

# **СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ВОДОХРАНИЛИЩ И ИХ ВОДОСБОРОВ**

Труды IX Всероссийской научно-практической конференции  
с международным участием

Том 1

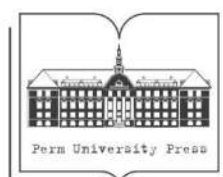


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«ПЕРМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

# **СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ВОДОХРАНИЛИЩ И ИХ ВОДОСБОРОВ**

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

Том 1



Пермь 2023

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 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. 1. – 12,4 Мб ; 318 с. – Режим доступа: <http://www.psu.ru/files/docs/science/books/sbomiki/modern-problems-of-reservoirs-and-their-catchments-2023-tom1.pdf>. – Заглавие с экрана.

ISBN 978-5-7944-3972-4

ISBN 978-5-7944-3973-1 (том. 1)

Рассматриваются вопросы изменения уровня, скоростного, термического и ледового режима естественных и искусственных водных объектов под влиянием меняющегося климата и хозяйственной деятельности человека; особое внимание уделено оценке специфических черт гидродинамического режима водохранилищ (Куйбышевское, нижнекамское, Колымское и др.), переформированию берегов водоемов (Кармановское), а также исследованию термического режима и ледовых явлений на водных объектах (Саяно-Шушенское, Камское, Мамаканское и Можайское водохранилища, озеро Чаны, Глубокое, реки – Волга, Кама, Печора, Сытва, Нарын и др.).

В геоэкологических исследованиях особое внимание уделено оценке экологического благополучия природно-техногенных систем водных объектов, влиянию гидрометеорологических факторов на экологические характеристики водохранилищ, природным и антропогенным факторам деградации рек, вопросам рекреационного использования прибрежных зон водных объектов.

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 Государственного гидрологического института, начальник отдела научно-технической информации, канд. геогр. наук **Л. С. Банищикова**

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

ISBN 978-5-7944-3972-4

ISBN 978-5-7944-3973-1 (том. 1)

© 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.1. – 318 pp.: ill.

ISBN 978-5-7944-3972-4  
ISBN 978-5-7944-3973-1 (V. 1)

The issues of changing the level, speed, thermal and ice regime of natural and artificial water bodies under the influence of a changing climate and human economic activity are considered; special attention is paid to the assessment of the specific features of the hydrodynamic regime of reservoirs (Kuibyshev, Nizhnekamsk, Kolyma, etc.), the reformation of the banks of reservoirs (Karmanovskoye), as well as the study of the thermal regime and ice phenomena on water bodies (Sayano-Shushenskoye, Kamskoye, Mamakanskoye and Mozhaisk reservoirs, Lake Chany, Glubokoye, rivers – Volga, Kama, Pechora, Sylva, Naryn, etc.). In geoecological studies, special attention is paid to the assessment of the ecological well-being of natural and man-made systems of water bodies, the influence of hydrometeorological factors on the environmental characteristics of reservoirs, natural and anthropogenic factors of river degradation, and the recreational use of coastal zones of water bodies.

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 978-5-7944-3973-1 (V. 1)

© Perm State University, 2023

# ОГЛАВЛЕНИЕ

## ГИДРО- И ГЕОДИНАМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ

<i>Акматов Р.Т., Чодураев Т.М., Почечун В.А.</i> Изменение стока за вегетационный период в верхнем течении реки Нарын в условиях глобального изменения климата.....	12
<i>Ахмерова Н.Д., Айзель Г.В., Ерина О.Н., Семенова Н.К., Симонов Ю.А., Соколов Д.И.</i> Ожидаемые изменения притока воды в Можайское водохранилище в XXI веке.....	18
<i>Болгов М.В., Коробкина Е.А., Филиппова И.А.</i> Об оценках годового стока в условиях недостаточного увлажнения .....	24
<i>Возняк А.А.</i> Параметры редуцированных формул в бассейне реки Белой.....	29
<i>Горелиц О.В., Ракчеева Е.А., Тимошенко А.А., Мишин Д.В., Борценко Е.В.</i> Особенности гидрологического режима Саяно-Шушенского водохранилища в 2021-2022 гг.....	35
<i>Горошкова Н.И., Стриженок А.В., Семенова Д.А.</i> Затопления на реках бассейна Печоры, как опасное гидрологическое явление.....	40
<i>Двинских С.А., Калужный В.К., Ларченко О.В.</i> Особенности русловых деформаций в разных районах Камского водохранилища.....	45
<i>Дебольская Е.И., Грицук И.И., Дошина М.Е.</i> Лабораторное моделирование термоэрозионного размыва речных берегов.....	53
<i>Добровольский С.Г., Лебедева И.И.</i> Проблемы определения статуса рек, регулируемых водохранилищами .....	58
<i>Дрегваль М.С.</i> Изменение продолжительности ледовых явлений под влиянием антропогенных и климатических факторов в бассейне реки Печора.....	63
<i>Жуков И.А., Айбулатов Д.Н.</i> Водный режим малых рек бассейнов Волги и Урала.....	66
<i>Законнов В.В., Законнова А.В.</i> Изменения гидроморфометрических характеристик водохранилищ Волги.....	71
<i>Зиновьев А.Т., Дьяченко А.В., Кондакова О.В.</i> Моделирование уровня воды бессточного озера Чаны.....	76
<i>Игнатьева М.Н.</i> Применение дистанционных методов исследования для анализа изменения площади Чернореченского водохранилища (Севастополь, Крымский полуостров) .....	81
<i>Казанцева А.С., Красиков А.В.</i> Гидрологические наблюдения на р.Сылва (г.Кунгур).....	86

<i>Калашикова О.Ю., Ниязов Дж.Б., Почечун В.А.</i> Предупреждение опасных гидрологических и геоэкологических явлений в водных объектах.....	91
<i>Калинин В.Г., Микова К.Д.</i> О зависимостях сроков ледообразования от дат перехода температуры воды через 3°С и 2°С на Камском водохранилище.....	95
<i>Калинин В.Г., Шайдулина А.А.</i> О верификации расчетов снеготаяния с данными наблюдений на метеорологических станциях.....	100
<i>Каргаполова И.Н., Жуков И.Г.</i> Русловые процессы в ложе водохранилищ (на примере Куйбышевского водохранилища).....	105
<i>Китаев А.Б., Ярославцева М.С.</i> Оценка интенсивности наполнения и сработки Нижнекамского водохранилища в характерные по водности годы настоящего столетия.....	111
<i>Копытов С.В., Санников П.Ю., Мехоношина Е.А.</i> Предварительные результаты палеолимнологических исследований на озере Новожилово (Камско-Кельтминская низменность, бассейн Верхней Камы).....	118
<i>Косицкий А.Г., Белозёров Е.В.</i> Оценка характеристик стока черноморских рек Краснодарского края с использованием данных АИУВ НПК "ЭМЕРСИТ" .....	123
<i>Лучников А.И., Мозгин А.В.</i> Оценка точности фотограмметрических моделей при решении геоморфологических задач с использованием БПЛА.....	127
<i>Магрицкий Д.В., Прокопьева К.Н.</i> Гидрологическая роль Мамаканского водохранилища.....	133
<i>Малюгин Н.Р.</i> Усиление эффекта отрицательной вязкости в реверсивных течениях за счет взаимодействия вихревых структур.....	138
<i>Масликова О.Я., Грицук И.И., Понов Д.Н.</i> Исследование размыва меандра в условиях криолитозоны.....	143
<i>Микова К.Д., Соснина Д.А.</i> Влияние климатических изменений на зимний сток рек Пермского края.....	148
<i>Морейдо В.М., Гарцман Б.И.</i> Прогноз сезонного речного стока в детерминированной и вероятностной формах.....	153
<i>Нестеренко Ю.М., Нестеренко М.Ю., Соломатин Н.В., Мещерин В.А.</i> Режим стока реки Урал, проблемы и решения.....	158
<i>Поздняков Ш.Р., Кондратьев С.А.</i> Актуальные проблемы современных исследований водохранилищ и их водосборов.....	163

<i>Сапожникова А.А., Ракчеева Е.А.</i> Испарение с поверхности водохранилищ Крыма в различных гидрографических районах полуострова.....	169
<i>Смирнов А.И.</i> Переформирование берегов Кармановского водохранилища в Южном Предуралье.....	175
<i>Соколов Д.И., Ерина О.Н., Терешина М.А.</i> Термический режим озера Глубокого в 2018–2021 гг.....	180
<i>Сучилина З.А., Гарцман Б.И.</i> Краткосрочный прогноз дождевых паводков в бассейне р. Уссури на основе ИМК ЕСОМАГ.....	185
<i>Терешина М.А., Ерина О.Н., Соколов Д.И.</i> Оценка применимости одномерной модели GLM для воспроизведения термического режима долинного водохранилища.....	191
<i>Турутина Т.В.</i> Влияние изменения климата на годовое распределение некоторых гидрологических величин.....	196
<i>Ушаков М.В.</i> Годовой приток воды к водохранилищу Колымской ГЭС в условиях климатических изменений.....	200
<i>Шайдулина А.А., Сулимов А.Д.</i> Оценка достоверности моделирования скоростного режима полуруслового участка Камского водохранилища в программном комплексе HEC-RAS.....	204
<i>Шмакова М.В.</i> Русловая и бассейновая составляющие стока наносов.....	208
<i>Шихов А.Н., Пищальникова Е.В., Калинин Н.А.</i> Расчет максимального снегонакопления в бассейне Камы по данным глобальных моделей численного прогноза погоды и реанализа в 2019–2023 гг.....	213
<i>Юдина В.А., Черноморец С.С., Савернюк Е.А., Крыленко П.В., Кидяева В.М.</i> Моделирование прорыва ледникового озера.....	217
<i>Ярославцева М.С., Китаев А.Б.</i> Оценка обмена вод в Нижнекамском водохранилище в современных условиях.....	222

## **ГЕОЭКОЛОГИЯ**

<i>Васькова Е.А., Дмитриев В.В.</i> Проблемы и опыт интегральной оценки экологического благополучия природно-техногенной системы.....	227
<i>Гареев А.М., Сайфуллина Е.Н., Галеева Э.М.</i> Методические положения оценки рекреационного потенциала малых и средних озер (на примере озер по территории Республики Башкортостан).....	232
<i>Гречушников М.Г., Репина И.А., Казанцев В.С.</i> Параметризация удельного потока метана с акватории водохранилищ.....	237

<i>Григорьева И.Л., Гречушников М.Г., Ломова Д.В., Кременецкая Е.Р., Комиссаров А.Б., Федорова Л.П., Ломов В.А., Чекмарева Е.А.</i> Влияние гидрометеорологических факторов на гидроэкологические характеристики Иваньковского водохранилища в летний период.....	242
<i>Ермакова Г.С., Милютин И.Ю., Турсунова Г.Ш., Козлова М.В.</i> Пространственная неравномерность антропогенного освоения водосбора Ириклинского водохранилища.....	247
<i>Калинин В.Г., Беляева И.А.</i> Характеристика донных отложений на Камском водохранилище .....	254
<i>Курбатова И.Е., Афанасьева А.А.</i> Природные и антропогенные факторы риска деградации реки Казанка и ее притоков: эколого-географический подход .....	259
<i>Курбатова И.Е., Мулин М.О.</i> Оценка геоэкологического состояния водосборов боковых притоков Цимлянского водохранилища (на примере реки Россошь).....	265
<i>Магрицкий Д.В.</i> Водохозяйственная деятельность в Российской части бассейна р.Урала: прошлое и настоящее.....	270
<i>Малаев А.В.</i> Влияние изменений структуры ландшафтов водосборов малых водохранилищ и озер Зауралья на их геоэкологическое состояние..	276
<i>Рыбкина И.Д., Ловцкая О.В., Губарев М.С., Орлова Е.С.</i> Водотоки и гидротехнические сооружения бессточной области Оби и Иртыша: состояние и возможности использования.....	281
<i>Санин А.Ю.</i> К вопросу рекреационного использования прибрежных зон водохранилищ.....	286
<i>Сивохин Ж.Т., Павлейчик В.М., Падалко Ю.А., Козлова М.А.</i> Гидроэкологические ограничения использования водных ресурсов трансграничных рек степной зоны (на примере рр. Урал и Тобол).....	292
<i>Семенова А.А., Гончаров А.В., Милюкова И.П., Георгиади А.Г.</i> Пойменные нерестилища Нижнего Дона в условиях гидротехнического регулирования и изменения климата.....	298
<i>Слащев Д.Н.</i> Расчет индексов экологической связности речной сети водосбора Воткинского водохранилища.....	302
<i>Хайрулина Е.А., Чайковский П.П.</i> Особенности микроэлементного состава вод в районах разгрузки хлоридно-натриевых подземных вод.....	307
<i>Чередниченко Александр В., Чередниченко В.С., Чередниченко Алексей В.</i> Изменение климата и его последствия для дикой природы Джунгарского Алатау.....	311



# CONTENT

## HYDRO- AND GEODYNAMICS PROCESSES

<i>Akmatov R., Choduraev T., Pochechun V.</i> Change in runoff during the growing season in the upper reaches of the Naryn river in the context of global climate change .....	12
<i>Akhmerova N., Ayzel G., Erina O., Semenova N., Simonov Y., Sokolov D.</i> Expected changes in the inflow to the Mozhaysk reservoir in the XXI century...	18
<i>Bolgov M., Korobkina E., Filippova I.</i> On estimates of annual runoff under conditions of insufficient wetting.....	24
<i>Vozniak A.</i> Parameters of reduction formulas in the Belaya river basin.....	29
<i>Gorelits O., Rakcheeva E., Timoshenko A., Mishin D., Borshchenko E.</i> Features of the hydrological regime of the Sayano-Shushenskoye reservoir in 2021-2022	35
<i>Goroshkova N., Stirzhenok A., Semenova D.</i> Ice jams as a dangerous hydrological phenomenon on rivers of the Pechora river basin.....	40
<i>Dvinskikh S., Kalyuzhny V., Larchenko O.</i> Features of channel deformations in different areas of the Kama reservoir.....	45
<i>Debolskaya E., Gritsuk I., Doshina M.</i> Laboratory modeling of thermoerosion deformation of river bank.....	53
<i>Dobrovolski S., Lebedeva I.</i> Problems in identifying the status of rivers regulated by reservoirs.....	58
<i>Dregval M.</i> Changes in the duration of ice phenomena under the influence of anthropogenic and climatic factors in the Pechora river basin.....	63
<i>Zhukov I., Aybulatov D.</i> Water regime of small rivers in the Volga and Ural basins.....	66
<i>Zakonnov V., Zakonnova A.</i> Changes in hydromorphometric characteristics of the Volga reservoirs.....	71
<i>Zinoviev A.T., Dyachenko A.V., Kondakova O.V.</i> Modeling of water level of closed lake Chany.....	76
<i>Ignatieva M.</i> Application of remote research methods to analyze changes in the area of the Chernorechenskoe reservoir (Sevastopol, Crimean peninsula).	81
<i>Kazantseva A., Krasikov A.</i> Hydrological observations on the Sylva river (Kungur).....	86
<i>Kalashnikova O., Niyazov J., Pochechyun V.</i> Prevention of dangerous hydrological and geocological phenomena in water bodies.....	91
<i>Kalinin V., Mikova K.</i> About dependences of ice formation dates on the water's 3°C and 2°C isotherms dates on the Kama reservoir.....	95

<i>Kalinin V., Shaydulina A.</i> Verification of snow melt calculations to observation data of the meteorological stations.....	100
<i>Kargapolova I., Zhukov I.</i> River channel in the bed of reservoir (case of the Kuibyshev reservoir).....	105
<i>Kitaev A., Yaroslavtseva M.</i> Assessment of the intensity of filling and discharge of the Nizhnekamsk reservoir in the years characteristic of water content of the present century.....	111
<i>Kopytov S., Sannikov P., Mekhonoshina E.</i> Preliminary results of the paleolimnological study of the Novozhilovo lake (Kama-Keltma lowland, upper Kama basin).....	118
<i>Kositskiy A., Belozyorov E.</i> Evaluation of the runoff characteristics of the black sea rivers of the Krasnodar region using the data of the AWLM RPC "EMERCIT".....	123
<i>Luchnikov A., Mozgin A.</i> Definition of the precision of photogrammetric models in solution geomorphological problems using UAVS.....	127
<i>Magritsky D., Prokopieva K.</i> The hydrological role of the Mamakan reservoir...	133
<i>Maliugin N.</i> Strengthening the effect of negative viscosity in reversing flows due to the interaction of vortex structures.....	138
<i>Maslikova O., Gritsuk I., Ionov D.</i> Study of meander erosion in the cryolithic zone .....	143
<i>Mikova K., Sosnina D.</i> Climatic changes impact on the winter flow of rivers in the Perm Kray.....	148
<i>Moreido V., Gartsman B.</i> Seasonal runoff forecasting in deterministic and probabilistic form.....	153
<i>Nesterenko Yu., Nesterenko M., Solomatin N., Meshcherin V.</i> Flow regime of Ural river, problems and solutions.....	158
<i>Pozdnyakov Sh., Kondratiev S.</i> Current problems of modern research in reservoirs and their watersheds.....	163
<i>Sapozhnikova A., Rakcheeva E.</i> Evaporation from the surface of reservoirs in various hydrographic regions of Crimea.....	169
<i>Smirnov A.</i> Reshaping of the shores of the Karmanovsky reservoir in the Southern Urals.....	175
<i>Sokolov D., Erina O., Tereshina M.</i> Thermal regime of lake Glubokoye in 2018-2021.....	180
<i>Suchilina Z., Gartsman B.</i> Short-term forecast of rain floods in the Ussuri river basin based on the IMC ECOMAG.....	185
<i>Tereshina M., Erina O., Sokolov D.</i> Suitability of one-dimensional lake model GLM for simulation of thermal dynamics of a valley reservoir.....	191

<i>Turutina T.</i> The effect of climate change on the annual distribution of some hydrological quantities .....	196
<i>Ushakov M.</i> Annual water inflow to the reservoir of the Kolyma hydroelectric power station under climate change .....	200
<i>Shaydulina A., Sulimov A.</i> Reliability evaluation of simulation of the velocity mode of the half-course section of the Kama reservoir in the HEC-RAS software complex.....	204
<i>Shmakova M.</i> Channel and basin components of sediment runoff .....	208
<i>Shikhov A., Pischalnikova E., Kalinin N.</i> Calculation of maximum snow accumulation in the kama river basin according to the data of global numerical weather prediction models and reanalysis for 2019–2023.....	213
<i>Iudina V., Chernomorets S., Savernyuk E., Krylenko I., Kidyayeva V.</i> Modeling the glacial lake outburst.....	217
<i>Yaroslavtseva M., Kitaev A.</i> Assessment of exchange in Nizhnekamsk reservoir in modern conditions.....	222

## GEOECOLOGY

<i>Vaskova E., Dmitriev V.</i> The main problems and experience of the integrated ecological well-being assessment of a natural-technogenic system.....	227
<i>Gareev A., Saifullina E., Galeeva E.</i> Methodological provisions for assessing the recreational potential of small and medium lakes (by the example of lakes on the territory of the Republic of Bashkortostan).....	232
<i>Grechushnikova M., Repina I., Kazantsev V.</i> Parametrization of specific methane flux from reservoirs.....	237
<i>Grigoryeva I., Grechushnikova M., Lomova D., Kremenetskaya E., Komissarov A., Fiodorova L., Lomov V., Chekmareva E.</i> Influence of hydrometeorological factors on the hydroecological characteristics of the Ivankovo reservoir in summer.....	242
<i>Ermakova G., Milyutina I., Tursunova G., Kozlova M.</i> Spatial heterogeneity of anthropogenic pressure on the Iriklin'sky reservoir watershed .....	247
<i>Kalinin V., Beliaeva I.</i> Characteristics of bottom sediments in the Kama reservoir.....	254
<i>Kurbatova I., Afanasyeva A.</i> Natural and anthropogenic degradation risk factors for the Kazanka river and its tributaries: ecology-geographical approach.....	259
<i>Kurbatova I., Mulin M.</i> Assessing the geo-ecological condition of the watersheds of the Tsimlyan reservoir lateral tributaries (by the example of the Rossosh river basin).....	265
<i>Magritsky D.</i> Water management activities in the Russian part of the Ural river basin: past and present.....	270

<i>Malaev A.</i> Influence of changing landscape structure of water collecting in small reservoirs and lakes behind the Ural to their geological state.....	276
<i>Rybkina I., Lovtskaya O., Gubarev M., Orlova E.</i> Watercourses and hydraulic structures of the drainless region of the Ob and Irtysh: state and possibilities of use.....	281
<i>Sanin A.</i> On the issue of recreational use of coastal zones of reservoirs.....	286
<i>Sivohip Zh., Pavleichik V., Padalko Y., Kozlova M.</i> Hydroecological limitations of the use of water resources of transboundary rivers of the steppe zone (by the example of the Ural and Tobol rivers).....	292
<i>Semenova A., Goncharov A., Milyukova I., Georgiadi A.</i> Floodplain spawning grounds of the Lower Don in the conditions of hydrotechnical regulation and climate change.....	298
<i>Slashev D.</i> Ecological connectivity indices calculation the of the Votkinsk reservoir catchment .....	302
<i>Khayrulina E., Chaikovskiy I.</i> Features of the microelement composition of water in the areas of unloading of sodium chloride groundwater.....	307
<i>Cherednichenko Alexandr V., Cherednichenko V.S., Cherednichenko Alexey V.</i> Climate change and its impacts on wildlife in mountain areas of Kazakhstan.....	311

И.Л. Григорьева<sup>1</sup>, М.Г. Гречушникова<sup>2,3</sup>, Д.В. Ломова<sup>3</sup>, Е.Р. Кременецкая<sup>3</sup>,  
А.Б. Комиссаров<sup>1</sup>, Л.П. Федорова<sup>1</sup>, В.А. Ломов<sup>2</sup>, Е.А. Чекмарева<sup>1</sup>,  
irina\_grigorieva@list.ru

<sup>1</sup>Институт водных проблем РАН, Ивановская НИС, г. Конаково, Россия

<sup>2</sup>Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,  
г. Москва, Россия

<sup>3</sup>Институт водных проблем РАН, г. Москва, Россия

## ВЛИЯНИЕ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ГИДРОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ИВАНЬКОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА В ЛЕТНИЙ ПЕРИОД

Показано влияние различной водности и метеорологических условий на гидрохимический и гидробиологический режим Ивановского водохранилища в августе 2020–2022 гг. Установлено, что в более прохладный и водный август 2020 г. уменьшилась минерализация воды и увеличивались значения цветности, перманганатной окисляемости и концентрации общего железа. Жаркая и солнечная погода лета 2022 г. привела к увеличению численности и биомассы фитопланктона в водохранилище и доминирующим видом стали синезеленые водоросли вместо диатомовых. В жарком 2022 г. наблюдалось превышение деструкции над продукцией. Интенсивное развитие фитопланктона и пересыщение поверхностного слоя кислородом уменьшало эмиссию метана. Активизация биотурбации в 2022 г. способствовала усилению обменных процессов на границе «вода-донные отложения».

*Ключевые слова:* водохранилище, температура воды, гидрохимические показатели, эмиссия метана, фитопланктон, зообентос, продукция и деструкция.

I. Grigoryeva<sup>1</sup>, M. Grechushnikova<sup>1,2,3</sup>, D. Lomova<sup>3</sup>, E. Kremenetskaya<sup>3</sup>,  
A. Komissarov<sup>1</sup>, L. Fiodorova<sup>1</sup>, V. Lomov<sup>2</sup>, E. Chekmareva<sup>1</sup>  
irina\_grigorieva@list.ru

<sup>1</sup>Water Problems Institute of the RAS, Ivankovo Research Station, Konakovo, Russia

<sup>2</sup>Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

<sup>3</sup>Water Problems Institute of the RAS, Moscow, Russia

## INFLUENCE OF HYDROMETEOROLOGICAL FACTORS ON THE HYDROECOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE IVANKOVO RESERVOIR IN SUMMER

The influence of different water content and meteorological conditions on the hydrochemical and hydrobiological regime of the Ivankovo reservoir in August 2020–2022 is shown. It was found that in cooler and watery August 2020, water mineralization decreased and the values of chromaticity, permanganate oxidability and total iron concentration increased. The hot and sunny weather of the summer of 2022 led to an increase in the number and biomass of phytoplankton in the reservoir and blue-green algae became the dominant species instead of diatoms. Excess of destruction over production was also observed in 2022. Intensive development of phytoplankton reduced methane emissions due to oversaturation of dissolved oxygen in the surface layer. Activization of bioturbation contributed the increase of exchange processes on the «water-sediments» boundary.

*Keywords:* reservoir, water temperature, hydrochemical indicators, methane emission, phytoplankton, zoobenthos, production and destruction.

## ***Введение***

Гидроэкологические характеристики в водоемах тесно связаны между собой, а сама экосистема водохранилища реагирует на внешние воздействия, к которым относятся синоптические изменения и регулирование проточности и уровня режима. В то же время водохранилища также могут оказывать влияние на климат (как в небольшом пространственном масштабе на прилегающей территории, так и глобально за счет эмиссии метана в атмосферу). Метан – парниковый газ, изучению источников которого в последнее время уделяется большое внимание.

Известно, что гидроэкологический режим находится в зависимости от синоптических условий и уровня режима, которые оказывают влияние на особенности формирования стратификации, температурного и кислородного режима, первичную продукцию и обменные процессы с донными отложениями.

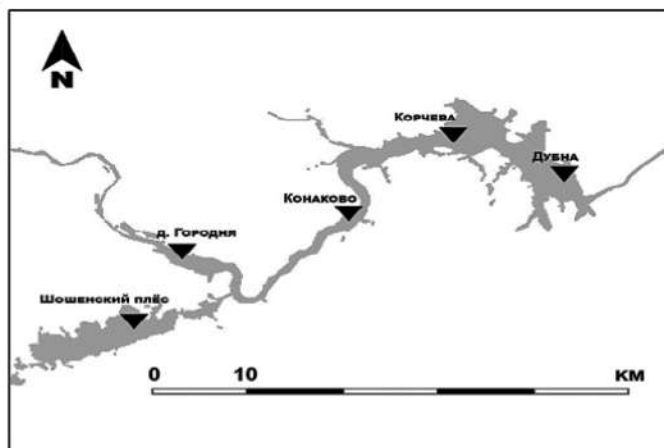
Цель работы – показать различия гидроэкологических характеристик Иваньковского водохранилища в одинаковую фазу водного режима в зависимости от внешних гидрологических и метеорологических условий.

### ***Объект исследования***

Иваньковское водохранилище, первая ступень Волжско-Камского каскада водохранилищ, один из основных источников водоснабжения г. Москвы. Создано оно в 1937 г., долинно-котловинного типа, сезонного регулирования, водообмен осуществляется примерно 10 раз в год. При НПУ полный объем водохранилища составляет 1,12 км<sup>3</sup>, площадь водного зеркала – 327 км<sup>2</sup>, средняя глубина – 3,4 м, площадь акватории с глубинами до 2 м – около 50%.

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

Квазисинхронные гидролого-гидрохимические и гидробиологические съемки водохранилища были проведены 5–6 августа 2020 г., 4–5 августа 2021 г. и 4–5 августа 2022 г. Весь комплекс измерений и отбор проб производились на 5 станциях (рисунок). В процессе съемок выполнялись измерения вертикального распределения температуры воды, растворенного кислорода, электропроводности (кондуктометр YSI Pro30 и оксиметр YSI ProODO), измерялась прозрачность воды по диску Секки.



**Схема Иваньковского водохранилища со станциями отбора проб и измерения эмиссии метана**

Отбор проб воды производился из поверхностного и придонного горизонта на фарватере и у каждого из берегов по ГОСТ 3161-2012. Химический анализ отобранных проб воды был выполнен в аккредитованной химической лаборатории Иваньковской НИС Института водных проблем РАН по аттестованным методикам. Содержание метана в отобранных пробах определялось на газовом хроматографе с пламенно-ионизационным детектором Хроматэк-Кристалл 5000. Расчет концентрации метана в пробах воды производился методом headspace. На станциях проводилось измерение удельного потока метана в атмосферу методом плавучих камер [5]. По ходу движения судна отбирались пробы воды для определения интенсивности продукционно-деструкционных процессов скляночным методом в кислородной модификации [1]. Работы включали эксперименты для определения потоков веществ на границе «вода – донные отложения (ДО)» методом трубок Кузнецова-Романенко. Кроме того, отбирались пробы придонной воды для определения деструкции органического вещества (ОВ). Отбор проб и определение фитопланктона и зообентоса производилось по стандартным гидробиологическим методикам [2-4].

### *Анализ результатов*

Гидрометеорологические условия в предшествующий период и в дни проведения съемок в июле–августе 2020–2022 гг. были различными (табл. 1).

При большем притоке воды с водосбора в июле 2020 г. в водохранилище наблюдались более высокие значения Цв, ПО и концентрации железа общего. При этом минерализация воды была меньше, по сравнению с аналогичными периодами 2021 и 2022 гг. В более жаркое лето 2022 г. увеличился объем гиполимниона с содержанием растворенного кислорода менее 2 мгО/дм<sup>3</sup>.

**Гидрометеорологические условия Иваньковского водохранилища летом 2020–2022 гг. и некоторые гидрохимические показатели в поверхностном горизонте на русле**

<i>Характеристика</i>	<i>2020</i>	<i>2021</i>	<i>2022</i>
Уровень воды 5 августа, м абс.	124.09	123.83	123.46
Приток воды в водохранилище, млн. м <sup>3</sup>	1315.8	242.3	291.95
Осадки за июль, мм (г. Тверь)	161	22	81
Максимальная дневная температура воздуха в период проведения съемки, °С	22	26.8	29.9
Фосфат-ион, мг/дм <sup>3</sup>	0.05-0.18	0.02-0.12	0.01-0.04
Минеральный азот, мгN/дм <sup>3</sup>	0.32-0.75	0.35-1.87	0.19-0.72
Цветность (Цв), град. Pt-Co шкалы	60-80	30-40	20-30
Перманганатная окисляемость, (ПО) мгО/дм <sup>3</sup>	14.4-20.4	7.3-14.0	7.3-14.0
Железо общее, мг/дм <sup>3</sup>	0.09-0.42	0.02-0.11	0.02-0.11
Электропроводность (25), мкСм/см	207-233	230-278	257-333

Разные гидрометеорологические условия трех последних лет сказались на развитии фитопланктона. В августе 2022 г. в Иваньковском водохранилище были зарегистрированы самые высокие значения численности и биомассы фитопланк-

тона за период исследований с 2010 г. Общая численность микроводорослей изменялась в поверхностном слое от 44,116 до максимальных 301,790 млн кл/л. Общая биомасса фитопланктона в августе 2022 г. изменялась в поверхностном слое от 13,155 до 65,891 мг/л, что в 2–12 раз выше аналогичных показателей в 2020–2021 гг. Основу биомассы в августе 2020 и 2021 гг. формировали диатомовые, зелёные и динофитовые водоросли, при этом на долю диатомовых приходилось от 30 до 90%. В августе 2022 г. роль диатомовых водорослей в формировании общей биомассы фитопланктона резко снизилась и составляла 13–24%, и на большинстве станций увеличилась доля синезеленых водорослей.

По данным измерений активности продукционно-деструкционных процессов только в 2022 г. величина деструкции превышала величину продукции и имела наибольшие значения из всех съёмок 2020–2022 гг. Таким образом, гидроэкологические условия года обуславливают различную интенсивность самоочищения водоема.

Исследования показали, что для участков глубоководной зоны были характерны стабильный состав и структура донного сообщества, а именно – олигохетно-хирономидный комплекс с небольшим (3–5 ед.) числом видов. Дефицит кислорода в придонном слое активизирует биотурбацию и может сокращать выедание роющего бентоса рыбами. Результатом биотурбации является изменение структуры донных отложений и их метаболизма, перенос растворенного кислорода, увеличение выхода метана. Также олигохеты занимают ведущую позицию в минерализации ОВ.

Фильтрационная деятельность *Dreissena polymorpha* (Palas) вносит существенный вклад в самоочищение водоема, снижая процесс его эвтрофирования. Для массового развития дрейссены необходима высокая минерализация, а Иваньковское водохранилище слабоминерализовано. Много велигеров после оседания на субстрат гибнет от невозможности сформировать раковину из-за дефицита кальция, но в маловодные годы с небольшим притоком повышение минерализации может быть благоприятным для велигеров.

Данные в рассмотренные три года значительно отличаются по величине эмиссии метана. Величина потока метана из донных отложений зависит от величины и продолжительности существования аноксидной зоны и уровня воды, поэтому в жарком и маловодном 2022 г. выход метана из ДО был существенно выше, чем в другие годы исследований (в среднем 67 мгС/м<sup>2</sup>сут при 0,71 и 12,8 мгС/м<sup>2</sup>сут в 2020 и 2021 гг., соответственно). В 2022 г. при более низком уровне и при активизации биотурбации в бескислородных условиях содержание метана в придонных горизонтах было на порядок больше, чем в 2020–2021 гг. (73–518 мкл/л против 8–17 и 5–132 мкл/л соответственно). Однако бурное развитие фитопланктона и содержание кислорода в поверхностном слое до 11,3–17,6 мг/л в 2022 г. против 9–10,7 мг/л в 2021 г. привело к значительному его окислению, что в результате снизило значения удельного потока, особенно в нижней части водохранилища.



## **Выводы**

Установлено, что несмотря на сравнительно большую проточность водохранилища продолжительная жаркая погода летом приводит к формированию бескислородных условий в придонном горизонте. Потребление кислорода у дна усугубляется вспышками цветения фитопланктона, его отмиранием и седиментацией. Разлагающееся органическое вещество является источником метана. Бескислородные условия также способствуют активизации биотурбации в донных отложениях, что увеличивает его выход из донных отложений. Но перенасыщение кислородом поверхностных горизонтов сокращает эмиссию метана в атмосферу. Дефицит кислорода в придонных горизонтах способствует высвобождению марганца и фосфатов из донных отложений, что усиливает вспышки цветения. В жарком августе 2022 г. доминирующими видами в составе фитопланктона на большей части водоема были синезеленые водоросли, тогда как в предшествующие годы – диатомовые. Активное развитие фитопланктона способствовало уменьшению концентраций фосфатов, увеличению значений БПК<sub>5</sub> и рН воды.

В маловодный 2022 г. отмечено уменьшение цветности воды, что весьма благоприятно для питьевого водоснабжения. Преобладание деструкции над продукцией в жаркий 2022 г. является показателем интенсификации самоочищающей способности водохранилища. Этому же способствовало увеличение фильтрационной деятельности *Dreissena polymorpha*, связанное с повышением минерализации воды по сравнению с 2020 г. Гидроэкологические условия конкретного года обуславливают различную интенсивность самоочищения водоема.

*Работа выполнена в рамках темы № FMWZ-2022-0002 Государственного задания ИВВ РАН.*

## **Библиографический список**

1. *Винберг Г.Г.* Первичная продукция водоемов. Минск: Изд-во АН БССР, 1960. 329 с.
2. *Кузьмин Г.В.* Фитопланктон: видовой состав и обилие // Методика изучения биогеоценозов внутренних водоёмов. М.: Наука, 1975. С. 73-87.
3. *Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зообентос и его продукция.* Л.: ГосНИОРХ, 1983. 33 с.
4. *Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий.* СПб: Наука, 2004. Т. 6. 527 с.
5. *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. 12 p.

*Научное издание*

## **Современные проблемы водохранилищ и их водосборов**

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

### **Том 1**

Издается в авторской редакции

Вёрстка *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 12,4 Мб  
Подписано к использованию 23.05.2023

---

Размещено в открытом доступе  
на сайте [www.psu.ru](http://www.psu.ru)  
в разделе НАУКА / Электронные публикации  
и в электронной мультимедийной библиотеке ELiS

Управление издательской деятельности  
Пермского государственного  
национального исследовательского университета  
614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15