер | 4292,2 | 5731,2 |
| ВСЕГО | 16938,1 | 17391,4 |
| | Выходные дни | |
| | 1 | 2 |
| утро | 1162,1 | 944,5 |
| день | 2192,8 | 2627,1 |
| вечер | 2118,6 | 1774,4 |
| ВСЕГО | 5473,6 | 5345,9 |

После анализа проб почв было получено, что содержание нефтепродуктов изменялось в диапазоне от 114 до 380 мг/кг, а содержание бенз(а)пирена от 0,03 до 0,8 мг/кг.

Полученные данные позволили сформулировать следующие выводы. На обеих контрольных точках количество угарного газа, выбрасываемого с автомобильными выхлопами, в 2 раза превышает предельно допустимую концентрацию. Концентрация нефтепродуктов не превышает допустимый уровень загрязнения. Максимальное количество нефтепродуктов и бенз(а)пирена зарегистрировано в верхних слоях почвы (1–3 см). Минимальное количество нефтепродуктов и бенз(а)пирена зарегистрировано в нижних слоях почвы (10–27 см ). Во всех образцах концентрация бенз(а)пирена превышена в 2–3 раза.

Можно сделать вывод, что автотранспорт довольно сильно влияет на загрязнение почв. Это видно на примере проб, взятых в г. Санкт-Петербург в районе расположения учебного корпуса РГГМУ. Концентрация бенз(а)пирена, попадающего в почву из выхлопных газов автомобилей, очень высока, особенно в верхних слоях почвы.

**Литература**

1. Методика определения выбросов автотранспорта для проведения сводных расчетов загрязнения атмосферы городов / Государственный комитет Российской Федерации по охране окружающей среды. - М., 1999. 9 с.

2. ПНД Ф 16.1:2:2.2:3.39-2003. Методика измерений массовой доли бенз(а)пирена в пробах почв, грунтовых, твердых отходах, донных отложений, осадков сточных вод методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с флуоресцентным детектированием с использованием хроматографа «Люмахром». 2012

## INFLUENCE OF MOTOR TRANSPORT ON SOIL POLLUTION IN ST. PETERSBURG

**Isaeva M. [1], Slegina E. [2], Alikbirov R. [1]**

*[1] – Russian State Hydrometeorological University, St.Petersburg, Russia, maria-isaeva2008@yandex.ru*

*[2] – LGY, St.-Petersburg, Russia*

**Abstract**: The influence of motor transport on soil pollution in St. Petersburg is shown by the example of two stations near the educational building of RSMU.

Key words: atmospheric air, soil pollution, motor transport

# МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЕРЕНОСА ВОДЯНОГО ПАРА В АТМОСФЕРЕ В РАЙОНЕ РАЗМЕЩЕНИЯ АТОМНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

**Кузьмицкая М.А.**[1]

[1] – *Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия, maria47158@mail.ru*

**Аннотация.** В докладе рассматривается распространение частиц водяного пара от источника выброса. Моделирование процесса распространения выполнено на основе метода Лагранжа с использованием генератора случайных чисел для учета диффузии.

Ключевые слова: моделирование, метод Лагранжа, водяной пар, атмосфера.

Градирни, использующиеся для охлаждения теплоносителей на атомных электростанциях, являются источником поступления в окружающую среду значительных объемов пара. Пар способен влиять на погодные условия в районе размещения станций. В связи с этим, актуальной задачей становится построение численных моделей распространения частиц водяного пара. Удобным способом расчета траектории движения частицы в воздухе признан метод Лагранжа, дающий возможность прогнозировать свойства частицы в любой точке пространства.

Изменение скорости и направления движения прослеживается в применении к определенной частице в потоке, а не ко всему потоку как единому целому [1, 2]. Система координат связывается с перемещающейся частицей, свойства частицы изменяются в зависимости от времени, прошедшего от начала выброса. Количество частиц определяется расходом пара.

Так как метод Лагранжа позволяет определить только адвективный перенос частиц, для результата, наиболее приближенного к реальному распределению, необходим учет атмосферной диффузии. Для учета диффузного характера движения частиц в атмосфере применяется метод Монте–Карло. В основе метода лежат алгоритмы, позволяющие генерировать случайные (псевдослучайные) числа.

При моделировании естественных явлений и процессов случайные числа обеспечивают схожесть с реальными явлениями.

Основу созданной модели переноса водяного пара от точечного источника, связанного с охлаждающей установкой атомной электростанции, составляет сетка с квадратными ячейками, размер которых определяется масштабом исследования. Источник (градирня) помещается в центр сетки.

В качестве исходных данных принимаются значения скорости ветра, полученные с ближайших к объекту наблюдений метеостанций. Скорости ветра в узлах сетки определяются по данным реанализа ERAinterim.

Расчет траектории частицы выполняется в два этапа. На первом этапе производится расчет координат внутри ячейки сетки по осям X и Y. На втором этапе выполняется интерполяция значений скорости ветра из узлов сетки в точку с полученными координатами.

Важным условием при моделировании является учет направления движения частиц относительно узла сетки в зависимости от направления ветра, а также учет скоростей, достаточных для выхода частицы за границы ячейки.

В исследовании проанализированы области, затронутые влиянием охлаждающего блока атомной электростанции. Проанализировано влияние выбросов водяного пара на образование облачности и генерацию осадков.

**Литература**
1. Alam J.M., Lin J.C. Toward a Fully Lagrangian Atmospheric Modeling System. - Monthly Weather Review 136 (12), University of Waterloo, Canada, 2008.
2. Сороковикова О.С. Математические модели атмосферной дисперсии локального, регионального и глобального масштабов. - автореферат дисс. М., 1997.

# MODELING OF WATER VAPOR TRANSFER IN THE ATMOSPHERE IN THE AREA OF NUCLEAR POWER PLANT LOCATION

**Kuzmitskaya M.A.[1]**

[1] – *Russian State Hydrometeorological University, St.Petersburg, Russia, maria47158@mail.ru*

**Abstract.** Cooling towers are a source of significant amounts of steam entering the environment. Modeling of water vapor propagation process is performed on the basis of Lagrange method.

Keywords: modeling, Lagrange method, water vapor, atmosphere.

# МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ВОЗДЕЙСТВИЯ САДКОВЫХ ФЕРМ НА СОСТОЯНИЕ ПРИБРЕЖНЫХ АКВАТОРИЙ

**Лапенков А.Е.[1], Зуев Ю.А.[1]**

*[1] – Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия, lapa13art@gmail.com*

**Аннотация.** Производится оценка воздействия форелевой фермы на Малую Никоновскую бухту Валаамского архипелага по основным компонентам стандарта Modelling-Ongrowing fish Farms-Monitoring. Показана необходимость дополнения этого стандарта подводными видеонаблюдениями в условиях конкретной бухты.

Ключевые слова: Ладожское озеро, форелевое хозяйство, подводные видеосистемы, воздействие на окружающую среду.

Ладожское озеро – крупнейшее озеро Европы. Помимо промышленного рыболовства на акватории озера в последние годы активно развивается садковое рыбоводство. Одно из крупных форелевых хозяйство располагается в северо-западной части Валаамского архипелага в Малой Никоновской бухте.

Протяженность Малой Никоновской бухты составляет 570 метров, максимальная глубина 24 метра, береговая линия очень разнообразна. Встречаются скальные выступы, разного размера валуны, песок, иловый песок с камнями и глина. В северной части с открытой Ладогой бухту соединяют три протоки. Площадь поперечного сечения проток невелика, поэтому водообмен бухты с озером ограничен.

В северной Европе для оценки воздействия аквакультуры на окружающую среду принят стандарт, в основе которого лежит Modelling-Ongrowing fish Farms-Monitoring (MOM) system [1, 2]. Показатели качества окружающей среды в нем ориентированы на выращивание лососей в холодноводных условиях. В данной работе для оценки экологического состояния Малой Никоновской бухты использовались отдельные методики MOM, оценка состояния бухты по балльной системе находится в разработке.

Гидрохимические исследования показали формирование заморной зоны в бухте под садками в конце периода летной стратификации. Косвенные признаки на мелководье подтверждают избыток в бухте органических веществ [3]. Также показано, что под воздействием форелевого хозяйства произошли изменения характеристик донных осадков [4].

Анализ донных сообществ показал, что в центральной илистой части, непосредственно под садками, макрозообентос практически отсутствует. Это может быть последствием воздействия форелевого хозяйства, но также характерно для центральной заиленной части большинства глубоководных озер Карелии. При этом бентосные сообщества литорали и подводных склонов бухты выглядят ненарушенными: обладают высоким видовым разнообразием и характеризуются значительной долей реликтовых видов и ракообразных [5].

Помимо вышеперечисленных работ в бухте проводилось обследование дна с помощью видеосистем. Полученные в ходе этих работ данные позволили выявить значительные изменения донного осадка в районе садков, которые в ходе других работ обнаружены не были.

Анализ собранных материалов показывает, что форелевая ферма оказывает комплексное негативное воздействие на лимнологические характеристики и биоту Малой Никоновской бухты. Вышеуказанное воздействие не вполне очевидно регистрируется с

помощью стандарта МоМ. Предложено дополнить стандарт несложными и недорогими методами, основанными на видеонаблюдении.

**Литература**
1. Pia Kupka Hansen, Arne Ervik, Morten Schaanning, Per Johannessen, Jan Aure, Terje Jahnsen, Anders Stigebrandt. Regulating the local environmental impact of intensive, marine fish farming II. The monitoring programme of the MOM system (Modelling–Ongrowing fish farms–Monitorin). Aquaculture. 194. 2001. P. 75–92
2. Ervik A., Hansen P.K., Aure J., Stigebrandt J., Johannessen P., Jahnsen T. Regulating the local environmental impact of extensive marine fish farming: I. The concept of MOM (Modelling–Ongrowing fish farms–Monitoring) . Aquaculture 158, 1997. P. 85–94.
3. Степанова А.Б., Бабин А.В., Зуева Н.В., Зуев Ю.А., Воякина Е.Ю., Семадени И.В. Анализ антропогенного воздействия на водную систему Валаамского архипелага // Экосистемы Валаамского архипелага (Ладожское озеро) на рубеже 20 и 21 веков. Черты уникальности и современное состояние: Атлас. Санкт-Петербург, 2016. С. 32–41.
4. Зуев Ю.А., Зуева Н.В. Опыт водолазного осмотра форелевого хозяйства // Рыбоводство и рыбное хозяйство. 2013. № 10. С. 17–25.
5. Зуева Н.В., Зуев Ю.А., Воякина Е.Ю., Бабин А.В., Куличенко А.Ю. Степанова А.Б. Влияние форелевого хозяйства на лимнологические характеристики бухты Валаамского архипелага (оз. Ладожское) // Тезисы докладов и стендовых сообщений. Международная конференция «Пресноводные экосистемы – современные вызовы». Иркутск: ООО «Мегапринт», 2018. С. 389–390.

# METHODS FOR ASSESSING THE IMPACT OF CAGE FARMS ON THE STATE OF COASTAL WATERS

**Lapenkov A.E.[1], Zuyev Y.A.[1]**

[1] – *Russian State Hydrometeorological University St. Petersburg, Russia, lapa13art@gmail.com*

**Abstract**. The impact of a trout farm on the Malaya Nikonovskaya Bay of the Valaam Archipelago has been studied with method – Modelling-Ongrowing fish Farms-Monitoring. Indicators of the need to supplement this standard with underwater video observations in certain bay conditions.

Keywords: Lake Ladoga, fish farm, underwater video systems, environmental impact

# ЭКОНОМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОЦЕНИВАНИЯ БИОРАЗНООБРАЗИЯ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

**Лукина О.В.**[1]

[1] – *Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия, yui500@mail.ru*

**Аннотация.** Проведен сравнительный анализ применения экономических методов оценивания биоразнообразия особо охраняемых природных территорий

Ключевые слова: экономические методы, экология, особо охраняемые природные территории, биоразнооообразие

Сегодня в России, как, впрочем, и во многих странах мира, среди экологов достаточно распространен «жесткий» подход к проблеме сохранения биоразнообразия [1, 2]. Он заключается в расширении охраняемых территорий и ограничении экономической деятельности в прилегающих районах. Однако данный подход, на наш взгляд, не является эффективным ни с экологической, ни с экономической точек зрения. Современные экономические реалии таковы, что ограничительный подход не предотвращает потери биоразнообразия. Он часто ведет к неэффективному использованию средств, неграмотному распределению инвестиций. В этой связи как никогда актуально определение экономической ценности природных ресурсов и объектов. Существует ряд подходов, позволяющих получить конкретную оценку природных ресурсов и объектов, базирующихся на следующих показателях: общей экономической ценности (стоимости); затратах; ренте; бальных оценках; нормативах; рыночных оценках; косвенных оценках; альтернативной стоимости [1, 3].

Эти подходы не в полной мере дают объективную оценку, не все хорошо разработаны, в них присутствуют некоторые противоречия, но на их основе можно в самом первом приближении оценить экономическую ценность природы. В некоторых случаях речь идет скорее о "недооценке" природы, поскольку во многих случаях занижается ее стоимость. Имеет место некоторая сложность в стоимостной оценке колоссальной сложности природы, ее функций и взаимосвязей.

Применение разнообразных методов оценивания биоразнообразия основано на разделении его ценности на составляющие. Данные методы можно применять для всех компонентов общей экономической ценности, что дает разную точность измерения. Самый конкретный метод - это оценивание стоимости прямого использования. В нем требуется количественно оценить биологические ресурсы, их использование и определить уровень их устойчивого потребления [4].

Так, например, прямая стоимость использования, которую дают леса, состоит из: устойчивой (неистощительной) заготовки древесины; сбора лекарственных растений; сбора побочных продуктов (грибы, ягоды, орехи и прочее); доходов от туризма; доходов от охоты и рыболовства. Данные компоненты имеют свои цены, сумма которых и даст общую стоимость природного объекта.

Более сложным является определение косвенной стоимости использования. Косвенная стоимость использования лесного массива включает в себя следующие показатели: связывание углекислого газа (смягчение парникового эффекта); водорегулирующие функции (защита от наводнений); уменьшение эрозии и так далее.

Наиболее сложным для расчетов является показатель стоимости отложенной альтернативы, поскольку он оценивает потенциал использования биологического ресурса. Здесь, к сожалению, часто получают заниженные показатели, возможности и масштабы

будущего использования генетической информации трудно предсказуемы, что делает невозможным ее экономическое оценивание.

В силу удобства и простоты в использовании покомпонентный подход сохранится и в дальнейших оценочных работах. Однако выявление новых видов природных ресурсов, не традиционных, с точки зрения хозяйственной деятельности, но необходимых для поддержания определенного качества окружающей человека природной среды (наличие естественных экосистем, открытых ландшафтов, сохранение ассимиляционного потенциала, рекреационно-оздоровительных качеств и свойств территории, сохранение биоразнообразия и т.д.) может потребовать выработки некого комплексного подхода, позволяющего оценивать природную совокупность свойств определенного пространства или природный объект в целом.

Необходимо направлять усилия на то, чтобы разрабатывать более точные методы оценки и контроля за использованием ресурсов, которые позволили бы реально оценивать выгоды природоохранных проектов.

**Литература**

1. Воронкова О.В., Курочкина А.А., Лукина О.В. Актуальность внедрения и сегментация рынка потребителей комплексов экологического мониторинга акваторий // Наука и бизнес: пути развития. 2017. № 6. С. 115-119.
2. Курочкина А.А., Лукина О.В., Сергеев С.М. Планирование ресурсной загрузки самых посещаемых мегаполисов мира // Наука и бизнес: пути развития. 2018. № 3 (81). С. 123-127.
3. Курочкина А.А., Чалганова А.А. Актуальные проблемы экономики природопользования в сфере обращения твердых бытовых отходов // Качество науки – качество жизни–2018. - № 11.– С. 109-112.
4. Сергеев С.М., Курочкина А.А. Социально-экономическое моделирование ресурсной загрузки мегаполисов // Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета. 2018. № 4 (112). С. 98-105.

## ECONOMIC METHODS OF ASSESSMENT OF BIODIVERSITY OF PROTECTED AREAS

**Lukina O.V.**[1]

[1] – *Russian State Hydrometeorological University, St.Petersburg, Russia*, *yui500@mail.ru*

**Abstract**. A comparative analysis of the application of economic methods of biodiversity assessment of protected areas

Keywords**:** economic methods, ecology, specially protected natural areas, biodiversity

# ПРИМЕНЕНИЕ НОРМ СТАТЬИ 42 КОНСТИТУЦИИ РФ В КОНТЕКСТЕ ВОЗМЕЩЕНИЯ ВРЕДА, ПРИЧИНЁННОГО ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ НЕЗАКОННОЙ РУБКИ ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ

**Майшева К.В.**[1]

[1] – *Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия, xeniaoriental@gmail.com*

**Аннотация**. Статья посвящена праву на возмещение ущерба, причиненного экологическим правонарушением. Рассмотрены основные понятия, а также проведён мониторинг правоприменения, в ходе которого проанализирована и обобщена судебная практика по теме.

Ключевые слова: экологическая ответственность, экологический вред, экологическое правонарушение, экологические права человека, лесонарушение.

Человек, его права и свободы являются высшей ценностью (ст. 2 Конституции РФ). Конституционные основы экологического права (экологическое содержание Конституции РФ) закреплены в ст.ст. 9, 36, 42, 58, 71, 72.

Актуальность и практическая значимость темы основана на том, что норма активно применяется в качестве конституционной основы правового регулирования, но реализация её содержания несовершенна. Какого-либо обстоятельного исследования по данной проблеме нет, хотя последнее время схожие вопросы подвергаются изучению в современной научной литературе, что отражает новизну рассматриваемого вопроса.

Статья 42 Конституции РФ устанавливает основные экологические права (триединство): право на благоприятную окружающую среду; право на достоверную информацию о её состоянии; право на возмещение ущерба, причиненного здоровью или имуществу экологическим правонарушением.

Дискуссионными остаются понятия «экологическая ответственность», «экологический вред» и их необходимость. В теории права выделяют экологическую ответственность как вид ответственности [14]. В природоохранных отношениях эколого-правовая ответственность проявляется в аннулировании разрешительных документов [15]. При этом как отдельный вид она признаётся не всеми. Её признание — отправная точка для обеспечения возмещения такого вреда и разработки правового регулирования [2; 8; 16]. Ответственность по возмещению вреда, причиненного лесам вследствие нарушения лесного законодательства, называют таксовой [3; 4].

«Экологический вред» и его правовая природа в научной литературе и судебной практике также неоднозначны [1]. Экологический вред в узком значении подразумевает ухудшение состояния окружающей среды по причине нарушения требований закона в сфере экологии [9]. В широком значении — совокупность экогенного (причиненного здоровью человека в результате воздействия неблагоприятных факторов окружающей среды) и экономического вреда (причинённого имуществу) [5; 6; 12].

Для выявления проблем рассмотрения требований о возмещении вреда, причинённого окружающей среде в результате незаконной рубки лесных насаждений (в Хабаровском крае и Республике Бурятия) были изучены 15 судебных решений за период с 2010 по 2017 год.

В обоснование отказа в удовлетворении исков и жалоб суды указывали: нарушение истцом сроков; невозможность установления даты лесонарушения; неустановление места совершения, факта лесонарушения конкретным лицом; непредставление ответчиком (истцом) доказательств отсутствия (наличия) вины. Суды отмечали: нарушение правил проведения проверки не опровергает факта совершения лесонарушения и до-

стоверность сведений; наличие договора аренды лесного участка не является основанием для исключения ответственности.

В целом суды достаточно аргументированно высказывают свою позицию, лишь изредка указывая на несостоятельность доводов жалобы. Суды первой инстанции детально обосновывают расчёт размера вреда, последующие инстанции обычно соглашаются с предложенным другим судом расчётом. Проблемы рассмотрения требований о возмещении вреда, причинённого окружающей среде, в целом сводятся к возможностям доказывания факта лесонарушения и вины конкретного лица. Однако интересно отметить, что при отменённом приговоре в отсутствие состава преступления взыскивают возмещение вреда, как и при признании действий уполномоченного органа незаконными. Некоторые исследователи делают вывод, что проблемы правоприменения соответствующих норм связаны с разноплановостью определений действительного ущерба в доктрине и практике [11].

Таким образом, необходимо совершенствование механизма предотвращения [6; 10] и возмещения экологического вреда. Для его эффективности необходимо разработать, в первую очередь, понятийный аппарат основных [11] терминов, а также, например инструкцию для лесничеств [13] по оформлению лесонарушений.

**Литература**

1. Абанина Е.Н. Возмещение вреда вследствие нарушения лесного законодательства // Правовые проблемы возмещения вреда, причиненного окружающей среде: сборник материалов Международной НПК (МИИГАиК, ИЗиСП, 23.03.2017). М.: МИИГАиК, 2017. С. 138-140.
2. Бринчук М.М. Эколого-правовая ответственность – самостоятельный вид ответственности // LexRussia. № 6. 2016. С. 47.
3. Быковский В.К. Лесное право России : учебник для магистров / В.К. Быковский ; отв. ред. Н.Г. Жаворонкова. – М.: Изд-во Юрайт, 2012. С. 248-256.
4. Быковский В.К. Таксовая ответственность за нарушение лесного законодательства // Lex Russica. 2011. Т. LXX. № 3. С. 484-490.
5. Велиева Д.С. Сущность экологического вреда и специфика его возмещения: конституционно-правовой аспект // Современное право. 2011. № 5. С. 43-47.
6. Ганюхина О.Ю., Агапов Д.А. К вопросу о содержании, предотвращении и возмещении экологического вреда (на примере Саратовской области) // Правовые проблемы возмещения вреда, причиненного окружающей среде: сборник материалов Международной НПК (МИИГАиК, ИЗиСП, 23.03.2017). М.: МИИГАиК, 2017. С. 8.
7. Жаворонкова Н.Г., Агафонов В.Б. Возмещение экологического вреда: законодательные новеллы // Lex russica. 2016. № 8. 130 с.
8. Ивакин В.И., Белецкая Р.И. Теоретические предпосылки эколого-правовой ответственности как новой формы возмещения вреда, причиненного окружающей среде // Правовые проблемы возмещения вреда, причиненного окружающей среде: сборник материалов Международной НПК (МИИГАиК, ИЗиСП, 23.03.2017). М.: МИИГАиК, 2017. С. 11-12.
9. Каюшникова Ю.Е. О некоторых правовых проблемах возмещения экологического вреда // Правовые проблемы возмещения вреда, причиненного окружающей среде: сборник материалов Международной НПК (МИИГАиК, ИЗиСП, 23.03.2017). М.: МИИГАиК, 2017. С. 76.
10. Краснова И.О. Правовое регулирование возмещения экологического вреда // Экологическое право. 2005. № 4. С. 26-33.
11. Непоклонов В.Б., Хабарова И.А., Воробей Т.Н. Правовое регулирование возмещения вреда, причиненного окружающей среде // Правовые проблемы возмещения вреда, причиненного окружающей среде: сборник материалов Международной НПК (МИИГАиК, ИЗиСП, 23.03.2017). М.: МИИГАиК, 2017. С. 31-32.
12. Никишин В.В. Теоретические проблемы возмещения экологического вреда // Экологическое право. 2009. № 2/3. С. 28-32.
13. Оленина Т.Ю. Правовые проблемы возмещения вреда, причиненного лесам как компоненту окружающей среды // Правовые проблемы возмещения вреда, причиненного окружающей среде: сборник материалов Международной НПК (МИИГАиК, ИЗиСП, 23.03.2017). М.: МИИГАиК, 2017. С. 180-182.
14. Поляков А.В. Общая теория права: проблемы интерпретации в контексте коммуникативного подхода: учебник / А.В. Поляков; 2-е изд. - М.: Проспект, 2016. С. 802 – 803.

15. Романов В.И. Юридическая ответственность за экологические правонарушения. Йошкар-Ола. 1999. С. 14.
16. Юридическая ответственность за экологические правонарушения. Монография/ под ред. О.Л. Дубовик. М.: ИГПРАН, 2012. 134 с.

# APPLICATION OF THE PROVISIONS OF ARTICLE 42 OF THE RUSSIAN FEDERATION CONSTITUTION IN THE CONTEXT OF COMPENSATION FOR HARM WHICH'S CAUSED TO THE ENVIRONMENT DUE TO ILLEGAL LOGGING OF FOREST RANGE

**Maysheva K.V.**[1]

[1] - *St. Petersburg State University, St. Petersburg, Russia, xeniaoriental@gmail.com*

**Abstract**. The article is devoted to the right to compensation for damage caused by an environmental offense. The basic concepts were considered, and the law application monitoring was conducted, during which the judicial practice on the topic was analyzed and summarized.

Keywords: environmental responsibility, environmental harm, environmental offense, environmental human rights, forest violation.

# ОЦЕНКА И ПРОГНОЗ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УРОВНЕЙ ЗАГРЯЗНЕНИЯ Р. ВЕЛИКАЯ (ПСКОВСКАЯ ОБЛАСТЬ)

**Макарова М.А.[1], Шелутко В.А.[1]**

*[1] – Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия, makarova608@gmail.com*

**Аннотация**. В работе дается оценка максимальным значениям концентраций загрязняющих веществ по реке Великая за 1969-2009 гг., а также проводится расчет вероятности появления экстремумов концентраций по каждому створу наблюдений.

Ключевые слова**:** выборка, оценка экспериментальных данных, выбросы, математическая статистика.

Важным этапом любого анализа является предварительная обработка входной информации. Как показывает практика, по ряду причин может произойти искажение результатов анализа, что в конечном итоге приведет к ошибочному решению, несоответствующему реальной ситуации.

Одной из причин, приводящих к искажению результатов статистического исследования является присутствие в совокупности наблюдений экстремально больших или малых значений — выбросов. Поэтому изучение методов выявления и оценки значимости выбросов, несомненно, является важным в практике статистического анализа.

Таким образом, целью работы является проведение оценки исходных данных на наличие выбросов и расчет вероятности их появления в будущем.

Данная цель может быть реализована с помощью следующих задач: 1) рассчитать числовые характеристики исходных рядов наблюдения; 2) на основе рассчитанных параметров выявить оптимальный закон распределения; 3) проанализировать эмпирические точки, удаленные от теоретической кривой обеспеченности по критерию Диксона. 4) провести генетический анализ выбросов; 5) построить кривые обеспеченности по каждой совокупности выбросов; 6) определить нормированные значения выбросов заданной обеспеченности и перевести их в действительные; 7) определить вероятность выбросов по каждому элементу в каждом пункте наблюдения.

Исследуемая река Великая расположена на территории речного бассейна реки Нарва. Исток реки находится вблизи д. Шепели, впадает Великая в Псковское озеро, в 4 км западнее д. Муровицы. Длина реки 430 км, площадь водосбора 25 200 км$^2$. [1]

Отбор проб для гидрохимического анализа проводился в основные фазы водного режима в трех стационарных пунктах наблюдений, располагающихся в г. Опочка, г. Остров и г. Псков в период с 1969 по 2009 гг. К числу загрязняющих веществ, рассматриваемых в рамках работы, были отнесены соединения аммония, характеризующие вклад городских канализационных стоков в общее загрязнение воды, соединения нитратов, говорящие о степени влияния сельскохозяйственной деятельности, $БПК_5$ как показатель загрязнения водоемов легкоокисляемыми органическими соединениями и соединения растворенного железа.

По результатам объединения статистических данных за указанный период было сформировано 24 ряда наблюдений: по 2 створа в каждом пункте наблюдения по каждому рассматриваемому загрязняющему веществу.

В результате расчета основных числовых характеристик, был сделан вывод, что оптимальными законами распределения для исследуемых рядов оказались Пирсона III-го типа и Крицкого-Менкеля, поскольку они наилучшим образом описывают действительные значения измеренных концентраций. В некоторых случаях выбор теоретической кривой был сделан в пользу второго закона распределения, поскольку в его основу

было положено уравнение Пирсона при соотношении $C_s=2C_v$ (оптимальном для всех рядов), при этом он позволяет исключить переход теоретической кривой обеспеченности в область отрицательных значений, что по определению противоречит законам химии.

Анализ наличия и величины выбросов производился по кривым обеспеченности и затем уточнялся по критерию Диксона. В результате был сделан вывод, что в рассматриваемых рядах наблюдается 12 выбросов: 1 в г. Опочка, 3 в г. Остров, 8 в г. Псков. По результатам проведенных исследований в работе приводятся:

– оценка эффективности учета выбросов при расчетах средних годовых концентраций и объемов стока загрязняющих веществ;

– разработка методики исследования генезиса выбросов;

– разработка рекомендаций по комплексному учету особенностей гидрохимической информации при исследовании экологического состояния рек и водоемов;

– разработка рекомендаций по оценке вероятностей и величин выбросов на основе предположений о стационарности и эргодичности процессов загрязнения речных вод.

В результате предполагается разработать новые методы исследований объемов стока загрязняющих веществ в речных створах на основе учета особенностей первичной гидрохимической информации. В частности, предполагается разработать рекомендации по учету выбросов при оценке годовых объемов стока загрязняющих веществ. Это, как показали первые результаты исследования, позволит в значительной степени уточнить существующие представления о формировании различных уровней загрязнения поверхностных вод, а также получить более объективные данные о влиянии различных, в том числе антропогенных, факторов на процессы их формирования.

**Литература**

1. Схема комплексного использования и охраны водных объектов бассейна реки Нарва. Книга 1. «Общая характеристика речного бассейна реки Нарва».

2. Шелутко В.А. Оценка экстремальных уровней загрязнения речной сети урбанизированных территорий. Вопросы прикладной экологии. Сборник научных трудов. - СПб: изд. РГГМУ, 2002. С. 15-23.

## ASSESSMENT AND FORECAST OF EXTREME LEVELS OF POLLUTION OF THE VELIKAYA RIVER (PSKOV REGION)

**Makarova M.A.[1], Shelutko V.A.[1]**

[1] – *Russian state hydrometeorological university, Saint-Petersburg, Russia, makarova608@gmail.com*

**Abstract.** The work gives the estimation of the maximum values of concentrations of pollutants in the Velikaya river for 1969-2009, as well as the calculation of the probability of occurrence of the emissions of the concentrations for each point observation.

Keywords: sample, estimation of experimental data, emissions, mathematical statistics.

# АКТУАЛЬНОСТЬ ПРОБЛЕМЫ СОДЕРЖАНИЯ ДИКИХ МОРСКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ В УСЛОВИЯХ НЕВОЛИ

**Малышева В.К.[1], Соловьева Е.Н.[1]**

*[1] – Санкт-Петербургский Государственный Университет, Россия, Санкт-Петербург, Victoria-96K@yandex.ru*

**Аннотация.** Популяризация использования морских млекопитающих в индустрии различений приводит к увеличению спроса на их отлов, в связи с чем возникает проблема отсутствия норм по их содержанию, а на глобальном уровне – сокращение популяций.

Ключевые слова: морские млекопитающие, защита морской биоты, мониторинг, государственный надзор, пользование животным миром, государственное регулирование, рыболовство.

Актуальность проведения законодательного регулирования содержания диких морских млекопитающих в условиях неволи заключается в том, что в настоящее время идет тенденции к увеличению числа отлова китообразных (рисунок 1), а неотрегулированный отлов может катастрофически сказаться на их видовом разнообразии, что хорошо видно на примере снижения численности синих китов после их истребления в 60-х годах, а также необходимости создания условий содержания, приближенных к естественным для особей, изъятых из постоянной среды обитания. Необходимость создания оптимальных условий обусловлена тем, что в неестественной среде у большинства морских млекопитающих наблюдается стресс, который ведет к поведенческим отклонениям, заболеваниям и преждевременной смерти. Пойманные китообразные содержатся в группах, образованных неестественным путем. Это, в свою очередь, может стать причиной агрессии и психического дисбаланса, что, может привести к потере аппетита и образованию язвы желудка [1].

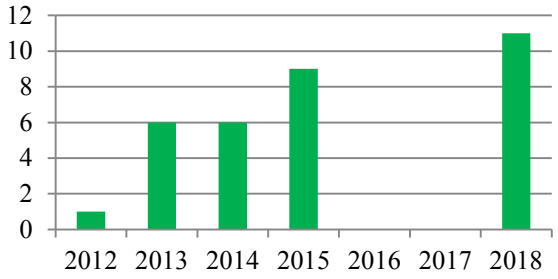



**Рисунок 1** - Тенденция к отлову косаток по годам [5]

Мы рассмотрели случай, который произошел в бухте Средней Приморского края, где содержится 11 касаток и 87 белух в узких закрытых вольерах во льду, что, по мнению экологов, является неблагоприятным для их здоровья [2]. Ранее в бухте Средней располагался центр адаптации морских животных «Тинра», но уже много лет он не функционирует на данной территории, вместо него работают следующие предприятия, основной вид деятельности которых культурно-просветительский: ООО «Белый кит», ООО «Афалина», ООО «Океанариум ДВ» и ООО «Сочинский дельфинарий», которые и поставляют в бухту морских млекопитающих (рисунок 2).

На территории бухты Средней, в узких вольерах, может находиться 11 косаток и 87 белух только в том случае, если саголетки (детеныши до 1 года) [3], добыча которых запрещена на территории РФ [4], поскольку они нуждаются в молоке матери.

Как отмечалось выше, на сегодняшний день в РФ нет регламентов по содержанию белух и косаток в неволе, что пагубно сказывается на состоянии здоровья животных.

В связи с изученной темой считаем целесообразным:

- Разработка норм по содержанию диких морских млекопитающих в условиях неволи;

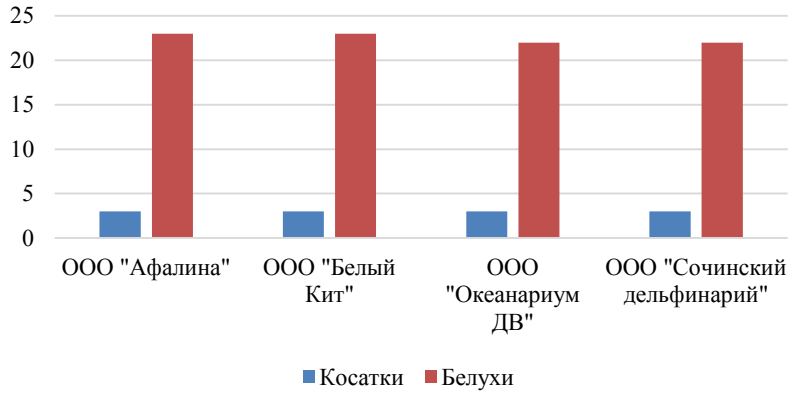



**Рисунок 2** – Количество диких морских млекопитающих в бухте Средней, Приморский край (информация с телеканала РТ)

В связи с изученной темой считаем целесообразным:

- Разработка норм по содержанию диких морских млекопитающих в условиях неволи;

- Уголовная ответственность за незаконную продажу морских млекопитающих должна рассматриваться на международном уровне, так как это нарушает Конвенцию о международной торговле видами дикой фауны и флоры, находящимися под угрозой уничтожения от 03.03.1973 г.;

- Создание морских биосферных заповедников на территории РФ, поскольку на сегодня существует единственный Дальневосточный биосферный морской государственный природный заповедник. На территории РФ существует более 15 ООПТ имеющих выход к морю, следовательно, рационально будет присоединить к ним и часть морской акватории, что позволит создать зону для защиты морских млекопитающих, расширить научные области деятельности ООПТ, расширит услуги в сфере туризма на данных территориях (показ морских млекопитающих в их привычной среде обитания).

**Литература**

1. Вейл К.С. доклад WDCS (Whale and Dolphin Concervation) в ЮНЕП, 2005.
2. Обращение к Президенту В.В. Путину: экологи требуют освободить косаток, [https://greenpeace.ru/news/2018/12/25/obrashhenie-k-putinu-greenpeace-trebuet-osvobodit-kosatok/]
3. Официальный портал РИА-новости [https://ria.ru/20181117/1532942826.html]
4. Приказ Министерства Сельского Хозяйства РФ от 21 октября 2013 г. № 385 «Об утверждении правил рыболовства для Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна».
5. Приказ об утверждении заключения экспертной комиссии государственной экологической экспертизы документации «Материалы обосновывающие внесение изменений в ранее утвержденный общий допустимый улов в районе добычи (вылова) водных биоресурсов во внутренних морских водах Российской Федерации, на континентальном шельфе Российской Федерации, в исключительной экономической зоне Российской Федерации, в Азовском и Каспийском морях на 2018 год».

# THE SIGNIFICANCE OF THE PROBLEM OF KEEPING WILD MARINE MAMMALS IN CAPTIVITY

**Malysheva V.K.[1], Solovyova E.N.[1]**

[1] – *Saint-Petersburg State University, Russia, Saint-Petersburg, Victoria-96K@yandex.ru*

**Abstract**. Popularization of using wild marine mammals in entertainment industry leads to increasing demand for their capture, and therefore there is the problem of the lack of standards of their housing, and - the reduction of populations at the global level.

Keywords: marine mammals, protection of marine biota, monitoring, state supervision, use of the animal world, state regulation, fisheries.

# ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ В РАЙОНЕ АЭРОПОРТА «ПУЛКОВО»

**Мартынова Е.О.**[1]

[1] – *Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации, Санкт-Петербург, Россия, martinovaeo2014@yandex.ru*

**Аннотация.** Рассмотрено влияние эмиссии авиационных двигателей на состояние атмосферы в районе выбранного аэродрома «Пулково»

Ключевые слова: эмиссия авиационных двигателей, влияние на атмосферу, оценка экологической обстановки, район аэродрома.

Интерес к загрязнению воздуха в аэропортах начал возрастать с начала 1970х годов, когда резко активизировались коммерческие перевозки с использованием турбовинтовых самолетов.

Несмотря на то, что авиация, в сравнении с другими, является относительно «чистым» видом транспорта, ее влияние на климат и экологию может со временем стать ощутимым из-за постоянно увеличивающегося воздушного трафика, приводящего к росту загрязнения в верхних слоях тропосферы.

Химическое загрязнение воздуха в аэропортах представлено такими авиационными эмиссиями как оксиды углерода (CO, CO2), азота (NOx), серы (SOx), углеводородами (HC) и взвешенными частицами, образующимися в результате работы двигателей и сжигания авиационного топлива

Источники эмиссий, связанные с авиацией, способны распространяться и приводить к ухудшению качества воздуха в районе аэродрома и близлежащих населенных пунктах. Эти эмиссии представляют потенциальный риск общественному здоровью и окружающей среде, поскольку могут вызывать ухудшение качества атмосферы. К примеру, авиационные эмиссии диоксида углерода составляют, по различным оценкам, от 2 до 2,5% от общего количества антропогенных выбросов CO2 в атмосферу, что является таки значительным процентом.

В соответствии с этим в 2007 году был разработан «Инструктивный материал по сборам за авиационную эмиссию, связанную с местным качеством воздуха», который подразумевал введение пошлин, взимаемых государством, предназначенных для предотвращения или уменьшения экологического воздействия на местное качество воздуха, оказываемого при эксплуатации гражданских воздушных судов.

Международная организация гражданской авиации принимает меры для сокращения негативного воздействия авиации на окружающую среду. Для этого разрабатываются новые стандарты, ужесточающие требования к эксплуатируемым самолетам по авиационному шуму и эмиссиям, а также расширяется список авиационных эмиссий, по которым проводится сертификация двигателей воздушных судов.

Было также предложено использовать вместо бензина природное топливо, которое не содержит серу и углеводороды, что значительно сокращает эмиссию хим. веществ в атмосферу(рис , соя, кукуруза). Были предприняты попытки конструирования двигателей, работающие на основе альтернативных источников энергии, но на данном этапе в массовом производстве такие двигатели использовать невозможно ввиду их дороговизны и сложности конструирования. Однако исследования в данной области продолжаются и к 2030 году планируется запуск производства экологически чистых двигателей, работающих на основе жидкого водорода.

Данная работа призвана показать важность внедрения новых разработок в области строения авиационных двигателей. Это сделано при помощи расчетов массы углеводородов, выбрасываемых двигателями в год в районе аэродрома. Для расчетов был выбран аэропорт «Пулково»по причине того, что данный аэропорт находится в черте города( Московский район), он один из крупнейших аэропортов России(занимает 4 место после московских аэропортов), то есть там производится наибольшее количество взлет-посадок воздушными судами различными типами. Нами были взяты 4 типа воздушных судов, являющиеся наиболее распространенными в аэропорте «Пулково».

Был сделан вывод об экологичности данного аэропорта и на основании этого предложены решения проблемы загрязнения зоны аэропорта от эмиссии двигателей авиационных и наземной техники.

**Литература.**

1. Иванова А.Р Влияние авиации на окружающую среду и меры по ослаблению негативного воздействия / Труды Гидрометцентра России 2017. Вып.365. С. 5-14
2. Охрана окружающей среды. Т.1 «Авиационный шум». Приложение 16 к Конвенции о международной Гражданской авиации ИКАО. 2014. 258 с.

## THE ESTIMATE OF THE SITUATION AT THE «PULKOVO» AEROPORT

**Martynova E.O.**[1]

[1] – *State University of Civil Aviation, Saint-Petersburg, Russia, Martinovaeo2014@yandex.ru*

**Abstract.** At this work the influence of the engine emission to atmosphere was considered
Keywords: engine emission, estimate situation at the «Pulkovo» airport

# ОСОБЕННОСТИ МИКРОКЛИМАТА ОСТРОВА ВАЛААМ

**Михайленко Н.О.[1]**

*[1] – Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия,, grandcurage@gmail.com*

**Аннотация:** Данная работа является попыткой продемонстрировать уникальный микроклимат острова Валаам, рассмотреть влияние этого микроклимата на сельское хозяйство, связанные с этим перспективы и возможности.

Ключевые слова: уникальные климатические условия, развитие сельского хозяйства, эксперименты в сфере сельского хозяйства.

Валаам – это во многом уникальный и интересный остров, который находится в северной части Ладожского озера. Помимо культурных достопримечательностей и истории, остров имеет свой собственный климат, отличный от карельского. Лето наступает раньше, чем на материке, а зима – позже, климат приближен к умеренно – морскому типу: это означает, что флора и фауна острова Валаам имеют вполне весомые отличия от типичной северной флоры и фауны, а это в свою очередь открывает новые интересные возможности и эксперименты для сельского хозяйства, в частности для аграрной промышленности. Некоторые из подобных экспериментов уже были осуществлены монахами Валаамского монастыря, и имели успех: на острове выращивают уникальные сорта яблок, виноград, арбузы, и многие другие агрокультуры, неестественные для Карелии и Ленинградской области, не говоря уже о десятках уникальных представителей местной флоры.

Дальнейшие эксперименты связанные с изучением микроклимата, попытками интегрировать новые виды агрокультур, и разнообразить местную флору, могут иметь большую пользу – открыть новые возможности и перспективы для развития сельского хозяйства не только на данном острове, но и на всей северо-западной части России, в своей работе я хочу попытаться раскрыть эту тему.

# FEATURES OF THE MICROCLIMATE OF THE ISLAND OF VALAAM

**Mikhaylenko N.O.[1]**

*1 – Russian State Hydrometeorological University, St.Petersburg, Russia, grandcurage@gmail.com*

**Abstract.** This work is an attempt to demonstrate the unique microclimate of the island of Valaam, to consider the impact of this microclimate on agriculture, related prospects and opportunities.

Keywords: unique climatic conditions, development of agriculture, experiments in the field of agriculture

# ОСОБЕННОСТИ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РИСКА ЗДОРОВЬЮ ДЛЯ НАСЕЛЕНИЯ В КРУПНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ГОРОДАХ

**Низамутдинов Т.И.[1], Колесникова Е.В.[1], Алексеев Д.К.[1]**

*[1] – Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия, timur_nizam@mail.ru*

**Аннотация.** В работе рассматриваются ключевые особенности формирования пространственно-временного распределения риска для здоровья населения на примере городов Уфа и Архангельск.

Ключевые слова: риск для здоровья, популяционный риск, индивидуальный риск, бенз(а)пирен, город Уфа, город Архангельск, атмосферный воздух, загрязнение воздуха, зеленые насаждения

Актуальной геоэкологической проблемой является повышение неустойчивости многих характеристик природной среды, как под влиянием антропогенной деятельности, так и различных техногенных аварий, и возможных катастроф. Из-за уязвимости урбаэкосистем, обусловленной изменением параметров естественного и антропогенного режимов, увеличиваются экологические риски, повышается вероятность возникновения ситуаций, угрожающих здоровью или существованию человека [1].

Одним из приоритетных загрязняющих веществ атмосферного воздуха крупных промышленных городов является бенз(а)пирен, его высокие концентрации в воздухе вызывают неблагоприятные последствия для здоровья человека, в том числе образование злокачественных опухолей [2].

Изучение пространственно-временного распределения риска здоровью для населения именно от бенз(а)пирена обусловлено тем, что источниками поступления бенз(а)пирена в окружающую среду являются практически все производства, включающие процессы горения (ТЭЦ, котельные, нефтехимические и асфальтобитумные производства, производство алюминия), а также автотранспорт [2]. Перечисленные выше источники загрязнения наиболее характерны для исследуемых населённых пунктов.

В работе рассматривается пространственно-временное распределения риска для здоровья от воздействия бенз(а)пирена для населения городов Уфа и Архангельск, характеризующихся развитой инфраструктурой и промышленностью, но имеющих принципиально разную организацию. На 2018 год, по данным Росстата население городов Уфа и Архангельск составило 1 120 547 и 349 742 человек соответственно [3].

Наибольший вклад в загрязнение атмосферного воздуха города Уфа вносят стационарные источники загрязнения, к ним относятся предприятия различных сфер деятельности. Предприятия нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности, например ОАО «АНК Башнефть», «Ново-Уфимский НПЗ». Предприятия химической и машиностроительной отрасли, такие как, ОАО «Уфахимпром», ОАО «УМПО» [4].

Для города Архангельск наиболее характерными источниками загрязнения атмосферного воздуха являются предприятия теплоэнергетики (Архангельская ТЭЦ) и целлюлозно-бумажной и деревообрабатывающей промышленности («Архангельский ЦБК», ОАО «Архангельский ЛДК № 3») [5].

На основе большого массива данных о концентрации бенз(а)пирена в атмосферном воздухе городов Уфа и Архангельск был рассчитан индивидуальный и популяционный риск здоровью населения от бенз(а)пирена. Расчет риска велся по зарубежной методике разработанной ВОЗ «Руководство для оценки риска здоровью человека: хи-

мические загрязнители» [6]. Полученные данные были картированы для визуализации пространственно-временного распределения риска, как показано на рисунках 1 и 2.

Впервые было проведено картирование данных о риске для здоровья от бенз(а)пирена, что помогло понять особенности распределения риска относительно крупных промышленных предприятий в исследуемых городах. А также позволило выявить районы с высоким и низким риском.

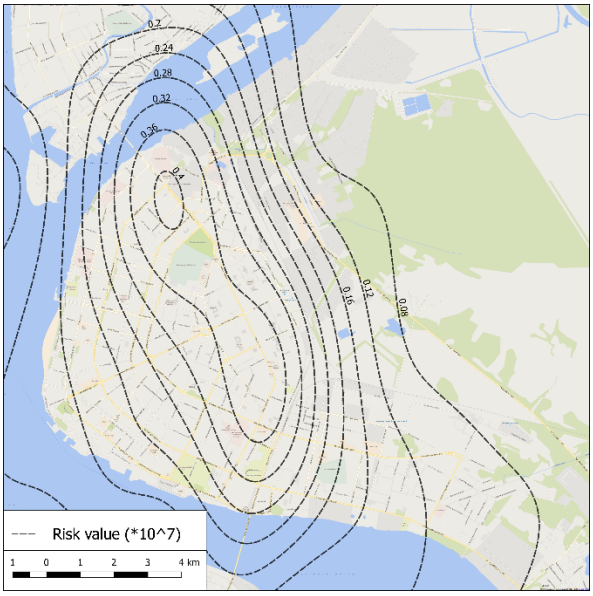



**Рисунок 1** - Пространственно-временное распределение риска в г. Архангельск

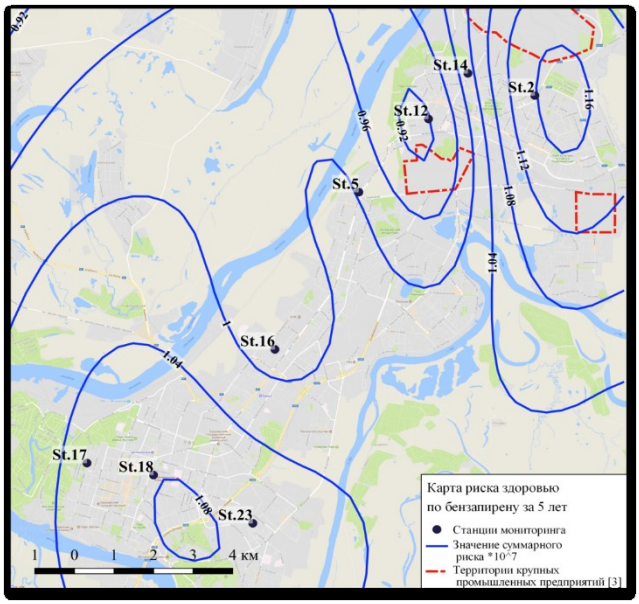



**Рисунок 2** - Пространственно-временное распределения риска в г. Уфа

После анализа пространственно-временного распределения риска для обоих городов была подтверждена зависимость величины риска от количества и плотности зеленых насаждений [7]. Это, в свою очередь, дало возможность сформулировать научно обоснованные рекомендации по дальнейшему планированию развития городов с применением «Зеленых технологий».

**Литература**
1. Алексеев Д.К., Зуева Н.В., Розенкова И.В., Урусова Е.С., Шелутко В.А. «Экологические и гидрометеорологические проблемы больших городов и промышленных зон: новые горизонты». Метеорологический вестник. 2017. Т. 9. № 2. С. 1-8.
2. Вредные химические вещества. Углеводороды. Галогенпроизводные углеводородов. ред. В.А.Филова. Справочник. - Л.: Химия, 1990.
3. Федеральная служба государственной статистики. Демография: численность населения [Электронный ресурс]. (Дата обращения: 19.01.2019)
4. URL: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/population/demography
Государственный доклад «О состоянии природных ресурсов и окружающей среды Республики Башкортостан в 2016 году» [Электронный ресурс].
5. URL: https://ecology.bashkortostan.ru/presscenter/lectures/26/ (Дата обращения 15.01.19)
Государственный доклад «Состояние и охрана окружающей среды Архангельской области за 2015 год» [Электронный ресурс].
6. URL: https://old.dvinaland.ru/ecology/monitoring/ (Дата обращения 10.01.2019)
7. WHO Human Health Risk Assessment Toolkit: Chemical Hazards. ISBN: 978-92-4-154807-6
8. Низамутдинов Т.И., Колесникова Е.В., «Оценка загрязнения атмосферного воздуха г. Уфа бенз(а)пиреном за 2012-2016 гг.». Метеорологический вестник т.10, № 2. 2018.

# SPECIAL FEATURES OF THE SPATIAL-TEMPORAL DISTRIBUTION OF HUMAN HEALTH RISK IN LARGE INDUSTRIAL CITIES

**Timur I. Nizamutdinov[1], Evgenia V. Kolesnikova[1], Denis K. Alexeev[1]**

[1] – *Russian State Hydrometeorological University Saint Petersburg, Russia, timur_nizam@mail.ru*

**Abstract**. The paper discusses the key features of the formation of the spatial-temporal distribution of the risk to public health on the example of the cities of Ufa and Arkhangelsk.

Keywords: human health risk, population risk, individual risk, benzo(a)pyrene, Ufa, Arkhangelsk, atmospheric air, air pollution, green areas, environmental, assessment

# ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ИНДУКЦИИ И РЕЛАКСАЦИИ ФЛУОРЕСЦЕНЦИИ (FIRE) ДЛЯ МОНИТОРИНГА ВРЕДОНОСНЫХ ЦВЕТЕНИЙ ФИТОПЛАНКТОНА

**Никонова Е.Э.[1], Тихонова Т.Н.[2], Давыдов Д.А.[1], Фадеев В.В.[1]**

*[1] – Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, физический факультет, Москва, Россия, nikonova87@yandex.ru*
*[2] – Международный учебно-научный лазерный центр (МЛЦ) МГУ, Москва, Россия*

**Аннотация**: доклад посвящен обзору возможностей прибора FIRe (индукции и релаксации флуоресценции) для характеристики цветений фитопланктона в in situ условиях

Ключевые слова: фитопланктон, экологический мониторинг, флуориметрия, переменная флуоресценция, квантовый выход фотохимии

Вредоносное цветение фитопланктона (ВЦФ) представляет опасность для жизни людей и морских млекопитающих, снижает биоразнообразие и разрушает устойчивые экосистемы [1]. Работа посвящена применению метода индукции и релаксации флуоресценции к двум смежным задачам in situ мониторинга: оценке физиологического состояния фитопланктона и определения доминирующего вида в изучаемой популяции фитопланктона.

Метод FIRe основан на измерении индукции и релаксации флуоресценции при возбуждении клеток короткими интенсивными световыми импульсами и позволяет определять такие важные параметры как максимальный квантовый выход фотохимии фотосистемы II, функциональное сечение поглощения ФСII, коэффициенты фотохимического и нефотохимического тушения и т. д [2]. Эти параметры характеризуют биооптические свойства изучаемого фитопланктона. В целом сигнал переменной флуоресценции содержит больше информации о физиологическом состоянии клеток фитопланктона. Нами была использована мультиспектральная версия данного прибора, позволяющая возбуждать флуоресценцию на 6 различных длинах волн, соответствующие максимумам поглощения основных пигментов, содержащихся в клетках фитопланктона (хлорофилл-a,б,c, каратеноиды, фикоцианины).

Вредоносное цветение фитопланктона характеризуется истощением питательного состава акватории, что проявляется в уменьшении величины квантового выхода фотохимии фотосистемы II. Также наблюдаются изменения в пигментном составе, связанные с питательным стрессом. Данные проявления питательной лимитации проявляли себя в изменении флуоресцентного отклика, регистрируемого FIRe.

Также вредоносные цветения Российских акваторий (например, Балтийского моря) обусловлены наличием цианобактерий, как доминирующего вида. Эти клетки характеризуются наличием дополнительных поглощающих пигментов: фикоцианинов, что позволяет выделять районы цветения цианобактерий, анализирую данные мультиспектрального отклика.

Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ № 18-35-00643 мол_а и № 18-05-00941А.

**Литература**

1. Walther G. R. et al. Ecological responses to recent climate change // Nature. – 2002. – Т. 416. – №. 6879. – С. 389-395.
2. Gorbunov M. Y., Falkowski P. G. Fluorescence induction and relaxation (FIRe) technique and instrumentation for monitoring photosynthetic processes and primary production in aquatic ecosystems // Photosynthesis: Fundamental Aspects to Global Perspectives"-Proc. 13th International Congress of Photosynthesis, Montreal, Aug. – 2004. – С. 1029-1031.

# APPLICATION OF THE FLUORESCENCE INDUCTION AND RELAXATION (FIRE) TECHNIQUE FOR MONITORING TOXICITY BLOOM OF THE PHYTOPLANKTON

**Nikonova E.E.[1], Tikhonova T.N.[2], Davudov D.A[1], Fadeev V.V.[1]**

*[1] – Moscow State University, Faculty of Physics, Moscow, Russia, nikonova87@yandex.ru*
*[2] – International Educational and Scientific Laser Center (ILC) of Moscow State University, Moscow, Russia*

**Abstract**: The report reviews the capabilities of the FIRe instrument (induction and relaxation of fluorescence) to characterize phytoplankton blooms in in situ conditions.

Key words: phytoplankton, ecological state of the ocean, fluorimetry, variable fluorescence, quantum fluorescence yields, quantum efficiency of photochemistry

# ИССЛЕДОВАНИЕ ЛЕДЯНОГО ПОКРОВА В ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ФИНСКОГО ЗАЛИВА В ФЕВРАЛЕ 2019 Г.

**Подрезова Н.А.[1], Ангудович Я.И.[1]**

*[1] – Российский государственный гидрометеорологический университет, Россия, Санкт-Петербург, nadinapod@mail.ru*

**Аннотация**. В ходе зимней учебной практики, которая проводилась 13-19.02.2019 г. на Финском заливе около города Ораниенбаум, студентами океанологами 2 курса Российского Государственного Гидрометеорологического Университета было отобрано и исследовано более 40 образцов льда. Несколько образцов были исследованы в учебной лаборатории моделирования гидрологических процессов с помощью поляризатора.

Ключевые слова: Балтийское море, Финский залив, ледяной покров.

Во время ледовой практики студентами океанологами были проведены замеры толщины ледяного покрова, плотности снега, а так же глубины в исследуемых точках. Было выполнено более 200 измерений, а так же отобрано и исследовано более 40 образцов льда. В большинстве случаев, в исследуемых образцах можно выделить три слоя. Верхний, смерзший снег, около 10 см. Средний, мутный плотный лед, около 8–10 см. И нижний слой, прозрачный плотный лед с включениями пузырьков воздуха до 1 см, толщиной 10-18 см.

Глубина залива в исследуемом районе составила от 1,0 до 3,1 м. Толщина льда находится в пределах от 32,5 до 41,5 см. Толщина снежного покрова не превышала 1 см.

С помощью поляризатора была исследована структура образцов льда, что позволило определить размеры кристаллов льда в образцах в каждом слое.

# STUDY OF ICE COVER IN THE EASTERN PART OF THE GULF OF FINLAND IN FEBRUARY 2019

**Podrezova N.[1], Angudovich Y.[1]**

*[1] – Russian State Hydrometeorological University, Russia, Saint-Petersburg, nadinapod@mail.ru*

**Abstract.** During the winter practice, which was held 13-19.02.2019 on the Gulf of Finland near the city of Oranienbaum, students of oceanologists of the 2nd course of the Russian State Hydrometeorological University were selected and investigated more than 40 samples of ice. Several samples were studied in the training laboratory for modeling hydrological processes using a polarizer.

# РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК В ПРОЛИВЕ БЬЕРКЕЗУНД ПО НАТУРНЫМ ДАННЫМ ЗА АВГУСТ 2018 ГОДА

**Подрезова Н.А.[1], Нурлибаева А.С.[1]**

*[1] – Российский государственный гидрометеорологический университет, Россия, Санкт-Петербург, nadinapod@mail.ru*

Аннотация. Более 60 гидрологических станций было выполнено в рамках учебной практики студентов океанологов 2 курса Российского Государственного Гидрометеорологического Университета, проходившей в августе 2018 года. В результате были получены гидрологические и гидрохимические данные – распределение температуры и солености с глубиной, а так же распределение фосфатов на горизонтах 0 и 10 м.

Ключевые слова: Балтийское море, Финский залив, пролив Бьеркезунд, физика океана, гидрохимия

Пролив Бьеркезунд находится в Финском Заливе Балтийского моря, расположен между материком и полуостровом Киперорт и Березовыми островами.

Распределение температуры на поверхности изменяется в пределах 18-20 С. Максимальные значения температуры в 20 °С наблюдаются в юго-восточной части пролива. В это же время на глубине 10 м наблюдаются большие изменения. Можно отметить 2 области с понижением температуры до 15 °С в центральной и юго-восточной частях. В других областях пролива температура не выходит за пределы 18,5-19 °С.

Распределение солености на горизонте 0м варьирует от 1 до 4 ‰, в это же время на горизонте 10 м – 3-4 ‰.

В распределении фосфатов можно так же отметить юго-восточную область и на поверхности и на горизонте 10 м, где наблюдается наибольшая концентрация фосфатов – 21 мкг/л. В других частях пролива на этих же горизонтах концентрация составляет около 10 мкг/л.

# THE DISTRIBUTION OF HYDROLOGICAL CHARACTERISTICS IN THE STRAIT OF BBJORKEZUND THE FIELD DATA FOR AUGUST 2018

**Podrezova N.[1], Nurlibayeva A.[1]**

*[1] – Russian State Hydrometeorological University, Russia, Saint-Petersburg, nadinapod@mail.ru*

**Abstract.** More than 60 hydrological stations were carried out as part of the training practice of students of oceanologists of the 2nd course of the Russian State Hydrometeorological University, held in August 2018. As a result, hydrological and hydrochemical data were obtained – the distribution of temperature and salinity with depth, as well as the distribution of phosphates on the horizons of 0 and 10 m.

Key words: Baltic sea, Gulf of Finland, Strait of Bjorkezund, physics of the ocean.

# ЛЕДОВЫЙ РЕЖИМ БАРЕНЦЕВА МОРЯ В 2016-2018 ГГ.

**Подрезова Н.А.[1], Родикова А.Е.[1]**

[1] – *Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия, nadinapod@mail.ru*

**Аннотация**. В работе исследовался ледовый режим Баренцева моря в 2016–2018 гг. Исходными данными послужили ледовые карты, опубликованные на сайте Государственного научного центра Арктического и Антарктического научно-исследовательского института.

Ключевые слова: Баренцево море, Арктика, ледовые условия.

Баренцево море относится к Арктическим морям, но в отличие от других морей, в результате притока более теплых атлантических вод, не покрывается льдом полностью. В Баренцевом море, в основном, преобладают льды местного происхождения. Поступление многолетних дрейфующих льдов в Баренцево море из других областей отмечается только в отдельные года.

В декабре 2016 года можно отметить, что граница многолетнего льда находится на широте 81-83° с.ш. Чистая вода в пределах 70-78 ° с.ш. В апреле 2017 г. Граница многолетнего льда простирается к 80° с.ш. В то время как границы чистой воды уменьшаются до пределов 70-75° с.ш. К июлю 2017 г. южная часть Баренцева моря полностью очищается ото льда. Лед наблюдается только в северной части моря, на 76 ° с.ш. К сентябрю граница льдов отступает до 80° с.ш. В ноябре 2017 г. границы льдов с севера снова начинают распространяться к югу.

# ICE REGIME OF THE BARENTS SEA IN 2016-2018

**Podrezova N.[1], Rodikova A.[1]**

[1] **–** *Russian State Hydrometeorological University, Saint Petersburg, Russia, nadinapod@mail.ru*

**Abstract.** The authors investigated the ice regime of the Barents sea in 2016 – 2018 Source of data was the ice map, published on the website of the State research center Arctic and Antarctic research Institute.

Key words: Barents sea, Arctic, ice conditions.

# РАЗВИТИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ТРОП НА ПРИМЕРЕ ГОСУДАРСТВЕННОГО ПРИРОДНОГО ЗАКАЗНИКА «ЛИНДУЛОВСКАЯ РОЩА» И ПАМЯТНИКА ПРИРОДЫ «ТОКСОВСКИЕ ВЫСОТЫ»

**Прокофьева П.В.**[1]

[1] – *Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия, prokofevapv@ya.ru*

**Аннотация**. Рассматривается опыт создания мобильного приложения для особо охраняемых природных территорий (далее ООПТ) на примере государственного природного заказника «Линдуловская роща» и памятника природы «Токсовские высоты».

Ключевые слова: особо охраняемые природные территории Ленинградской области, «Линдуловская роща», «Токсовские высоты», ООПТ в мобильном приложении, экологическое просвещение

Актуальность настоящего исследования обусловлена необходимостью развития на ООПТ Ленинградской области экологического туризма. Поскольку сейчас Министерство природных ресурсов и экологии РФ официально вводит допуск посетителей на ООПТ, появляются новые виды антропогенного воздействия на участки ООПТ, соответственно появляется необходимость в нормировании этого воздействия. Как это можно сделать? Одним из наиболее распространенных способов организации потока туристов на территории является создание экологических троп, позволяющих с одной стороны, показать наиболее интересные природные объекты, а с другой, защитить наиболее уязвимые участки ООПТ.

Исследования проводились на объектах: государственный природный заказник Линдуловская роща» и памятник природы «Токсовские высоты». Оба объекта расположены в часовой транспортной доступности от Санкт-Петербурга. Оба имеют региональное значение. Заказник «Линдуловская роща» расположен в Выборгоском райне, недалеко от посёлка Рощино. Создан с целью сохранения старейшего в России и Европе искусственного насаждения лиственницы, которые служили для нужд кораблестроения по указу Петра I. Через заказник протекает река Рощинка, по которой на нерест приходят несколько видов редких рыб, а также в водах реки обитает Краснокнижный вид «Европейская жемчужница». Под охрану в заказнике попадают почвы, искусственные насаждения древесных пород, грибы, животные и биотопы. Заказник относится к категории международных охраняемых объектов всемирного природного наследия ЮНЕСКО Памятник природы «Токсовские высоты» расположен во Всеволожском районе, около платформы Кавголово. Создан с целью сохранения камового рельефа с крутосклонными холмами высотой до 103 метров над уровнем моря и термокарстовыми котловинами, елового и соснового южно-таёжного леса, достигающей возраста 100 и более лет. Также под охраной находятся: лесные сообщества клёна, вяза, дуба с подлеском из лещины, лиственница сибирская, охраняемые виды животных и растений и места их обитания. На данных объектах часть территории обустроена, проложены дорожки, присутствуют аншлаги, указатели, но информация быстро устаревает, а указатели не всегда справляются со своей функцией. Для решения подобных проблем можно использовать мобильное приложение, которое уже разработано Дирекцией особо охраняемых природных территорий Ленинградской области. На данный момент в мобильном приложении «Природа ЛО» можно посмотреть перечень ООПТ Ленинградской области, прочитать описание каждого объекта с

фотографиями и правилами поведения на территории, а также можно посмотреть свое местонахождение на карте, сообщить о пожаре.

Для более удобной ориентации на местности нами были оцифрованы экологические тропы на территории заказника «Линдуловская роща» и памятника природы «Токсовские высоты». Для оцифровки были проведены натурные исследования осенью 2018 года с использованием GPS-трекера. В результате были получены координаты экологических троп с элементами инфраструктуры: места отдыха, аншлаги, обзорные площадки. Эти данные послужили основой для создания обновленной карты ООПТ, которая будет загружена в мобильное приложение «Природа ЛО». С помощью мобильного приложения можно будет выбрать оптимальный маршрут, исходя из его продолжительности; познакомиться с территорией в интерактивном режиме; оценить реальную антропогенную нагрузку на территорию, при условии учёта «отметившихся» на данной территории; поставить отметку на карте и указать в примечании происшествие, например, «упало дерево», что позволит быстрее среагировать на ситуацию; прослушать аудиоэкскурсию.

Мобильное приложение может быть полезным, оно позволяет популяризировать ООПТ, при этом оно имеет природоохранную и обучающую функцию. Использование мобильного телефона позволяет войти в субкультуру детей и говорить с ними на одном языке. Эти шаги способствуют развитию экологического туризма на ООПТ Ленинградской области.

**Литература**

1. Алексеева А.С., Тимофеева Ю.В. Специфика развития туризма в Байкальском регионе // Рекреационная география и инновации в туризме: материалы II Всероссийской научно-практической конференции с международным участием (г. Иркутск, 22-25 сентября 2014 г.). Иркутск: Издательство Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, 2014. С. 195-197.

2. Никифорова Л.Ю. Экологический туризм как направление развития экономики региона / Л.Ю. Никифорова // Экономика и управление. - 2009. - № 2 (5). - С. 130-132.

3. Просекин К.А., Просекина А.А. Концептуальные основы экоспросвещения школьников в условиях взаимодействия с особо охраняемой природной территории и средней образовательной школы. Самарская Лука. 2009. - Т. 18, № 2. - С. 237-244.

# THE DEVELOPMENT OF GREEN WAYS ON THE EXAMPLE OF THE STATE NATURAL RESERVE "LINDULOVSKAYA ROSHCHA" AND THE NATURE MONUMENT "TOKSOVSKIYE VYSOTY"

**Prokofeva P.V.**[1]

[1] – *Saint Petersburg State University, Saint Petersburg, prokofevapv@ya.ru*

**Abstract.** The report examines the experience of creating a mobile application for protected areas on the example of the state natural reserve “Lindulovskaya grove” and the nature monument “Toksovskiye Heights”.

Keywords: protected areas of the Leningrad Region, «Lindulovskaya roshcha», «Toksovskiye vysoty», protected areas in a mobile application, environmental education

# ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОДЫ И ОСНОВНЫХ ГИДРОХИМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ОЗЕРА ЧЕРНОЕ (ВАЛААМСКИЙ АРХИПЕЛАГ, ЛАДОЖСКОЕ ОЗЕРО)

**Пушков Е.А.**[1]

[1] – *Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия, pushkov94@gmail.com*

**Аннотация.** На основе данных многолетних наблюдений приводится количественная оценка пространственно-временной изменчивости основных лимнологических параметров малого лесного озера природного парка «Валаамский архипелаг».

Ключевые слова: малые озера, Валаамский архипелаг, температурный режим, гидрохимические параметры, Учебно-научная станция «Валаам».

Исследование температурного режима и гидрохимических параметров озера является важной частью комплексного экологического мониторинга. Температурный режим озер определяет горизонтальное и вертикальное распределение гидробионтов и скорость их развития, оказывает влияние на химический состав воды, а также влияет на скорость протекания химических и биохимических процессов в озере. Гидрохимические параметры определяют качество воды и являются основой для типизации водных объектов. На территории Республики Карелия насчитывается около 61 тыс. озер [1], преобладают малые озера. Комплексные мониторинговые исследования подобных водоемов – большая редкость. Работы проводятся с 1997 г. в рамках проекта УНС Валаам РГГМУ «Мониторинг водной и наземной сред Валаамского архипелага».

Целью работы являлась оценка пространственно-временной изменчивости температуры воды и основных гидрохимических параметров озера Черное.

Основные задачи: 1) Выявить общие закономерности годового хода температуры воды по данным логгерных наблюдений в поверхностном горизонте оз. Черное; 2) Изучить пространственную изменчивость температуры и основных гидрохимических параметров воды оз. Черное по данным наблюдений в июле-сентябре 2018 г. на пяти станциях; 3) Дать сравнительный анализ межгодовой изменчивости температуры и основных гидрохимических параметров воды по данным многолетних мониторинговых наблюдений на оз. Черное за 1997-2018 гг.

Озеро Черное расположено в западной части острова Валаам; берега в основном пологие, заросшие кустарником, имеется небольшой скалистый участок. Это второй водоем системы Коневских озер, соединенный протоками с другими водоемами. Средняя глубина озера – 3,1 м, максимальная – 8,5 м. Площадь водной поверхности составляет 0,82 га [2].

Определение значений лимнологических параметров в рамках мониторинговых наблюдений проводилось по стандартным методикам [3]. Ежечасные измерения температуры воды в поверхностном горизонте оз. Черное были сделаны с использованием автономного записывающего устройства (логгера) - Solinst Level logger Edge (период измерения – 2016-2018 гг.).

По результатам логгерных наблюдений были рассчитаны среднегодовые температуры воды в поверхностном горизонте оз. Черное, которые варьировали от 8,0 до 8,5 °С. Средняя температура теплоинертного (< 4 °С) периода варьировала от 1,5 до 1,9 °С, продолжительность – от 171 до 179 дней; теплоактивного (> 4 °С) – от 13,9 до 14,6 °С, продолжительность – от 186 до 195 дней, что согласуется с ранее проведенными исследованиями [4]. Различия в средних значениях температуры воды и в характере годового

хода в рассматриваемые годы являются несущественными. Для периода с июля по сентябрь характерны значения температуры выше 10 °С (его средняя продолжительность – 148,5 дней) Это период активного функционирования гидробионтов.

Пространственная изменчивость гидрохимических параметров воды в поверхностном горизонте оз. Черное в середине июля, августа и сентября 2018 г. выражена слабо, что объясняется малыми размерами озера. Исследованные станции существенно отличаются по содержанию растворенного кислорода (в июле его содержание варьировало от 81 до 97%, в августе – от 87 до 90%, в сентябре – от 64 до 85%). В придонных горизонтах пространственная изменчивость выражена гораздо сильнее из-за различной глубины станций. Различия отмечены для всех исследованных параметров. Электропроводность в придонном горизонте варьировала в июле от 58,3 до 401,5 мкСм/см, в августе – от 58,9 до 377,0 мк См/см, в сентябре – от 60,7 до 181,8 мкСм/см. Также сильно варьировала в придонном горизонте содержание растворенного кислорода (в июле – 0-80%, в августе – 0-80%, в сентябре – 0-82%).

Многолетние наблюдения по данным за июнь и сентябрь позволили выявить широкий диапазон значений электропроводности в придонном горизонте и содержания растворенного кислорода в поверхностном горизонте. Также важно отметить значительное накопление углекислого газа в придонном горизонте и существенную межгодовую изменчивость этого параметра.

**Таблица 1** – Средние и экстремальные значения основных гидрохимических параметров в оз. Черное, 1997-2018 гг.

| Параметр | Июнь | | Сентябрь | |
|---|---|---|---|---|
| | Среднее | (min – max) | Среднее | (min – max) |
| $\eta S_{пов}$, мкСм/см | 54,6 | (42,2 – 62,2) | 55,0 | (41,1 – 64,7) |
| $\eta S_{дно}$, мкСм/см | 235,9 | (38,1 – 491,0) | 251,0 | (142,2 – 421,4) |
| $O_{2пов}$,% | 92 | (59 – 131) | 78 | (50 – 109) |
| $CO_{2пов}$, мг/л | 10,4 | (0,5 – 33,4) | 13,3 | (0,7 – 42,2) |
| $CO_{2дно}$, мг/л | 151,8 | (4,5 – 334,4) | 107,7 | (4,0 – 264,0) |

В целом, для оз. Черное характерна выраженная термическая стратификация и накопление различных веществ в гиполимнионе [1]. Как показал анализ, исследованные параметры имеют разную степень пространственной и временной изменчивости. Наиболее существенной временной изменчивостью характеризуются электропроводность воды в придонном горизонте и показатели газового режима. Пространственная изменчивость температуры и гидрохимических параметров воды в период активного функционирования водоема выражена гораздо сильнее в придонном горизонте, чем в поверхностном, что объясняется малым размером и сложной морфометрией водоема.

**Литература**

1. Степанова А.Б., Шарафутдинова Г.Ф., Воякина Е.Ю. Гидрохимические особенности малых озёр о. Валаам // Учёные записки РГГМУ. 2010. № 12. С. 97-110.

2. Степанова А.Б., Бабин А.В. Экосистемы Валаамского архипелага (Ладожское озеро) на рубеже 20 и 21 веков. Черты уникальности и современное состояние. Атлас // РГГМУ. – СПб, 2016.

3. Алекин О.А., Семенов А.Д., Скопинцев Б.А. Руководство по химическому анализу вод суши. – Л., 1973. – 210 с.

4. Степанова А.Б., Гарифуллина А.Р. Сравнительный анализ динамики температуры поверхностных горизонтов ряда малых озер о. Валаам и открытого участка прибрежной зоны Валаамского архипелага в теплый период 2016 г .// Метеорологический вестник. Т. 9. № 2. – СПб, 2017. – С. 199-202.

# SPATIOTEMPORAL VARIABILITY OF WATER TEMPERATURE AND MAIN HYDROCHEMICAL PARAMETERS OF THE LAKE CHERNOYE (VALAAM ARCHIPELAGO, LAKE LADOGA)

**Pushkov E.A.**[1]

[1] – *Russian State Hydrometeorological University, Saint-Petersburg, Russia, pushkov94@gmail.com*

**Abstract.** Based on the data of long-term observations, a quantitative assessment of the spatial and temporal variability of the main limnological parameters of the small forest lake of the natural Park "Valaam archipelago" is given.

Keywords: small lakes, Valaam archipelago, temperature regime, hydrochemical parameters, Education and Scientific Station «Valaam».

# ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ КИСЛОТНЫХ ВЫПАДЕНИЙ С АТМОСФЕРНЫМИ ОСАДКАМИ НА ТЕРРИТОРИИ СЗФО

**Семенец Е.С.**[1]

[1] – *Главная геофизическая обсерватория, Санкт-Петербург, Россия*, *elena573s@yandex.ru*

**Аннотация**. Дана оценка поступления основных кислотных соединений с атмосферными осадками на территории Северо-Запада.

Ключевые слова: Окружающая среда, химический состав атмосферных осадков, кислотные выпадения.

Важными характеристиками, дающими представление о степени опасности закисления окружающей среды, являются величины выпадений из атмосферы соединений серы и азота, которые в долгосрочной перспективе могут привести к понижению кислотности почв и водоемов. Годовой поток «мокрых» кислотных выпадений на подстилающую поверхность определяется содержанием серы и азота (аммонийного и нитратного) в осадках и количеством последних [1].

Химический состав атмосферных осадков (ХСО) рассматриваемого региона неоднороден и зависит от влияния естественных факторов и от характера техногенной нагрузки. Пространственные особенности распределения ХСО проявляются изменением их гидрохимического класса и изменением соотношения основных кислотообразующих соединений.

При этом максимальные концентрации сульфатов в осадках характерны для районов с высоким антропогенным давлением, соединений азота - для сельскохозяйственных районов [2].

Оценка влажных выпадений рассчитывалась на основе данных по химическому составу и количеству атмосферных осадков. Величины влажных выпадений для рассматриваемого региона в 2017 г. лежали в пределах 0,18-2,03 г/м$^2$/год для серы ($S/SO_4$) и 0,07-0,85 г/м$^2$/год для суммарного азота ($\sum N$). Следует отметить, что процесс закисления будет проходить наиболее интенсивнее в случае преобладания в осадках азота аммонийного ($N/NH_4$) над азотом нитратным ($N/NO_3$).Доля аммонийного азота ($N/NH_4$) составляет 8-95% от суммарной величины выпадений азота (рис.1).

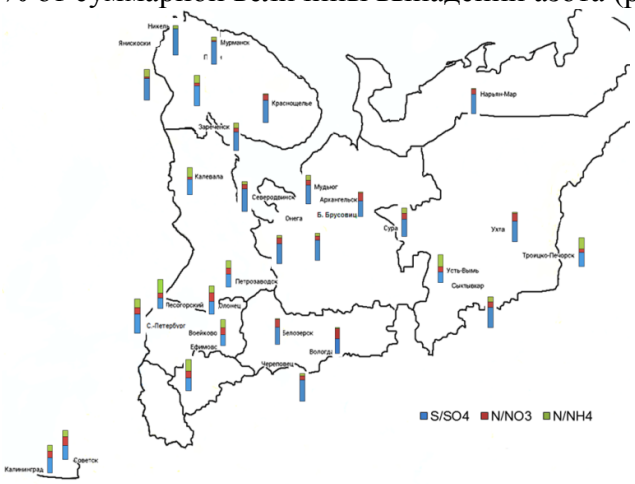



**Рисунок 1** – Процентное соотношение выпадений кислотообразующих веществ с атмосферными осадками на территории СЗФО, 2017 г.

Реперными значениями, по сравнению с которыми сравнивались рассчитанные значения выпадений кислотообразующих элементов с осадками, послужили величины критических нагрузок. Критическая нагрузка (КН) определяется как «количественная оценка воздействия одного или нескольких поллютантов, ниже которого, в соответствии с современным уровнем знаний, не возникает существенных вредных последствий для конкретных чувствительных элементов окружающей среды» [3].

Значения этих величин для Центральных и Северо-Западных районов ЕТР определены в [3]. Согласно данному документу значения критических нагрузок (учитывая сухие и влажные выпадения) по сере составляют соответственно – 0,32-0,64 г/м$^2$/год, по суммарному азоту - менее 0,28 г/м2/год.

Практически для всей территории СЗФО наблюдаются превышения нижней границы критических значений выпадения серы (рис. 2а). Влажные выпадения серы ниже допустимого уровня отмечены только на территории Ненецкого автономного округа.

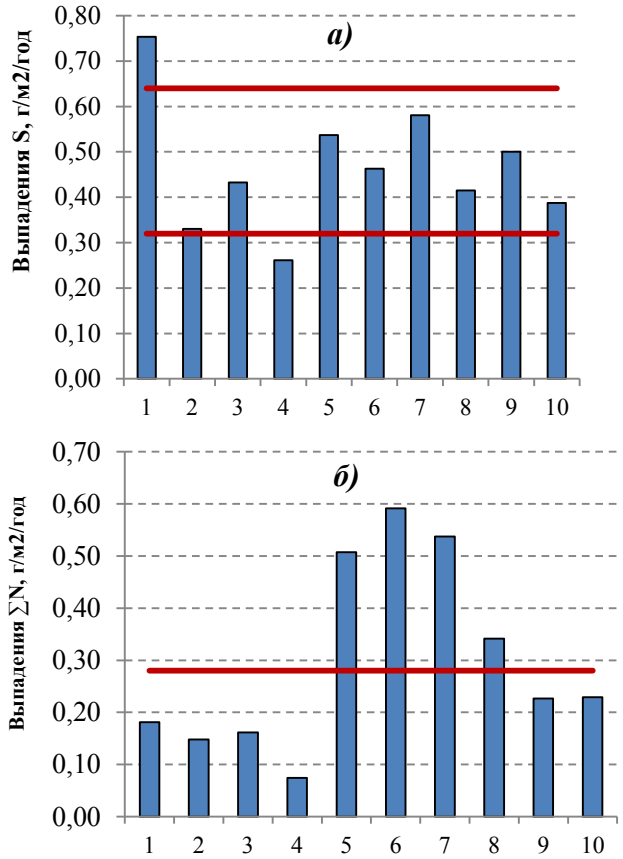



**Рисунок 2** – Средние значения выпадений кислотобразующих веществ с атмосферными осадками на территории СЗФО в 2017 г. и значения критических нагрузок (красная линия)
а) сера сульфатная (S) б) суммарный азот (∑N)
*1 - Кольский п-ов; 2 - Кольский п-ов* (без ст. Мурманск и Никель); 3 - Архангельская обл.; 4 - Ненецкий АО; 5 - респ. Карелия; 6 - СПб и область; 7 - Калининградская обл.; 8 - респ. Карелия; 9 - Вологодская обл. 10 - Вологодская обл.* (без ст. Череповец)*

Превышения критических нагрузок по азоту отмечаются на территории республик Карелия и Коми, Санкт-Петербурга и области, а также в Калининградской обл. (рис. 2б).

**Литература**
1. Acid Deposition Long-Term Trends. National Academy Press, Washington D.C., 1986. PP. 506.
2. Особенности химического состава и кислотности атмосферных осадков в зависимости от природно-ландшафтных условий и уровня антропогенной нагрузки (на примере Северо-западного федерального округа) // Е.С. Семенец // Ученые записки РГГМУ, № 53, 2018. С. 145-155.
3. Критерии оценки экологической обстановки территорий для выявления зон чрезвычайной экологической ситуации и зон экологического бедствия" (утв. Минприроды РФ 30.11.1992)

# SPATIAL DISTRIBUTION OF WET ACID DEPOSITION IN THE TERRITORY OF THE NORTHWESTERN FEDERAL DISTRICT

**E. S. Semenets[1]**

[1]*-The Voeikov Main Geophysical Observatory, elena573s@yandex.ru*

**Abstract.** An assessment of wet acid deposition in the territory of the Northwest is given.
Keywords. Environment, chemical precipitation, acid deposition.

# ИЗМЕНЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА В ЦЕНТРАЛЬНОМ АЛТАЕ ЗА ПЕРИОД ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ

**Сухова М.Г.[1, 2], Журавлева О.В.[1], Лукашева М.А.[1, 3], Чернова Е.О.[2]**

*[1] – Горно-Алтайский государственный университет, Горно-Алтайск, Россия, mgs.gasu@yandex.ru*
*[2] – Институт водных и экологических проблем СО РАН, Барнаул, Россия*
*[3] – Алтайский государственный заповедник, Горно-Алтайск, Россия*

**Аннотация.** На основе анализа временного распределения температуры воздуха по данным ГМС Усть-Кан, Усть-Кокса, Онгудай установлена устойчивая тенденция к потеплению, при незначительном похолодании последнего десятилетия.

Ключевые слова: межгорные котловины, изменение климата, потепление

В качестве объектов исследования Центрального Алтая были выбраны наиболее освоенные и заселенные территории – Канская, Уймонская, Урсульская межгорные котловины. Именно на этих территориях наиболее остро ощущается воздействие климата на сельскохозяйственное производство, туристко-рекреационную сферу и в целом на жизнедеятельность человека.

Динамика термических изменений изучалась на основе многолетней метеорологической информации за весь период инструментальных наблюдений в Центральном Алтае (61-летний период: с 1955 по 2016 гг.). Для корректного анализа временного распределения основных метеорологических показателей были использованы ежедневные данные наблюдений оперативно-наблюдательных подразделений Горно-Алтайского ЦГМС – филиала ФГБУ “Западо-Сибирского УГМС” по метеостанциям Усть-Кан, Усть-Кокса, Онгудай, данные, размещенные на официальном сайте ВНИИГМИ МЦД.

Проведенные расчеты годовой температуры воздуха в календарных рамках позволили установить значительный положительный линейный тренд.

По данным метеостанции Усть-Кокса, расположенной в Уймонской котловине, величина повышения среднегодовой температуры воздуха за 61 год (1955-2016 гг.), на основе линейных трендов, составила 2.3 °С, при средней многолетней температуре этого периода 0.4 °С, что на 1.5 °С выше климатической нормы по справочным данным, однако на 0.7 °С ниже аналогичного показателя за последние 30 лет.

Анализ динамики среднесезонных изменений температуры воздуха также показывает неоднородность изменений в течение года. Наибольшая положительная тенденция, отмечается в зимний период и составляет 3.1 °С. За 61 год амплитуда средних температур зимы составила 9 °С, от –19 °С до –10 °С. В период с 1990 года отклонение этого значения от средней величины фиксируются чаще, и с относительно теплой зимой может соседствовать ощутимо холодная.

Средняя температура весны также варьирует в больших пределах – от 3.5 до 11 °С. В целом за 60-летний период весной отклонение температуры воздуха от нормы в сторону повышения температур составило 1.9 °С.

Превышение температуры относительно нормы летом составляет около 1.4 °С и, в отличие от других сезонов, межгодовое распределение среднесезонных температур в целом имеет относительно плавный ход. Однако амплитуда этого значения за последнее десятилетие составила 4 °С.

Следует отметить, что с начала тысячелетия фиксируется плавный ход изменения и среднеосенних температур. В целом величина повышения среднесезонной температуры воздуха в период с 1955 по 2016 гг. составила 1.4 °С.

В Канской котловине, по данным метеостанции Усть-Кан, величина повышения среднегодовой температуры воздуха за 61 год (1955-2016 гг.), на основе линейных трендов, составила 1.8 °С. Средняя многолетняя температура этого периода – 0.1 °С, что на 1.6 °С выше климатической нормы по справочным данным, однако на 0.5 °С ниже аналогичного показателя за последние 30 лет. Таким образом, общие тенденции, зафиксированные для других межгорных котловин, наблюдаются и здесь.

Если анализировать ситуацию по сезонам года, то по сравнению с другими котловинами здесь самая маленькая величина повышения среднезимней температуры воздуха. Хотя от года к году эта величина способна меняться значительно: в 1965 году – –10 °С, а в 1968 году уже –16.5 °С. Максимальная амплитуда значений за весь описываемый период – 9.5 °С.

В поведении средних весенних температур воздуха отклонение от нормы в сторону повышения температур составило 2.1 °С. Средняя температура весенних месяцев варьирует в пределах от 1.5 до 9 °С.

Превышение температуры относительно нормы летом составляет около 1.4 °С, и как уже было отмечено для других котловин, ход графика температур плавный. Наблюдаются небольшие флуктуации (2 °С) последнего десятилетия.

Среднеосенние температуры воздуха в период с 1955 по 2016 гг. увеличились на 0.85 °С. Такая же ситуация отмечалась нами и для Урсульской котловины. Кроме того, также необходимо отметить устойчивое состояние осенней погоды последнего десятилетия.

Общие закономерности в динамике температуры воздуха по данным метеостанции Усть-Кан прослеживаются и в метеоданных МС Онгудай. Величина повышения среднегодовой температуры воздуха на основе линейных трендов за 60 лет отличается лишь на 0.1 °С составляет 1.9 °С (при средней многолетней температуре этого периода 0.4 °С, что на 1.5 °С выше климатической нормы по справочным данным, однако на 0.6 °С ниже аналогичного показателя за последние 30 лет.

Особенности среднесезонных изменений температуры воздуха также во многом идентичны тем, которые наблюдаются в Канской котловине, за исключением зимнего периода. Здесь наибольшая положительная тенденция наблюдается в зимние месяцы и составляет 2.85 °С. С середины 90-х годов XX века отмечаются значительные флуктуации значений, так, например, в 2010 году средняя температура зимы составляла –17.5 °С, а в 2014 г. –9.1 °С.

Таким образом, проанализировав динамику изменения температуры воздуха в межгорных котловинах Центрального Алтая, мы установили устойчивую тенденцию к потеплению. Величина повышения среднегодовой температуры воздуха за период 1955-2016 гг. на основе линейных трендов составила 1.8, 1.9 и 2.3 °С соответственно в Канской, Урсульской и Уймонской котловинах. Вместе с этим необходимо отметить и тенденцию к незначительному похолоданию последнего десятилетия.

Изменение климата в Центральном Алтае сопровождаются также изменением количества и характера осадков, увеличением частоты экстремальных погодных явлений, что находит свое отражение в сокращении ледников, повышении верхней границы леса, появлении инвазивных видов растений, птиц, животных и насекомых. Кроме того, происходящие изменения свидетельствуют о значимой тенденции усиления аридизации территории, поскольку наблюдаемый прирост температур воздуха не сопровождается соответствующим увеличением атмосферных осадков.

Работа выполнена в рамках Госзадания Минобрнауки РФ № 5.5702.2017/БЧ.

# THE CHANGE IN AIR TEMPERATURE IN CENTRAL ALTAI FOR THE PERIOD OF INSTRUMENTAL OBSERVATIONS

**Sukhova M.G.[1, 2], Zhuravleva O.V.[1], Lukasheva M.[1], Chernova E.O.[2]**

[1] – *Gorno-Altai State University, Gorno-Altaisk, Russia, mgs.gasu@yandex.ru*
[2] – *Institute of Water and Ecological Problems SB RAS, Barnaul, Russia*

**Abstract.** Based on the analysis of the temporal distribution of air temperature, according to the GMS Ust-Kan, Ust-Koksa, Ongudai, a steady warming trend has been established, with a slight cooling of the last decade.

Keywords: intermountain basins, climate change, warming

# ДИНАМИКА ХЛОРОФИЛЛА *А* В РЯДЕ БУХТ ВАЛААМСКОГО АРХИПЕЛАГА В 2015–2017 ГОДАХ

**Тухватуллина Е.П.[1], Воякина Е.Ю.[1]**

[1] – *Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия, greenyfoxat@gmail.com*

**Аннотация.** В работе обсуждается динамика хлорофилла *а* в трех бухтах Ладожского озера в районе Валаамского архипелага, различающихся по гидрологическим параметрам и степени антропогенной нагрузки.

Ключевые слова: хлорофилл а, мониторинг, Ладожское озеро, Валаамский архипелаг.

Изучение гидробиологических характеристик озер представляет собой одну из важнейших частей комплекса ландшафтно-лимнологических исследований. В гидробиологических исследованиях значительное внимание уделяется уровню вегетации фитопланктона, который возможно определить, в том числе и с помощью спектрофотометрического определения пигментов, в частности, хлорофилла а. Кроме того, концентрация хлорофилла *а* один из важных параметров для определения трофического статуса водоема.

Работа проводилась на акватории трех бухт прибрежной зоны Ладожского озера в районе Валаамского архипелага с различной степенью антропогенной нагрузки, что позволяет оценить уровень вариабельности концентрации хлорофилла *а* как в ненарушенных условиях, так и при различной степени локального загрязнения.

Цель работы - проанализировать динамику хлорофилла а в ряде бухт Валаамского архипелага за 2016-2017 г.

Валаамский архипелаг располагается в северной ультропрофундальной зоне Ладожского озера [1]. В составе архипелага - более 50 островов, которые вместе по площади занимают 36 км$^2$. Работа проводилась на акватории трех бухт различающихся по гидрологическим параметрам и уровню антропогенной нагрузке. Монастырская бухта - одна из самых глубоко вдающихся в сушу и протяженных бухт Валаамского архипелага, располагается в северной части о. Валаам, ее котловина имеет сложную форму. В бухте более 150 лет располагается причал, а в настоящее время на ее берегах находится усадьба монастыря, где в летний период проживает более 2000 человек. Малая Никоновская бухта расположена в северо-западной части острова, большую площадь бухты занимают глубины более 20 м. В этой бухте на протяжении 15 лет располагается форелевое хозяйство. Залив Крестовый - открытый участок в районе западного побережья с глубиной 25 м. Участок не подвержен антропогенному воздействию и может рассматриваться как фоновой. Самый ранний прогрев воды отмечался для Монастырской бухты. Уже в первой декаде июня в бухте зафиксированы температуры воды выше 10,0 $^{o}$C, в то время как в заливе Крестовый только в середине июля. Среди исследованных бухт, в заливе Крестовом были зафиксированы самые высокие значения прозрачности (в среднем 4,2 м) и самые низкие значения мутности (2,1 ЕМФ). В монастырской бухте - самые низкая прозрачность (среднее значение 1,7 м) и самые высокие значения мутности (4,8 ЕМФ).

В исследованных заливах было отмечено 167 видов и разновидностей водорослей и цианопрокариот. По числу видов преобладали зеленые, диатомовые водоросли и цианопрокариоты. По видовому составу исследованные участки имеют высокую степень сходства, индекс Серенсена был высоким и варьирован незначительно (0,8-0,9) [2]. Сезонная динамика фитопланктона в исследованных участках типична для глубоководного района Ладожского озера [2, 3]. Так, например, в весенний и

раннелетний период отмечается максимальная вегетация диатомовых водорослей, затем по мере прогрева воды начинают активно вегетировать виды золотистых, криптофитовых, динофитовых и цианобактерий. Часто в период максимального прогревам воды отмечается пик в ходе сезонной динамики численности и биомассы фитопланктона. В осенний период опять начинаю активно вегетировать виды диатомовых водорослей. В тоже время, в связи со значительной разницей в сроках прогрева воды, показатели обилия фитопланктона в исследованных участках также значительно различались. Максимальные средние значения биомассы фитопланктона были характерны для закрытой Монастырской бухты (9,9 мг/л), минимальные – для открытого участка в заливе Крестовый (3,7 мг/л) [2, 3].

За период исследования значения концентрации хлорофилла *a* варьировали в широком диапазоне (от 0,6 до 9,8 мкг/л). Минимальные значения были отмечены в заливе Крестовый (0,6-6,4 мкг/л), максимальные - в Монастырской бухте (2,6-9,8 мкг/л). В разные годы в Монастырской бухте максимальные значения отмечались в июне (2016 г.), в июле (2015 г.), в августе (2017 г.). В Малой Никоновской и заливе Крестовый чаще всего максимальные значения концентрации хлорофилла *a* наблюдались в июле, что в первую очередь связано с температурным фактором. При сравнении межгодовой динамики концентрации хлорофилла *a* можно отметить, что экстремальные значения наблюдались в более «теплом» 2016 г.

По средним за исследованный период значениям концентрации хлорофилла *a* Монастырскую бухту (6,2 мкг/л) можно отнести к мезотрофным участкам акватории, а залив Крестовый (2,3 мкг/л) и Малую Никоновскую бухту (2,9 мкг/л) — к олиготрофным [4,5].

**Литература**

1. Ладожское озеро – прошлое, настоящее, будущее / Под ред. чл.-кор. В. А. Румянцева, д-ра биол. Наук В.Г. Драбковой. – СПб.: Наука, 2002.

2. *Воякина Е.Ю.* Фитопланктон Валаамского архипелага и прилегающей акватории Ладожского озера: Дис. канд.биол.наук: 03.00.18. –СПб., 2007. 245 с.

*3. Воякина Е.Ю*. Структурно-функциональные показатели фитопланктона малых озер о. Валаам (Ладожское озеро) // Проблемы экологии. Чтения памяти профессора М.М. Кожова. Тезисы докладов Международной научной конференции и Международной школы для молодых ученых (Иркутск, 20-25 сентября 2010 г.).С. 53

4. Трифонова И.С. Экология и сукцессия озерного фитопланктона. - Л.: Наука, 1990. 181с.

5. Китаев С.П. Основы лимнологии для гидробиологов и ихтиологов. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2007. 395 с.

## DYNAMICS OF CHLOROPHYLL *A* IN SOME BAYS OF VALAAM ARCHIPELAGO IN 2015-2017

**Tukhvatullina E.P. [1], Voyakina E. Yu.[1]**

[1] – *Russian State Hydrometeorological University, Saint Petersburg, Russia*

**Abstract**. Dynamics of chlorophyll *a* in three bays of Lake Ladoga in the coastal zone of the Valaam archipelago differing in hydrological parameters and the level of anthropogenic load is discussed in the article.

Keywords: chlorophyll a, Ladoga lake, Valaam archipelago**.**

# ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕННОСТИ ПРИТОКОВ РЕКИ ОХТА В ПРЕДЕЛАХ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

**Урусова Е.С.**[1]

[1] – *Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия, urusova@rshu.ru*

**Аннотация**. В работе проведена оценка пространственно-временной динамики загрязненности рек Оккервиль и Лубья в черте города Санкт-Петербург. На основе совместного анализа пространственно-временной динамики и источников загрязнения дана оценка их влияния на загрязненность притоков реки Охта.

Ключевые слова: река Охта, качество поверхностных вод, река Оккервиль, река Лубья.

В качестве объекта исследования выбраны основные притоки реки Охта в черте Санкт-Петербурга – Лубья и Оккервиль. В течение нескольких десятилетий Охта «славится» своим неблагоприятным экологическим состоянием. Загрязнение её вод комплексно и носит устойчивый характер. Актуальность исследования состоит в том, что качество воды в реке на протяжении многих лет остается неудовлетворительным, а антропогенная нагрузка с каждым годом становится интенсивнее как на саму Охту, так и на её притоки. Кроме того, для реки Охта в настоящее время реализуется крупный инвестиционный проект – Строительство Охтинского коллектора. Строительство Охтинского ТКК планируется в 2 очереди: 1-я очередь до 2020 года, 2-я очередь до 2030 года [1]. Таким образом оценка вклада притоков реки Охта в её загрязненность поможет предположить степень улучшения экологической обстановки в районе реки Охта. Кроме того, согласно пункту 1.4.5 приложения №1 «Водоснабжение» Постановления правительства СПб «Об утверждении схемы водоснабжения и водоотведения Санкт-Петербурга на период до 2025 года с учетом перспективы до 2030 года ( с изменениями и дополнениями) от 11.12.2013 № 989, одной из существующих технических и технологических проблем, возникающих при водоснабжении Санкт-Петербурга является прямой сброс неочищенных промывных вод с водопроводных сооружений Северной водопроводной станции (СВС), осуществляемый в реку Оккервиль. При этом отмечено, что для обеспечения подачи потребителям воды нормативного качества СВС работают на пределе своих возможностей с повышенными затратами на реагенты и электроэнергию. Реконструкция СВС входит в перечень основных мероприятий по реконструкции и строительству системы водоснабжения СПб на период до 2027 года [1].

В рамках проведенного исследования были выявлены наиболее загрязненные участки притоков реки Охта в черте города Санкт-Петербург. В качестве объектов исследования выступали наиболее крупные притоки: реки Лубья и Оккервиль. Данные реки были исследованы на участках от границ города Санкт-Петербург до устья.

На каждой из рек были определены по три точки – станции ежегодного гидрохимического мониторинга, который выполнялся в рамках проведения производственной практики студентов Экологического факультета Российского государственного гидрометеорологического университета начиная с 1997 года. Таким образом, был накоплен значительный объем материала, позволяющий получить достоверные выводы.

На первом этапе был выполнен анализ пространственного изменения значений концентраций на протяжении исследуемых участков рек. Исходя из полученных результатов для реки Лубья, можно сказать, что практически для всех веществ характерна тенденция увеличения значений от станции 5 к станции 1. Концентрация

кислорода, наоборот, снижается от станции 5 к станции 1. В целом можно отметить устойчивую во времени и пространстве загрязненность реки Лубья органическими веществами и биогенами. Для реки Оккервиль, можно сказать, что практически для всех веществ характерна тенденция снижения значений от станции 5 к станции 3. При этом, часто между станцией 3 и 1 изменения не столь значительны. Исключением являются концентрации нефтепродуктов и фенолов. Концентрация кислорода, наоборот, возрастает от станции Кудрово к станции ул. Коллонтай. Ежегодное визуальное обследование реки Оккервиль на участке от станции 5 до станции 1 позволяет сделать вывод о том, что воды реки претерпевают существенные изменения между станциями 5 и 3. В частности, изменяется цвет и прозрачность воды, в водах реки появляется характерная взвесь в виде хлопьев. Все эти результаты позволяют сделать вывод о том, что существенное влияние на состояние реки Оккервиль на участке между точками 5 и 3 оказывает сброс неочищенных промывных вод с Северной станции аэрации, расположенный недалеко от ул. Дыбенко. [3] По-видимому, содержащиеся в сточных водах реагенты приводят к выпадению в осадок содержащихся в воде веществ, что в результатах мониторинга приводит к снижению концентраций в водах реки. Однако, можно предположить, что по каким-либо веществам, например алюминию, который является составной частью реагентов, применяемых на станциях водоподготовки, будет наблюдаться превышение значений ПДК.

Анализ периодов высокого и экстремально высокого загрязнения на основе методики Росгидромета [2] показал, что за весь период наблюдения загрязнение на уровне экстремально высокого выделялось только в 1997 и 1999 г., при этом только на р. Лубья. В целом, для Лубьи характерны более частые случаи возникновения ВЗ, при этом кратность превышения несколько выше, чем при загрязнении вод р. Оккервиль по тому же показателю. В целом, отсутствие периодов экстремально высокого загрязнения в последние годы говорит о более благоприятном состоянии исследуемых рек, по сравнению с основным водотоком – рекой Охта.

В результате оценки влияния рек Лубья и Оккервиль на загрязненность реки Охта можно сделать вывод, что река Лубья оказывает большее влияние на загрязненность реки Охта биогенными и органическими веществами. Это связано с тем, что, как уже было отмечено выше, картина загрязненности реки Оккервиль на основе результатов гидрохимического мониторинга искажена за счет влияния сточных вод Северной станции аэрации. Вероятнее всего необходимо проведение дополнительных исследований с расширением списка определяемых показателей и привлечением анализа воды на токсичность и использование гидробиологических методов оценки качества воды в реке.

Что касается загрязненности нефтепродуктами, фенолами и тяжелыми металлами, то здесь вклад двух исследуемых рек примерно одинаков.

Работа выполнена при поддержке Комитета по науке и высшей школе Правительства Санкт-Петербурга.

**Литература**

1. Постановление правительства СПб «Об утверждении схемы водоснабжения и водоотведения Санкт-Петербурга на период до 2025 года с учетом перспективы до 2030 года (с изменениями и дополнениями) от 11.12.2013 №989. Режим доступа: www.gov.spb.ru/law (дата обращения 29.09.2018).

2. Р 52.24.756–2011 Критерии оценки опасности токсического загрязнения поверхностных вод суши при чрезвычайных ситуациях (в случаях загрязнения). Зарегистрированы ГУ «НПО «Тайфун» за номером Р 52.24.756–2011 от 29.04.2011.

3. Схема водоснабжения Санкт-Петербурга ГУП «Водоканал». Режим доступа http://www.eltech.ru/assets/files/Faculty-Fibs/Vvedenie-v-specialnost/tehnologicheskij-kompleks-gup-vodokanal-sankt-peterburga.pdf.

# ESTIMATION OF THE TRIBUTARIES POLLUTION OF THE OKHTA RIVER WITHIN ST. PETERSBURG

**Urusova E.S.**[1]

[1] – *Russian State Hydrometeorological University, Saint-Petersburg, Russia, urusova@rshu.ru*

**Abstract.** The paper assesses the spatial and temporal dynamics of pollution of the Okkervil and Lub'ya rivers in the city of St. Petersburg. Based on a joint analysis of the spatial-temporal dynamics and pollution sources, an assessment of their impact on the pollution of the Okhta River tributaries is given.

Key words: Ohta river, water quality, Okkervil river, Lub’ya river.

# ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕННОСТИ РЕКИ ОХТА ПО РЕЗУЛЬТАТАМ МОНИТОРИНГА НА СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЙ СЕТИ НАБЛЮДЕНИЙ

**Урусова Е.С.[1], Быстрова В.И.[1]**

*[1] – Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия, urusova@rshu.ru*

**Аннотация**. В работе рассматриваются результаты оценки загрязненности реки Охта, выполненные на основе данных, полученных на специализированной сети наблюдений РГГМУ. Проводится оценка согласованности полученных результатов с оценкой на основе данных государственной сети мониторинговых наблюдений.

Ключевые слова: река Охта, оценка загрязненности, специализированная сеть наблюдений, мониторинг поверхностных вод.

В настоящее время проблема загрязнения поверхностных вод является очень актуальной. Особенно проблема ярко проявляется на территории крупных городов. Для территории Санкт-Петербурга также актуальным остается вопрос загрязнение рек на протяжении многих лет. Наиболее загрязненной рекой в Санкт-Петербурге признана река Охта [1, 3]. Загрязнение реки комплексно и носит устойчивый характер во времени. При этом государственный экологический мониторинг за качеством воды в реке Охта осуществляется только на одной станции наблюдения, которая имеет три створа, два из которых находятся в устьевой части реки: 0,05 км от устья и в створе моста Шаумяна [2]. Учитывая высокую антропогенную нагрузку, очевидно, что существующих трёх створов недостаточно. В связи с этим, с 1999 г. кафедра Прикладной системы экологии РГГМУ в период проведения летней производственной практики студентов Экологического факультета организовала специализированную сеть мониторинга на участке реки Охта от плотины Ржевского водохранилища до устья. Также специализированная сеть охватывает основные наиболее крупные притоки реки: р. Оккервиль и р. Лубья. Наблюдения на 13 станциях реки Охты проводятся в летний период, преимущественно в первой половине июля месяца. Перечень гидрохимических показателей, входящих в программу специализированного мониторинга корректируется регулярно, но остаётся неизменным основной набор гидрохимических показателей, необходимый для расчёта индексов ИЗВ и УКИЗВ. Наиболее детальное исследование устьевой части реки Охта необходимо для более детальной комплексной оценки экологической ситуации. Кроме того, детальная оценка позволяет разрабатывать план природоохранных мероприятий на водосборе и в акватории реки.

Целью данного научного исследования является сопоставление результатов мониторинга на специализированной и на государственной сети наблюдений. Сопоставление необходимо для оценки адекватности полученных в ходе проведения летней производственной практики результатов. Данные государственного мониторинга предоставлены Северо-западным УГМС.

Сопоставление полученных результатов основано на оценке однородности двух рядов по критериям Стьюдента и Фишера [4]. Для этого ряды данных УГМС и РГГМУ были синхронизированы. Проверка проводилась для станции, расположенной в устье реки. В случае однородности рядов значений концентраций, полученных на специализированной сети и на государственной сети наблюдений, мы можем сделать вывод о том, что данные значения концентраций принадлежат к одной генеральной

совокупности. Следовательно, результаты, полученные на специализированной сети являются адекватными и могут быть использованы для оценки состояния реки Охта на участке от до устья.

В результате было получено, что только для половины рядов наблюдений гипотеза об однородности не опровергается. Следует отметить, что пробы воды, полученные РГГМУ были обработаны по методикам, утвержденным Росгидрометом. Такой результат может быть следствием ряда факторов. Во-первых, пространственная разобщенность створов наблюдения. Так, станция номер 1 РГГМУ находится в 10 м ниже Комаровского моста (Красногвардейская площадь), а створ 1 пункта УГМС в 50 м выше устья [2], то есть по факту практически у Малоохтинского моста.

Несмотря на то, что расстояние между пунктами незначительное, всего порядка 450 метров, результаты могут отличаться, т.к. нельзя не учитывать влияние реки Нева в устьевой части реки Охта. Во-вторых, после синхронизации рядов УГМС и РГГМУ за исследуемый период для некоторых рядов объем выборки существенно сократился. А некоторые ряды вообще не могли быть проанализированы, т.к. после синхронизации объем выборки уменьшился настолько, что применяемые методы исследования оказались не эффективны.

В результате проведенного исследования можно сделать вывод, что средние многолетние значения, полученные по рядам концентраций РГГМУ и УГМС достаточно близки, половина исследованных рядов является однородной. Анализ по сопоставлению данных мониторинговых наблюдений РГГМУ и УГМС необходимо продолжить с привлечением еще одного пункта наблюдения в створе моста Шаумяна и при расширении объема выборки.

**Литература**

1. Качество поверхностных вод Российской Федерации. Ежегодник 2015. ФГБУ «Гидрохимический институт». Ростов-на-Дону, 2016. – 552 с.
2. Официальный сайт ФГБУ «Северо-Западное управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» [Электронный ресурс] URL: http://www.meteo.nw.ru/articles/index.php?id=826
3. Схема комплексного использования и охраны водных объектов бассейна реки Нева. Утверждена приказом Невско-Ладожского бассейнового водного управления Федерального агентства водных ресурсов от 28 мая 2015 г. № 63.
4. Шелутко В.А. Численные методы в гидрологии: Учебное пособие. – Л.: Гидрометеоиздат, 1991. – 240 с.

## ASSESSMENT OF POLLUTION OF THE OKHTA RIVER BASED ON MONITORING RESULTS ON A SPECIALIZED OBSERVATION NETWORK

**Urusova E.S.[1], Bystrova V.I.[1]**

*[1] – Russian State Hydrometeorological Russian State Hydrometeorological University, St.Petersburg, Russia, urusova@rshu.ru*

**Abstract**. The paper discusses the results of assessing the pollution of the Okhta River, made on the basis of data obtained on a specialized observation network of RSHU. The assessment of the consistency of the results obtained with the assessment based on the data of the state network of monitoring observations.

Key words: The Ohta river, monitoring of surface water, pollution estimation, specialized observation network.

# ДИНАМИКА ЗАГРЯЗНЕННОСТИ РЕК ЮЖНОГО ПРИЛАДОЖЬЯ

**Урусова Е.С.[1], Жужгова Е.В.[1]**

*[1] – Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия, urusova@rshu.ru*

**Аннотация**. В статье рассматривается временная динамика загрязненности рек Волхов, Свирь и Сясь по результатам промышленного мониторинга за период 2015-2017 года. Выявлены основные загрязняющие вещества, для которых характерно превышение значений ПДК.

Ключевые слова: загрязненность рек, река Волхов, река Свирь, река Сясь.

В настоящее время достаточно остро стоит проблема нехватки пресной воды для питьевого водоснабжения. Это связано с тем, что существующие источники достаточно активно загрязняются. На территории Ленинградской области расположена уникальное по своим параметрам Ладожское озеро. В последнее время антропогенная нагрузка на на озеро увеличивается [1].

На территории южного Приладожья основными крупными притоками впадающими Ладожское озеро являются реки Волхов, Сясь и Свирь. Актуальность оценки загрязненности данных рек связана с тем, что они протекают через промышленно развитые регионы Ленинградской области и являются приемниками сточных вод от крупных промышленных предприятий и населенных пунктов [1].

В работе рассматривается временная динамика загрязненности рек Волхов, Свирь и Сясь по результатам промышленного мониторинга за период 2015-2017 гг. На реках Свирь и Волхов наблюдения осуществлялись на 1 станции. На реке Свирь наблюдения проводились в двух точках.

В результате исследования было выявлено, что для реки Волхов концентрации железа общего, азота аммонийного, нефтепродуктов, фенолов и меди, а также показателя ХПК превышают значения ПДК практически весь исследуемый период. Для азота нитритного, цинка, марганца и показателя БПК5 характерно эпизодическое превышение ПДК. Для реки Свирь концентрации железа общего, азота аммонийного, меди превышают ПДК практически весь исследуемый период. Для реки Сясь превышают ПДК практически весь период концентрации меди, марганца и железа.

Из всех исследуемых рек наиболее загрязненной является река Волхов, а наименее загрязненной река Сясь, для которой характерны превышения ПДК только для тех веществ, которые имеют высокий природный фон в реках Северо-Запада России [2].

**Литература**

1. Схема комплексного использования и охраны водных объектов (СКИОВО) бассейн реки Волхов. 2015 г.
2. Качество поверхностных вод Российской Федерации. Ежегодник 2016. ФГБУ «Гидрохимический институт». Ростов-на-Дону, 2017 г.

# DYNAMICS OF RIVERS POLLUTION ON THE SOUTH PART OF LAKE LADOGA CATCHMENT AREA

**Urusova E.S.[1], Zhuzhgova E.V.[1]**

*[1] – Russian State Hydrometeorological University, St.Petersburg, Russia, urusova@rshu.ru*

**Abstract.** The article discusses the temporal dynamics of pollution of the Volkhov, Svir and Syas rivers according to the results of industrial monitoring for the period 2015-2017. The main pollutants, which are characterized by exceeding the MPC values, are identified.

Key words: river pollution, The Volhov river, the Svir river, the Syas river.

# АНАЛИЗ ВИДОВОГО БОГАТСТВА МАКРОФИТОВ Р. ОХТА

**Утяганова С.Н.[1], Зуева Н.В.[1]**

*[1] – Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия, kivi.sveta.u@gmail.com*

**Аннотация**. Показано низкое богатство и обилие водных макрофитов р. Охты. Выявлена неоднородность растительного покрова реки в городской черте.

Ключевые слова: макрофиты, малая река, водные растения.

Река Охта – одна из самых грязных рек г. Санкт-Петербурга. На некоторых участках водотока предельно допустимые концентрации тяжелых металлов, нефтепродуктов и биогенных соединений превышались в десятки раз [1–4].

Хоть река Охта и является очень загрязненной рекой, но в ней встречаются некоторые виды водных растений. Наблюдениям за состоянием растительного покрова были посвящены полевые наблюдения 2017 и 2018 гг.

В данной реке отмечены такие растения как кубышка желтая (*Nuphar lutea*), стрелолист стрелолистный (*Sagittaria sagittifolia*), ежеголовник всплывающий (*Sparganium emersum)*, болотник болотный (*Callitriche palustris*), различные рдесты (*Potamogeton spp*.), кувшинка чисто-белая (*Nymphaea candida*), ряска малая (*Lemna minor*), роголистник погруженный (*Ceratophyllum demersum*), элодея канадская (*Elodea canadensis*), многокоренник обыкновенный (*Spirodela polyrhiza*).

Чаще всех встречаются кубышка (*Nuphar lutea*), стрелолист (*Sagittaria sagittifolia*), ежеголовник (*Sparganium emersum),* рдест Берхтольда (*Potamogeton berchtoldii*) и роголистник (*Ceratophyllum demersum*). Нужно заметить, что как показал анализ литературы, данные виды встречаются в разных по географическому положению и химическому составу водных объектах.

Рассмотрим характеристики растительного покрова по течению реки (табл. 1). В верховьях реки (станция Е) обилие растений минимально, здесь река – очень небольшой водоток, русло его полностью затенено лесной растительностью. В пределах города растения распределены неравномерно.

**Таблица 1** – Характеристики распределения макрофитов на станциях р. Охты в 2017–2018 гг.

| Станции | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | Л | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | ЧМ | Е |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $N_{общ.}$ | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 4 | 7 | 3 | 9 | 9 | 7 | 8 | 11 | 3 | 0 |
| $N_{гидрофитов}$ | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | 2 | 3 | 6 | 3 | 5 | 5 | 8 | 0 | 0 |
| S, % | <5 | 0 | 0 | 0 | 0 | <5 | <5 | <5 | 5 | 25 | 25 | 5 | 5 | 75 | 10 | 0 |

Больше макрофитов встречено на станции 13 – ниже плотины Охтинского водохранилища, там же зафиксировано наибольшее количество гидрофитов. Затем количество видов встречаемых на мониторинговых станциях снижается. На участке реки от 5 до 2 станции (пр. Энергетиков–пр. Шаумяна) растений вообще не обнаружено. И лишь в приустьевой зоне реки макрофиты появляются вновь, хотя и с невысокими характеристиками обилия.

Таким образом, видовое богатство р. Охты весьма низкое, а характеристики обилия растений невысоки. Можно предположить, что развитие растений подавляется неблагоприятными факторами. По-видимому, в верховье реки развитие растений лимитируется освещенностью, а в пределах города – степенью загрязненности виды.

**Литература**
1. Зуева. Н.В., Гальцова В.В., Дмитриев В.В., Степанова А.Б. Использование структурных характеристик сообществ макрофитов как индикатора экологического состояния малых рек запада Ленинградской области // Вестник СПбГУ. Серия 7. Геология. География. – 2007, вып. 4. С. 60–71.
2. Зуева Н.В., Бобров А.А. Использование макрофитов в оценке экологического состояния малой реки (на примере р. Охта, г. Санкт-Петербург) // Биология внутренних вод. 2018. № 1
3. Качество поверхностных вод Российской Федерации. Ежегодник 2015. ФГБУ «Гидрохимический институт». Ростов-на-Дону, 2016. – 552 с.
4. Схема комплексного использования и охраны водных объектов бассейна реки Нева. Утверждена приказом Невско-Ладожского бассейнового водного управления Федерального агентства водных ресурсов от 28 мая 2015 г. № 63.

# ANALYSIS OF THE RIVER OKHTA MACROPHYTES SPECIES RICHNESS

**Utyaganova S.N.[1], Zueva N.V.[1]**

[1] – *Russian State Hydrometeorological University, St.Petersburg, Russia, kivi.sveta.u@gmail.com*

**Abstract**. Low richness and abundance of aquatic macrophytes of the Okhta river are demonstrated. The heterogeneity of the river vegetation in the urban area is shown.

Keywords: macrophytes, small river, aquatic plants.

# ВЫСОКИЕ И ЭКСТРЕМАЛЬНО ВЫСОКИЕ УРОВНИ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ РЕКИ ОХТА В ЛЕТНИЙ ПЕРИОД

**Фураева Д.И.[1], Урусова Е.С.[1]**

*[1] – Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия, d.i.furaeva@gmail.com*

**Аннотация.** В исследовании особое внимание уделялось высоким и экстремально высоким уровням загрязненности. В результате выявлено, что загрязнение вод Охты носит комплексный характер, при этом с высокой периодичностью на уровне высокого и экстремально высокого.

Ключевые слова: высокое загрязнение; экстремально-высокое загрязнение; река Охта.

Возрастание уровня загрязнения и неудовлетворительное качество вод водотоков урбанизированных территорий вследствие антропогенной нагрузки особенно ярко проявляется для малых рек. В Санкт-Петербурге одной из таких является р. Охта, нижнее течение которой зарегулировано и проходит в черте промышленно освоенного Красногвардейского района.

Целью исследования является выделение и оценка уровней высокого и экстремально высокого загрязнения в летний период.

Исследование выполнено на основе гидрохимических данных, полученных РГГМУ в ходе комплексных экологических исследований на Охте (участок от водохранилища до устья) в период летней межени.

Согласно сведениям Северо-Западного УГМС [1], случаи экстремально высокого загрязнения вод р. Охта на протяжении последних 3-х лет регулярно регистрируются по марганцу. Высокое загрязнение также отмечается для марганца, реже – нитритного азота. Встречаются единичные случаи высокого загрязнения по растворенному кислороду.

Анализ временных рядов концентраций загрязняющих веществ показывает, что загрязнение вод Охты комплексно и достаточно устойчиво: в межень отмечается постоянный дефицит растворенного кислорода, а также регулярное превышение ПДК по нефтепродуктам, нитритам, фосфатам, органическим веществам и тяжелым металлам (особенно по марганцу и меди). Рассматривая пространственную динамику загрязнения р. Охта, следует отметить, что загрязнение нарастает по мере приближения к устью.

Основываясь на анализе временных рядов концентраций загрязняющих веществ были выделены периоды высокого (ВЗ) и экстремально высокого (ЭВЗ) загрязнения согласно рекомендациям, принятым в Росгидромете [2]. Было выявлено, что в течение всего периода наблюдений (с 1997 г., за исключением 2014 и 2016 гг.) по растворенному кислороду фиксируется загрязнение на уровне ВЗ и ЭВЗ, достигая превышения до 30 ПДК. Концентрации железа превышают предельно допустимые реже, выделяется как высокое, так и экстремально высокое загрязнение до 79 ПДК. Для $БПК_5$ были выделены периоды только ВЗ. Фенолы превышают допустимые концентрации до 105 ПДК. Для марганца были выделены периоды исключительно ЭВЗ, достигающего 100 ПДК. У меди встречаются периоды как ВЗ, так и ЭВЗ до 101 ПДК. Концентрации цинка превышают предельно допустимые на уровне ВЗ и ЭВЗ до 12 ПДК. Было отмечено, что случаи ВЗ и ЭВЗ регистрируются в нижней части рассматриваемого участка Охты (от усадьбы Жерновка до устья).

Для произведения оценки экстремальных уровней загрязненности вод реки Охта были построены кривые обеспеченности по каждому загрязняющему веществу. При этом формировалась репрезентативная выборка: для каждого загрязняющего вещества

период наблюдения должен был быть от 10 лет и выше. Согласно этому условию, кривые обеспеченности были построены для растворенного кислорода, нитритов, железа общего, $БПК_5$, фосфатов, перманганатной окисляемости, нефтепродуктов и фенолов.

Построенные кривые обеспеченности характеризуются ярко выраженной положительной асимметрией, так как в рядах наблюдений встречаются достаточно высокие значения концентраций. Наибольшая степень асимметрии наблюдается у рядов концентраций нефтепродуктов и фенолов, наименьшая – у растворенного кислорода (рисунок 1) и $БПК_5$.

Обобщая полученные результаты, можно сказать о том, что среднее значение обеспеченности концентраций выше ПДК для железа общего и растворенного кислорода составляет – 97%, перманганатной окисляемости – 96%, фенолов – 90%, БПК5 – 85%, нефтепродуктов – 81%, нитритов – 51%, фосфатов – 32%.

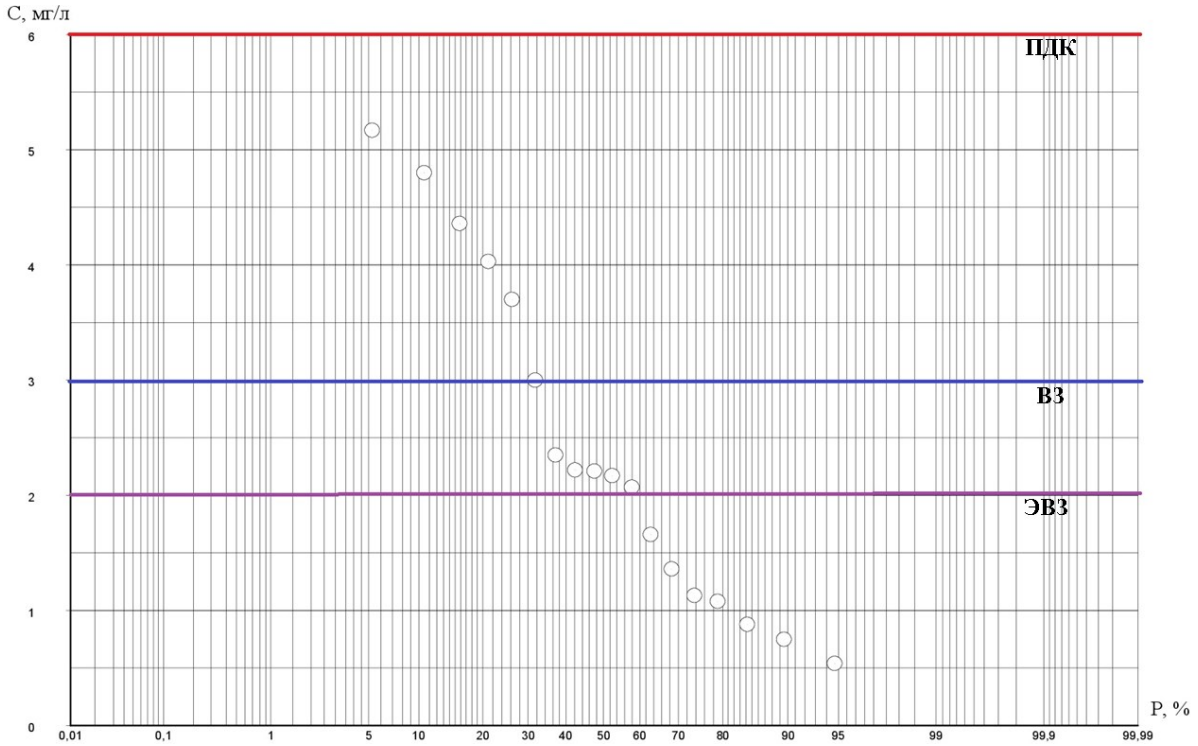



**Рисунок 1** – Клетчатка вероятности для растворенного кислорода в приустьевой точке наблюдения

Следует отметить, что обеспеченность значений концентраций выше уровня экстремально высокого загрязнения для растворенного кислорода доходит до 68 % в устье реки. В целом, критическая ситуация складывается именно в случае кислородного режима.

По полученным результатам прослеживается и пространственная динамика загрязнения, которая коррелирует с результатами, полученными при пространственно-временном анализе загрязненности: наиболее загрязненными участками являются устье, и участок от железнодорожного моста у м. Ладожская до Ириновского моста.

Таким образом, исследование показало, что загрязнение вод Охты и ее притоков многокомпонентно и достаточно устойчиво. В большинстве случаев нарастание загрязнения наблюдается по продвижению к устью рек. С высокой периодичностью встречаются случаи высокого и экстремально высокого загрязнения.

**Литература**
1. ФГБУ «Северо-Западное управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» [сайт]. URL: http://www.meteo.nw.ru/ (дата обращения 24.05.2018).
2. Критерии оценки опасности токсического загрязнения поверхностных вод суши при чрезвычайных ситуациях (в случаях загрязнения). Зарегистрированы ГУ «НПО «Тайфун» за номером Р 52.24.756–2011 от 29.04.2011.

# HIGH AND EXTREMELY HIGH LEVELS OF POLLUTION IN THE RIVER OKHTA IN THE SUMMER PERIOD

**Furaeva D.I.[1], Urusova E.S.[1]**

[1] – *Russian State Hydrometeorological University, Saint Petersburg, Russia, d.i.furaeva@gmail.com*

**Abstract.** The study focused on high and extremely high levels of pollution. As a result, it was revealed that the pollution of Okhta waters is complex, with high frequency at the level of high and extremely high.

Keywords: high pollution; extremely high pollution; river Okhta.

# ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ИННОВАЦИИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ НЕФТЕГАЗОВЫМИ РОССИЙСКИМИ КОМПАНИЯМИ ПРИ ОСВОЕНИИ АРКТИКИ, КАК КРИТЕРИЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

**Хорошавин А.В.[1], Ракитин Т.Д.[1]**

*[1] – Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия, antonchor@inbox.ru*

**Аннотация**. В работе рассмотрен вопрос об экологической безопасности в Арктике с учётом интересов нефтегазовых российских компаний с применением экологических инноваций при освоении северных территорий.

Ключевые слова: экологическая безопасность, Арктика, экологическая инновация, нефтегазовая компания

Арктикой считается полярная область, расположенная в северной части Земли, окруженная Северным Ледовитым океаном и бассейнами морей, а также частями Тихого и Атлантического океанов. В область Арктики входят прилегающие острова и окраины материков Америки, Европы и Азии [4]. Северные пустыни практически не освоены и не разведаны, именно поэтому представляют разносторонний к ней интерес со стороны различных государств.

Важными факторами, мотивирующий освоение и исследование Арктики стали геополитическое (политико – военное преимущество) и геоэкономическое (природно – сырьевые богатства Северного Ледовитого океана) соперничество между государствами, имеющими пространственно – стратегическое преимущество. Непосредственный доступ к Арктике «официально» имеют арктические государства: США (Аляска), Россия, Канада, Дания и Норвегия; приарктические государства: Финляндия, Швеция и Исландия) [11 и 13]. Однако, интерес к добыче полезных ископаемых складывается также и у неарктических государств таких как Китай, Япония и Индия, дабы перехватить «эстафету» в гонке за превосходство над арктическим нефтегазовым кладезем [5].

Между тем, появляется вопрос об эколого-правовой безопасности региона, так как Арктика стала более загруженной в связи с нарастающим транспортно-морским потоком по Северному морскому пути (СМП), в особенности транспортировка углеводородов танкерами, в следствии появляется риск аварий и разливов нефти. Разлив нефти в условиях низких температур значительно трудней локализовать, так как вмерзшая нефть в лёд сложно поддаётся выветриванию, остальные нефтепродукты в виде проталин проникают под многолетний лёд и остаются там долгое время до весеннего таяния. Во время таяния, нефть попадает на морскую поверхность, вызывая многочисленные негативные проблемы в природной экосистеме [16].

За стол переговоров сели многие страны, включая приарктические. Как выразился премьер министр Исландии, выступавший на Генеральные ассамблеи ООН: «Для такой страны как Исландия, которая зависит целиком от ресурсов моря, защита окружающей среды Арктического региона – это вопрос выживания» [7]. С целью сохранения природных экосистем Арктики и минимизации воздействия на окружающую среду (ОС) стал применим термин экологические инновации, ставший гармоничным «мостом» между безопасность окружающей среды и интересов нефтегазовых компаний.

Определение понятия инновации переводится и интерпретируется по-разному. Группа национальных экспертов по науке и технике из Организации экономического сотрудничества и развития ОЭСД (OECD) определили понятие инновации, как конечный результат инновационной деятельности, получивший воплощение в виде нового или усовершенствованного продукта, внедренного на рынке, используемого в практической деятельности либо в новом подходе к социальным услугам [14]. Согласно Йозефу Шумпертеру «инновация» - реализация использования потребительских товаров, новых производственных и транспортных средств, рынков и форм организации в промышленности [15]. Таким образом, под экологическими инновациями понимают такие формы инноваций, которые направлены на значительный и очевидный прогресс в направлении достижения цели устойчивого развития, за счет снижения нагрузки на окружающую среду, и более эффективного и ответственного использования природных ресурсов [2].

Широкий опыт интеграции и применения экологических инноваций, в технологическом аспекте, имеется у крупных нефтегазовых российских компаний: «Газпромнефть шельф», «Лукойл» и «Роснефть». Группа компании «Газпромнефть шельф», при аварийном разливе нефти, используют технологию биодеструкторов углеводородов «БИОРОС», разработанная «Газпром ВНИИГАЗ», способная нейтрализовать нефтяные пятна при низких температурах от 0 до 45 °С. Важная особенность биопрепарата является борьба с различными углеводородными загрязнителями: газовый конденсат, дизельное топливо и сырая нефть, располагающаяся на водной поверхности или льду [1 и 3]. «Лукойл» интегрировала технологию вентильных электрических двигателе [6]. Вентильные двигатели являются электромеханическими преобразователями энергии, которые сочетают в себе свойства и электрической машины, и интегрированной системы регулируемого электропривода. Механизм состоит из передачи системы управлением над вентильным двигателем синхронных постоянных сигналов, согласующих работу между собой, чтобы значительно увеличить КПД и снизить энергозатраты при добыче нефти с получаемым максимальным ресурсом из скважины. В наличии у «Роснефти» имеются разработанные и применяемые психрофильные микроорганизмы, которые локализуют, разлив нефти при пониженных температурах [9]. Проведённые эмпирические исследования и смоделированные испытания в лабораторных условиях показали возможность борьбы биодеструкторов при температурах от $-1^0$С до $+10\ ^0$С, а также утилизация углеводородов чистыми аквокультурами и ассоциациями микроорганизмов составила 86% [8].

Повышение уровня экологической безопасности ОС Арктики при добыче или транспортировки нефти российскими нефтегазовыми компаниями возможно с помощью методов ЛАРН, применяющиеся у зарубежных партнёров, таких как ExxonMobile. Для определения разливов нефти на или под поверхностью ледяного покрова или на водной поверхности применяются методы дистанционного зондирования воздушного базирования. Метод ЛАРН применяют для оценки степени разлива нефти и её присутствия во льдах. РЛС с синтезированной апертурной антенной (SAR) способна определять разливы нефти при неблагоприятных погодных условиях в море (шторм, шквальный ветер), также важным преимуществом аппаратуры SAR является её способность работать ночью, что добавляет тактическое преимущество при ограничении нефтяной плёнки в её области распространения. Помимо применения техники и аппаратуры, применяются дрессированные собаки. Испытания на архипелаге Шпицбергена в апреле 2008 года показали способность собак определять разливы нефти вплоть до 400 л. на поверхности льда, укрытого снегом с расстояния до 5 км. [12].

Таким образом, проведённое исследование показывает важность использования экологических инноваций нефтегазовыми компаниями с целью повышения уровня экологической безопасности Арктики и улучшения условий их работы в условиях низких температур. Важная сторона внедрения экологических инноваций считается минимизация воздействия добычи и транспортирования при авариях углеводородов на ОС Арктики, которая крайне чувствительна к хозяйственной деятельности человека.

**Литература**

1. Газпром. Пресс-центр [Электронный ресурс]. – URL: http://www.gazprom.ru/press/news/2016/july/article278360/, свободный. – (Дата обращения: 10.02.2019).
2. Григорьева В.В. Инновационный менеджмент, экоинновации и международное сотрудничество. Innovation Management, Eco-innovations and International Cooperation. – Санкт-Петербург: СПБГУ, ВВМ, 2014. – 112 с.
3. Кабанов А.Н., Заряева Е.В. Анализ методов ликвидации разлива нефти при добыче и транспортировке на примере месторождения Приразломная // Успехи в химии и химической технологии. Российский химико-технологический университет им. Менделеева. М.: 2015. Т. XXIX. № 2. С. 128-130.
4. Кондратов Н.А. Освоение Арктики: стратегические интересы России // Научная Жизнь. Арх.: С. 120-125.
5. Конышев В.Н. и Сергунин А.А. Освоение природных ресурсов Арктики: пути сотрудничества России с Китаем в интересах будущего // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. СПБ.: 2012. №39 (180). С. 1-8.
6. Лукойл. Бизнес [Электронный ресурс]. – URL: http://www.lukoil.ru/Business/technology-and-innovation/Technologies, свободный. – (Дата обращения: 10.02.19).
7. Минаева И.Ю. Экологическая безопасность арктического региона: международно-правовые аспекты // Вопросы частного права и цивилистики. Сибирский юридический вестник. 2004. № 1. С. 13–18.
8. РИТЭК-ИТЦ. Инновационные энергосберегающие технологии для нефтяной отрасли / Rusnanotech. III-й международный форум по нанотехнологиям. – М. – 2010. С. 31.
9. Роснефть. Экологические инновации: практический опыт ОАО «НК РОСНЕФТЬ» [Электронный ресурс]. – URL: https://www.rosneft.ru/upload/site1/attach/0/88/93/presentation_eco.pdf, свободный. – (Дата обращения: 10.02.2019).
10. Рошмаков Ю.В. Экологосберегающие технологии сейсморазведки при отработке труднодоступных территорий и транзитных зон / Ю.В. Рошмаков, Т.А. Столбов // Вестник Пермского университета. – Вып. 2. (15). Геология. – 2012. – С. 38-47.
11. Сейчас.ру. Проект Федерального Закона № 99042910-2 "Об арктической зоне Российской Федерации" (ред., внесенная в ГД ФС РФ) [Электронный ресурс] URL: https://www.lawmix.ru/lawprojects/72857, свободный (07.02.2019).
12. Стивен Поттер (Stephen Potter), Иан Бьюст (Ian Buist) и Кен Трудель (Ken Trudel) – компания SL Ross Environmental Research Ltd Дэвид Дикинс (David Dickins) – компания DF Dickins Associates Эд Оуэнс (Ed Owens) – компания Polaris Applied Sciences. Ликвидация разливов нефти на арктическом шельфе. С. 139.
13. Ченских Н.А. Фактор экологической безопасности в хозяйственной деятельности России и США в Арктике // Азимут научных исследований: экономика и управление. Политические науки. СПБ. 2015. № 4 (13). С. 116–119.
14. Фатхутдинов Р.А. Инновационный менеджмент / учебник для вузов / Р.А. Фатхутдинов // Стандарт третьего поколения. 6-е изд. – СПБ.: Питер, 2012. – 448 с.: ил.
15. Шумпертер Й. Теория экономического развития. Капитализм, социализм, демократия / Й. Шумпертер. М.: Эксмо, 2007.
16. Bolsunobvskaya Y.A. and L.M. Bolsunovskaya Ecological risk analysis as a key factor in environmental safety system development in the Arctic region of the Russian Federation // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2003. 24 January.

# ECOLOGICAL INNOVATIONS APPLYING BY PETROLEUM RUSSIAN COMPANIES FOR DURING OF ARCTIC REALM AS CRITERIA OF ECOLOGICAL SAFETY

**Choroshavin A.V.[1], Rakitin T.D.[1]**

[1]– *Saint Petersburg State University, Saint Petersburg, Russia, antonchor@inbox.ru*

**Abstract.** In theme reviewed about ecological safety in Arctic region with annexes of sustainabile interests petroleum Russian companies with applying ecological innovations for during reclaiming of north territories.

Keywords: ecological safety, Arctic, ecological innovation, petroleum company.

# ХАРАКТЕРИСТИКА СООБЩЕСТВА ЗООПЛАНКТОНА ОЗ. ЛЕЩЕВОЕ (О. ВАЛААМ, ЛАДОЖСКОЕ ОЗЕРО)

**Чернышев А.Н.[1], Степанова А.Б.[1]**

[1] – *Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия, chernyshev.alexander2015@ yandex.ru*

**Аннотация.** В работе приводятся сравнительная характеристика сообщества зоопланктона за 1997-2018.гг., а также оценка трофического статуса водоема по показателям исследуемого сообщества.

Ключевые слова: малые озера, о. Валаам, зоопланктон, экологические условия.

При мониторинге водных объектов для оценки их состояния часто рассматриваются характеристики сообщества зоопланктона. Зоопланктон выполняет функцию транзита органического вещества, принимает участие в процессах самоочищения водоемов. Изменение в функционировании водных экосистем проявляется в изменении структурных и функциональных показателей этого сообщества. Это позволяет давать оценку состояния водных экосистем в целом, а также выделять основные факторы внешнего воздействия.

Основную часть озерного фонда Карелии составляют малые озера. Мониторинговые данные по сообществам гидробионтов малых озер встречаются редко, поэтому представляют большой интерес. Такие озера расположены на территории Валаамского архипелага.

Цель работы – дать сравнительную характеристику сообщества зоопланктона оз. Лещевое в различные периоды проведения наблюдений в мониторинговом режиме.

Основные задачи – 1) дать характеристику таксономического состава по собственным и литературным данным; 2) провести сравнительный анализ численности, биомассы и структурных показателей сообщества зоопланктона.

Валаамский архипелаг расположен в северной глубоководной части Ладожского озера. Общая площадь архипелага – 36 км$^2$. На территории наиболее крупного острова – о. Валаам – расположено 11 малых озер [1].

Исследуемое оз. Лещевое расположено в южной части острова, имеет сложную форму с лопастным рассечением. Площадь зеркала составляет 23,8 га. Средняя глубина – 1,6 м. Максимальная глубина – 6,5 м – наблюдается в северо-восточной части озера. По данным гидрохимического мониторинга за период с 2003 г. по 2008 г. водоем был отнесен к нейтральному мезополигумозному мезополижелезистому типу [1]. Лещевое озеро через Лещевую протоку и Лещевый залив связано с Ладожским озером. Зарастание водоема макрофитами относительно высокое. Водообмен зависит от уровня Ладожского озера, для которого характерны значительные межгодовые колебания. В 1997-1999 гг., 2017 г. водообмен с озером был незначителен. В 2018 г. протоки, соединяющие озера, в течение всего периода открытой воды были полноводными из-за повышенного уровня воды в Ладожском озере.

Исследование проводилось на базе УНС «Валаам» [2]. Отбор проб сетяного зоопланктона осуществлялся на мониторинговой точке с максимальной глубиной водоема в период открытой воды (июнь-сентябрь). Отбирались интегральные пробы (поверхность-дно, 3 протяжки). Отлов производился количественной планктонной сетью Джеди (диаметр верхнего кольца = 18 см, размер ячеи 180 мкм). Обработка и анализ проб осуществлялся по стандартным методикам[3]. В работе использован материал 1997-1999 гг. и 2017-2018 гг.

Всего было идентифицировано 19 видов сетяного зоопланктона, из них 1- *Rotatoria*, 10 – *Cladocera*, 7 – *Copepoda* (4 – *Cyclopoida*, 3-*Calanoida*), 1 – *Insecta*. Сообщество представлено в основном северными эврибионтными видами. К массовым видам были отнесены: *Eudiaptomus gracilloides Lilljeborg*, *Daphnia cristata Sars*, *Thermocyclops oithonoides Sars, Mesocyclops leucarti Claus, Chydorus sphaericus O.F.Muller.*

Значения общей численности и биомассы зоопланктона в 1997-1999 гг. находилось в диапазоне от 1,87 до 13,01 экз/л и от 0,018 до 0,457 мг/л соответственно, в последний период исследований - в диапазоне от 11,48 до 18,12 экз/л. и от 0,092 до 0,492 мг/л соответственно. Для коловратки *Asplanchna priodonta Gosse* были отмечены нерегулярные вспышки численности и биомассы - до 70 % от общей численности и до 97 % от общей биомассы.

Для сопоставления сообществ зоопланктона в различные периоды наблюдения были рассчитаны основные структурные характеристики (табл. 1)

**Таблица 1 –** Значения структурных показателей зоопланктона оз. Лещевое в различные периоды исследования

| Показатель | Период начала мониторинга (1997-1999) | Период современных исследований (2017-2018) |
|---|---|---|
| Индивидуальный вес зоопланктера w, мг | 0,007-0,095 | 0,010-0,027 |
| $N_{Clad}/N_{Cop}$ | 0,308-1,142 | 0,212-0,607 |
| $B_{Cycl}/B_{Cal}$ | 0,057-28,452 | 0,112-6,186 |

По характеристике индивидуального веса и по величине $N_{Clad}/N_{Cop}$ оз. Лещевое было отнесено к олиго-мезотрофным водоемам, что подтверждает данные многолетних наблюдений. Однако по показателю $B_{Cycl}/B_{Cal}$ водоем относится к эвтрофным [3]. Наблюдаемое снижение верхней границы диапазона значений индивидуального веса в 2017–2018 гг. свидетельствует о развитии процессов эвтрофирования в исследуемом водоеме [4]. Уменьшение диапазонов $N_{Clad}/N_{Cop}$, и $B_{Cycl}/B_{Cal}$ обусловлено разбавлением водных масс Лещевого озера. Рассчитанные показатели для 2017-2018 гг. объективно не характеризуют изменение трофического статуса, а вероятно свидетельствуют об изменении гидрологического режима.

Таким образом, в работе были сопоставлены основные показатели сообщества зоопланктона оз. Лещевое за различные периоды исследований (1997-1999 гг. и 2017-2018 гг.). В целом существенного изменения трофического статуса не обнаружено. Наблюдаемое снижение диапазона индивидуального веса свидетельствует о процессах эвтрофирования водоема. Высокая доля *Cyclopoida* в общей биомассе ракообразных может быть связана со значительным развитием литоральной зоны в оз. Лещевое.

**Литература**

1. Степанова А.Б., Шарафутдинова Г.Ф., Воякина Е.Ю. Гидрохимические особенности малых озёр о. Валаам // Учёные записки РГГМУ, 2010. № 12. С. 97-110.

2. Степанова А.Б., Бабин А.В. О Валааме, станции и проекте// Экосистемы Валаамского архипелага (Ладожское озеро) на рубеже 20 и 21 веков. Черты уникальности и современное состояние. Атлас. Санкт-Петербург, РГГМУ, 2016. С. 4-7

3. Степанова А.Б., Петушкова А.Б. Результаты исследования зоопланктона двух озер Валаамского архипелага (оз. Сисъярви и оз. Лещевого) // Вопросы прикладной экологии: Сб. науч. тр. СПб.: Крисмас +, 2002. С. 75-83.

4. Степанова А.Б. Зоопланктон внутренних водоемов Валаамского архипелага и прилегающей акватории Ладожского озера: Автореф. дисс. … канд. биол. наук. – СПб., 1998. 19 с.

# CHARACTERISTIC OF ZOOPLANKTON COMMUNITY IN THE LESCHEVOYE LAKE (VALAAM ISLAND, LADOGA LAKE)

**Chernyshev A.N.[1], Stepanova A.B.[1]**

[1] – *Russian State Hydrometeorological University, Saint Petersburg, Russia, chernyshev.alexander2015@yandex.ru*

**Abstract**. In this work comparative characteristics of zooplankton community is given during the period of 1997-2018, as well as evaluation of Trophic status based on parameters of studied community.

Keywords: small lakes, Valaam island, zooplankton, ecological conditions

# АКЦИИ СБОРА МАКУЛАТУРЫ В РГГМУ: ОПЫТ И ПЕРСПЕКТИВЫ

**Шувалова М.М.**[1]

[1] – *Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия*

**Аннотация**. Выполнен анализ результатов акций сбора макулатуры проводимых экологическим волонтерским центром РГГМУ «Зеленый век» в 2016–2018 гг.

Ключевые слова: макулатура, «зеленые» ВУЗы.

Россия занимает первое место в мире по запасам древесины, проблема вырубки лесов для производства бумаги очень актуальна для нашей страны. Современный человек привык потреблять огромное количество бумаги. Ежегодно в России на мусорные полигоны отправляют порядка пяти миллионов тонн макулатуры. При этом стоимость одной тонны этого вторичного сырья на рынке составляет около десяти тысяч рублей. Нетрудно подсчитать, что 50 млрд рублей мы ежегодно выбрасываем на свалку. Таким образом, производство бумаги из вторичного сырья выгоднее, менее энерго- и ресурсозатратно. Сбор макулатуры позволит спасти от вырубки сотни гектаров лесов.

Акции сбора макулатуры проводятся экологическим волонтерским центром РГГМУ «Зеленый век» уже третий год. Данная работа ставит перед собой цель проанализировать результаты этих акций.

Первая акция по сбору макулатуры в РГГМУ, прошедшая в апреле 2016 года показала: коллектив студентов, профессорско-преподавательского состава и сотрудников неравнодушен к проблемам охраны окружающей среды. В акции приняло участие 11 волонтеров экологического волонтерского центра РГГМУ «Зеленый век». Около 25 студентов, 12 сотрудников и 10 преподавателей пришли и сдали макулатуру. Всего за два дня акции было собрано 3 тонны 240 кг макулатуры (табл. 1). В дальнейшем сбор макулатуры проводился дважды в год, в апреле и ноябре.

**Таблица 1** – Общая масса макулатуры, собранной в течение 6 акций в РГГМУ

| Дата | 04.2016 | 11.2016 | 04.2017 | 11.2017 | 04.2018 | 11.2018 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Масса, кг | 3240 | 3160 | 2420 | 1540 | 1220 | 1150 |

Начиная с 5 акции, макулатуру начали собирать по видам: МС 7Б/1 (отходы белой бумаги с черно-белой печатью не более 20%) и МС 7Б/3 (книги, журналы, брошюры, каталоги). Так, 24 апреля 2018 года было собрано 130 кг макулатуры вида МС 7Б/1 (отходы белой бумаги с черно-белой печатью не более 20%) и 1090 кг вида МС 7Б/3 (книги, журналы, брошюры, каталоги). Итогом 6 акции было 40 кг макулатуры вида МС 7Б/1 (отходы белой бумаги с черно-белой печатью не более 20%) и 1110 кг вида МС 7Б/3 (книги, журналы, брошюры, каталоги).

Для сравнения в таблице 2 приведены результаты акций сбора макулатуры в осеннем семестре 2018 г. топ-10 университетов ассоциации «зеленых» вузов, в число которых вошел РГГМУ.

**Таблица 2** – Топ-10 ВУЗов по результатам акций сбора макулатуры в осеннем семестре 2018 г.

| № | Масса макулатуры, кг | Университет |
|---|---|---|
| 1 | 5883 | Кемеровский государственный университет |
| 2 | 3500 | Санкт-Петербургский горный университет |
| 3 | 2500 | Рязанский государственный радиотехнический университет |
| 4 | 1615 | Волгоградский государственный медицинский университет |
| 5 | 1500 | Пензенский государственный университет |
| 6 | 1350 | Уфимский государственный авиационный технический университет |
| **7** | **1162** | **Российский государственный гидрометеорологический университет** |
| 8 | 1000 | Московский архитектурный институт (государственная академия) |
| 9 | 1000 | Волгоградский государственный аграрный университет |
| 10 | 1000 | Тихоокеанский государственный университет |

Согласно опросу, проведенному среди студентов экологического факультета и волонтеров «Зелёного века» после 6 акции (участвовало 54 человека), выявилось, что 24.1% опрошенных не сдают макулатуру, 9.2% вовсе первый раз слышат об акции.

Поэтому, необходимо отметить, что для увеличения сбора макулатуры в РГГМУ на акции в апреле 2019 года планируется расположить пункты приёма в трёх учебных корпусах, обеспечить максимальную информационную обеспеченность мероприятия, включая афиши и информационные плакаты о процессе переработки.

## WASTE PAPER COLLECTION IN RSHU: EXPERIENCE AND PROSPECTS

**Shuvalova M. M.**[1]

[1] – *Russian State Hydrometeorological University, St.Petersburg, Russia*

**Abstract**. The results of the collection of waste paper, conducted by the environmental volunteer center of RSHU "Green age" for three years, were analyzed.

Keywords: waste paper, "Green" Universities.

# ВЛИЯНИЕ ОКЕАНОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА ЭКОЛОГИЮ МЕТАПОПУЛЯЦИИ СТАВРИДЫ (*TRACHURUS MURPHYI*) В ЮЖНОЙ ЧАСТИ ТИХОГО ОКЕАНА (ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ПРОЕКТА ARGO)

**Шустин А.Я.**[1]

[1] – *Калининградский государственный технический университет, Калининград, Российская Федерация, aleshustin@yandex.ru*

**Аннотация.** Выполнен анализ межгодовых изменений объемов промежуточных вод антарктического происхождения, установлены периодичности в изменениях их параметров, которые стали основой прогнозирования ожидаемых изменений биомассы промыслового запаса ставриды.

Ключевые слова: Биоресурсы, перуанская ставрида, структура популяции, рациональное использование ресурсов, проект Argo.

В 1978-1981 гг. отечественными учеными и рыбаками было открыто существование в южной части Тихого океана (ЮТО) в полосе 25-50º ю.ш. от берегов Чили до Новой Зеландии метапопуляции ставриды (*Trachurus murphyi*) [1]. В 1979 г. в данном районе был развернут активный промысел этого объекта, продлившийся до 1991 года. В период промысла вылов составлял около миллиона тонн ставриды в год, с максимальным выловом около 1,5 миллиона тонн в год.

В 1992 году промысел был прекращен по причинам, не связанным с состоянием сырьевой базы. В настоящее время поставлена задача возобновления в районе ЮТО широкомасштабного промысла, что требует соответствующего научного обеспечения.

По результатам промыслово-океанологических исследований было установлено, что главными факторами, влияющими на биомассу и распределение промысловых скоплений ставриды, являются океанологические условия [2]. Промежуточные воды антарктического происхождения, отличающиеся высоким содержанием биогенных элементов, обеспечивают формирование зон повышенной биологической продуктивности в результате их подъема в фотический слой мезомасшабными вихрями. Помимо этого, мезомасштабные вихри способствуют образованию крупных скоплений ставриды промыслового характера [3,4].

В данный момент наиболее вероятной структурой популяции ставриды в южной части Тихого океана признается метапопуляционная структура, что следует из отчета IMARES (Institute for Marine Resources & Ecosystem Studies) [5]. В использованном в данном исследовании подходе также основная роль в распределении скоплений ставриды отдается условиям среды обитания [6]. Однако использованные в моделировании показатели условий среды обитания не отражают полной картины ее состояния, что, в итоге, может приводить к ошибкам. Недостаток параметров среды обитания можно восполнить с помощью данных проекта Argo.

Проект Argo был создан для получения информации о процессах, протекающих в океане от поверхности до глубины 2000 м. Данный проект, по сути, сводится к созданию долговременной глобальной сети постоянных океанографических станций на основе дрейфующих буев-измерителей. Временная дискретность измерения каждого буя составляет 10 суток, а нижний горизонт измерений – 2000 м. Первые буи-измерители были запущены в 1999 г. [7]. По состоянию на февраль 2019 года в Мировом океане работает около 4000 буев-измерителей.

Таким образом, целью исследования является выявление тенденций и периодичности колебаний температуры и солености на различных горизонтах в районе

обитания ставриды и поиск возможных связей с состоянием популяции ставриды.

В исследовании были использованы данные проекта Argo для определения структуры водных масс и оценки межгодовых изменений океанологических условий с 2004 по 2018 гг. На основе данных атласа Argo (Global Argo Marine Atlas) была создана база данных, включающая в себя информацию о температуре и солености на исследуемых горизонтах в трех исследуемых пятиградусных квадратах в районе ЮТО [8].

В результате анализа полученных данных были выделены статистически значимые периодичности колебаний исследуемых параметров (температуры и солености) на горизонтах 300 и 500 м в восточной части ЮТО. Выделенные периодичности в 3-4 года могут быть связаны с динамикой промысла в восточной части ЮТО.

Автор выражает благодарность д.г.н. профессору П.П. Чернышкову за научное руководство и помощь в проведении исследования.

**Литература**

1. Чернышков П.П., Дерябин Н.Н. 30 лет со времени открытия и освоения ресурсов пелагических рыб в южной части Тихого океана // Рыбное хозяйство. 2008. № 5. С.30-33.
2. Шустин А.Я. Межгодовые изменения биомассы и распределения ставриды ЮТО под влиянием гидроклиматических факторов // V Балтийский морской форум. Всероссийская научная конференция. Труды. 2017. – С. 229-232.
3. Кошляков М.Н. Тараканов Р.Ю. Промежуточные воды южной части Тихого океана // Океанология. 2005. Т. 45. № 4. С. 485-503.
4. Чурин Д.А., Бородин Е.В., Чернышков П.П. Научное обеспечение возобновления российского промысла в Антарктической част Атлантики и южной части Тихого океана.//Рыбное хозяйство. 2014. № 5. С. 8-13
5. Hintzen, N. T., Corten A., Gerlotto F., Habasque J., Bertrand A., Lehodey P., Brunel T., Dragon A. C. and Senina I. Hydrography and Jack mackerel stock in the South Pacific -Final report, IMARES Wageningen UR, 2014.
6. Dragon A-C, Senina I, Hintzen NT, Lehodey P. Modelling South Pacific jack mackerel spatial population dynamics and fisheries. // Fish Oceanogr. 2017; 00:1–17.
7. Roemmich D., Owens W. The Argo Project: Global ocean observations for understanding and prediction of climate variability//Oceanogrophy, Vol. 13, No. 2/2000, pp. 45-50.
8. Global Marine Argo Atlas. . URL: http://www.argo.ucsd.edu/Marine_Atlas.html (дата обращения: 10.02.2019)

# IMPACT OF OCEANOLOGICAL CONDITIONS ON THE ECOLOGY OF JACK MACKEREL (TRACHURUS MURPHYI) METAPOPULATION IN THE SOUTH PACIFIC (BASED ON THE ARGO PROJECT RESULTS)

**Shustin A.[1]**

[1] – *Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, Russia, aleshustin@yandex.ru*

**Abstract**. This article presents the analysis of interannual changes in the volumes of Antarctic Intermediate Water, the periodicities in the changes of their parameters were established, which became the basis for predicting the expected changes in the biomass of the jack mackerel stock.

Keywords: Bioresources, Jack mackerel, population structure, sustainable resource management, project Argo.

# АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ


*Абдуллин Р.К.* 304
*Абозайд Ахмед Хешам А.Х.* 185
*Абрамов Д.В.* 436
*Абшаев А.М.* 44, 134
*Авдеев С.М.* 567
*Автухович О.В.* 18
*Агафонова С.А.* 199, 258
*Азёмов Д.Т.* 416
*Акентьева Е.М.* 554
*Акселевич В.И.* 570, 614
*Аксянов Т.М.* 230
*Алаа Ахмад Али*. 350
*Алексеев Д.К.* 430, 794, 822
*Алентьев Ю.Ю.* 352
*Алёхин С.Г.* 46, 612
*Аликбиров Р.Р.* 803
*Ангудович Я.И.* 827
*Андреев А.В.* 507, 510
*Андронников В.В.* 572
*Анискина О.Г.* 49, 114
*Антонов С.В.* 51
*Аракелов М.С.* 434, 512, 649
*Арапов С.В.* 652
*Артамонов Ю.В.* 337
*Артеменков Д.В.* 381
*Артемьева И.Н.* 706
*Архипкин В.Я.* 438
*Архипкин В.С.* 163
*Аухадеев Т.Р.* 142
*Афанасьева Ю.С.* 53
*Ахмадиева А.Ф.* 519, 528
*Ахсалба А.К.* 55, 512
*Бабакаев С.В.* 655
*Бабин А.В.* 374
*Бабич Д.Б.* 188
*Бабкин А.В.* 191
*Бабкин В.И.* 191
*Багрова Т.Н.* 355
*Бадулин С.И.* 309
*Бакаев Г.Н.* 575
*Банщикова Л.С.* 258
*Баранов В.И.* 9
*Баранова М.Е.* 92
*Бардина В.И.* 357
*Бардина Т.В.* 357
*Барышников Н.Б.* 193
*Бедрицкий А.И.* 3
*Белинский А.С.* 577
*Белихина Н.В.* 580
*Белолюбцев А.И.* 20
*Белоненко Т.В.* 311, 340
*Белоусова Л.Ю.* 53
*Белякова А.М.* 785
*Беркович К.М.* 285
*Бикезина Т.В.* 682
*Биктеева Е.Б.* 582
*Блиновская Я.Ю,* 515
*Бобровский А.П.* 58, 360, 464, 474
*Богоутдинов Ш.Р.* 245
*Бойцов В.Д.* 61
*Боков В.Н.* 517
*Болгов М.В.* 195
*Болелов Э.А.* 582, 641
*Болтёнкова Е.А.* 507
*Большаков В.А.* 438
*Борейшо А.С.* 64
*Борисов А.А.* 584
*Борисова Ю.В.* 709
*Боронина А.С.* 270
*Боханцева Е.В.* 360
*Бочарников М.В.* 496
*Брайчук Е.Г.* 658
*Бресткин С.В.* 447
*Бродская Н.А.* 197
*Брюханов А.Ю.* 488
*Бубнова О.Е.* 788
*Бубнова Я.В.* 660
*Булгаков К.Ю,* 311
*Булгин Д.В.* 587
*Бунина Ю.Е* 622, 624
*Бурлов В.Г.* 519, 521
*Бурцева Т.Н.* 567
*Бухановский А.В.* 329
*Бызов А.П.* 523
*Быков А.В.* 66, 90
*Быкова Е.В.* 711
*Быстрова В.И.* 846
*Быстрова Л.Б. 22*
*Быченков Ю.Д.* 447
*Бычков А.А.* 51, 68
*Вайновский П.А.* 329
*Варзинова В.В.* 713
*Василенко А.Н.* 199
*Васильев А.В.* 589
*Васильев Д.Н.* 64
*Васильев М.П.* 525
*Вебер А.В.* 790
*Векшин А.К.* 462
*Векшина Т.В.* 38
*Верхотуров А.Г.* 202
*Вершинин Д.А.* 236
*Вершков Г.Д.* 749
*Викторова Н.В.* 205
*Вильфанд Р.М.* 142

*Винокурова Е.В.* 49
*Виролайнен Я.А.* 159
*Воистинова Е.С.* 292
*Волобуева О.В.* 88, 801
*Воробьева Л.Н.* 144
*Воронцов А.А.* 317
*Восканян К.Л.* 70, 106, 108, 157, 313
*Воякина Е.Ю.* 841
*Выдрина Е.О.* 663, 665, 668
*Выходцева Е.А.* 79
*Вычужанин П.В.* 440
*Вязилов Е.Д.* 442
*Гаврилов А.В.* 315
*Гаврилов И.С.* 207, 238
*Гайдукова Е.В.* 209
*Галиев Р.Г.* 792
*Галкин И.А.* 647
*Герасимов А.А.* 83, 596
*Гицба Я.В.* 434
*Глушковская Н.Б.* 362
*Гневышев В.Г.* 311
*Говор А.А.* 430, 794
*Голенко М.Г.* 364
*Голосовская В.А.* 25
*Гомазов Ф.А.* 528, 530
*Гоман Ю.В.* 716
*Гонеев И.А.* 124
*Горбатенко А.А.* 212
*Горбацкий В.В. 9*
*Гордеева С.М.* 331, 342, 345
*Горохольская В.З.* 88, 801
*Горошкова Н.И.* 214
*Готюр И.А.* 483, 505
*Готюр И.А.* 131
*Грибановская С.В.* 671
*Григоров Н.О. 72*
*Григорьев А.В. 9,* 317
*Григорьева В.Г.* 309
*Гришина А.С.* 796
*Громковский А.А.* 591
*Грызунов В.В.* 445
*Гузева А.В.* 394
*Гуревич Е.В.* 217
*Гуров М.П.* 665
*Гурьянов В.В.* 142
*Гуськов Д.А.* 608
*Давыденко Е.В.* 219, 275
*Давыдов Д.А.* 825
*Данилов А.И.* 38
*Дбар Р.С.* 55
*Двинских С.А.* 221
*Девятаев О.С.* 447
*Дектерев С.Б.* 718
*Денисенков Д.А.* 74
*Дзагания Е.В.* 224
*Дивинский Б.В.* 9
*Дмитриева М.А.* 76
*Добролюбов С.А.* 163
*Долбилина Н.С.* 22
*Долгий-Трач В.А.* 140
*Долгов С.В.* 250
*Долгова-Шхалахова А.В.* 434, 512
*Домнина А.Ю.* 532
*Дончевская Л.В.* 663
*Доронин А.П.* 366
*Дорофеев В.В.* 594
*Дорошкевич И.С.* 720
*Дрегваль М.С.* 227
*Дробжева Я.В.* 79
*Дроздов В.В.* 368
*Дудко Д.И.* 9
*Дурманов И.Н.* 273
*Дурнаева В.Н.* 449
*Дымент Л.Н.* 319
*Дьяченко Н.В.* 58, 464, 474,
*Дьячкова Т.Ю.* 413
*Евстафиев Ф.А. 83,* 596
*Евстигнеев В.П.* 81, 118, 451
*Егер О.В.* 534
*Егоров А.Д.* 58*,* 86
*Еремеева А.О.* 230
*Еремина А.В.* 111
*Ерёмина Т.Р.* 321
*Ержанова Н.А.* 788
*Ермошенко Ю.М.* 582, 641
*Ершова А.А.* 321, 799
*Есюкова Е.Е.* 321
*Ефимова Ю.В.* 173
*Ефременко А.Н.* 599, 601, 645
*Ефременко Д.С.* 108
*Ефремов С.В.* 536
*Жиба Р.Ю.* 512
*Жигульский В.А.* 16, 366
*Жильчук И.А.* 608, 645
*Житникова Т.С.* 559
*Жужгова Е.В.* 848
*Жуков В.Ю.* 74
*Журавлева О.В.* 165, 838
*Завгородний В.Н.* 453
*Задворных В.А.* 478
*Задонская О.В.* 233, 396
*Задорожная Т.Н.* 128, 603
*Зайцева Е.В.* 723
*Закусилов В.П.* 128, 603
*Заплитная Э.С.* 673
*Запорожцев И.Ф.* 456
*Зацепин А.Г.* 9, 317
*Зеленцов В.А.* 459
*Земцов В.А.* 236
*Зуев Ю.А.* 374, 807

*Зуева Н.В.* 374, 849
*Иванов В.В.* 188
*Иванов Е.В.* 394
*Иванов Р.Д.* 46
*Иванов С.А.* 538
*Иванова И.А.* 626
*Ивонин Д.В. 9*
*Игнатьева Н.В.* 488, 725
*Иголкина Е.Д.* 376
*Ильин В.Г.* 88, 801
*Ионов В.В.* 324
*Исаев Д.И.* 207, 238, 757
*Исаева М.В.* 803
*Исмагилов Н.В.* 142
*Каверзнева Т.Т.* 540
*Казак Л.В.* 364
*Калинин Н.А.* 90
*Калиничев Д.В.* 58, 86
*Калюжная А.В.* 329, 440, 476
*Канарский И.Д.* 622
*Караваев Д.М.* 601, 606, 645
*Карпов И.О.* 309
*Каспрова Ю.А.* 752
*Качалкин А.Ю.* 608
*Каченкова В.Д.* 510
*Кашлева Л.В.* 92, 134
*Кашутина Е.А.* 240, 250
*Ким Н.С.* 175
*Киреева М.Б.* 242, 273
*Кириллина К.С.* 122
*Кирносов С.Л* 93
*Кислов А.В.* 163
*Китаев А.Б.* 221
*Климова О.В.* 788
*Клочихин И.О.* 540
*Клюев П.В.* 245
*Князева Е.Н.* 675
*Кобышева Н.В.* 171, 525
*Ковалев В.И.* 610
*Ковалева С.В.* 799
*Коваленко В.В. 9*
*Ковязина О.Е.* 523
*Козлова Н.А.* 366
*Колесникова Е.В.* 822
*Колесниченко Л.Г.* 236
*Колтертманн К.П.* 163
*Колупаева А.Д.* 246
*Кондратов Н.А.* 679
*Кондратьев А.Н.* 248
*Кондратьев С.А.* 306, 386, 488
*Кононова Н.К.* 96
*Кононюк В.В.* 456
*Коняев М.А.* 64
*Коринец Е.М.* 462
*Корнеев В.П.* 51, 68, 175
*Королёва О.А.* 599
*Корольков В.А.* 469
*Коронкевич Н.И.* 250
*Коротаев В.Н.* 188
*Коршунов А.А.* 144
*Корыстин А.А.* 99
*Костарев С.В.* 101
*Костромитинов А.В.* 633
*Костылева Л.Н.* 572, 591
*Косцов В.В.* 58, 86
*Кочетов О.Ю. 9*
*Краснобородько О.Ю.* 327, 379
*Краснов В.М.* 104
*Кровнин А.С.* 381
*Круссер И.В.* 575
*Крыленко И.Н.* 299
*Крюкова С.В.* 70, 106, 157
*Крюковских Е.П.* 464
*Кубряков А.А.* 311
*Кубряков А.И.* 317
*Куважукова К.М.* 148
*Кудряшов В.А.* 331
*Кузнецов А.Д.* 70, 108, 157, 466
*Кузнецов И.Е.* 577
*Кузнецов М.А.* 258
*Кузнецова М.Н.* 542
*Кузнецова М.Р.* 264
*Кузьмин Ю.А.* 25
*Кузьмина Ж.В.* 383
*Кузьминов П.В.* 456
*Кузьмицкая М.А.* 805
*Куклев С.Б. 9*
*Куклин О.А.* 58, 86
*Кулешов В.П.* 132
*Кулешов Ю.В.* 606, 612
*Кулибаба В.В.* 357
*Куликова Л.А.* 111
*Кураков С.А.* 469
*Куроплина В.И.* 173
*Курочкина А.А.* 682
*Курченко Н.М.* 728
*Кухта А.Е.* 396, 400, 402
*Кучеренко О.Е.* 230
*Кучугура А.Д.* 456
*Ладохина Е.М.* 114
*Ладыченко А.А.* 594
*Лазар М.Г.* 730
*Лапенков А.Е.* 807
*Лапина Л.Э.* 116
*Лебедев А.Б.* 606
*Лебедев С.А.* 245
*Лемешко Н.А.* 81, 118, 451
*Лесин В.И.* 622
*Лисенков С.А.* 545
*Лобанов В.А.* 120, 122, 138

*Лобанов Г.В.* 252
*Лобанов К.А.* 599, 626
*Лопатухин Л.И.* 329
*Лосев С.М.* 319
*Лукашева М.* 165
*Лукашева М.А.* 838
*Лукашова О.П.* 124
*Лукина О.В.* 809
*Луценко А.В.* 628
*Лялюшкин А.С.* 127
*Магрицкий Д.В.* 163, 255, 258
*Магулян А.О.* 152
*Мазуров Г.И.* 570, 614
*Майсс А.А.* 515
*Майшева К.В.* 811
*Макарова М.А.* 814
*Макарьева О.М.* 246
*Макеева В.В.* 128
*Маков А.Б.* 584
*Максимова Е.Ю.* 366
*Малинин В.Н.* 329, 331
*Малкаров К.Х.* 44
*Малышева В.К.* 816
*Малышева Н.А.* 425
*Маммедов С.А.* 120, 122
*Маньков В.Д.* 521
*Маратканова В.С.* 561
*Маркина О.М.* 41
*Марков М.Л.* 398
*Мартынова Е.О.* 819
*Мартьяшкин А.Б.* 617
*Маслобойщиков А.Н.* 620
*Матафонов Е.П.* 472
*Медко Е.А.* 728
*Мельников С.П.* 381
*Мерзакаев С.А.* 649
*Мешков А.Н.* 99, 131, 483, 505
*Милосердова Е.Ю.* 104
*Минаева Т.Ю.* 413
*Минаков Д.М.* 631
*Минакова Е.А.* 386
*Мирзоева С.* 749
*Мирошниченко С.А.* 732
*Митина Ю.В.* 329, 725
*Митник Л.М.* 132
*Митник М.Л.* 132
*Михайленко Н.О.* 821
*Михайлова Н.М.* 261
*Михайловский Ю.П.* 44, 92, 134
*Михайлушкин С.Ю.* 127
*Михеев В.Л.* 27. 754
*Михтеева Е.Ю.* 58, 360
*Мишин Д.В.* 451
*Моисеева Н.О.* 601, 645, 790
*Морозов А.В.* 64
*Морозова С.В.* 96, 135
*Мохнач М.Ф.* 197
*Моцаков М.А.* 49, 159
*Музалевский А.А.* 388, 538, 547
*Муртазалиев А.Н.* 617
*Мурый Г.П.* 381
*Мушкет И.И.* 27, 757
*Мысленков С.А. 9*
*Мякишева Н.В.* 212
*Нарыков А.Н.* 240
*Насонов А.А.* 587
*Наумова В.А.* 81
*Наурозбаева Ж.К.* 120, 122, 138
*Немченко С.Б.* 760
*Нестеров Е.С.* 43
*Нестерова А.О.* 445
*Нестерова Н.В.* 246
*Низамутдинов Т.И.* 822
*Никитенко А.А.* 474
*Никитин Н.О.* 476
*Никитина В.С.* 72
*Никитина И.П.* 29
*Никифорова Е.Н.* 763
*Никифоровский А.А.* 436
*Николаев А.А.* 142
*Николаева Е.К.* 734
*Никольский Н.В.* 337
*Никонова Е.Э.* 825
*Новикова Н. А.* 79
*Новоселова Е.В.* 340
*Ножкин В.С.* 168
*Нурлибаева А.С.* 828
*Обломкова Н.С.* 488
*Орловский А.Н.* 456
*Осипова Т.Н.* 407
*Осокина Н.Ю.* 718
*Островский А.Г. 9*
*Остроумова Л.П.* 451
*Очередник В.В. 9*
*Павлова В.Н.* 140
*Павловский А.А.* 549
*Паниди Е.А.* 146
*Паничев В.В.* 371
*Панов Б.Н.* 347, 391
*Пашкевич Д.В.* 799
*Пашовкина А.А.* 264
*Пашукова Ю.В.* 785
*Переведенцев Ю.П.* 142, 180
*Петров Р.А.* 628
*Петрова Е.Е.* 685
*Петроченко В.М.* 366
*Петрунин А.М.* 68, 175
*Пигольцина Г.Б.* 478
*Пижанкова Е.И.* 315
*Пилипенко А.В.* 266

*Пиманов И.Ю.* 459
*Плинк Н.Л.* 542
*Погорельцев А.И.* 49
*Подгайский Э.В.* 788
*Подковырин А.Н.* 622, 624, 626
*Подрезова Н.А.* 827, 828, 829
*Подчасский А.С.* 599, 624, 626
*Подымов О.И. 9*
*Поздняков Ш.Р.* 394
*Покровский О.М.* 481
*Полушина Е.С.* 624
*Полюхович М.А.* 521
*Поляков А.В.* 159
*Полянская Е.А.* 96
*Пономарев О.П.* 628
*Пономаренко М.Р.* 459
*Попов В.В.* 631
*Попов И.О.* 376, 396
*Попов С.В.* 270
*Попова Е.Н.* 396
*Попова И.В.* 631
*Постников А.Н.* 268
*Потапова И.А.* 58, 86
*Потапова Т.М.* 396
*Потрясаев С.А.* 459
*Примак Е.А,* 374
*Прокофьева П.В.* 830
*Прокофьева Т.И.* 197
*Прохоренко П.А.* 633
*Прямицын В.Н.* 636
*Пряхина Г.В.* 270
*Путырский В.Е.* 20
*Пушков Е.А.* 832
*Пчелкин А.В.* 400, 402
*Ракитин Т.Д.* 854
*Распутина В.А.* 270
*Расторгуев И.П.* 638
*Рахмутоллозода А.А.* 432
*Ревунова А.О.* 394
*Редникова Т.В.* 405
*Редькина Т.М.* 688
*Рец Е.П.* 242, 273
*Родикова А.Е.* 829
*Родионов А.А.*
*Розанова М.С.* 767
*Ромашов Р.А.* 11
*Ромашова К.В.* 294
*Рохлина Е.К.* 736
*Рудь М.Ю.* 131, 483, 505
*Рукасов Е.А.* 584, 612
*Русин И.Н.* 101
*Рустамов Ю.М.* 53
*Рыбанова А.Ю.* 144
*Рыкин И.С.* 146
*Рябинин В.Э. 13*
*Сабанчиева М.Х.* 148
*Савин А.В.* 64
*Саенко А.Г.* 150
*Сакович В.М.* 185, 275
*Самойлова Е.П.* 407
*Самофеев А.А.* 628
*Самсонов Т.Е.* 242
*Санин А.Ю.* 277
*Сарафанов М.И.* 491
*Сафина Г.Р.* 410
*Сафрай А.С.* 342
*Седунова О.Ю.* 738
*Семенец Е.С.* 835
*Семенов М.Е.* 168
*Семёнов С.М.* 376
*Семенова Ю.Е.* 690
*Сергеев Б.Н.* 51
*Сергеев С.М.* 682
*Сергиенко Л.А.* 413
*Сергин С.Я.* 152
*Серебрицкий И.А.* 416
*Середин П.И.* 610
*Сероухова О.С.* 70, 108, 157, 466, 788
*Сидорова М.В.* 154, 240, 250
*Сидорчук А.Ю.* 552
*Сикан А.В.* 185, 219, 227, 280
*Сильвестрова К.П. 9*
*Симакина Т.Е.* 70, 106, 150, 157, 466
*Синицина Е.В.* 252
*Синькевич А.А.* 44, 134
*Синюткина А.А.* 292
*Скобликова А.Л.* 58, 474
*Скориков Д.С.* 485
*Скрипалева Е.А.* 337
*Слащёв С.В.* 587
*Слегина Е.В.* 803
*Смирнов С.С.* 347
*Смышляев С.П.* 159
*Соколов А.А.* 345
*Соловьев Д.М. 9*
*Соловьева Е.Н.* 816
*Соломонова В.Н.* 688
*Солонин А.С.* 108, 466
*Спиридонова В.А.* 695
*Спиридонова Е.О.* 347, 391
*Степанов А.В.* 594
*Степанов А.И.* 418
*Степанова А.А.* 770
*Степанова А.Б.* 858
*Степанова Е.В.* 418
*Стрельников А.Н.* 421
*Стригунова Я.В.*161
*Строкина В.Ю.* 692
*Судакова Н.В.* 283
*Сударикова А.М.* 695

*Суркова Г.В.* 163
*Сухова М.Г.* 165, 838
*Сычев В.И.* 13
*Таланова С.М.* 538
*Тарасов А.В.* 90
*Телегин В.А. 9*
*Темиров Д.С.* 649
*Терехов А.В.* 488
*Терешонок Н.А.* 641
*Тетерин Е.А.* 127
*Тимофеев Ю.М.* 159
*Тимофеева А.Г.* 32
*Тимощук А.С.* 366
*Титов В.А.* 665
*Тихомирова А.А.* 280
*Тихонова Т.Н.* 825
*Тонков Е.Н.* 773
*Топтунова О.Н.* 79
*Тощакова Г.Г.* 122
*Травина Л.Е.* 713
*Третьяков В.Ю.* 491
*Троцюк С.Н.* 740
*Трубецкова М.Д.* 182
*Турыкин Л.А,* 285
*Тухватуллина Е.П.* 841
*Тюленева М.А.* 633
*Тюсов Г.А.* 554
*Уварова А.О.* 536
*Удриш В.В.* 612
*Ульшин И.И.* 168
*Ульянов А.И.* 557
*Урусова Е.С.* 374, 843, 846, 848, 851
*Успенский И.М.* 116
*Устюкова В.В.* 776
*Уткин Н.И.* 779
*Утяганова С.Н.* 849
*Ушаков М.В.* 288
*Фадеев В.В.* 825
*Фадеев М.А.* 603
*Файзуллин Р.Р.* 594
*Фань Сяо Цинь.* 120, 122
*Фасолько Д.В.* 171
*Федоров А.П.* 494
*Федорова В.А.* 410
*Федорова Н.Ю.* 742
*Федосеева Н.В.* 173
*Федяков В.Е.* 491
*Фертикова Е.П.* 792
*Фирова И.П.* 698
*Фокичева А.А.* 35, 144, 701
*Фоломеев О.В.* 447
*Фридзон М.Б.* 582, 641
*Фролов А.Н.* 290
*Фролов С.В.* 491
*Фролова А.В.* 311
*Фролова Н.Л.* 163, 199*,* 242*,* 299
*Фрумин Г.Т.* 423, 425
*Фураева Д.И.* 851
*Харанжевская Ю.А.* 292
*Хатмуллина Л.И.* 321
*Хаустов В.А.* 294
*Хватов А.А.* 440
*Хлябич П.П.* 58*,* 86, 464
*Хорошавин А.В.* 534, 782, 854
*Хохлов В.С.* 610
*Хренов А.А.* 294
*Хромых В.В.* 236
*Хрусталева А.Ю.* 519, 528
*Цай С.Н.* 152
*Цыплакова Л.В.* 643
*Чалов С.Р.* 258
*Чаловская Е.К.* 540
*Часовников В.К.* 428
*Часовникова Л.А.* 428
*Частухин А.В.* 51*,* 68, 175
*Чашечкин Ю.Д.* 178
*Чернецова Е.А.* 503
*Чернова Е.А,* 104
*Чернова Е.О.* 165, 838
*Чернокульский А.В.* 66
*Черноруцкий С.В.* 383
*Черный В.В.* 601, 645
*Чернышев А.Н.* 858
*Чернышев С.В.* 46
*Чернышева Е.С.* 329
*Чжу В.П.* 428
*Чуб Р.В.* 617
*Чубарова А.В.* 297
*Чумаков Н.А.* 559
*Чурюлин Е.В.* 299
*Чурюлина А.Г.* 496
*Шабалин П.В.* 498, 501
*Шабалина А.Н,* 104
*Шабанов П.А.* 309
*Шавуров С.А.* 557
*Шадурский А.Е.* 122
*Шалунова Е.П.* 545
*Шаночкин С.В.* 283
*Шанталинский К.М.* 142
*Шапиро С.В.* 704
*Шарина Ю.В.* 301
*Шармар В.Д.* 309
*Шаронов А.Ю.* 35
*Шаршуков Р.А.* 647
*Шевчук О.И.* 334
*Шелутко В.А.* 430, 432, 814
*Шерстюков Б.Г.* 180
*Шершнева А.И.* 530
*Шилин М.Б.* 16
*Шихов А.Н.* 66*,* 90, 246*,* 304

*Шишкин А.Д.* 503
*Шлычков А.П.* 386
*Шмакова М.В.* 306, 488
*Шматков В.А.* 35
*Шпилев Н.Н. 9*
*Шувалова М.М.* 861
*Шуйский В.Ф.* 366
*Шукри О.А.* 122
*Шумаков О.С.* 668
*Шумакова Е.М.* 182
*Шумихина А.В.* 561
*Шустин А.Я.* 863
*Щукин Г.Г.* 51, 64, 68, 74, 175, 606
*Экба Я.А.* 55, 434
*Эспития С.Э.Ф.* 205
*Яблонская В.П.* 104
*Яйли Д.Е.* 649
*Яковлева Е.Н.* 564
*Яковлева Т.Ю.* 58, 360
*Якушкина Т.В* 744
*Яременко И.А.* 131, 483, 505
*Ярмухамедова Ф.М.* 746
*Ясинский С.В.* 240
*Ясюкевич В.В.* 376

# СОДЕРЖАНИЕ

## Пленарные доклады

*Бедрицкий А.И.* О формировании комплексного информационного обеспечения климатической деятельности в Российской Федерации 3

*Зацепин А.Г., Баранов В.И., Дивинский Б.В., Дудко Д.И., Горбацкий В.В., Григорьев А.В., Ивонин Д.В., Коваленко В.В., Кочетов О.Ю., Куклев С.Б., Мысленков С.А., Островский А.Г., Очередник В.В., Подымов О.И., Сильвестрова К.П., Соловьев Д.М., Телегин В.А., Шпилев Н.Н.* Развитие методов и средств прибрежной оперативной океанографии на базе полигона «Геленджик» ИО РАН на Черном море 9

*Ромашов Р.А.* Природа как объект культурно-правовой коммуникации и коррелятор правовой культуры 11

*Рябинин В.Э., Сычев В.И.* К десятилетию ООН, посвященному науке об океане в интересах устойчивого развития (2021–2030 гг.), и подготовка кадров в области морских наук» 13

*Шилин М.Б., Жигульский В.А.* Экологическая безопасность портостроительства 16

## Круглый стол «Подготовка кадров в сфере гидрометеорологии: вызовы и перспективы»

*Автухович О.В.* Проблема коммуникации в экологическом образовании 18

*Белолюбцев А.И., Путырский В.Е.* Развитие сельскохозяйственной метеорологии в РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева 20

*Быстрова Л.Б., Долбилина Н.С.* Современные проблемы и перспективы подготовки специалистов среднего звена для гидрометеорологической отрасли в условиях модернизации российского образования 22

*Голосовская В.А., Кузьмин Ю.А.* Учебная практика по геодезии как ключевой фактор повышения уровня подготовленности и компетентности студентов в современных условиях 25

*Михеев В.Л., Мушкет И.И.* К вопросу о роли гидрометеорологического образования в обеспечении национальной безопасности Российской Федерации 27

*Никитина И.П.* Дуальное обучение в гидрометеорологии: преимущества и перспективы 29

*Тимофеева А.Г.* Проблемы гидрометеорологического дополнительного образования в условиях цифровой экономики 32

*Шаронов А.Ю., Шматков В.А., Фокичева А.А.* Подготовка кадров для предоставления морского метеорологического обслуживания 35

## Круглый стол «Подготовка к "Десятилетию Организации Объединённых Наций, посвящённому науке об океане в интересах устойчивого развития" в области обучения и повышения уровня знаний о Мировом океане»

*Данилов А.И.* Использование российской арктической экспедиционной инфраструктуры в профессиональной подготовке и обучении специалистов 38

*Маркина О.М.* Повышение уровня знаний и информированности школьников о Мировом океане 41

*Нестеров Е.С.* Оперативное гидрометеорологическое обеспечение морской деятельности 43

## Секция 1. Актуальные проблемы погоды и климата

*Абшаев А.М., Малкаров К.Х., Синькевич А.А., Михайловский Ю.П.* Оценка климатических изменений на основе многолетних данных аэрологического зондирования атмосферы 44

*Алёхин С.Г., Чернышев С.В., Иванов Р.Д.* Классификация естественных климатических сезонов года на основе анализа временных рядов среднесуточной температуры воздуха 46

*Анискина О.Г., Винокурова Е.В., Моцаков М.А., Погорельцев А.И.* Влияние стратосферных волн на блокирующие ситуации в тропосфере 49

*Антонов С.В., Бычков А.А., Сергеев Б.Н., Частухин А.В., Корнеев В.П., Щукин Г.Г.* О вопросе применения беспилотных летательных аппаратов для обеспечения работ по активному воздействию на облака и туманы 51

*Афанасьева Ю.С., Белоусова Л.Ю., Рустамов Ю.М.* Программное решение оценки метеорологических рисков 53

*Ахсалба А.К., Дбар Р.С., Экба Я.А.* Современные тенденции изменения климата в Абхазии 55

*Бобровский А.П., Дьяченко Н.В., Егоров А.Д., Косцов В.В., Калиничев Д.В., Куклин О.А., Михтеева Е.Ю., Потапова И.А., Скобликова А.Л., Хлябич П.П., Яковлева Т.Ю.* Алгоритм лидарного определения фоновой засветки и коэффициента ослабления слабо замутненной атмосферы без итерационного процесса 58

*Бойцов В.Д.* Климат Великого Новгорода в 20 – начале 21 столетиях 61

*Борейшо А.С., Васильев Д.Н., Коняев М.А., Морозов А.В., Савин А.В., Щукин Г.Г.* Многодиапазонные лидарно-радарные системы для всепогодного дистанционного мониторинга метеорологической обстановки 64

*Быков А.В., Шихов А.Н., Чернокульский А.В.* Моделирование мезомасштабных конвективных систем со смерчами с использованием модели WRF 66

*Бычков А.А., Корнеев В.П., Петрунин А.М., Частухин А.В., Щукин Г.Г.* Современное состояние и перспективы развития самолётной технологии активных воздействий 68

*Восканян К.Л., Крюкова С.В., Кузнецов А.Д., Сероухова О.С., Симакина Т.Е.* Восстановление пропусков в данных метеорологических станций методом аналогов 70

*Григоров Н.О., Никитина В.С.* Исследование чувствительности и погрешности трансмиссометров 72

*Денисенков Д.А., Жуков В.Ю., Щукин Г.Г.* Экспериментальная проверка радиолокационного метода восстановления профиля ветра 74

*Дмитриева М.А.* Жизненный путь доктора географических наук, профессора Воробьева В.И. и его вклад в российскую метеорологию 76

*Дробжева Я.В., Выходцева Е.А., Новикова Н. А., Топтунова О.Н.* Эффективность использования метода Н.А. Лебедевой для прогноза скорости ветра в г. Орск и в г. Петропавловск 79

*Евстигнеев В.П., Лемешко Н.А., Наумова В.А.* Проявления климатических изменений ветрового режима на территории Крыма 81

*Евстафиев Ф.А., Герасимов А.А.* Оценка помехоустойчивости приема спутниковой метеоинформации аппаратурой «СЮЖЕТ-МБ» 83

*Егоров А.Д., Косцов В.В., Калиничев Д.В., Куклин О.А., Потапова И.А., Хлябич П.П.* Модель расчета оптических характеристик кристаллов льда с использованием теории Ми, с применением языка программирования python 86

*Ильин В.Г., Волобуева О.В., Горохольская В.З.* Опасные для отраслей экономики Республики Башкортостан явления погоды, обусловленные южными циклонами 88

*Калинин Н.А., Шихов А.Н., Быков А.В., Тарасов А.В.* Краткосрочный прогноз ливневых осадков в Пермском крае с использованием модели WRF 90

*Кашлева Л.В., Баранова М.Е., Михайловский Ю. П.* Моделирование электрического состояния тропосферы в условиях «хорошей погоды 92

*Кирносов С.Л* Фрактальная модель облачной конвекции с использованием дробных интегральных и дифференциальных операторов 93

*Кононова Н.К., Морозова С.В., Полянская Е.А.* Изменчивость синоптических процессов в Нижнем Поволжье на фоне глобальных климатических тенденций 96

*Корыстин А.А., Мешков А.Н.* Восстановление поля концентрации электронов в ионосфере на наклонных трассах по данным радионавигационных измерений 99

*Костарев С.В., Русин И.Н.* Оценка качества прогноза приземной температуры воздуха в зависимости от синоптической ситуации по данным моделей численного прогноза погоды различного масштаба 101

*Краснов В.М., Милосердова Е.Ю., Чернова Е.А, Шабалина А.Н, Яблонская В.П.* Проверка точности расчета тропосферной задержки сигнала НКА ГЛОНАСС по модели, разработанной в ВКА имени А.Ф. Можайского 104

*Крюкова С.В., Восканян К.Л., Симакина Т.Е.* Моделирование эволюции водности в кучево-дождевом облаке при активных воздействиях 106

*Кузнецов А.Д., Восканян К.Л., Ефременко Д.С., Сероухова О.С., Солонин А.С.* Исследование алгоритмов и методов определения аномальных наблюдений во временных рядах, полученных с помощью автоматических метеорологических станций 108

*Куликова Л.А., Еремина А.В.* Оценка прогностического потенциала параметров атмосферы в задаче прогноза суточных осадков по территории Санкт-Петербурга в холодный период года 111

*Ладохина Е.М., Анискина О.Г.* Оценка качества гидродинамического и синоптического прогноза приземной температуры и осадков для территории Санкт-Петербурга 114

*Лапина Л.Э., Успенский И.М.* О соотношении амплитуд годовых колебаний температуры воздуха и температуры почвы на поверхности 116

*Лемешко Н.А., Евстигнеев В.П.* Современные изменения экстремальных значений приземной температуры воздуха 118

*Лобанов В.А., Маммедов С.А., Наурозбаева Ж.К., Фань Сяо Цинь.* Циклические и ступенчатые изменения климата 120

*Лобанов В.А., Шадурский А.Е., Тощакова Г.Г., Шукри О.А., Кириллина К.С., Маммедов С.А., Наурозбаева Ж.К., Фань Сяо Цинь.* Задачи, методы и модели региональной климатологии 122

*Лукашова О.П., Гонеев И.А.* Климатические ресурсы Курской области: динамика или стабильность 124

*Лялюшкин А.С., Михайлушкин С.Ю., Тетерин Е.А.* Особенности пространственного распределения повторяемости сильных гроз по данным АМРК «Метеор-Метеоячейка» аэропорта «Пулково» 127

*Макеева В.В., Задорожная Т.Н., Закусилов В.П.* Региональные проявления глобального изменения температуры воздуха 128

*Мешков А.Н, Готюр И.А., Рудь М.Ю., Яременко И.А.* Модель представления метеорологических данных в задачах сбора и обработки информации о состоянии природной среды 131

*Митник Л.М., Кулешов В.П., Митник М.Л.* Метеорологические приложения данных радиометра МТВЗА-ГЯ со спутников серии «Метеор-М № 2» 132

*Михайловский Ю.П., Синькевич А.А., Абшаев А.М., Кашлева Л.В.* О прогнозе и диагнозе опасных явлений погоды по данным дистанционных радиофизических измерений 134

*Морозова С.В.* Волновые процессы в атмосфере как индикатор погодно-климатической изменчивости 135

*Наурозбаева Ж.К., Лобанов В.А.* Изменения климата и его влияние на толщину льда северных регионов Каспийского моря 138

*Павлова В.Н., Долгий-Трач В.А.* Оценка агроклиматических ресурсов и климатических рисков при изменении климата на территории земледельческой зоны РФ 140

*Переведенцев Ю.П., Вильфанд Р.М., Шанталинский К.М., Гурьянов В.В., Николаев А.А., Исмагилов Н.В., Аухадеев Т.Р.* Современные климатические изменения и их проявления на территории Приволжского федерального округа 142

*Рыбанова А.Ю., Фокичева А.А., Воробьева Л.Н., Коршунов А.А.* Анализ экономического эффекта информационной деятельности гидрометеорологической службы 144

*Рыкин И.С., Паниди Е.А.* Автоматизированный комплекс по определению граничных дат климатических сезонов 146

*Сабанчиева М.Х., Куважукова К.М.* Исследование циркуляции тропосферы в периоды зимних стратосферных потеплений 148

*Саенко А.Г., Симакина Т.Е.* Изучение трансмиссометра по его виртуальной модели 150

*Сергин С.Я., Цай С.Н., Магулян А.О.* Особенности субтропического климата северной береговой зоны Средиземноморья 152

*Сидорова М.В.* Выбор ансамбля моделей общей циркуляции атмосферы и океана проекта CMIP-5 для оценки будущих изменений стока на Европейской территории России 154

*Симакина Т.Е, Восканян К.Л., Крюкова С.В., Кузнецов А.Д., Сероухова О.С.* К вопросу оценки метрологической надежности экологических станций 157

*Смышляев С.П., Тимофеев Ю.М., Виролайнен Я.А., Моцаков М.А., Поляков А.В.* Газовый состав Арктики и Субарктики в условиях меняющегося климата» 159

*Стригунова Я.В.* «Оценка прогноза волн в модельной системе «WRF-WAVEWATCH III» 161

*Суркова Г.В., Кислов А.В, Добролюбов С.А., Архипкин В.С., Фролова Н.Л., Магрицкий Д.В., Колтертманн К.П.* Проявление экстремальности климата в различных регионах России 163

*Сухова М.Г., Журавлева О.В., Лукашева М., Чернова Е.О.* Изменение температуры воздуха в Центральном Алтае за период инструментальных наблюдений 165

*Ульшин И.И., Семенов М.Е., Ножкин В.С.* Идентификация влияния случайных факторов на влагоперенос в атмосфере 168

*Фасолько Д.В., Кобышева Н.В.* Оценка длины метеорологического ряда для расчета нормативных климатических параметров 171

*Федосеева Н.В., Ефимова Ю.В., Куроплина В.И.* Дешифрирование «невидимых» орографических волн по данным спутниковой съемки в каналах водяного пара 173

*Частухин А.В., Ким Н.С., Корнеев В.П., Петрунин А.М., Щукин Г.Г.* Экологические аспекты технологий активных воздействий на облака 175

*Чашечкин Ю.Д.* Дифференциальная механика жидкостей – универсальный инструмент оценки состояния и прогноза изменчивости природных систем 178

*Шерстюков Б.Г., Переведенцев Ю.П.* К прогнозу климатических изменений в Казани до середины XXI века 180

*Шумакова Е.М., Трубецкова М.Д.* Геодинамика как одна из причин роста зимних температур воздуха в бассейне Волги (на правах гипотезы) 182

## Секция 2. Гидрология от Арктики до экватора: теория и практика

*Абозайд Ахмед Хешам А.Х., Сакович В.М., Сикан А.В.* Водные проблемы Египта и пути их решения 185

*Бабич Д.Б., Иванов В.В., Коротаев В.Н.* Волго-каспийский морской судоходный канал и определяющие его развитие природные и антропогенные факторы 188

*Бабкин А.В., Бабкин В.И.* Проявление 7-летнего периода в колебаниях стока отдельных рек западной Европы 191

*Барышников Н.Б.* Методы расчетов скоростей потоков в руслах сложных форм 193

*Болгов М.В.* Проблемы гидрометеорологического обеспечения устойчивого развития водохозяйственного комплекса Российской Федерации 195

*Бродская Н.А., Прокофьева Т.И., Мохнач М.Ф.* Формирование поверхностного техногенного стока в акваторию арктических морей 197

*Василенко А.Н., Агафонова С.А., Фролова Н.Л.* Современные изменения ледового режима рек арктической зоны России и его потенциальные изменения в XXI в. 199

*Верхотуров А.Г.* Причины и последствия паводка 2018 г. в Забайкальском крае 202

*Викторова Н.В., Эспития С.Э.Ф.* Оценка применимости математических моделей для целей краткосрочного прогнозирования расходов воды 205

*Гаврилов И.С., Исаев Д.И.* Расчет пропускной способности зарастающих рек 207

*Гайдукова Е.В.* Фрактальные размерности рядов речного стока 209

*Горбатенко А.А., Мякишева Н.В.* Особенности гидрологического режима горных рек южного Урала в современных условиях 212

*Горошкова Н.И.* Условия формирования зажоров на р. Неве и методика прогноза их характеристик 214

*Гуревич Е.В.* Когда объект перестает быть водным 217

*Давыденко Е.В., Сикан А.В.* Расчёт максимальных уровней воды неизученных озёр на примере водоёмов северо-запада РФ 219

*Двинских С.А., Китаев А.Б.* Мониторинговые гидрологические исследования в нижней части камского водохранилища 221

*Дзагания Е.В.* Особенности организации поверхностного стока в условиях горного рельефа 224

*Дрегваль М.С., Сикан А.В.* Расчет судоходных уровней р. Северная Двина в современных условиях 227

*Еремеева А.О., Аксянов Т.М., Кучеренко О.Е.* Комплексные инженерно-гидрометеорологические изыскания для реконструкции газопровода на участке подводного перехода через р. Охта 230

*Задонская О.В.* Изменение уровенного режима рек северо-запада 233

*Земцов В.А., Вершинин Д.А., Хромых В.В., Колесниченко Л.Г.* Динамика максимальных уровней воды половодья на Средней Оби 236

*Исаев Д.И., Гаврилов И.С.* Особенности промерных работ при дноуглублении 238

*Кашутина Е.А., Ясинский С.В., Сидорова М.В., Нарыков А.Н.* Диффузный сток биогенных веществ с водосбора Чебоксарского водохранилища 240

*Киреева М.Б., Фролова Н.Л., Самсонов Т.Е., Рец Е.П.* Оценка трансформации водного режима рек европейской территории России с помощью интегральных и генетических методов 242

*Клюев П.В., Лебедев С.А., Богоутдинов Ш.Р.* Изучение ледовой обстановки рыбинского водохранилища по данным ДЗЗ 245

*Колупаева А.Д., Макарьева О.М., Нестерова Н.В., Шихов А.Н.* Расчет катастрофических паводков на территории черноморского побережья с использованием гидрологической модели «гидрограф» и климатической модели WRF 246

*Кондратьев А.Н.* Неравномерность плановых деформаций речных русел 248

*Коронкевич Н.И., Долгов С.В., Кашутина Е.А., Сидорова М.В.* Поверхностный склоновый сток и диффузный вынос биогенов в реки и водоемы южной части русской равнины 250

*Лобанов Г.В., Синицина Е.В.* Влияние геолого-геоморфологического строения долин на морфологию и динамику русел малых рек бассейна верхнего Днепра (левобережная часть) 252

*Магрицкий Д.В.* Водопотребление на водосборах рек Российской Арктики 255

*Магрицкий Д.В., Чалов С.Р., Агафонова С.А., Кузнецов М.А., Банщикова Л.С.* Гидрологический режим нижней Оби. Факторы и особенности его многолетних изменений 258

*Михайлова Н.М.* Проявление горизонтальных русловых деформаций на р. Белой 261

*Пашовкина А.А., Кузнецова М.Р.* Изменение характеристик максимального поверхностного стока, вызванное строительством участка биатлонного комплекса в г. Южно-Сахалинск, и последствия для городской инфраструктуры 264

*Пилипенко А.В.* Эмпирические зависимости между параметрами теплообмена поверхности Ладожского озера и приводного слоя воздуха для периода открытой воды 266

*Постников А.Н.* Ориентировочные оценки изменений норм речного стока на территории России под влиянием изменений климата 268

*Распутина В.А., Пряхина Г.В., Боронина А.С., Попов С.В.* Физическое моделирование как метод изучения опасных гидрологических процессов 270

*Рец Е.П., Дурманов И.Н., Киреева М.Б.* Использование автоматического расчленения гидрографа для исследования паводочного стока на примере рек бассейна Терека и Кубани 273

*Сакович В.М., Давыденко Е.В.* Анализ влияния озерного регулирования на характеристики речного стока методом моделирования процесса трансформации стока 275

*Санин А.Ю.* Типизация берегов Онежского озера и ее прикладное значение 277

*Сикан А.В., Тихомирова А.А.* Оценка эффективности метода *L*-моментов при расчетах параметров распределения максимального паводочного стока 280

*Судакова Н.В., Шаночкин С.В.* Оценка характеристик максимального стока дождевых паводков при изменении климата 283

*Турыкин Л.А, Беркович К.М.* Вертикальные деформации русла и изменения уровня водной поверхности в нижнем течении р. Белой в период 1994–2018 гг. 285

*Ушаков М.В.* Учет климатических изменений при гидрологических прогнозах на северо-востоке России 288

*Фролов А.Н.* Особенности расчетов водного баланса хранилищ жидких отходов промышленных предприятий 290

*Харанжевская Ю.А., Воистинова Е.С., Синюткина А.А.* Анализ закономерностей гидрохимического режима и условий формирования химического состава вод Васюганского болота (Западная Сибирь) 292

*Хаустов В.А., Ромашова К.В., Хренов А.А.* Оценка многолетних изменений максимальных снегозапасов и водоотдачи северного края России 294

*Чубарова А.В.* О классификации многорукавных рек с точки зрения гидроморфологической теории руслового процесса 297

*Чурюлин Е.В., Крыленко И.Н., Фролова Н.Л.* Совместное использование модели формирования стока ECOMAG, системы высокодетального численного прогноза погоды COSMO-Ru и системы расчета снежного покрова SnoWE для расчета половодий на р. Сухона вблизи г. Великий Устюг 299

*Шарина Ю.В.* Оперативный учет стока рек при нарушениях однозначности связи расходов и уровней воды 301

*Шихов А.Н., Абдуллин Р.К.* Картографический веб-сервис мониторинга весеннего половодья в бассейне р. Камы 304

*Шмакова М.В., Кондратьев С.А.* Детерминировано-стохастическое моделирование мутности воды в реках 306

## Секция 3. Современные проблемы океанологии

*Бадулин С.И., Григорьева В.Г., Карпов И.О., Шабанов П.А., Шармар В.Д.* Физическая модель расчета поправки спутникового альтиметра на состояние морской поверхности 309

*Белоненко Т.В. , Гневышев В.Г., Кубряков А.А., Фролова А.В.* Волны Россби в антарктическом циркумполярном течении 311

*Булгаков К.Ю, Восканян К.Л.* Взаимодействие волн стокса с воздушным потоком 313

*Гаврилов А.В., Пижанкова Е.И.* Образование островов на мелководьях морей Лаптевых и Восточно-Сибирского в связи с потеплением и сокращением ледовитости 315

*Григорьев А.В., Зацепин А.Г., Кубряков А.И., Воронцов А.А.* Сопоставимость данных численного моделирования и натурных наблюдений северо-восточной области Черного моря 317

*Дымент Л.Н., Лосев С.М.* Обеспечение прогностической информацией о дрейфе льда в арктическом бассейне с заблаговременностью от трех месяцев 319

*Ерёмина Т.Р., Ершова А.А., Есюкова Е.Е., Хатмуллина Л.И.* Оценка загрязнения морским мусором пляжей российских внутренних приморских водоёмов Балтийского моря 321

*Ионов В.В.* О проявлениях климатических изменений в Южном океане 324

*Краснобородько О.Ю.* О повторяемости очень сильных и катастрофических Эль-Ниньо и их влиянии на промысел в перуанском подрайоне юго-восточной пацифики 327

*Лопатухин Л.И., Бухановский А.В., Калюжная А.В. Чернышева Е.С.* Справочники по волновому климату морей – от традиционных изданий к компьютерным технологиям 329

*Малинин В.Н., Вайновский П.А. Митина Ю.В., Кудряшов В.А*. Площадь морского льда разных регионов северного полушария в 21-м веке 331

*Малинин В.Н., Гордеева С.М., Шевчук О.И.* Изменения уровня мирового океана в 21-м столетии 334

*Никольский Н.В. Артамонов Ю.В., Скрипалева Е.А.* Синоптическая и сезонная изменчивость поля температуры в атлантическом секторе Арктики по данным реанализа NOAA OI SST 337

*Новоселова Е.В., Белоненко Т.В.* Бароклинный радиус деформации Россби в морях северо-европейского бассейна 340

*Родионов А.А., Гордеева С.М.,Сафрай А.С.* Нестационарность обтекания погруженного тела для условий Баренцева моря 342

*Соколов А.А., Гордеева С.М.* Адвекция тепла в Баренцево море 345

*Спиридонова Е.О., Панов Б.Н., Смирнов С.С.* Роль синоптических вихревых образований в формировании био- и рыбопродуктивности черноморской экосистемы 347

## Секция 4. Экосистемы в условиях глобальных изменений

*Алаа Ахмад Али*. Перспективы стабилизации экологической ситуации в береговой зоне Сирии путем формирования охраняемых природных территорий 350

*Алентьев Ю.Ю.* Создание системы мониторинга с использованием средств автоматической фиксации на территории водосборных площадей малых рек (на примере реки Малая Истра) 352

*Багрова Т.Н.* Динамика гидротермических и физико-химических параметров почв в естественных экосистемах Тебердинского заповедника 355

*Бардина Т.В., Бардина В.И., Кулибаба В.В.* Мониторинг экологического состояния почвенного покрова промышленной зоны в прибрежном ландшафте с использованием стандартной биотест-системы 357

*Боханцева Е.В., Бобровский А.П., Михтеева Е.Ю., Яковлева Т.Ю*. Использование метода комбинационного рассеяния света для анализа кристаллических структур 360

*Глушковская Н.Б.* Динамика начальных этапов восстановления растительности на антропогенно нарушенных субстратах севера Западной Сибири 362

*Голенко М.Г., Казак Л.В.* Эвтрофирование водоемов и методы предотвращения 364

*Доронин А.П., Тимощук А.С., Петроченко В.М., Козлова Н.А.* К вопросу об исследовании влияния формы осадков на интенсивность вымывания загрязняющих веществ из воздушного бассейна Санкт-Петербурга 366

*Дроздов В.В.* Обеспечение экологической безопасности экосистем внутренних морей Европы на основе методов интегральной диагностики их состояния и оценки устойчивости 368

*Жигульский В.А., Шуйский В.Ф., Максимова Е.Ю., Паничев В.В.* Воздействие гидротехнических работ на макрозообентос зарослевых прибрежных участков восточной части Финского залива 371

*Зуева Н.В., Примак Е.А, Урусова Е.С., Зуев Ю.А., Бабин А.В.* Оценка экологического благополучия малых рек Ленинградской области 374

*Иголкина Е.Д., Попов И.О., Ясюкевич В.В., Семёнов С.М.* К стратегии адаптации к изменениям климата в секторе «здоровье населения» в России 376

*Краснобородько О.Ю.* К вопросу о методах снижения смертности мелких китообразных при океаническом промысле 379

*Кровнин А.С., Мельников С.П., Артеменков Д.В., Мурый Г.П.* Влияние современных изменений климата на сообщества морских рыб в Северо-Атлантическом регионе 381

*Кузьмина Ж.В., Черноруцкий С.В.* Влияние гидротехнических сооружений и климатических изменений на динамику долинных экосистем в зоне южной тайги европейской России 383

*Минакова Е.А., Шлычков А.П., Кондратьев С.А.* Оценка величины выпадений биогенных веществ из атмосферы на территории республики Татарстан 386

*Музалевский А.А.* Инструмент риска в обеспечении экологической безопасности Санкт-Петербурга 388

*Панов Б.Н. Спиридонова Е.О.* Климатические факторы устойчивого роста солености вод Азовского моря 391

*Поздняков Ш.Р., Иванов Е.В., Гузева А.В., Ревунова А.О.* Загрязнение водной среды микропластиком как актуальная проблема современности 394

*Попова Е.Н., Попов И.О., Кухта А.Е.* Динамика биотической компоненты наземных экосистем под влиянием изменений климата 396

*Потапова Т.М., Задонская О.В., Марков М.Л.* Гидролого-гидрохимические условия формирования олиготрофных болотных экосистем под воздействием сбросов сточных вод 398

*Пчелкин А.В., Кухта А.Е.* Фоновый мониторинг эпифитных лишайников в Северо-Осетинском заповеднике 400

*Пчелкин А.В., Кухта А.Е.* Влияние эмиссии поллютантов полигона твердых бытовых отходов на лихенобиоту 402

*Редникова Т.В.* Правовая охрана арктических экосистем и их компонентов 405

*Самойлова Е.П., Осипова Т.Н.* Микроклимат как комплекс абиотических факторов, влияющих на выживание и сохранение популяций клещей *Ixodes Ricinus L.* и *I. Persulcatus Sch*. (на примере Санкт-Петербурга и Ленинградской области) 407

*Сафина Г.Р., Федорова В.А.* Искусственные земельные участки города Казани и водные экосистемы акватории Казанского залива Куйбышевского водохранилища 410

*Сергиенко Л.А., Минаева Т.Ю., Дьячкова Т.Ю.* Приморские экосистемы европейского сектора российской Арктики в условиях ускорения природных и антропогенных воздействий 413

*Серебрицкий И.А., Азёмов Д.Т.* Осуществление государственного мониторинга атмосферного воздуха в рамках территориальной системы наблюдений на территории Санкт-Петербурга 416

*Степанова Е.В., Степанов А.И*. Характеристика загрязненности реки Славянка в районе МО Рыбацкое 418

*Стрельников А.Н.* Шумовое загрязнение окружающей среды урбанизированных территорий 421

*Фрумин Г.Т.* Экология и терминология 423

*Фрумин Г.Т., Малышева Н.А.* Оценка токсичности необезвреженных отходов на полигоне Красный Бор 425

*Часовников В.К., Чжу В.П., Часовникова Л.А.* Прибрежно-морские исследования гидрохимической структуры вод на мониторинговом разрезе в северо-восточной части Черного моря 428

*Шелутко В.А., Алексеев Д.К., Говор А.А.* Мониторинг стока соединений валового фосфора по р. Неве 430

*Шелутко В.А., Рахмутоллозода А.А*. Информационное обеспечение гидрохимических наблюдений и годовой сток сульфатов по реке Вахш 432

*Экба Я.А., Гицба Я.В., Долгова-Шхалахова А.В., Аракелов М.С.* Комплексная оценка качества прибрежных вод в регионе Краснодарского края и республики Абхазия 434

## Секция 5. Информационные технологии мониторинга окружающей среды

*Абрамов Д.В., Никифоровский А.А.* К вопросу о лесных массивах на цифровых моделях рельефа 436

*Большаков В.А., Архипкин В.Я., Векшина Т.В.* Метеорологическая автоматическая информационно-измерительная система 438

*Вычужанин П.В., Хватов А.А., Калюжная А.В.* Обнаружение аномалий в результатах гидрометеорологического моделирования с использованием сверхточных нейронных сетей 440

*Вязилов Е.Д.* Новые направления автоматизации гидрометеорологического обслуживания 442

*Грызунов В.В., Нестерова А.О.* Особенности гидрометеорологического обеспечения «Индустрии 4.0» 445

*Девятаев О.С., Бресткин С.В., Быченков Ю.Д., Фоломеев О.В.* Получение, обработка и передача потребителям гидрометеорологической информации – информационное производство на примере ледово-информационной системы «Север» 447

*Дурнаева В.Н.* Геоинформационные технологии в изучении карста 449

*Евстигнеев В.П., Остроумова Л.П., Лемешко Н.А., Мишин Д.В.* Технология автоматизированного расчета испарения с поверхности водоемов на основе данных гидрометеорологических наблюдений 451

*Завгородний В.Н.* Систематизация мер количественной оценки георисков 453

*Запорожцев И.Ф., Орловский А.Н., Кузьминов П.В., Кучугура А.Д., Кононюк В.В.* Разработка веб-приложения для борьбы с лесными пожарами в Мурманской области 456

*Зеленцов В.А., Потрясаев С.А., Пиманов И.Ю., Пономаренко М.Р.* Система мониторинга и прогнозирования гидрологической обстановки на реке Северная Двина на базе интегрированного использования комплекса моделей и наземно-космических данных 459

*Коринец Е.М., Векшин А.К.* Особенности формирования геоинформационной системы оценки транспортирующей способности руслового потока в целях управления пойменными территориями 462

*Крюковских Е.П., Бобровский А.П., Дьяченко Н.В., Хлябич П.П.* Мониторинг содержания водяного пара в атмосфере 464

*Кузнецов А.Д., Сероухова О.С., Симакина Т.Е., Солонин А.С.* Оценка возможностей использования средств ГИС для определения местоположения метеорологических станций по спутниковым снимкам 466

*Кураков С.А., Корольков В.А.* Приборы и комплексы ИМКЭС СО РАН для метеорологического мониторинга 469

*Матафонов Е.П.* Мониторинг особенностей природной среды. Некоторые аспекты методов ведения наблюдений в современных условиях 472

*Никитенко А.А., Бобровский А.П., Дьяченко Н.В., Скобликова А.Л.* Исследования общего содержания CO2 в атмосфере со спутника OCO-2 474

*Никитин Н.О., Калюжная А.В.* Технологии обработки, хранения и визуализации Big Data в задачах моделирования климата Арктики 476

*Пигольцина Г.Б., Задворных В.А.* Усовершенствование технологии учёта микроклиматической информации при климатическом обслуживании отраслей экономики 478

*Покровский О.М.* Перспективы применения методов искусственного интеллекта для сезонных прогнозов погоды 481

*Рудь М.Ю., Готюр И.А., Мешков А.Н., Яременко И.А.* Метод обработки гидрометеорологической информации на основе искусственных нейронных сетей 483

*Скориков Д.С.* Применение геоинформационных технологий при мониторинге мелководных участков волгоградского водохранилища 485

*Терехов А.В., Обломкова Н.С., Шмакова М.В., Игнатьева Н.В., Брюханов А.Ю., Кондратьев С.А.* Внешняя и внутренняя фосфорная нагрузка на Дудергофские озёра 488

*Третьяков В.Ю., Фролов С.В., Сарафанов М.И., Федяков В.Е.* Геоинформационные технологии для обеспечения морских транспортных операций в Арктике и замерзающих морях 491

*Федоров А.П.* Применение геоинформационных систем при редевелопменте территорий 494

*Чурюлина А.Г., Бочарников М.В.* Моделирование ареала Караганы Гривастой на Становом Нагорье (Республика Бурятия) 496

*Шабалин П.В.* Модель пространственно-временного распределения характеристик ветра в районе космодрома «Плесецк» 498

*Шабалин П.В.* Метод внешнего проектирования системы экологического мониторинга космодрома (на примере космодрома «Плесецк») 501

*Шишкин А.Д., Чернецова Е.А.* Дистанционная система мониторинга для обеспечения экологической безопасности морской поверхности 503

*Яременко И.А., Готюр И.А., Мешков А.Н., Рудь М.Ю.* Методы организации обработки и хранения гидрометеорологической информации с использованием подходов Big Data 505

## Секция 6. Техносферная безопасность и развитие территорий

*Андреев А.В., Болтёнкова Е.А.* Разработка учебного тренажера в целях моделирования деятельности сотрудников предприятия в кризисных условиях 507

*Андреев А.В., Каченкова В.Д.* Обеспечение безопасности окружающей среды в условиях урбанизации 510

*Аракелов М.С., Долгова-Шхалахова А.В., Ахсалба А.К., Жиба Р.Ю.* К вопросу анализа геоморфологического и геоэкологического состояния и оценки природных и антропогенных рисков снижения устойчивости береговых систем восточной части Черного моря 512

*Блиновская Я.Ю, Майсс А.А.* Экологические последствия «призрачного рыболовства» для морских экосистем российского Дальнего Востока 515

*Боков В.Н.* Возможности метеорологии в управлении сейсмическими рисками 517

*Бурлов В.Г., Ахмадиева А.Ф., Хрусталева А.Ю*. Возможность использования современных технологий обеспечения безопасности при строительстве жилых домов в районах вечной мерзлоты 519

*Бурлов В.Г., Маньков В.Д., Полюхович М.А.* Разработка технологии управления электробезопасностью 521

*Бызов А.П., Ковязина О.Е.* Основные причины возникновения угроз разрушения окружающей среды в Арктике и пути снижения риска их появления 523

*Васильев М.П., Кобышева Н.В.* Об оценке погодно-климатических рисков в секторах экономики субъектов РФ 525

*Гомазов Ф.А., Ахмадиева А.Ф., Хрусталева А.Ю.* Недостатки процесса управления техносферной безопасностью 528

*Гомазов Ф.А., Шершнева А.И.* Применение геоинформационных систем для обеспечения безопасности в умных городах 530

*Домнина А.Ю.* Элементы морского пространственного планирования как основа рационального природопользования Куршского залива и прилегающей прибрежной территории 532

*Егер О.В., Хорошавин А.В.* Исследование почвогрунтов в рамках инженерно-экологических изысканий на примере площадки для строительства АЭС «Эль-Дабаа» (Египет) 534

*Ефремов С.В., Уварова А.О.* Управляемая природно-техническая система на основе объединения механизмов функционирования систем как фактор развития общества 536

*Иванов С.А., Таланова С.М., Музалевский А.А.* К вопросу современной интерпретации термина «экологическая безопасность» 538

*Каверзнева Т.Т., Клочихин И.О., Чаловская Е.К.* Применение ультразвуковых и околоультразвуковых устройств для защиты территорий от вандализма 540

*Кузнецова М.Н., Плинк Н.Л.* Транспорт наносов и прогноз развития морского берега на примере участка ямальского берега Байдарацкой губы 542

*Лисенков С.А., Шалунова Е.П.* Анализ системы обращения с отходами на территории хабаровского края в рамках реализации реформы обращения с отходами производства и потребления в Российской Федерации 545

*Музалевский А.А.* Инструмент риска в обеспечении экологической безопасности Санкт-Петербурга 547

*Павловский А.А.* Прогнозируемые изменения зоны затопления территории Санкт-Петербурга в XXI веке 549

*Сидорчук А.Ю.* Оценка потенциала оврагообразования в криолитозоне для обеспечения безопасности инфраструктуры нефтегазовых месторождений 552

*Тюсов Г.А., Акентьева Е.М.* Воздействие климатических изменений на электроэнергетику России 554

*Ульянов А.И., Шавуров С.А.* Анализ проблем, связанных с отсутствием городской инфраструктуры в современных микрорайонах 557

*Чумаков Н.А., Житникова Т.С.* Роль качества подготовки специалиста по техносферной безопасности в сохранении окружающей среды 559

*Шумихина А.В., Маратканова В.С.* Оценка погодных рисков на территории Удмуртской республики на примере рыбоводческого хозяйства «Пихтовка» 561

*Яковлева Е.Н.* Проблемы статистического информационного обеспечения управления климатической безопасностью России 564

## Секция 7. Метеорология специального назначения: теория и практика – проблемы и пути решения

*Авдеев С.М., Бурцева Т.Н.* Анализ пожароопасной обстановки на территории Российской Федерации с использованием спутникового мониторинга 567

*Акселевич В.И., Мазуров Г.И.* Возможности получения информации в режиме текущего времени с помощью аэростатов 570

*Андронников В.В., Костылева Л.Н.* Способ прогноза перемещения и эволюции циклонов, смещающихся с Норвежского моря на Европейскую территорию России 572

*Бакаев Г.Н., Круссер И.В.* Методика учета жесткости климатических условий Арктики при планировании деятельности авиации 575

*Белинский А.С., Кузнецов И.Е.* Методика оценки электрического состояния атмосферы по значению радиолокационной отражаемости метеорологического объекта 577

*Белихина Н.В.* Обеспечение Вооруженных сил речными и морскими гидрологическими, ледовыми прогнозами 580

*Болелов Э.А.,Биктеева Е.Б., Ермошенко Ю.М., Фридзон М.Б.* Комплексная система аэрологического радиозондирования атмосферы 582

*Борисов А.А., Маков А.Б., Рукасов Е.А.* О подходе к повышению качества гидрометеорологической продукции посредством адаптации технологий прогнозирования гидрометеорологических параметров к меняющимся условиям обстановки 584

*Булгин Д.В., Насонов А.А., Слащёв С.В.* Научно-методический комплекс оценки эффективности применения бортовых лазерных локационных систем в сложных метеоусловиях 587

*Васильев А.В.* Моделирование процесса обнаружения атмосферных образований, опасных для воздушных судов 589

*Громковский А.А., Костылева Л.Н.* Применение информационных критериев при разработке прогностических моделей метеорологических величин 591

*Дорофеев В.В., Степанов А.В., Ладыченко А.А., Файзуллин Р.Р.* Методика определения видимости объектов при ведении авиационной разведки визуальным наблюдением 594

*Евстафиев Ф.А., Герасимов А.А.* Оценка помехоустойчивости приема спутниковой метеоинформации аппаратурой «СЮЖЕТ-МБ» 596

*Ефременко А.Н., Лобанов К.А., Подчасский А.С., Королёва О.А.* Перспективы применения Web-технологий при разработке информационных систем геофизического обеспечения 599

*Ефременко А.Н., Караваев Д.М., Моисеева Н.О., Черный В.В.* Особенности использования методов прогнозирования в задачах обеспечения безопасности и оптимизации планирования воздушного движения 601

*Закусилов В.П., Задорожная Т.Н., Фадеев М.А.* Учет атмосферной циркуляции при выборе предикторов для прогноза сложных метеорологических условий 603

*Караваев Д.М., Кулешов Ю.В., Лебедев А.Б., Щукин Г.Г.* Перспективы практического использования спутниковых данных микроволновых радиометров 606

*Качалкин А.Ю., Гуськов Д.А., Жильчук И.А.* Модель поддержки принятия метеозависимых решений при выполнении задач авиационными формированиями с учетом влияния метеорологических факторов 608

*Ковалев В.И., Середин П.И., Хохлов В.С.* Оценка метеорологического обеспечения подразделений армейской авиации в современных условиях 610

*Кулешов Ю.В., Алёхин С.Г., Удриш В.В., Рукасов Е.А.* Способ оценивания продолжительности благоприятных метеорологических условий для планирования применения беспилотных летательных аппаратов 612

*Мазуров Г.И., Акселевич В.И.* Космический и авиационный мониторинг геосфер Земли 614

*Мартьяшкин А.Б., Муртазалиев А.Н., Чуб Р.В.* Особенности локализации экстремальных отклонений толщины озонового слоя от нормы в зависимости от поля геопотенциала в средней тропосфере 617

*Маслобойщиков А.Н.* Оценка метеорологической информации в системе штормового оповещения 620

*Подковырин А.Н., Канарский И.Д., Лесин В.И., Бунина Ю.Е* Автоматизированная система оперативного контроля опасных природных процессов и явлений при гидрометеорологическом обеспечении действий войск (сил) 622

*Подковырин А.Н., Подчасский А.С., Бунина Ю.Е., Полушина Е.С.* Оценивание возможности применения вооружения и военной техники в различных гидрометеорологических условиях 624

*Подковырин А.Н., Лобанов К.А., Подчасский А.С., Иванова И.А.* Особенности математического решения задачи выявления опасных природных процессов (явлений) при гидрометеорологическом обеспечении действий войск (сил) 626

*Пономарев О.П., Петров Р.А., Луценко А.В., Самофеев А.А.* Опыт проектирования, изготовления и ввода в эксплуатацию аэрологического радиолокационного вычислительного комплекса (АРВК) «ВЕКТОР-М» 628

*Попов В.В., Минаков Д.М., Попова И.В.* Анализ гидрометеорологических рядов на основе спектрально-сингулярного анализа 631

*Прохоренко П.А., Тюленева М.А., Костромитинов А.В.* Моделирование перспективного облика отечественной полярной космической системы гидрометеорологического назначения 633

*Прямицын В.Н.* Мобилизационная деятельность отечественных государственных органов в сфере военной гидрометеорологии (1876–1945 гг.) 636

*Расторгуев И.П.* Метеорология специального назначения – вызов времени 638

*Фридзон М.Б., Ермошенко Ю.М, Терешонок Н.А., Болелов Э.А.* Натурные сравнительные исследования радиолокационной и радионавигационной систем аэрологического зондирования атмосферы 641

*Цыплакова Л.В.* Метеорологическое обеспечение деятельности Вооруженных сил 643

*Черный В.В., Ефременко А.Н., Жильчук И.А., Караваев Д.М., Моисеева Н.О.* Автоматизированный контроль гидрологических и склоновых процессов с помощью программно-технического комплекса гидрометеорологического обеспечения войск 645

*Шаршуков Р.А., Галкин И.А.* Организация маневренного мониторинга гидрометеорологических условий в Арктике при гидрометеорологическом обеспечении сил (войск) Военно-морского флота 647

## Секция 8. Экономико-управленческие проблемы развития общества: перспективы и инновации

*Аракелов М.С., Темиров Д.С., Яйли Д.Е., Мерзакаев С.А.* Методика оценки туристско-рекреационного потенциала Черноморского побережья Краснодарского края на основе интегрального анализа 649

*Арапов С.В.* К обновлению правовых и управленческих инструментов регионального развития 652

*Бабакаев С.В.* Модернизация российской экономики и становление цифровой реальности: возможности и риски 655

*Брайчук Е.Г.* Современные инновации в процессе повышения устойчивости экономики страны 658

*Бубнова Я.В.* Становление метеорологической службы в царской России 660

*Выдрина Е.О., Дончевская Л.В.* Правовое регулирование бухгалтерского учета в организациях, находящихся в арбитражном управлении 663

*Выдрина Е.О., Титов В.А., Гуров М.П.* Развитие и управление военно-экономическими локалитетами АЗРФ: военно-морские базы и ЗАТО 665

*Выдрина Е.О. , Шумаков О.С.* Устойчивость инновационного экономического развития территорий Арктической зоны Российской Федерации 668

*Грибановская С.В.* Ресурсный потенциал в устойчивом развитии Арктики 671

*Заплитная Э.С.* Влияние климатических условий на экономико-управленческую деятельность предприятий 673

*Князева Е.Н.* Санкции как стимул к экономическому развитию России 675

*Кондратов Н.А.* Альтернативные варианты развития Арктики в XXI веке 679

*Курочкина А.А., Бикезина Т.В., Сергеев С.М.* Моделирование адаптивного автоматизированного склада 682

*Петрова Е.Е.* Показатели социального развития Арктической зоны РФ 685

*Редькина Т.М., Соломонова В.Н.* Инновационная составляющая региональной стратегии адаптации к климатическим изменениям 688

*Семенова Ю.Е.* Барьеры на пути инноваций в Арктике 690

*Строкина В.Ю.* Общетеоретический подход к реализации стратегии пространственного развития арктического макрорегиона в условиях современных тенденций изменения климата 692

*Сударикова А.М., Спиридонова В.А.* Первая профессия И.В. Сталина – метеоролог 695

*Фирова И.П.* Инновационные подходы бизнеса в решении проблемы изменения климата 698

*Фокичева А.А.* Неопределенность реализации метеорологических прогнозов как фактор риска управленческих решений 701

*Шапиро С.В.* PR-сопровождение освоения Арктической зоны РФ 704

## Секция 9. Современные проблемы коммуникации в профессиональной сфере

*Артемьева И.Н.* Новые цифровые технологии в обучении иностранным языкам (МООК по французскому языку) 706

*Борисова Ю.В.* Формирование коммуникативной компетенции на занятиях по иностранному языку в Горном университете 709

*Быкова Е.В.* Общественность, бизнес и власть: экологические вызовы в средствах массовой информации 711

*Варзинова В.В., Травина Л.Е.* Идиоматические сочетания с лексическими единицами тематического поля «Погода» в русском и французском языках 713

*Гоман Ю.В.* Обучение переводу студентов инженерных специальностей на занятиях по иностранному языку в техническом вузе 716

*Дектерев С.Б., Осокина Н.Ю.* Язык экологии и политический дискурс 718

*Дорошкевич И.С.* Профессионально-ориентированное обучение иностранному языку в сфере гидрометеорологии 720

*Зайцева Е.В.* Стратегии чтения как средство развития иноязычной коммуникативной компетенции студентов 723

*Игнатьева Н.В., Митина Ю.В.* Формирование метанавыков на всех ступенях образования при обучении иностранному языку 725

*Курченко Н.М., Медко Е.А.* Приемы обучения английской лексике магистрантов экологического направления 728

*Лазар М.Г.* Язык научной коммуникации и неологизмы 730

*Мирошниченко С.А.* Использование междисциплинарных знаний на занятиях по разговорной практике (французский язык) 732

*Николаева Е.К.* Перспективы современной диалектной фразеографии 734

*Рохлина Е.К.* О применении информационно-коммуникационных технологий в терминологических исследованиях и терминографии 736

*Седунова О.Ю.* Использование информационно-коммуникативных технологий в целях организации самостоятельной работы студентов при обучении иностранному языку 738

*Троцюк С.Н.* Экологические проблемы русского языка 740

*Федорова Н.Ю.* Подготовка аспирантов к представлению научного доклада на английском языке как методическая проблема 742

*Якушкина Т.В.* Как овладеть словарем Шекспира в вузовском обучении иностранному языку 744

*Ярмухамедова Ф.М.* Английская метеорологическая лексика: источники метафоризации 746

## Секция 10. Проблемы правового регулирования в экосфере: современные вызовы, средства и технологии оптимизации

*Вершков Г.Д., Мирзоева С.* Вступление законодательных норм по обращению с твердыми коммунальными отходами на территории города федерального значения г. Санкт-Петербург 749

*Каспрова Ю.А.* «Чистый воздух» и право на достоверную экологическую информацию 752

*Михеев В.Л.* Состояние нормативно-правовой базы при освоении арктических нефтегазовых месторождений континентального шельфа 754

*Мушкет И.И., Исаев Д.И.* О некоторых проблемах правового регулирования при выполнении дноуглубительных и дноочистительных работ на реках и озерах 757

*Немченко С.Б.* Функция государства по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций в Арктике: совершенствование законодательного обеспечения 760

*Никифорова Е.Н.* Благоприятная окружающая среда и экологическая безопасность как факторы устойчивого развития муниципалитетов 763

*Розанова М.С.* Реализация модели представительства коренных малочисленных народов Севера в органах законодательной власти субъектов АЗРФ 767

*Степанова А.А.* Правовые методы предотвращения обезлесивания 770

*Тонков Е.Н.* Воздействие геоклиматических особенностей местности на формирование правопорядка 773

*Устюкова В.В.* Роль гидрометеорологической информации в обеспечения устойчивого развития сельского хозяйства (правовой аспект) 776

*Уткин Н.И.* Совершенствование правового регулирования Арктической зоны Российской Федерации 779

*Хорошавин А.В.* Проблемы реализации требований по расширенной ответственности производителя за утилизацию отходов от использования товаров 782

## Школа молодых ученых «ЭКОГИДРОМЕТ – Новые горизонты»

*Белякова А.М., Пашукова Ю.В.* Качество вод реки Охта по гидрохимическим и токсикологическим данным 785

*Бубнова О.Е., Подгайский Э.В., Сероухова О.С., Климова О.В., Ержанова Н.А.* Альтернативные источники энергии в республике Алтай 788

*Вебер А.В., Моисеева Н.О.* Влияние авиационного шума на окружающую среду 790

*Галиев Р.Г., Фертикова Е.П.* Формирование сознательного отношения граждан к проблемам окружающей среды по результатам социологических опросов 792

*Говор А.А., Алексеев Д.К.* Межгодовая изменчивость объемов стока растворенных веществ реки Печора 794

*Гришина А.С.* Кормовая база рыб-бентофагов заливов восточного побережья Балтийского моря: видовое разнообразие и особенности распределения 796

*Ершова А.А., Пашкевич Д.В., Ковалева С.В.* Исследование загрязненности морским мусором пляжей восточной части Финского залива в 2018 году 799

*Ильин В.Г., Волобуева О.В., Горохольская В.З.* Опасные для отраслей экономики Республики Башкортостан явления погоды, обусловленные южными циклонами 801

*Исаева М.В., Слегина Е.В., Аликбиров Р.Р.* Влияние автотранспорта на загрязненность почв Санкт-Петербурга 803

*Кузьмицкая М.А.* Моделирование переноса водяного пара в атмосфере в районе размещения атомной электростанции 805

*Лапенков А.Е., Зуев Ю.А.* Методы оценки воздействия садковых ферм на состояние прибрежных акваторий 807

*Лукина О.В.* Экономические методы оценивания биоразнообразия особо охраняемых природных территорий 809

*Майшева К.В.* Применение норм статьи 42 Конституции РФ в контексте возмещения вреда, причинённого окружающей среде в результате незаконной рубки лесных насаждений 811

*Макарова М.А., Шелутко В.А.* Оценка и прогноз экстремальных уровней загрязнения р. Великая (Псковская область) 814

*Малышева В.К., Соловьева Е.Н.* Актуальность проблемы содержания диких морских млекопитающих в условиях неволи 816

*Мартынова Е.О.* Оценка экологической обстановки в районе аэропорта «Пулково» 819

*Михайленко Н.О.* Особенности микроклимата острова Валаам 821

*Низамутдинов Т.И., Колесникова Е.В., Алексеев Д.К.* Особенности пространственно-временного распределения риска здоровью для населения в крупных промышленных городах 822

*Никонова Е.Э., Тихонова Т.Н., Давыдов Д.А., Фадеев В.В.* Применение метода индукции и релаксации флуоресценции (FIRe) для мониторинга вредоносных цветений фитопланктона 825

*Подрезова Н.А., Ангудович Я.И.* Исследование ледяного покрова в восточной части Финского залива в феврале 2019 г. 827

*Подрезова Н.А., Нурлибаева А.С.* Распределение гидрологических характеристик в проливе Бьеркезунд по натурным данным за август 2018 года 828

*Подрезова Н.А., Родикова А.Е.* Ледовый режим Баренцева моря в 2016-2018 гг. 829

*Прокофьева П.В.* Развитие экологических троп на примере государственного природного заказника «Линдуловская роща» и памятника природы «Токсовские высоты» 830

*Пушков Е.А.* Пространственно-временная изменчивость температуры воды и основных гидрохимических параметров озера Черное (Валаамский архипелаг, Ладожское озеро) 832

*Семенец Е.С.* Пространственное распределение кислотных выпадений с атмосферными осадками на территории СЗФО 835

*Сухова М.Г., Журавлева О.В., Лукашева М.А., Чернова Е.О.* Изменение температуры воздуха в Центральном Алтае за период инструментальных наблюдений 838

*Тухватуллина Е.П., Воякина Е.Ю.* Динамика хлорофилла *a* в ряде бухт Валаамского архипелага в 2015–2017 годах 841

*Урусова Е.С.* Оценка загрязненности притоков реки Охта в пределах Санкт-Петербурга 843

*Урусова Е.С., Быстрова В.И.* Оценка загрязненности реки Охта по результатам мониторинга на специализированной сети наблюдений 846

*Урусова Е.С., Жужгова Е.В.* Динамика загрязненности рек южного Приладожья 848

*Утяганова С.Н., Зуева Н.В.* Анализ видового богатства макрофитов р. Охта 849

*Фураева Д.И., Урусова Е.С.* Высокие и экстремально высокие уровни загрязненности реки Охта в летний период 851

*Хорошавин А.В., Ракитин Т.Д.* Экологические инновации, используемые нефтегазовыми российскими компаниями при освоении Арктики, как критерий экологической безопасности 854

*Чернышев А.Н., Степанова А.Б.* Характеристика сообщества зоопланктона оз. Лещевое (о. Валаам, Ладожское озеро) 858

*Шувалова М.М.* Акции сбора макулатуры в РГГМУ: опыт и перспективы 861

*Шустин А.Я.* Влияние океанологических условий на экологию метапопуляции ставриды (*Trachurus murphyi*) в южной части Тихого океана (по результатам проекта Argo) 863

*Научное издание*

Сборник тезисов
Всероссийской
научно-практической конференции

«СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ И УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ»

14–15 марта 2019 года

*Начальник РИО* А.В. Ляхтейнен
*Верстка* М.В. Ивановой

Печатается в авторской редакции.

Подписано в печать 07.03.2019. Формат 60×90 1/8. Гарнитура Times New Roman.
Печать цифровая. Усл. печ. л. 111,25. Тираж 100 экз. Заказ № 740.
РГГМУ, 192007, Санкт-Петербург, Воронежская ул., 79.

При поддержке

ЗАКОНОДАТЕЛЬНОЕ СОБРАНИЕ
САНКТ-ПЕТЕРБУРГА