

ПЕРМСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ВОДОХРАНИЛИЩ И ИХ ВОДОСБОРОВ

MODERN PROBLEMS OF RESERVOIRS AND THEIR CATCHMENTS

Труды VIII Всероссийской
научно-практической конференции
с международным участием
(г. Пермь, 27–30 мая 2021 г.)



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«ПЕРМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ
ВОДОХРАНИЛИЩ И ИХ ВОДОСБОРОВ**

**MODERN PROBLEMS OF RESERVOIRS
AND THEIR CATCHMENTS**

Труды VIII Всероссийской научно-практической конференции
с международным участием
(г. Пермь, 27–30 мая 2021 г.)



Пермь 2021

УДК 556.552: 551.579

ББК 26.222

C568

- Современные проблемы водохранилищ и их водосборов = Modern problems of reservoirs and their catchments** [Электронный ресурс] : труды VIII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием (г. Пермь, 27–30 мая 2021 г.) / науч. ред. А. Б. Китаев, В. Г. Калинин, О. В. Ларченко, М. А. Бакланов ; Пермский государственный национальный исследовательский университет. – Электронные данные. – Пермь, 2021. – 8,20 Мб ; 542 с. – Режим доступа: <http://www.psu.ru/files/docs/science/books/sborniki/modern-problems-of-reservoirs-and-their-catchments.pdf>. – Заглавие с экрана.

ISBN 978-5-7944-3639-6

Рассматриваются вопросы влияния глобальных изменений климата на гидрологический режим естественных и искусственных водных объектов; особенности водного баланса, уровня, скоростного и ледового режимов озер и водохранилищ. Представлены последствия протекания оползневых и абразивно-аккумулятивных процессов на берегах водохранилищ Волжско-Камского каскада; представлены предложения по оптимизации режима работы водохранилищ; рассмотрены вопросы водопользования в трансграничных регионах России и Казахстана, водообеспеченности вододефицитных районов Средней Азии.

Представлены вопросы загрязнения естественных и искусственных водных объектов России и стран ближнего зарубежья. Изучена трансформация биогенных и органических веществ в водохранилищах. Дана оценка химического состава донных отложений; рассмотрена миграция и трансформация лекарственных веществ в водных объектах; дана оценка фосфорной нагрузки на озера различных ландшафтов.

Рассмотрено влияние сбросов тепловых электростанций на окружающую среду; представлены гидроэкологические проблемы водоохранных зон водных объектов; рассмотрены вопросы качественного водоснабжения городов; дана оценка качества воды водохранилищ по индексам разнообразия и сапробности; рассмотрены особенности развития фито- и зоопланктона в различных частях водоемов.

Конференция посвящена памяти Заслуженного деятеля науки и техники РФ, академика РАН, доктора географических наук, профессора Матарзина Юрия Михайловича.

Материалы конференции предназначены для специалистов в области гидрологии, водного хозяйства, геоэкологии и гидробиологии.

УДК 556.552: 551.579

ББК 26.222

Печатается по решению оргкомитета конференции

Научные редакторы: А. Б. Китаев, В. Г. Калинин, О. В. Ларченко, М. А. Бакланов

ISBN 978-5-7944-3639-6

© ПГНИУ, 2021

UDC 556.552: 551.579
LBK 26.222

Modern problems of reservoirs and their catchments: proceedings of the VIII All-Russian scientific-practical conference with international participation (Perm, May, 27-30, 2021): Scientific editors A.B. Kitaev, V.G. Kalinin, O.V. Larchenko, M.A. Baklanov; Perm State University. – Perm, 2021. – 8,20 Mb ; 542 pp.

ISBN 978-5-7944-3639-6

The issues of the influence of global climate changes on the hydrological regime of natural and artificial water bodies; features of the water balance, level, speed and ice regime of lakes and reservoirs are considered. The consequences of landslide and abrasion-accumulative processes on the banks of reservoirs of the Volga-Kama cascade are presented; proposals for optimizing the operation of reservoirs are given; the issues of water use in the transboundary regions of Russia and Kazakhstan, water supply of water-deficient regions of Central Asia are considered.

The issues of pollution of natural and artificial water bodies in Russia and neighboring countries are considered. The transformation of biogenic and organic substances in reservoirs (Ivankovo, Mozhaishk, Bureya, Kanev, etc.) is presented. The chemical composition of bottom sediments is estimated; the migration and transformation of medicinal substances in water bodies is considered; the phosphorus load on lakes of various landscapes is estimated; the methane flow at the boundaries "bottom sediments-water" and "water-atmosphere" is estimated (on the example of the Mozhaishk reservoir).

The influence of thermal power plant discharges on the environment is considered; hydroecological problems of water protection zones of water bodies are presented; the issues of quality water supply in cities and settlements are considered; the water quality of reservoirs is assessed according to the indices of diversity and saprobity; the features of the development of phyto- and zooplankton in different parts of reservoirs are considered.

The conference is dedicated to the memory of Honored Worker of Science and Technology of the Russian Federation, Doctor of Geographical Sciences, Professor Y. Matarzin.

The conference proceedings may be interesting for the specialists in hydrology and geoecology.

UDC 556.552: 551.579
LBK 26.222

Published on the decision of the Organization Committee

Scientific editors: A.B. Kitaev, V.G. Kalinin, O.V. Larchenko, M.A. Baklanov

ISBN 978-5-7944-3639-6

© Perm State University, 2021

Благодаря совместной работе регулирующих емкостей водохранилищ удалось увеличить естественный меженный сток в 13 раз. Это значительно улучшило работу не только промышленных водозаборов гг. Кумертау, Салават, Стерлитамак, но и питьевых за счет поднятия уровня подрусловых вод.

Выводы

Благодаря работе в совмещенном режиме Нугушского и Юмагузинского водохранилищ, даже при минимальных расходах суммарной слившейся приточности, удалось произвести соответственно суммарные попуски с вышеназванных водохранилищ в размере 33,97 м³/с (т.е. расход воды был увеличен в 8 раз) и 40,79 м³/с (т.е. расход воды был увеличен в 13 раз). Ежесекундно водозабор всех водопользователей г.Стерлитамака из р. Белой составляет 3 м³/с, т.е. если бы не было зарегулированных пусков из Нугушского и Юмагузинского водохранилищ р.Белая в створе г. Стерлитамака осталась бы без воды, могла бы произойти экологическая катастрофа.

Библиографический список

1. Гаврилюк С.М., Бондаренко В.Л., Кувалкин А.В. Влияние тенденции посадки русла на надежность работы береговых водозаборных сооружений // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. 2011. № 2(02). 15 с.
2. Горячев В.С., Малмыгин А.С. Управление водохозяйственными комплексами Республики Башкортостан. Уфа: Инеш, 2012. 488 с.
3. Горячев В.С. Методы управления водохозяйственным комплексом: учеб. пособ. Уфа: РИЦ БашГУ, 2020. 108 с.
4. Правила использования водных ресурсов Юмагузинского водохранилища на р. Белой. Утверждены приказом Росводресурсов №113 от 02.06.2016 г.

УДК 556.531: 556.535.8

Л.Е. Ефимова, Д.В. Магрицкий, А.Ж. Кенжебаева, А.В. Гончаров
ef_river@mail.ru

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
г. Москва, Россия

СОВРЕМЕННОЕ ГИДРОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ Р. УРАЛ В НИЖНЕМ ТЕЧЕНИИ

Климатические и гидрологические изменения в бассейне р. Урал, водохозяйственная деятельность определяют современное гидроэкологическое состояние реки в нижнем течении. По сравнению с условно-естественным фоном минерализация воды в половодье увеличилась в 2,5 раза, в межень – на 5 – 8 %. Загрязнение нижнего течения реки обусловлено поступлением загрязняющих веществ из вышерасположенных участков реки и впадения загрязненных притоков. На бесприточном участке вода характеризуется как «нормативно-чистая». Индексы

сапробности, характеризующие содержание в воде органических веществ, находятся в границах б-мезосапробной зоны, характерной для слабо загрязнённых вод. Содержание растворенного кислорода свидетельствует о недостаточной аэрации вод реки в течение большей части года. Нанхудшая ситуация характерна для периода ледостава.

Ключевые слова: гидроэкологическое состояние, химический состав, качество воды, сток, климатические изменения, кислородный режим.

L.E. Efimova, D.V. Magritskiy, A.Zh. Kenzhebaeva, A.V. Goncharov

ef_river@mail.ru

M.V. Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

CURRENT HYDROECOLOGICAL STATE OF THE URAL RIVER IN THE LOWER REACHES

Climate and hydrological changes in the Ural River basin, together with water management activities determine the current hydroecological state of the river in its lower course. In comparison with the conventional natural background, the salinity of water in high water period increased by 2.5 times, in low water period – by 5 – 8 %. Contamination of the lower course of the river is caused by the inflow of pollutants from the upstream sections and the confluence of the polluted tributaries. In the area with no tributaries, the water is characterized as "standard-clean". The saprobity indices, which characterize the content of organic substances in water, are located within the boundaries of the b-mesosaprobic zone, which characterize low level of water contamination. The content of dissolved oxygen indicates insufficient aeration of the river water during most of the year. The lowest oxygen content is observed during winter period.

Keywords: hydroecological state, chemical composition, water quality, runoff, climate change.

Введение

Река Урал (на территории Республики Казахстан – р. Жайык) – интразональная река, ландшафтно-климатические условия бассейна которой характеризуются большим разнообразием, что находит отражение в химическом составе ее вод на всем протяжении [2;3;5;9]. Современные климатические изменения приводят к уменьшению водного стока, к смене соотношения источников питания во времени, изменению содержания компонентов химического состава воды и ее минерализации. Контраст минерализации и солевого состава усиливается при увеличении аридности территории. Зарегулированность стока водохранилищами, напротив, приводит к выравниванию внутригодового хода минерализации воды, ее увеличению в период половодья.

Средняя часть бассейна р. Урал характеризуется максимальной техногенной нагрузкой на водные объекты [1]. Крупнейшее в бассейне р. Урал Ириклинское водохранилище является «региональным гидрохимическим барьером» [4], улучшающим качество воды по ряду показателей. Однако, положительное влияние водохранилища нивелируется загрязнением вод р. Урал, которое на территории Оренбургской области вносят предприятия, отнесенные к «горячим экологическим точкам» [1]. Высокий уровень загрязнения воды р. Урал в пределах российской части бассейна сохраняется в течение последних 15 лет и влияет на качество воды в нижнем течении этой трансграничной реки.

Материалы и методы исследования

Сведения о химическом составе и гидрохимическом режиме реки получены из федеральных и региональных информационных бюллетеней и докладов «О

состоянии окружающей среды», из «Схемы комплексного использования и охраны водных ресурсов реки Урал» Казахстана [6], из литературных источников и интернет-ресурсов. Для характеристики современного гидроэкологического состояния низовьев реки использованы собственные данные, полученные в 2019 г. во время двух экспедиций. Экспедиционные материалы были дополнены данными Казгидромет [10], проводившего в 2019 г. подробные внеплановые обследования на 13 постах выше и ниже г. Атырау. Гидробиологические показатели оценены согласно [8].

Анализ результатов

На современное гидроэкологическое состояние р. Урал в нижнем течении влияют природные и антропогенные факторы. Прикаспийская низменность относится к провинции хлоридного засоления, поэтому почвы на водосборе содержат хорошо растворимые хлориды. Это обуславливает повышенную минерализацию и хлоридный состав не только подземных и грунтовых, но и поверхностных вод. Грунтовые воды играют основную роль в питании реки в меженные периоды, особенно при уменьшении водности и поверхностного стока с водосбора.

В условно-естественный период вода в низовьях р. Урал по химическому составу относилась к гидрокарбонатно-хлоридному (хлоридно-гидрокарбонатному) типу, катионный состав воды был смешанным (натриево-кальциевым или кальциево-натриево-магниевым). В меженный период в низовьях реки возрастала минерализация, вода имела хлоридно-натриевый состав. Изменения водности привели к увеличению минерализации воды, как в период половодья, так и в межень. По сравнению с условно-естественным фоном (до конца 70-х гг. XX в.) минерализация воды в период половодья увеличилась в 2,5 раза, в межень – на 5 – 8 %. В 2019 г. минерализация воды была максимальной в конце зимней межени (760-850 мг/дм³), в период летней межени составляла 600-650 мг/дм³, воды характеризовались хлоридно-натриевым составом. В солевом составе в течение всего года преобладали хлориды и ионы натрия, вниз по течению от г. Атырау абсолютное и относительное содержание этих ионов в воде увеличивалось [10].

В меженный период, когда река питается грунтовыми водами, превышения ПДК отмечены для сульфатов и ионов магния. Для водосбора Урала помимо хлоридного засоления характерно сульфатное засоление [5]. Увеличение содержания сульфатов в воде реки вероятнее всего связано с влиянием солевого фона притоков Илек и Шаган, а также с поступлением с водами р. Илек сульфатов антропогенного происхождения.

В воде реки в меженный период (март и июль 2019 г.), наблюдались концентрации тяжелых металлов (ТМ) превышающие рыбохозяйственные нормативы. Наибольшее содержание практически всех ТМ отмечено в районе п.Индербор. Вниз по течению реки снижаются концентрации марганца, хрома, свинца и меди. Превышения ПДК_{р-х} цинком (15,3-22,7 мкг/дм³) и медью (2-23 мкг/дм³) связаны с техногенным источником (трансграничным переносом с территории РФ и с впадением загрязненных притоков). Мало изменяется вниз по течению реки содержание растворенного железа. Его концентрации (140-190

мкг/дм³), несмотря на превышение ПДК соответствуют природному геохимическому фону. Железо содержится в почвах бассейна и грунтовых водах. Кроме того, в нижнем течении Урала отсутствуют промышленные источники загрязнения железом. Помимо окислительно-восстановительных условий на интенсивность миграции железа влияет повышенное содержание в нижнем течении реки взвешенных частиц (преимущественно глинистых), на которых хорошо сорбируются не только железо, но и другие металлы. По данным Казгидромет, в районе г. Атырау в 2019 г. концентрации растворенного железа не превышали ПДК_{р-х}.

Важнейший показатель качества воды р. Урал – содержание бора. Распространение загрязненных бором и шестивалентным хромом вод прослеживается на территории Казахстана и на территории РФ. ПДК по бору (в ионной форме) для вод питьевого и коммунально-бытового назначения составляет 0,5 мг/дм³, такая же величина является границей для рыбохозяйственных объектов, хотя в действующих нормативных документах ПДК для бора отсутствует. Согласно исследованиям [7] в низовьях р. Урал в 2016г. содержание бора колебалось в широких пределах (0,06–1,56 мг/дм³). Минимальные концентрации на всем протяжении реки фиксировались в октябре, максимальные – в мае при прохождении половодья. По данным 2019 г. превышений ПДК по бору отмечено не было.

Общее содержание органических веществ (по ХПК) в ландшафтных условиях водосбора низовьев Урала низкое (10,1–12,9 мгО/дм³). Преобладающая форма минерального азота – нитратный азот, содержание которого составляет от 4,6 до 5,3 мгN/дм³ (более 97 % содержания минерального азота). Для соединений фосфора характерны сезонные изменения. В летний период минеральный фосфор потребляется гидробионтами, поэтому его доля составляет не более 30% валового, в период зимней межени – увеличивается до 60-70% в результате процессов минерализации. Содержание валового фосфора в межень 2019 г. не превышало 60 мкг/дм³. В водах реки наблюдается благоприятное соотношение биогенных элементов, которые являются минеральной основой биопродуктивности как в самой реке, так и в водах Северо-Восточного Каспия.

Нефтепродукты в нижнем течении р. Урал – полностью техногенный компонент. Содержание НФПР изменяется в широком диапазоне: от 0,023 до 0,085 мг/дм³, в 2019 г. составив в среднем 0,04 мг/дм³. НФПР поступают в реку с диффузным стоком, ливневыми и дренажными стоками.

Содержание растворенного кислорода свидетельствует о недостаточной аэрации вод реки в течение большей части года. Абсолютные значения ПДК_{р-х} не были превышены, однако насыщение воды кислородом составляло в среднем лишь около 50 %. Наихудшая ситуация характерна для периода ледостава (минимум составил 36 % нас.), сравнительно невысоким было содержание кислорода и весной, тенденция к увеличению абсолютной и относительной концентрации кислорода проявилась в июле-августе в связи с развитием фотосинтеза.

Использование одних только физико-химических методов контроля воздействия на водную среду оказывается недостаточным в силу большого

множества и разнообразия таких воздействий. Исследование фитопланктона низовьев р.Урал не выявило существенных отклонений в его развитии. Он характеризуется высоким видовым разнообразием (индекс Шеннона 2,6-4,9).

Индексы сапробности, характеризующие содержание в воде органических веществ, находящихся на разных стадиях разложения, невелики – они изменяются от 1,6 до 2,1 – то есть укладываются в границы б-мезосапробной зоны, характерной для слабо (умеренно) загрязнённых вод. Воды р.Урал ниже г.Атырау не показали повышения сапробности.

При этом малое видовое разнообразие, малый индекс Вудивиса и малая представленность оксифильных личинок насекомых свидетельствует о неблагоприятии. Однако, этот вопрос нуждается в дополнительном исследовании.

Заключение

Климатические и гидрологические изменения в бассейне р. Урал, интенсивная водохозяйственная деятельность определяют современное гидроэкологическое состояние воды реки в ее нижнем течении. По сравнению с условно-естественным фоном минерализация воды в период половодья увеличилась в 2,5 раза, в межень – на 5–8 %. В 2019 г. вода реки в течение всего года характеризовалась хлоридно-натриевым составом.

Загрязнение нижнего течения р. Урал обусловлено в основном поступлением загрязняющих веществ из вышерасположенных участков реки (от Ириклинского водохранилища до г. Уральска) и в результате впадения загрязненного притока Илек. Качество воды р. Урал (с. Январцево) оценивается как «умеренного уровня загрязнения», поскольку в воде фиксируются превышения ПДК_{р-х} по нитритному азоту, общему железу, сульфатам, магнию. Вниз по течению реки загрязнение снижается, на беспроточном участке в пределах Атырауской области вода характеризуется как «нормативно-чистая». Этому способствует отсутствие поступления сточных вод непосредственно в реку. Сбросы коммунально-бытовых и промышленных сточных вод осуществляются в специальные накопители, исключаящие загрязнение природных водных объектов. Существующие источники загрязнения речных вод: диффузный поверхностный сток с территорий промышленных площадок, населённых пунктов, животноводческих ферм, промывочные воды с городских фильтровальных станций.

Индексы сапробности, характеризующие содержание в воде органических веществ, находящихся на разных стадиях разложения, невелики и укладываются в границы б-мезосапробной зоны, характерной для слабо (умеренно) загрязнённых вод. Малые значения индекса сапробности и олигохетного индекса свидетельствуют о сравнительно низкой органической нагрузке на водотоки.

Содержание растворенного кислорода свидетельствует о недостаточной аэрации вод реки в течение большей части года. Насыщение воды кислородом составляло в среднем около 50 %. Наихудшая ситуация характерна для периода ледостава (минимум 36 % нас.), сравнительно невысоким было содержание кислорода весной. При снижении водности реки и поступлении с водосбора вод,

загрязненных органическими веществами возможно возникновение заморных условий.

Исследование выполнено в рамках государственного научного задания МГУ.

Библиографический список

1. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Оренбургской области в 2018 году». Оренбург, 2019. 230 с.
2. Национальный атлас России. М., 2007. Т. 2. 496 с.
3. Национальный атлас Республики Казахстан. Алматы, 2010. Т. I. 150 с.
4. Павлейчик В.М., Сивохин Ж.Т. Миграция загрязняющих веществ в условиях регулирования стока (на примере верхнего течения р. Урал) // Изв. Самар. НЦ РАН. 2011. Т. 13. № 1(6). С. 1472-1478.
5. Ресурсы поверхностных вод СССР. Л., 1970. Том 12. Вып. 2. 512 с.
6. Схема комплексного использования и охраны водных ресурсов реки Урал (Жайык) с притоками. Отчет в 6 томах и 11 кн. Алматы: ПК «Институт Казгипрводхоз», 2007.
7. Тулемисова Г.Б., Абдинов Р.Ш., Кабдрахимова Г.Ж., Жанетов Т.Б. Экологическое состояние реки Урал // Вестник КазНУ. Серия химическая. 2017. №2(85). С.18-24.
8. Унифицированные методы исследования качества вод. 1977. Часть III. Методы биологического анализа вод приложение 1. Индикаторы сапробности. М.: Изд. СЭВ.
9. Чибилев А.А. Бассейн Урала: история, география, экология. Екатеринбург, 2008. 312 с.
10. Интернет-ресурс РГП «Казгидромет» Мин. Энергетики Республики Казахстан. Новости: <https://kazhydromet.kz/ru/news/index?page=1&per-page=12>

УДК 551.557

А.Б. Китаев, kitaevab1953@gmail.com

*Пермский государственный национальный исследовательский университет,
г. Пермь, Россия*

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДЫ МАЛЫХ РЕК Г. ПЕРМИ

Дана оценка качества воды рр. Мулянка, Данилиха, Егошиха и Ива, протекающих по территории г. Перми. Анализ дан по фоновому и устьевому створам. В основу положены материалы мониторинговых исследований химического состава воды, выполненных в 2009-2010 гг. и 2015-2018 гг. Дан сравнительный анализ качества воды по индексам загрязнения за два рассматриваемых периода.

Ключевые слова: малая городская река, фоновый и устьевой створ, качество воды, индексы загрязнения.

Научное издание

**СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ВОДОХРАНИЛИЩ И ИХ ВОДОСБОРОВ
MODERN PROBLEMS OF RESERVOIRS AND THEIR CATCHMENTS**

Труды VIII Всероссийской научно-практической конференции
с международным участием
(г. Пермь, 27–30 мая 2021 г.)

Издается в авторской редакции
Техническая подготовка материалов: *Е. Г. Бочкаревой, О. В. Ларченко*

Ответственность за аутентичность и точность цитат, имен, названий
и иных сведений, а также за соблюдение законов об интеллектуальной
собственности несут авторы публикуемых материалов.

Объем данных 8,20 Мб
Подписано к использованию 26.05.2021

Размещено в открытом доступе
на сайте www.psu.ru
в разделе НАУКА / Электронные публикации
и в электронной мультимедийной библиотеке ELiS

Издательский центр
Пермского государственного
национального исследовательского университета.
614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15