

на автореферат диссертационной работы Даценко Юрия Сергеевича «Формирование и трансформация качества воды в системах источников водоснабжения города Москвы», представленной на соискание ученой степени доктора географических наук по специальности 25.00.27 – гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия.

Актуальность приобретения знаний о функционировании экосистем водохранилищ – источников водоснабжения крупных городов и их взаимодействии с окружающей средой определяется, с одной стороны, тем, что с момента создания многих из них прошло много лет, а с другой стороны – в условиях все возрастающего дефицита водных ресурсов встают вопросы их рационального использования, развития и совершенствования мониторинга их состояния и разработки научно обоснованных подходов к совершенствованию системы их оценки и прогноза как важных инструментов территориального планирования и обеспечения устойчивого развития территорий. Для водообеспечения столицы России г. Москвы создан крупнейший в стране комплекс, состоящий из 15 водохранилищ с общей емкостью более 3 км³ и двух крупных каналов, соединяющих Волжский источник водоснабжения с площадью водосбора более 40 тыс. км² и Москворецкий с площадью водосбора 7,5 тыс. км². Эта система водоснабжения более чем на 99% базируется на использовании поверхностных вод. Для московского водоснабжения гарантированное количество воды обеспечено на долгосрочную перспективу, но проблемы химического и биологического состава воды требуют значительного внимания, поскольку колебания состава в широком диапазоне природных условий гораздо труднее регулировать, чем количество водных ресурсов.

Целью работы, по мнению рецензентов, является выявление закономерностей формирования химического и биологического состава и физических свойств воды, обуславливающих ее качество в системе источников московского водоснабжения и разработка теоретико-методологических положений для решения практических задач, связанных с оценкой и контролем состояния, оперативным прогнозированием и использованием возможностей регулирования состава и свойств воды в источниках водоснабжения крупных городов.

В соответствии с этой целью в **задачи** работы автором включены: 1. Исследование особенностей гидрологического и гидрохимического режима и изменчивости основных показателей качества воды в водных объектах различного типа. 2. Выявление влияния природных и антропогенных факторов на формирование пространственно-временной изменчивости показателей качества воды в реках и построенных на них водохранилищах. 3. Проведение балансовых расчетов и оценка роли водохранилищ в трансформации химического стока рек и формировании качества воды. 4. Анализ многолетних рядов наблюдений за качеством воды источников водоснабжения и разработка методов регулирования и прогнозирования цветности и окисляемости вод Волжского источника водоснабжения. 5. Изучение особенностей эвтрофирования водохранилищ, уточнение методов его оценки и математического моделирования. 6. Оценка и ранжирование трофического состояния москворецких водохранилищ по комплексу

критериев эвтрофирования. 7. Разработка и верификация экологического блока гидрологической модели водохранилищ. 8. Проведение серии сценарных гидроэкологических расчетов для изучения структуры фосфорного баланса и прогнозирования продукционных процессов в экстремальных гидрометеорологических ситуациях. 9. Проведение модельной оценки влияния внутриводоемных процессов на распространение загрязняющих веществ в Вазузском водохранилище при наличии водозабора в центральной его части.

Автором **выносятся на защиту** шесть основных результатов работы:

1. Закономерности гидроэкологического режима водохранилищ водохозяйственных систем источников водоснабжения, способствующие формированию качества воды, которые состоят в том, что: - межгодовой и внутригодовой диапазон колебаний показателей качества воды у водозаборов водопроводных станций зависит от структуры водохозяйственной системы источника водоснабжения и сильно снижается в системе, имеющей водохранилище в своем замыкающем звене; - трансформация химического стока и качества воды в водохранилищах зависит от интенсивности их водообмена, и самоочищающая способность экосистемы водохранилищ усиливается с уменьшением их водообмена; - влияющие на качество воды продукционные процессы в водохранилищах источниках водоснабжения зависят от особенностей гидрометеорологических условий в вегетационные периоды. 2. Неблагоприятные для целей водоснабжения природные свойства воды, затрудняющие ее обработку на станциях водоподготовки, приобретаются в водохранилищах в периоды летней стратификации, когда: - вероятность вспышек цветения водохранилищ и связанного с ним ухудшения качества воды повышается в засушливые годы при интенсивном заборе воды из водохранилищ; - гидрологическая структура водохранилищ в вегетационный сезон оказывает доминирующее влияние на распределение в них биогенных веществ и растворенного кислорода, увеличивая внутреннюю биогенную нагрузку. 3. Обоснование регулирования высокой цветности вод Волжской системы водоснабжения г. Москвы путем попусков из Вазузского водохранилища. 4. Особенности режима формирования качества воды в водохранилищах водораздельного бьефа канала им. Москвы, связанные с резким возрастанием влияния роли местных притоков в весенний период. 5. Установленные особенности процесса эвтрофирования водохранилищ, которые были использованы: - для ранжирования трофического состояния водохранилищ Москворецко-Вазузской системы водоснабжения г. Москвы по комплексу показателей эвтрофирования и характеристикам кислородного режима; - для усовершенствования балансовых расчетов величины удержания фосфора в водоемах; - для расчета влияния водохранилищ Волжско-Камского каскада на сток фосфора в Каспий. 6. Решения практических задач формирования качества воды водохранилищ, полученные модельными сценарными и диагностическими расчетами по гидрологической модели водохранилища: - анализ структуры баланса фосфора в Можайском, Истринском, Вазузском и Иваньковском водохранилищах; - численная оценка влияния изменчивости гидрометеорологических условий на цветение фитопланктона в водохранилищах Москворецкой и Волжской систем водоснабжения; - особенности распространения потенциально опасных залповых загрязнений в многолопастном Вазузском водохранилище при различных гидрологических условиях и оценка вероятности их попадания в водозабор канала для межбассейновой переброски стока.

Научная новизна диссертационной работы заключается в том, что: 1) впервые на основе комплексного анализа гидрологической и гидрохимической информации установлены закономерности трансформации состава и свойств воды в крупнейшей в России водохозяйственной системе источников водоснабжения г. Москвы; 2) впервые количественно оценено влияние интенсивности водообмена на баланс химических веществ в водохранилищах – источниках водоснабжения, и выявлена роль водохранилищ в формировании качества воды у водозаборов станций водоподготовки; 3) впервые показано увеличение самоочищающей способности экосистемы водохранилища не только с уменьшением интенсивности водообмена в ней, но и с ростом биогенной нагрузки; 4) на примере Можайского водохранилища получены количественные связи характеристик биомассы основных групп фитопланктона в водоеме с уровнем воды в водохранилище в вегетационный период; 5) впервые обоснованы количественные методы оценки и прогноза высокой цветности и перманганатной окисляемости воды и продемонстрированы возможности их регулирования в Волжской системе водоснабжения; 6) на основе предложенного автором комплекса методов оценки процесса эвтрофирования проведено ранжирование современного экологического состояния водохранилищ источников водоснабжения г. Москвы.

Теоретическая и практическая значимость исследования. Выполненные теоретические, методические и научно-технические разработки используются в настоящее время и могут быть использованы в перспективе при: - планировании и проведении гидроэкологических исследований водных объектов систем источников водоснабжения; - планировании и обосновании систем наблюдений и контроля за состоянием водных объектов источников водоснабжения, обеспечивающих репрезентативность данных при определенном уровне информативности; - экспертизе водохозяйственных проектов (как в части информационного обеспечения, так и в прогнозировании качества воды и оценки возможностей управления им); - принятии решений по видам и режимам попусков из водохранилищ при возникновении в них критических ситуаций. Практическая значимость полученных результатов заключается в возможности использования предложенных методов для оценки степени трансформации химического стока водохранилищами, прогноза качества воды у водозаборов водопроводных станций и оценки эвтрофирования водохранилищ. Результаты диссертационной работы использовались для разработки стратегии водоохранных мероприятий и прогнозирования качества в системе источников водоснабжения г. Москвы.

Достоверность результатов исследований обеспечена использованием значительного объема репрезентативных данных, отобранных в соответствии с действующими государственными и отраслевыми стандартами, применением современных эколого-аналитических, статистических и геоинформационных методов обработки и анализа исходного материала, а также согласованностью результатов, полученных в натурных исследованиях и в модельных расчетах. Выводы, сформулированные в диссертации, отвечают поставленным цели и задачам исследования и в достаточной степени отражают достижения соискателя.

Основные теоретические, методические и практические результаты диссертации, сводятся к следующим выводам: 1. Гидроэкологический режим водохранилищ–источников водоснабжения крупных городов может способствовать формированию высокого качества воды при наличии в

замыкающем звене структуры системы водоснабжения водохранилища, обеспечивающего направленную трансформацию химического стока и состава воды за счет регулирования процессов водообмена и самоочищения. 2. Установлено, что во всех водохранилищах, используемых для водоснабжения г. Москвы, благодаря интенсивным внутриводоемным процессам самоочищения в водных экосистемах, происходит стабилизация состава исходной для станций водоподготовки воды по большинству показателей, выражающаяся в снижении концентраций химических веществ и уменьшении их внутригодовой изменчивости в течение года. Воздействие комплекса гидрологических условий, влияющих на величину притока воды к водохозяйственной системе, химический состав поступающих вод, определяют основные закономерности межгодовой и сезонной динамики показателей качества воды в водоемах. Баланс компонентов в экосистемах водохранилищ и коэффициенты удержания веществ в водохранилищах зависят от интенсивности их водообмена. 3. Разработана классификация трофического состояния водоемов по кислородному индексу и впервые проведено ранжирование состояния 40 водохранилищ Москворецкой системы водоснабжения по различным критериям эвтрофирования. Трофическое состояние водохранилищ Москворецко-Вазузской системы изменяется от мезотрофного к эвтрофному от Яузского и Вазузского, затем Рузское и Можайское, к Озернинскому и Истринскому. Прогрессирующее эвтрофирование москворецких водохранилищ и повышение их продуктивности способствует накоплению автохтонного органического вещества и образованию обширных анаэробных зон в глубинных слоях водоемов. 4. На основе анализа балансов химических веществ в водохранилищах Волжской системы водоснабжения столицы выявлено, что в половодье – (март–апрель), вклад потока биогенных веществ с бокового водосбора канала, загрязняющих воду, в среднем вдвое превышает приток этих веществ из Ивановского водохранилища. Вследствие уменьшения водообмена в настоящее время эффективность самоочищающей способности водохранилищ увеличивается. 5. На основе обобщения многолетних наблюдений за содержанием органического вещества в воде рек и водохранилищ Волжской системы водоснабжения разработана методика прогноза цветности и окисляемости воды у водозаборов станций водоподготовки с 3-х месячной заблаговременностью. Предложены методы направленного регулирования цветности и окисляемости вод Волжского источника водоснабжения специальными попусками воды из Вазузского водохранилища в речной участок Верхней Волги. 6. Показано, что главными факторами, определяющими самоочищение водохранилищ является интенсивность их водообмена и поступление органических веществ в водохранилище. Усовершенствована методика оценки самоочищения водных масс водохранилищ путем включением в расчет коэффициента удержания фосфора двух факторов – фосфорной нагрузки экосистемы водохранилища и интенсивности его водообмена. Методика использована для оценки самоочищения водных масс водохранилищ Волжского каскада и для расчета фосфорной нагрузки Северного Каспия. 7. Верифицирована гидрологическая модель водохранилища, с включенным в нее экологическим блоком. Впервые воспроизведены закономерности ежесуточного изменения пространственного распределения компонентов состава воды в водохранилищах. Модельными расчетами оценено влияние на состав воды комплекса внутриводоемных процессов: особенностей пространственно-временного распределения растворенного кислорода и минерального фосфора в

водохранилищах в годы различной водности; снижение фосфорной нагрузки в нижнем бьефе водохранилищ при разных вариантах сработки воды из водоема; возникновения причин «вспышек» в развитии фитопланктона. 8. Расчетами установлено, что по сравнению с обычным (среднеклиматическим) годом аномально жаркая погода в вегетационный период приводит к увеличению первичной продуктивности московских водохранилищ, и средняя биомасса фитопланктона в поверхностном слое приплотинного участка водохранилищ может возрасти на 30%. Выявлено влияние уровня водохранилища в вегетационный период на величину биомассы фитопланктона - чем ниже уровень водохранилища во время цветения, тем выше биомасса. В водохранилищах Волжской системы водоснабжения жаркая погода приводит к большему увеличению продуктивности водохранилищ, чем в московских водохранилищах. 9. Показано, что моделирование внутреннего водообмена многолопастных водохранилищ позволяет решать практические задачи расчета распространения загрязнений при аварийных ситуациях на притоках водохранилища. Установлено, что залповое поступление загрязняющих веществ в главную лопасть Вазузского водохранилища может приводить к кризисным ситуациям в работе водозабора в канал переброски резервных водных ресурсов в Московскую систему, которые возможны вследствие возникновения противотечения в Гжатском плесе водохранилища. Время добегания загрязняющих веществ от места их поступления в Вазузский, Осугский и Гжатский плесы зависит от расхода сброса, фазы гидрологического режима водохранилища и работы гидротехнических сооружений водохранилища.

В целом, судя по автореферату, работа написана интересно, автором вынесены на обсуждение результаты обработки большого количества мониторинговых данных, предложены интересные выводы, определяющие особенности устойчивого функционирования водных объектов и их экосистем.

Основные положения диссертации изложены в монографии и 92 статьях, в том числе в 36 статьях в журналах, рекомендованных ВАКом. Публикации соответствуют заявленной теме исследования. Автореферат соответствует защищаемым положениям и в целом отражает содержание работы.

Выполненный автором труд соответствует уровню диссертационной работы на соискание ученой степени доктора наук. Приведенные в диссертации результаты являются новыми и в совокупности отражают многолетние исследования автора.

Достоверность результатов определяется достаточно большим количеством использованного материала наблюдений, обобщенных автором, опытом применения различных методов для практической реализации обозначенных задач.

Диссертационная работа Даденко Ю.С. является законченным научным исследованием, заслуга которого заключается в глубоком познании процессов формирования химического состава вод и антропогенных преобразований их качества и вносит важный вклад в развитие гидрологии, гидрохимии в России.

Диссертационная работа «Формирование и трансформация качества воды в системах источников водоснабжения города Москвы» соответствует критериям Положения о порядке присуждения ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 № 842; соответствует требованиям, предъявляемым ВАК РФ к докторским диссертациям и паспорту

специальности 25.00.27, а соискатель, Даценко Юрий Сергеевич, заслуживает присуждения искомой степени доктора географических наук по специальности 25.00.27 – гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия.

Заведующая кафедрой Гидрологии
суши Института наук о Земле
Санкт-Петербургского
государственного Университета,
к.г.н., доц.



Г.В. Пряхина
Пряхина Галина Валентиновна

Профессор кафедры Гидрологии
суши, Института наук о Земле
Санкт-Петербургского
государственного Университета,
д.г.н., проф.



В.В. Дмитриев
Дмитриев Василий Васильевич

Профессор кафедры Гидрологии
суши, Института наук о Земле Санкт-
Петербургского государственного
Университета, заведующий кафедрой
Прикладной экологии Российского
государственного
гидрометеорологического
университета, д.г.н., проф.



В.А. Шелутко
Шелутко Владислав Аркадьевич

Почтовый адрес: 10 линия В.О., д.33-
35, Санкт-Петербург, 199178
Тел. (812) 323-32-52
e-mail: g.pryahina@spbu.ru
v.dmitriev@spbu.ru
v.shelutko@spbu.ru

21.02.2016

