

# **СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ВОДОХРАНИЛИЩ И ИХ ВОДОСБОРОВ**

Труды IX Всероссийской научно-практической конференции  
с международным участием

Том 2



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**

Труды IX Всероссийской научно-практической конференции  
с международным участием  
(г. Пермь, 25 мая–28 мая 2023 г.)

Том 2



Пермь 2023

УДК 556.552: 551.579

ББК 26.222

C568

**Современные** проблемы водохранилищ и их водосборов = Modern  
C568 problems of reservoirs and their catchments [Электронный ресурс] :  
труды IX Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участ. (г. Пермь,  
25–28 мая 2023 г.) / науч. ред. А. Б. Китаев, О. В. Ларченко, В. Г. Калинин ;  
Пермский государственный национальный исследовательский университет – Пермь, 2023. – Электронные данные. – Пермь, 2023. – Т. 2. –  
7,05 Мб ; 309 с. – Режим доступа: <http://www.psu.ru/files/docs/science/books/sborniki/modern-problems-of-reservoirs-and-their-catchments-2023-tom2.pdf>. – Заглавие с экрана.

ISBN 978-5-7944-3972-4

ISBN 978-5-7944-3976-2 (том. 2)

Рассмотрены вопросы загрязнения естественных и искусственных водных объектов; дана оценка качества воды озер (Телецкое, Чебаркуль) и водохранилищ (Иваньковское, Угличское, Рыбинское, Камское и др.); изучена трансформация биогенных и органических веществ в водных объектах, рассмотрен геохимический состав их донных осадков. Данна оценка опасности лекарственного загрязнения природных вод; рассмотрены подходы к нормированию качества воды; представлена оценка особенностей развития фито- и зоопланктона в различных частях водоемов; дана ихтиологическая характеристика водных объектов.

Представлены проблемы инженерных гидрометеорологических изысканий на водотоках и водоемах; рассмотрены проблемы, решения и перспективы управления водными ресурсами в различных регионах России и стран ближнего зарубежья.

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**

*Издается по решению оргкомитета конференции*

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

*Рецензенты:* старший научный сотрудник географического факультета Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова, канд. геогр. наук **С. А. Агафонова**

научный сотрудник лаборатории проблем гидрологии суши Горного института УрО РАН, канд. техн. наук **Ю. С. Ляхин**

ISBN 978-5-7944-3972-4

ISBN 978-5-7944-3976-2 (том. 2)

© ПГНИУ, 2023

UDC 556.552: 551.579

LBK 26.222

**Modern** problems of reservoirs and their catchments: proceedings of the IX All-Russian scientific-practical conference with international participation (Perm, May, 25-28, 2023): Scientific editors A.B. Kitaev, O.V. Larchenko, V.G. Kalinin; Perm State University. – Perm, 2023. – V. 2. – 309 pp.: ill.

ISBN 978-5-7944-3972-4

ISBN 978-5-7944-3976-2 (V. 2)

The issues of pollution of natural and artificial water bodies are considered; an assessment of the water quality of lakes (Teletskoye, Chebarkul) and reservoirs (Ivankovskoye, Uglichskoye, Rybinskoye, Kamskoye, etc.); The transformation of nutrients and organic substances in water bodies has been studied, the geochemical composition of their bottom sediments has been considered. An assessment of the danger of drug contamination of natural waters is given; approaches to water quality rationing are considered; an assessment of the features of phytoplankton and zooplankton development in various parts of water bodies is presented; The ichthyological characteristics of water bodies are given.

The problems of engineering hydrometeorological surveys on watercourses and reservoirs are presented; the problems, solutions and prospects of water resources management in various regions of Russia and neighboring countries 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, O.V. Larchenko, V.G. Kalinin*

ISBN 978-5-7944-3972-4

ISBN 978-5-7944-3976-2 (V. 2)

© Perm State University, 2023

# **ОГЛАВЛЕНИЕ**

## **КАЧЕСТВО ВОДЫ**

<i>Борисов А.А., Богомолов А.В.</i> Влияние сезонной вариативности гидрохимических параметров вод на экологическое состояние водных объектов на примере водохранилищ Челябинской области.....	12
<i>Волкова З.В., Ломова Д.В., Кременецкая Е.Р.</i> Изменения качества вод в речных системах ЕЧР .....	17
<i>Гайдукова Е.В., Босавина И.Д., Маргарян В.Г., Батмазова А.А.</i> Оценка распространения примесей в Камском водохранилище.....	22
<i>Гришанцева Е.С., Федорова Л.П., Григорьева М.Л., Николаева И.Ю., Тарнопольская М.Е.</i> Биоаккумуляция тяжелых металлов двусторчатыми моллюсками Иваньковского водохранилища.....	27
<i>Гришанцева Е.С., Ясинский С.В., Кащутина Е.А.</i> Геохимический состав донных осадков малых рек Нижнего Новгорода как индикатор антропогенного воздействия.....	32
<i>Даценко Ю.С., Пуклаков В.В.</i> О роли боковой приточности в формирование качества воды Иваньковского и Угличского водохранилищ.....	37
<i>Двинских С.А., Парченко О.В., Оськина М.А.</i> Использование индикаторов загрязнения поверхностных вод для оценки самоочищающей способности водохранилища (на примере Камского)...	42
<i>Демин А.П.</i> Анализ видов экономической деятельности, наиболее загрязняющих водные объекты российской части бассейна реки Урал....	48
<i>Долгов С.В., Швыдкий В.О., Алентьев Ю.Ю., Штамм Е.В., Барabanova E.A., Shishkina L.N.</i> Фоновое природно-антропогенное содержание биогенных веществ в реках зоны смешанных лесов на русской равнине.....	53
<i>Дьяконов К.Н., Хрусталева М.А., Суслов С.В.</i> Современные проблемы качества воды Волжского водоисточника.....	58
<i>Ерина О.Н., Терешина М.А., Медянкина М.В., Тригуб А.С., Кадыров О.Р.</i> Российские и мировые практики нормирования качества воды: ретроспектива, сравнительный анализ, пути развития.....	64
<i>Ефимов В.А., Антипов Н.Е., Ефимова Л.Е.</i> Исследование качества вод Рыбинского водохранилища по данным зимней съёмки 2022 года.....	69
<i>Ефимова Л.Е., Ерина О.Н., Платонов М.М., Сазонов А.А.</i> Оценка экологического состояния реки Клязьмы.....	74
<i>Захаров С.Г.</i> Гидрохимический режим и качество вод озера Чебаркуль...	79

<i>Зиновьев А.Т., Дьяченко А.В., Кошелев К.Б.</i> Кислородный режим Телецкого озера: наблюдения и моделирование.....	84
<i>Кашутина Е.А., Ясинский С.В., Гришанцева Е.С., Сидорова М.В.</i> Оценка переноса загрязнения со взвесями в водных объектах.....	89
<i>Кирпичникова Н.В., Воронина К.П.</i> Основные факторы формирования качества воды р. Яузы в многолетней динамике.....	96
<i>Козлова М.А.</i> Оценка опасности лекарственного загрязнения природных вод.....	101
<i>Кутянина Т.П., Кондакова Л.В., Ашихмина Т.Я.</i> Гидрохимические особенности и формирование фитопланктона в искусственных водоемах Вятско-Камского Предуралья.....	106
<i>Латина Е.Е., Латина Л.Э., Кудряшова В.В.</i> Динамика магния и фосфора в подземных водах вокруг Иваньковского водохранилища....	111
<i>Мурсынина Е.В.</i> Пространственные изменения содержания основных загрязняющих веществ в поверхностных водах реки Тобол.....	116
<i>Рахуба А.В.</i> Вертикальное распределение хлорофилла и гидрохимических показателей воды в период цветения фитопланктона Куйбышевского водохранилища.....	122
<i>Репина П.А., Мишин Д.В., Строков А.А., Пльяшенко Е.Ф., Фатхи М.О.</i> Особенности пространственно-временного распределения метана в водной толще Саяно-Шушенского водохранилища по результатам полевых исследований 2021-2022 гг. ....	128
<i>Ушакова Е.С., Паньков Н.Н., Белкин П.А.</i> Биоиндикация при оценке экологического состояния малых рек.....	133
<i>Чекмарева Е.А., Григорьева И.Л.</i> Оценка выноса биогенных элементов и тяжелых металлов малыми притоками в Иваньковское водохранилище...	139
<i>Шапоренко С.П., Кузовлев В.В.</i> Влияние городов Ржев и Тверь на гидрохимический режим Волжского притока Иваньковского водохранилища.....	144
<i>Шашуловская Е.А.</i> Гидрохимические исследования нижневолжских водохранилищ (по результатам трансъевропейской экспедиции НИС «ПРОТЕЙ»).....	149
<i>Шашуловская Е.А., Мосияш С.А.</i> Биогенные элементы в водохранилищах Нижней Волги в начале XXI века.....	154
<i>Ясинский С.В., Кашутина Е.А., Сидорова М.В.</i> Современное состояние проблемы оценки характеристик диффузного загрязнения водных объектов на равнинных территориях.....	159

## ГИДРОБИОЛОГИЯ И ИХТИОЛОГИЯ

<i>Беляева П.Г.</i> . Состав и структура фитопланктона Воткинского водохранилища в 2017–2022 гг. ....	169
<i>Житлухина В.Н., Истомин С.Г.</i> . Наблюдения за ихтиофауной нижнего района Воткинского водохранилища в нерестовый период ....	174
<i>Жихарев В.С., Гаврилко Д.Е., Обедиентова Е.С., Шурганова Г.В.</i> . Чужеродные виды зоопланктона водохранилищ Средней Волги.....	178
<i>Журова Д.А., Воденеева Е.Л.</i> . Фитопланктон пойменно-русловых комплексов нижнего течения р. Оки .....	183
<i>Истомина А.М., Беляева П.Г., Истомин С.Г., Крайнев Е.Ю., Мельникова А.Г., Токарев А.В., Целищева Е.М.</i> . Гидробиологическая и ихтиологическая характеристика Павловского водохранилища на р. Уфа...	188
<i>Казаринов С.Н., Комарова Л.В., Поносов С.В., Мерзляков И.Н., Михеев П.Б.</i> . Расчет неучтенного вылова рыбы на примере судака <i>sander lucioperca</i> (linnaeus, 1758) Камского водохранилища (Пермский край)....	195
<i>Карабанов Д.П., Сабитова Р.З., Котов А.А.</i> . Чужеродные виды <i>cladocera (crustacea: branchiopoda)</i> в водохранилищах России: единичные случаи или глобальный процесс?.....	199
<i>Каралаш А.А., Казаринов С.Н., Комарова Л.В., Мерзляков И.Н.</i> . Внутрипопуляционная изменчивость линейного роста синца ( <i>ballerus ballerus</i> ) Камского водохранилища.....	204
<i>Михеев П.Б., Бакланов М.А., Паньков Н.Н., Меньшикова Е.А.</i> . Оценка толерантности зообентоса и рыб текущих вод к загрязнению кислыми шахтными водами на примере рек Кизеловского угольного бассейна (Пермский край, Россия).....	208
<i>Мухортова О.В., Сабитова Р.З., Тарасова Н.Г., Карабанов Д.П., Унковская Е.Н.</i> . Инвазийные виды фито- и зоопланктона Саралинского участка Волжско-Камского государственного природного биосферного заповедника (Куйбышевского водохранилища).....	213
<i>Полева А.О., Мухутдинов В.М.</i> . Основные тенденции развития сообществ фитопланктона Павловского водохранилища на р. Уфе по многолетним данным.....	218
<i>Рубанова М.В., Мухортова О.В.</i> . Инвазия речного окуня <i>perca fluviatilis</i> (perciformes, actinopterygii) чужеродной trematodой <i>apophallus muehlingi</i> (heterophyidae, trematoda) в реке Большой Черемшан.....	223
<i>Тарасова Н.Г., Быкова С.В., Уманская М.В., Горбунов М.Ю., Мухортова О.В., Краснова Е.С.</i> . Формирование сообщества планкtonных организмов в приплотинном плесе Куйбышевского водохранилища в осенний период 2020 г.....	228

<i>Холмогорова Н.В., Пушина О.А.</i> Многолетняя динамика показателей макрозообентоса Ижевского водохранилища .....	232
---	-----

<i>Чуйко Г.М., Томилина И.И., Гребенюк Л.П., Ложкина Р.А.</i> Связь тератогенных эффектов у личинок хирономид с уровнем антропогенной нагрузки загрязняющими веществами в Рыбинском водохранилище.....	237
--	-----

**КРУГЛЫЙ СТОЛ  
«ИНЖЕНЕРНЫЕ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ  
ИЗЫСКАНИЯ»**

<i>Бузмаков С.В., Осташов А.А., Юхно А.В., Лубенцов А.С., Плюшков А.Д.</i> Расчёт наивысших уровней воды в условиях нестационарности рядов наблюдений на примере устьевого участка реки Нева .....	242
--	-----

<i>Егоркина С.С., Китаев А.Б.</i> Инженерно-гидрометеорологические изыскания для обоснования строительства берегозащитного сооружения.....	250
--	-----

<i>Логинова Л.В.</i> Лицензия Росгидромет.....	255
--	-----

<i>Самохин М.А., Смирнова Е.А.</i> Оценка отклика нормативных расчетных гидрологических коэффициентов на современные изменения климата...	260
---	-----

**КРУГЛЫЙ СТОЛ  
«УПРАВЛЕНИЕ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ»**

<i>Абдурашидов А.М.</i> Проблемы определения береговых линий пересыхающих водоемов на примере Туралинских озер Дагестана.....	267
---	-----

<i>Второва А.П., Мякишева Н.В., Панина М.В., Лиходумова И.Н.</i> Современные особенности регулирования водохранилищ верховья реки Урал.....	272
---	-----

<i>Горячев В.С.</i> Оценка роли водохранилищ республики Башкортостан в регулировании стока и водообеспечении населения и объектов экономики.....	278
--	-----

<i>Лопатина И.И.</i> Роль судебной гидрологической экспертизы в судебном производстве.....	283
--	-----

<i>Фролова Т.С.</i> Управление водными ресурсами в мире.....	289
--	-----

<i>Фролова Т.С., Короневич Н.П., Барабанова Е.А., Зайцева И.С.</i> Водное хозяйство стран БРИКС.....	294
--	-----

**ГИДРОЛОГИЯ ДЛЯ ДУШИ**

<i>Фролова И.В.</i> «Гидрография» литературных пейзажей в произведениях пермских поэтов .....	299
---	-----

# CONTENTS

## WATER QUALITY

<i>Borisov A., Bogomolov A.</i> The impact of seasonal variability waters hydrochemical parameters on the ecological condition of water objects on the example of reservoirs of the Chelyabinsk region.....	12
<i>Volkova Z., Kremenetskaya E., Lomova D.</i> Long – term variations of the water quality characteristics of the river EPR .....	17
<i>Gaidukova E., Bosavina I., Margaryan V., Batmazova A.</i> Evaluation of distribution of impurities in the Kama reservoir.....	22
<i>Grishantseva E., Fedorova L., Grigorieva M., Nikolaeva I., Tarnopolskaya M.</i> Bioaccumulation of heavy metals by bivalve mollusks of the Ivankovo reservoir.....	27
<i>Grishantseva E., Yasinsky S., Kashutina E.</i> Geochemical composition of bottom sediments of small rivers of Nizhny Novgorod as an indicator of anthropogenic impact.....	32
<i>Datsenko Yu., Puklakov V.</i> On the role of lateral tributaries in the formation of water quality of the Ivankovo and Uglich reservoirs.....	37
<i>Dvinskikh S., Larchenko O., Os'kina M.</i> Use of surface water pollution indicators to assess the self-cleaning capability of a reservoir (on the example of Kamskoye).....	42
<i>Demin A.</i> Analysis of economic activities most polluting water bodies in the russian part of the ural river basin.....	48
<i>Dolgov S., Shvydkiy V., Alentev Yu., Shtamm E., Barabanova E., Shishkina L.</i> Natural background and anthropogenic content of nutrients in rivers of the mixed forest zone on the Russian plain.....	53
<i>Dyakonov K., Khrustaleva M., Suslov S.</i> Modern problems of water quality in the Volga water source.....	58
<i>Erina O., Tereshina M., Mediankina M., Trigub A., Kadyrov O.</i> Russian and world practices of water quality regulation: background, comparative analysis, pathways for improvement.....	64
<i>Efimov V., Antipov N., Efimova L.</i> Study of the water quality of the Rybinsk water reservoir according to the winter survey of 2022.....	69
<i>Efimova L., Erina O., Platonov M., Sazonov A.</i> Assessment of the ecological state of the Klyazma river.....	74
<i>Zakharov S.</i> Hydrochemical regime and water quality of lake Chebarkul.....	79
<i>Zinoviev A., Dyachenko A., Koshelev K.</i> Oxygen regime of lake Teletskoye: observations and modeling.....	84

<i>Kashutina E., Yasinsky S., Grishantseva E., Sidorova M.</i> Evaluation of pollution transfer with suspensions in water bodies.....	89
<i>Kirpichnikova N., Voronina K.</i> The main factors of the formation of the water quality of the Yauza river in the long-term dynamics.....	96
<i>Kozlova M.</i> Hazard assessment of pharmaceutical pollution of natural waters	101
<i>Kutyavina T., Kondakova L., Ashikhmina T.</i> Hydrochemical features and formation of phytoplankton in artificial reservoirs of the Vyatka-Kama Pre-Urals.....	106
<i>Lapina E., Lapina L., Kudrajskova V.</i> Dynamics of magnesium and phosphorus in groundwater around Ivankovo reservoir.....	111
<i>Mursynina E.</i> Spatial changes in the content of the main pollutants in the surface waters of the Tobol river.....	116
<i>Rakhuba A.</i> Vertical distribution of chlorophyll and hydrochemical indicators of water during the phytoplankton bloom of the Kuibyshev reservoir .....	122
<i>Repina I., Mishin D., Strokov A., Ilyashenko E., Fatkhii M.</i> Features of the spatial and temporal distribution of methane in the water column of the Sayano-Shushenskoye reservoir based on the results of field studies in 2021-2022.....	128
<i>Ushakova E., Pankov N., Belkin P.</i> Bioindication in the assessment of the environmental status of small rivers .....	133
<i>Chekmareva E., Grigoryeva I.</i> Assessment the flow of biogenic elements and heavy metals by small tributaries in Ivankovo reservoir .....	139
<i>Shaporenko S., Kuzovlev V.</i> The influence of the cities of Rzhev and Tver on the hydrochemical regime of the Volga tributary of the Ivankovsky reservoir.....	144
<i>Shashulovskaya E.</i> Hydrochemical studies of the lower Volga reservoirs (based on the results of the Trans-European expedition of NIS "Proteus") .....	149
<i>Shashulovskaya E., Mosiyash S.</i> Biogenic elements in reservoirs Lower Volga of the XXI century .....	154
<i>Yasinskii S., Kashutina E., Sidorova M.</i> The current status of the problem of assessing the characteristics of diffuse pollution of water bodies in plain areas	159

## **HYDROBIOLOGY AND ICHTHYOLOGY**

<i>Belyaeva P.</i> Composition and structure of phytoplankton of the Kama and Votkinsk reservoirs in summer .....	169
<i>Zhitlukhina V., Istomin S.</i> Observation of lower Votkinsk reservoir fish fauna in spawning period .....	174
<i>Zhikharev V., Gavrilko D., Obedientova E., Shurganova G.</i> Alien species of zooplankton of the Middle Volga reservoirs .....	178

<i>Zhurova D., Vodeneeva E.</i> Phytoplankton of floodplain-channel complexes of the Oka river lower reaches .....	183
<i>Istomina A., Belyaeva P., Istomin S., Krainev E., Melnikova A., Tokarev A., Tselishcheva E.</i> Hydrobiological and ichthyological characteristics of the Pavlovsk reservoir on the Ufa river .....	188
<i>Kazarinov S., Komarova L., Ponosov S., Merzlyakov I., Mikheev P.</i> Calculation of unaccounted fish catches by the example of pikeperch <i>sander lucioperca</i> (linnaeus, 1758) of the Kama reservoir (Perm krai) .....	195
<i>Karabanov D., Sabitova R., Kotov A.</i> Non-indigenous species of cladocera (crustacea: branchiopoda) in Russian reservoirs: single cases or global process? .....	199
<i>Karalash A., Kazarinov S., Komarova L., Merzlyakov I.</i> Of the blue bream ( <i>ballerus ballerus</i> ) Kama reservoir .....	204
<i>Mikheev P., Baklanov M., Pankov N., Menshikova E.</i> Assessment of tolerance of zoobenthos and fish of flowing waters to pollution by acid mine waters: case study on the rivers of the Kizelovsky coal basin (Perm krai, Russia) .....	208
<i>Mukhortova O., Sabitova R., Tarasova N., Karabanov D., Unkovskay E.</i> Invasive species of phyto- and zooplankton of the Saralinsky site Volga-Kama state natural biosphere reserve (Kuibyshev reservoir) .....	213
<i>Poleva A., Muhutdinov V.</i> Main trends in the development of phytoplankton communities in the Pavlovskoe reservoir on river Ufa according to long-term data .....	218
<i>Rubanova M., Mukhortova O.</i> Invasion of the perch <i>perca fluviatilis</i> (perciformes, actinopterygii) with the alien trematode <i>apophallus muehlingi</i> (heterophyidae, trematoda) in the river Bolshoy Cheremshan .....	223
<i>Tarasova N., Bykova S., Umanskaya M., Gorbunov M., Mukhortova O., Krasnova E.</i> Formation of a community of plankton organisms in the priplotinny reach of the Kuibyshev reservoir in autumn 2020.....	228
<i>Kholmogorova N., Pushina O.</i> Long-term dynamics of the macrozoobenthos community indicators of the Izhevsk reservoir .....	232
<i>Chuiko G., Tomilina I., Grebenjuk L., Lozhkina R.</i> The relationship of teratogenic effects in chironomid larvae with the level of anthropogenic load of pollutants in the Rybinsk reservoir .....	237

## ENGINEERING HYDROMETEOROLOGICAL SURVEYS

<i>Buzmakov S., Ostashov A., Yakhno A., Lubentsov A., Pnyushkov A.</i> Calculation of the highest water levels in the case of non-stationary series of observations on the example of the Neva river mouth .....	242
<i>Egorkina S., Kitaev A.</i> Engineering and hydrometeorological surveys to justify the construction of a coastal protective structure .....	250

<i>Loginova L.</i> License Of Roshydromet .....	255
<i>Samokhin M., Smirnova E.</i> Assessment of the response of normative calculated hydrological coefficients to modern climate changes .....	260

## **WATER RESOURCES MANAGEMENT**

<i>Abdurashidov A.</i> Problems of determining the shorelines of drying reservoirs on the example of the Turaly lakes of Dagestan .....	267
<i>Vtorova A., Myakisheva N., Panina M., Lichodumova I.</i> Modern features of the regulation of reservoirs of the upper Ural river .....	272
<i>Goryachev V.</i> Assessment of the role of reservoirs of the republic of Bashkortostan in regulating the flow and water supply of the population and economic facilities .....	278
<i>Lopatina I.</i> The role of forensic hydrological expertise in court proceedings .....	283
<i>Frolova T.</i> World water management .....	289
<i>Frolova T., Koronkevich N., Barabanova E., Zajtseva I.</i> Anthropogenic impact on water resources in the BRICS countries .....	294

## **HYDROLOGY FOR THE SOUL**

<i>Frolova I.</i> "Hydrography" of literary paysage in the poetry of perm poets .....	299
---	-----

Е.Е. Лапина, Л.Э. Лапина, В.В. Кудряшова khelena1974@mail.ru  
*Институт водных проблем РАН, г. Москва, Россия*

## ДИНАМИКА МАГНИЯ И ФОСФОРА В ПОДЗЕМНЫХ ВОДАХ ВОКРУГ ИВАНЬКОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Проанализирована многолетняя динамика химического состава подземных вод вокруг Иваньковского водохранилища – основного питьевого источника г. Москвы. Предыдущими исследованиями установлено, что за 20 лет (1999 – 2019) в грунтовых водах селитебных территорий его береговой зоны произошел рост магния и фосфора. Статистическая обработка данных режимных наблюдений за аллювиальными (родник) и напорными (скважина) водами за тот же период выявила прирост общего фосфора на 1,2 %, магния – на 1,0 % в год для родника. В скважине показатели практически постоянны. Прирост приурочен к теплому периоду года, что, скорее всего, обусловлено климатическими и антропогенными факторами.

*Ключевые слова:* Иваньковское водохранилище, подземные воды, фосфор, магний.

E.E. Lapina, L.E. Lapina, V.V. Kudrajshova  
khelena1974@mail.ru  
*Institute of Water Problems of the RAS, Moscow, Russia*

## DYNAMICS OF MAGNESIUM AND PHOSPHORUS IN GROUNDWATER AROUND IVANKOVO RESERVOIR

The long-term dynamics of the chemical composition of groundwater around the Ivankovo reservoir, the main drinking source of Moscow, is analyzed. Previous studies have established that over 20 years (1999 – 2019), an increase in magnesium and phosphorus occurred in the groundwater of the populated areas of its coastal zone. Statistical processing of monitoring data on alluvial (a spring) and artesian (a well) waters over the same period revealed an increase in total phosphorus by 1,2%, magnesium – by 1,0% per year for the spring. In the well, the parameters are almost constant. The increase is confined to warm period of the year, most likely due to both climatic and anthropogenic factors.

*Keywords:* Ivankovo reservoir, groundwater, phosphorus, magnesium.

### ***Введение***

Иваньковское водохранилище расположено в бассейне верхней Волги (участок Тверь – Дубна), на юго-востоке Тверской области. В географическом отношении оно приурочено к Верхневолжской низине, исследованная территория занимает северо-западную часть Московского артезианского бассейна. Водоем является одним из основных источников питьевого водоснабжения Москвы и Московской области. Климат региона умеренно-континентальный, среднемесячная температура самого теплого месяца +17,8 °C, холодного – (-9,8°C); за последние 30 лет преимущественно в зимние месяцы отмечается рост температур воздуха [1; 8].

Разгрузка подземных вод зоны активного водообмена происходит в самую крупную дрену – Волгу. Доля подземного притока в реки от среднемноголетнего стока в устье Иваньковского водохранилища составляет в среднем 32% [2]. Нашиими предыдущими исследованиями (гидрохимические съемки) установлено, что с 1999 по 2019 гг. в грунтовых водах селитебных территорий в пределах надпойменных террас Иваньковского водохранилища произошел рост магния и фосфора, приуроченный к теплому периоду года [5; 8]. На момент съемок обследовались колодцы, вскрывающие объединенный аллювиально-флювиогляциальный водоносный горизонт, подпитываемый напорными водами водоносных горизонтов верхнего карбона, то есть получена интегральная оценка изменения качества вод четвертичных отложений за 20 лет.

Толща четвертичных отложений выполнена московскими водно-ледниковоыми песками и моренными суглинками, мощностью от 40 м. Водоносные пески разделяются мореной на несколько горизонтов [3; 4]. Первым от поверхности залегает безнапорный современный аллювиальный водоносный горизонт аIV, у которого нет выдержанного водоупора. На левобережье водохранилища в его подошве залегают аллювиальные пески верхнечетвертичного аIII водоносного горизонта, образуя единый комплекс. Первый от поверхности горизонт является наиболее уязвимым к воздействию основных факторов, формирующих химический состав грунтовых вод, в частности, климатического и антропогенного.

Если в колодце мы определяем химический состав, полученный в результате смешения вод вскрытых водоносных горизонтов, и только в конкретной, локальной точке, то родниковый сток отражает интегральную характеристику химического состава грунтовых вод всей его водосборной площади. Химический состав родника, выходящего на дневную поверхность по контакту аллювиальных песков и суглинков, будет характеризовать только аллювиальные воды, а воды самоизливающейся скважины – только первый напорный водоносный горизонт верхнего карбона.

Целью работы является рассмотрение динамики фосфора и магния отдельно в самой верхней и нижней частях зоны активного водообмена подземных вод, питающих водохранилище.

### ***Материалы и методы исследования***

В основу исследования положены гидрохимические режимные наблюдения (с 2006 по 2020 г.) за родником Бор – местом разгрузки аллювиальных вод, и за самоизливающейся скважиной на берегу водохранилища (1998 – 2022 гг.). Наблюдения велись круглогодично, с частотой не менее 1–2 раза в месяц. Число наблюдений по роднику составило 250, по скважине – 198. Имеющиеся данные объединены в один массив, написана программа, позволившая применить для обработки метод наименьших квадратов.

Химические анализы выполнены в аккредитованной химической лаборатории Иваньковской научно-исследовательской станции ИВП РАН на следующий день после отбора. Концентрации ионов  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$  определены титримет-

рическим методом, общего фосфора Р<sub>общ</sub> – фотометрическим методом с использованием молибдата аммония и аскорбиновой кислоты, в фильтрованных пробах. В работе применены методы полевых исследований и статистического анализа.

### **Анализ результатов**

Подземные воды зоны активного водообмена территории имеют в основном НСО<sub>3</sub>-Са и НСО<sub>3</sub>-Са-Mg состав, с общей минерализацией 0,1 – 0,6 мг/дм<sup>3</sup>. В таблице 1 представлен среднемноголетний химический состав природных вод разного генезиса в прибрежной зоне водохранилища в сравнении с его водами, с указанием геологических индексов.

Таблица 1  
**Среднемноголетний химический состав природных вод (мг/дм<sup>3</sup>), 2010-2020 гг.**

Параметр	Водохранилище	Подземные воды (индексы водоносных горизонтов)			
		hIV	aIV-aIII	fШms	C <sub>3</sub> k
НСО <sub>3</sub> <sup>-</sup>	186	9	159	262	342
Ca <sup>2+</sup>	40	4	39	52	68
Mg <sup>2+</sup>	10,5	2	9	17	23
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	8	4	12	5	4.0
Cl <sup>-</sup>	7	2	3	4	1.3
Робщ.	0,27	0,07	0,1	0,1	0,2

Напорные воды С<sub>3</sub>k отличаются по своему составу от поверхностных и грунтовых: у них более высокие минерализация, содержание ионов Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, НСО<sub>3</sub><sup>-</sup>, более низкие содержания биогенных веществ. Болотные воды hIV наименее минерализованы.

Родниковый сток в долине Волги от Твери до Дубны приурочен к основанию II и III цокольных террас, к границе аллювиальных песчаных отложений с подстилающими плотными суглинками. Реже наблюдаются выходы субнапорных межморенных вод. На дневной поверхности наблюдается и точечная разгрузка, и пластовое высачивание. В таблице 2 показана сезонная динамика магния за 20-тилетний период в отдельных родниках с разной антропогенной нагрузкой на своей водосборной площади.

Таблица 2  
**Сезонные изменения концентраций (мг/дм<sup>3</sup>) иона Mg<sup>2+</sup> в родниках за 20 лет**

Адрес	Нагрузка	Зимняя межень		Летняя межень	
		1999	2019	1999	2019
б/о Раздолье	Рекреация	22,0	20,4	18,2	32,3
д. Саввательево	Дорога	14,0	8,0	9,8	23,1
д. Окулово	Дачи	16,0	12,0	12,2	12,2

Наибольшее увеличение магния произошло в Саввательевских родниках, что можно объяснить протяженной пластовой разгрузкой и тем, что значительную часть водосборной площади занимают дороги. Зимой во всех родниках наблюдается снижение магния, вызванное разбавлением талыми водами из-за оттепелей. Возможно, источником магния являются противогололедные пескосмеси,

компоненты которой задерживаются в зоне аэрации, либо увеличение интенсивности восходящей фильтрации субнапорных вод межморенного водоносного горизонта в теплое время года.

Опорный родник Бор наблюдается как фоновый, выходит в нижней части аллювиальной террасы Волги. Его водосборная площадь приурочена к верхней части террасы, занятой реликтовым сосновым бором, и коренному склону – окраине г. Конаково, сложенному моренными суглинками [4].

Самоизливающаяся скважина расположена в 3-х м от уреза водохранилища. Она вскрывает клязьминско-ассельский водоносный горизонт верхнего карбона С<sub>3</sub>к, глубина 70 м, пробурена в 1973, напор установился на отметке 126,5 м при НПУ водохранилища 124 м. Скважина приурочена к месту размыва юрских глин, в кровле водовмещающих пород залегают плотные днепровские суглинки.

При анализе химического состава вод колодцев выявили статистически достоверное возрастание концентраций магния и фосфора только в теплое время года, зимой наблюдалось снижение. Поэтому полученную базу данных по роднику Бор и скважине сначала проанализировали целиком, а затем разделили ряды на две группы: теплый и холодный периоды, и для каждой провели расчеты. Методом наименьших квадратов находили уравнение прямой, наилучшим образом описывающее данные измерений, где в качестве независимой переменной выступает время. Угловой коэффициент – скорость роста (спада) того или иного гидрохимического показателя, свободное слагаемое – значение показателя в начале времени наблюдений. В таблице 3 представлены полученные результаты.

Статистический анализ данных по скважине не выявил трендов ни на повышение, ни на понижение, независимо от времени года. Расчеты по роднику показали, что интенсивность увеличения концентраций магния и фосфора выше в теплый период года в сравнении с холодным.

Таблица 3  
Прирост Mg<sup>2+</sup> и Р<sub>общ.</sub> (%), родник (2006 – 2020) и колодцы (1999-2019)

Объект	% в целом, за год, Mg <sup>2+</sup> /Р <sub>общ.</sub>	Зимняя межень		Летняя межень	
		Mg <sup>2+</sup>	Р <sub>общ.</sub>	Mg <sup>2+</sup>	Р <sub>общ.</sub>
Родник Бор	0,35/1,2	0,15	0,9	0,55	1,6
колодцы	0,63/0,6	0	0	1,25	1,2

Почвенным водам аллювиальных надпойменных террас Иваньковского водохранилища свойственно низкое содержание магния – 3,7 мг/дм<sup>3</sup> [6], поэтому рост магния в воде родника можно связать с использованием противогололедных пескосмесей на заселенной части водосбора. Большой прирост фосфора в аллювиальных водах в сравнении с колодезными свидетельствует в пользу гипотезы об активизации биогеохимических процессов в почве из-за роста температур воздуха, когда фосфор начинает мигрировать вниз из прежде накопленного резерва [7].

## **Выводы**

В родниковых водах аллювиального водоносного горизонта за период 15 лет наблюдается прирост общего фосфора 1,2 % и магния – 0,35 % в год. Увеличение концентраций имеет наибольший градиент в теплый период года и составляет 1,6 % и 0,55 % соответственно. Прирост может быть вызван как антропогенными, так и климатическими факторами. В напорных водах С<sub>3</sub>к содержание показателей за период 24 года даже в местах «литологических окон» имеет стабильный характер, что говорит о высокой степени защищенности первых от поверхности водоносных горизонтов верхнего карбона.

*Работа выполнена в рамках темы № FMWZ-2022-0002 «Исследования геоэкологических процессов в гидрологических системах суши, формирования качества поверхностных и подземных вод, проблем управления водными ресурсами и водопользованием в условиях изменений климата и антропогенных воздействий» Госзадания ИВП РАН.*

## **Библиографический список**

1. Гриневский С.О., Поздняков С.П. Ретроспективный анализ влияния климатических изменений на формирование ресурсов подземных вод // Вестн. Моск. Ун-та. 2017. Сер. 4. Геология. № 2. С. 42 – 51.
2. Иваньковское водохранилище: современное состояние и проблемы охраны. М.: Наука, 2000. 344 с.
3. Ковалевский В.С. Комбинированное использование ресурсов поверхностных и подземных вод. М.: Научный мир, 2001. 332 с.
4. Лапина Е.Е., Ахметьева Н.П., Кудряшова В.В. Родники долины верхней Волги: условия формирования, режим, охрана. Тверь: ООО «Купол», 2014. 256 с.
5. Лапина Е.Е., Кудряшова В.В. Тенденции изменения химического состава грунтовых вод водосбора вокруг Иваньковского водохранилища // Современные проблемы водохранилищ и их водосборов: труды VII Всеросс. научно-практ. конф. с междунар. участием. Пермь. 2021. С. 307-311.
6. Мотузова Г.В., Барсова Н.Ю., Карпова Е.А., Кочарян А.Г. Формирование химического состава почвенных вод в береговой зоне Иваньковского водохранилища // Известия РАН. Серия географическая, 2009. № 3. С. 109–117.
7. Шилькрот Г.С. О миграции фосфора и других химических элементов с грунтовым стоком в сельских ландшафтах // Сб. научных трудов конф. «Научное обеспечение реализации водной стратегии РФ на период до 2020 г. КНЦ РАН, 2015. С. 386 – 394.
8. Lapina Elena, Lapina Larisa, Kudrajshova Vera. Transformation of the groundwater composition in coastal zone of the Ivankovo reservoir during 20 years// Engineering geology and hydrogeology, 35. Sofia, 2021. P. 3-14. [http://igh-bg.com/Vol/vol\\_35.html](http://igh-bg.com/Vol/vol_35.html).