

**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 абразионно-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, Mozhaik, 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 Mozhaik 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 geocology.

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

КАЧЕСТВО ВОДЫ	
	237
<i>Базова М.М.</i> Фосфорная нагрузка в условно-фоновых озерах Европейской Территории России (от тундровой до степной зоны).....	237
<u>Бреховских В.Ф.</u> , <i>Волкова З.В., Кременецкая Е.Р., Ломова Д.В.</i> Факторы формирования аноксидных условий в водных объектах Европейской России.....	242
<i>Гончаров А.В., Варенцова Н.А.</i> Трансформация вещества по длине долинного водохранилища.....	247
<i>Гречушников М.Г., Ломова Д.В., Кременецкая Е.Р., Ломов В.А.</i> Пространственно-временная неоднородность потоков углерода из донных отложений.....	250
<i>Григорьева И.Л.</i> Изменение содержания биогенных элементов и показателей органического вещества в воде Иваньковского водохранилища за многолетний период.....	255
<i>Даценко Ю.С., Пуклаков В.В.</i> Моделирование реакции экосистемы Иваньковского водохранилища на изменение внешней химической нагрузки.....	260
<i>Ерина О.Н., Терешина М.А., Шинкарева Г.Л., Соколов Д.И.</i> Продольная трансформация природного фонового качества воды реки Москвы.....	265
<i>Демин А.П., Зайцева А.В.</i> Сточные воды и загрязнение водных объектов в бассейне реки Дон (1995-2018 гг.).....	270
<i>Жежеря Т.П., Жежеря В.А.</i> Биогенные вещества в воде Каневского водохранилища в ретроспективе и современных условиях.....	275
<i>Захаров С.Г.</i> Антропогенная трансформация озер Тургояк и Большой Кисегач на Южном Урале.....	280
<i>Казанцева А.С., Кадебская О.И.</i> Гидрохимия рек бассейна Камы на территории Северного и Среднего Урала.....	285
<i>Камалетдинова Л.А., Хафизов А.Р., Гайсин И.З., Низамова Р.А.</i> Многолетняя динамика химического состава воды в акватории Павловского водохранилища.....	289
<i>Козлова М.А., Щеголькова Н.М.</i> Пути миграции и трансформации лекарственных веществ в водной среде.....	293
<i>Коробченкова К.Д., Ершова А.А.</i> Построение модели выноса биогенных элементов с водосбора с применением ГИС-технологий.....	298
<i>Кутявина Т.И., Ашихмина Т.Я.</i> Оценка качества воды Омутнинского водохранилища по гидрохимическим показателям за период с 2011 по 2020 год.....	303

4. Ломова Д.В., Кременецкая Е.Р., Вишневская Г.Н. Смена факторов, контролирующая потребление кислорода донными отложениями, в различных районах водохранилища долинного типа (на примере Можайского водохранилища) // Вода: химия и экология. 2015. №8. С.83-88.

5. Ломова Д.В., Кременецкая Е.Р., Гречушников М.Г., Ефимова Л.Е., Ломов В.А. О связи потока гидрокарбонатного углерода со дна долинного водохранилища с гидрологической структурой водной толщи // Вестник Санкт-Петербургского университета. Науки о Земле, 66(1). doi: 10.21638 / srbu 07.2021.104.

6. Мартынова, М.В. Донные отложения как составляющая лимнических экосистем. М.: Наука, 2010. 243 с.

7. Мартынова М.В. Железо и марганец в пресноводных отложениях. М., 2014. 214 с.

8. Фёдоров Ю.А., Тамбиева Н.С., Гарькуша Д.Н., Хорошевская В.О. Метан в водных экосистемах. Ростов-на-Дону – Москва: Копицентр, 2005. 329с.

9. Bastviken D., Cole J., Pace M., Tranvik L. Methane emissions from lakes: Dependence of lake characteristics, two regional assessments, and a global estimate – Global Biogeochemical Cycles, 2004. Vol.18. No.4. [http://dx.doi.org /10.1029/2004GB002238](http://dx.doi.org/10.1029/2004GB002238).

10. Elrod V.A., Berelson W.M., Coale K.N., Johnson K.S. The flux of iron from continental shelf sediments: a missing source of global budgets //Geophys.Res.Lett. 2004. V.31.P.L 12307/1-12037/4

11. Golterman H.L. Physiological limnology: an approach to the physiology of lake ecosystems. Amsterdam: Elsevier, 1975. 488 p.

УДК 556.551

И.Л. Григорьева, Irina_Grigorieva@list.ru
Институт водных проблем РАН, г. Москва, Россия
Иваньковская НИС, г. Конаково, Россия

ИЗМЕНЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ БИОГЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ И ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В ВОДЕ ИВАНЬКОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА ЗА МНОГОЛЕТНИЙ ПЕРИОД

Проведен сравнительный анализ концентраций биогенных элементов и значений показателей органического вещества (цветность, перманганатная окисляемость) в воде Иваньковского водохранилища в первые годы существования (1938, 1944–1945) и в период с 2013 по 2019 г. Установлено, что за годы эксплуатации в воде водохранилища увеличились концентрации аммонийного и нитратного азота. Диапазон изменения значений перманганатной окисляемости в многолетнем аспекте остался практически тем же.

Ключевые слова: Иваньковское водохранилище, нитратный и аммонийный азот, минеральный и общий фосфор, перманганатная окисляемость, цветность воды, многолетний период.

I.L. Grigorieva, Irina_Grigorieva@list.ru
Institute of Water Problems of the RAS, Moscow, Russia
Ivankovskaya Research Station, Konakovo, Russia

CHANGES IN THE CONTENT OF BIOGENIC ELEMENTS AND INDICATORS OF ORGANIC MATTER IN THE WATER OF THE IVANKOVO RESERVOIR OVER A LONG-TERM PERIOD

A comparative analysis of the concentrations of biogenic elements and the values of organic matter indicators (chromaticity, permanganate oxidability) in the water of the Ivankovo Reservoir in the first years of its existence (1938, 1944-1945) and in the period from 2013 to 2019 was carried out. It was found that over the years of operation, the concentration of ammonium and nitrate nitrogen in the water of the reservoir increased. The range of changes in the values of permanganate oxidability in the long-term aspect remained almost the same.

Keywords: Ivankovo Reservoir, nitrate and ammonium nitrogen, mineral and total phosphorus, permanganate oxidability, water chromaticity, long-term period.

Введение

К биогенным элементам, как известно, относятся минеральные вещества наиболее активно участвующие в жизнедеятельности водных организмов. Это соединения азота, фосфора и кремния. Недостаточное содержание железа может быть одним из лимитирующих факторов развития фитопланктона, поэтому часто железо так же включают в группу биогенных элементов состава вод [6].

Органические вещества в природных водах – это соединения углерода с другими элементами. Наиболее простым и распространенным способом характеристики содержания органического вещества является метод определения окисляемости воды по количеству кислорода, расходуемого на окисление этого вещества. В зависимости от применяемого окислителя различают перманганатную и бихроматную окисляемость (ХПК – химическое потребление кислорода). Количественную оценку легкоокисляющихся органических веществ по количеству кислорода оценивают величиной БПК (биохимическое потребление кислорода) [6].

Содержание биогенных элементов и органического вещества в воде водохранилищ являются важными характеристиками экологического состояния водоема, поэтому исследование этих показателей входит в обязательную программу мониторинговых исследований.

Для показателей содержания органического вещества и биогенных элементов характерна пространственно-временная изменчивость под влиянием изменения водности и антропогенной нагрузки.

Целью наших исследований явилось изучение изменения концентраций биогенных элементов и значений показателей органического вещества в воде Иваньковского водохранилища, источника питьевого водоснабжения г. Москвы, за многолетний период.

Материалы и методы исследования

Для оценки многолетних тенденций использовались как литературные данные, так и материалы собственных наблюдений.

Химический анализ отобранных проб воды производился в химической лаборатории Ивановской НИС ИВП РАН по аттестованным методикам.

Результаты химического анализа исследуемых показателей, осредненных за период с 2013 по 2019 г., представлены в табл. 1 и 2.

Анализ результатов

Предыдущие исследования показали, что для Ивановского водохранилища характерны относительно высокие концентрации нитратов и фосфатов, что обусловлено антропогенной нагрузкой на водоем и его водосбор [1–5]. Изменение антропогенной нагрузки приводит к изменению содержания биогенных элементов в воде водных объектов. Поскольку наибольшее сельскохозяйственное использование территории, примыкающей к Ивановскому водохранилищу, приходится на 80-е гг. прошлого столетия, то именно в этот период отмечались наибольшие концентрации фосфатов в воде водоема [2]. Для нитратов в многолетнем разрезе отмечается незначительный тренд на увеличение [2].

Характеристики химического состава воды Ивановского водохранилища во входном (г. Тверь, 100 м ниже впадения р. Тверцы) и замыкающем (верхний бьеф Ивановской ГЭС) створах в первые годы после создания водохранилища (1938, 1944–1945 гг.) приведены в работе Д.Д. Кудрявцева [5].

Концентрации железа общего в 1944–1945 гг. во входном створе в поверхностном горизонте изменялись от 0,12 до 0,60 мг/л, в воде замыкающего створа (г. Дубна) они были несколько ниже (0,06–0,40 мг/л). Концентрации аммонийного азота изменялись в диапазоне от 0,04 до 0,23 мгN/л. Максимальные концентрации нитратов не превышали 0,16 мгN/л.

В 1938 г. значения окисляемости в воде водохранилища изменялись от 9,9 (сентябрь) до 15,8 мг/л (июнь), а в 1944 г. – от 11,2 до 17,1 мг/л.

Исследование современного состояния качества поверхностных вод в бассейне верхней Волги позволяет оценить существующие уровни загрязнения, тенденции изменения и возможности его восстановления. Для того чтобы оценить возможность восстановления качества вод необходимо определить концентрации загрязняющих веществ, которые безопасны для экосистемы. Биогенные элементы, и прежде всего нитраты и фосфаты, являются лимитирующими факторами «цветения» воды, которое характерно для мелководных водоемов замедленного водообмена, в частности Ивановского водохранилища. Предыдущие исследования [3] показали, что ПДК по фосфору, при котором биомасса фитопланктона не превышает своего фонового значения (0,81 мг/дм³), составляет 0,07 мг/дм³, а азота – 1,5 мг/дм³.

Концентрации аммонийного азота в воде Ивановского водохранилища, в период с 2013 по 2019 гг. в среднем изменялись в диапазоне 0,22–0,59 мгN/дм³ и были выше, чем в первые годы существования [5]. Зимой и осенью в замыкающем створе (Дубна) были ниже, чем во входном (Городня). Весной и летом они были примерно равны.

Концентрации нитратного азота в воде водохранилища в последние годы колебались в диапазоне 0,20–0,64 мгN/дм³ и были выше, чем в первые годы существования водохранилища [5], но ниже предела, при котором значения фитопланктона превышают фоновые значения [3].

Таблица 1

Среднесезонные значения биогенных элементов в створах Иваньковского водохранилища за 2013–2019 гг.

№ п/п	Точка отбора	Сезоны	$P_{мин.},$ мгP/дм ³	$P_{общ.},$ мгP/дм ³	$NH_4^+,$ мгN/дм ³	$NO_2^-,$ мгN/дм ³	$NO_3^-,$ мгN/дм ³	$SiO_2,$ мг/дм ³	$Fe_{общ.},$ мг/дм ³
1	Выше Твери	Зима	0,024	0,059	0,46	0,004	0,65	3,8	0,29
		Весна	0,014	0,056	0,26	0,004	0,56	2,4	0,20
		Лето	0,010	0,055	0,26	0,005	0,18	1,8	0,09
		Осень	0,022	0,050	0,51	0,004	0,34	1,7	0,14
2	Городня	Зима	0,052	0,092	0,59	0,005	0,64	3,5	0,32
		Весна	0,042	0,074	0,35	0,006	0,59	2,7	0,26
		Лето	0,032	0,077	0,26	0,003	0,27	1,3	0,12
		Осень	0,047	0,056	0,27	0,005	0,46	1,9	0,17
3	Безбородово	Зима	0,032	0,074	0,47	0,007	0,55	4,7	0,40
		Весна	0,017	0,060	0,32	0,005	0,41	1,8	0,29
		Лето	0,020	0,065	0,22	0,003	0,23	1,2	0,13
		Осень	0,032	0,087	0,27	0,003	0,46	1,2	0,12
4	Конаково	Зима	0,050	0,089	0,41	0,005	0,59	3,8	0,33
		Весна	0,025	0,077	0,33	0,005	0,55	3,0	0,23
		Лето	0,025	0,066	0,27	0,004	0,20	1,8	0,10
		Осень	0,042	0,093	0,31	0,007	0,38	1,4	0,12
5	Верхний бьеф Иваньковско й ГЭС (Дубна)	Зима	0,047	0,080	0,39	0,005	0,61	3,3	0,28
		Весна	0,024	0,056	0,36	0,007	0,51	2,0	0,19
		Лето	0,023	0,063	0,30	0,007	0,20	0,7	0,09
		Осень	0,033	0,088	0,22	0,003	0,30	1,1	0,11

Концентрации железа общего в период с 2013 по 2019 г. в среднем колебались в интервале 0,09–0,40 мгN/дм³. Максимальные концентрации отмечались зимой в створе Безбородово. Диапазон изменения их в сравнении с первыми годами существования водохранилища [5] практически не изменился.

Максимальные значения цветности и перманганатной окисляемости в последние годы во всех створах наблюдений отмечались весной (табл. 2). Диапазон значений колебался соответственно от 32 до 74 град. Pt-Co шкалы и от 8,5 до 16 мгO/дм³.

Диапазон изменения значений перманганатной окисляемости в последние годы в среднем остался тем же, что и в первые годы существования водохранилища. Но минимальные и максимальные наблюдаемые значения в отдельные годы отличались от наблюдаемых в первые годы существования.

**Среднесезонные значения показателей органического вещества в створах
Иваньковского водохранилища за 2013-2019 гг.**

№ п/п	Точка отбора	Сезоны	БПК ₅ , мгО/дм ³	Цветность, град.	ПО, мгО/дм ³
1	Выше г. Тверь	Зима	0,8	46	10,6
		Весна	2,0	60	12,3
		Лето	1,9	29	7,4
		Осень	0,8	37	8,4
2	Городня	Зима	1,3	46	10,0
		Весна	1,8	74	16,0
		Лето	2,5	43	10,8
		Осень	1,5	42	9,8
3	Безбородово	Зима	1,3	46	11,7
		Весна	2,8	60	14,6
		Лето	4,5	41	12,4
		Осень	1,5	32	8,5
4	Конаково	Зима	1,0	45	10,7
		Весна	2,2	68	12,4
		Лето	3,0	49	11,4
		Осень	1,4	36	9,2
5	Верхний бьеф Иваньковской ГЭС (Дубна)	Зима	1,2	56	10,6
		Весна	2,3	63	13,0
		Лето	2,5	42	12,0
		Осень	1,5	36	9,7

Выводы

Анализ литературных источников [1–5] и данных собственных натуральных исследований показал, что за многолетний период в воде Иваньковского водохранилища возросли концентрации аммонийного и нитратного азота. Концентрации железа общего и значения перманганатной окисляемости в среднем изменяются в тех же диапазонах, что и в первые годы существования водохранилища.

По-прежнему отмечается внутри- и межгодовая изменчивость всех анализируемых показателей. Максимальные концентрации нитратов в воде Иваньковского водохранилища в последние годы практически всегда ниже установленных ранее величин, при превышении которых биомасса фитопланктона может превышать фоновые значения. При этом наблюдается интенсивное цветение фитопланктона, биомасса его превышает фоновые значения. В связи с этим необходимо уточнение пороговых концентраций нитратов, при которых биомасса фитопланктона не превышала бы фоновых значений.

Работа выполнена в рамках темы № 0147-2019-0002 (№ государственной регистрации АААА-А18-118022090104-8) Государственного задания ИВП РАН.

Библиографический список

1. Григорьева И.Л. Пространственно-временная изменчивость содержания биогенных элементов в воде водохранилищ Верхней Волги // Матер. V Всерос. симпозиума с межд. участ. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2012. С. 137–140.
2. Григорьева И.Л., Комиссаров А.Б., Чекмарева Е.А. Трансформация качества воды Иваньковского водохранилища и его малых притоков за многолетний период под воздействием природных и антропогенных факторов // Вопросы географии. 2018. №145. С. 337–346.
3. Дебольский В.К., Кочарян А.Г., Григорьева И.Л., Лебедева И.П., Толкачев Г.Ю. Проблемы формирования качества воды в поверхностных источниках водоснабжения и пути их решения на примере Иваньковского водохранилища // Вода: химия и экология. 2009. №7(13). С. 2–11.
4. Иваньковское водохранилище и его жизнь. Л.: Наука, 1978. 304 с.
5. Кудрявцев Д.Д. Сравнительная характеристика гидрохимического режима водохранилищ Верхней Волги: Иваньковского, Угличского и Рыбинского // Труды биологической станции Борок. Л., 1950. Вып. 1. С.80–96.
6. Никаноров А.М. Гидрохимия. Ростов-на-Дону: НОК. 2008. 462 с.

УДК 556.55.561

Ю.С. Даценко, В.В. Пуклаков, yuri0548@mail.ru
*Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
г. Москва, Россия*

МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕАКЦИИ ЭКОСИСТЕМЫ ИВАНЬКОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА НА ИЗМЕНЕНИЕ ВНЕШНЕЙ ХИМИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ

С помощью двумерной гидроэкологической модели проанализированы изменения показателей качества воды в нижнем бьефе Иваньковского водохранилища, обусловленные откликом водохранилища на заданное в модели удвоение их концентраций в основных притоках водохранилища в средний по водности год.

Ключевые слов: качество воды, Иваньковское водохранилище, гидроэкологическое моделирование.

Yu.S. Datsenko, V. V. Puklakov, yuri0548@mail.ru
Lomonosov Moscow state University, Moscow, Russia

MODELING THE RESPONSE OF THE IVANKOVO RESERVOIR ECOSYSTEM TO CHANGES IN THE EXTERNAL CHEMICAL LOAD

A two-dimensional hydroecological model is used to analyze changes in water quality indicators in the Ivankovo reservoir due to the response of the reservoir to the doubling of their