

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК  
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ВНУТРЕННИХ ВОД ИМ. И. Д. ПАПАНИНА РАН

## АНТРОПОГЕННОЕ ВЛИЯНИЕ НА ВОДНЫЕ ОРГАНИЗМЫ И ЭКОСИСТЕМЫ

Материалы

VIII ВСЕРОССИЙСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ ПО ВОДНОЙ ЭКОТОКСИКОЛОГИИ,  
ПОСВЯЩЕННОЙ 85-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ  
ДОКТОРА БИОЛОГИЧЕСКИХ НАУК, ПРОФЕССОРА  
БОРИСА АЛЕКСАНДРОВИЧА ФЛЁРОВА

и ШКОЛЫ-СЕМИНАРА ДЛЯ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ, АСПИРАНТОВ И СТУДЕНТОВ  
СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ СОСТОЯНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД  
В УСЛОВИЯХ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ

17–20 октября 2023 г., Борок

Антропогенное влияние на водные организмы и экосистемы





**РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК**



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**



**ФГБУН ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ВНУТРЕННИХ ВОД  
ИМ. И.Д. ПАПАНИНА РАН**

# **АНТРОПОГЕННОЕ ВЛИЯНИЕ НА ВОДНЫЕ ОРГАНИЗМЫ И ЭКОСИСТЕМЫ**

Материалы

VIII ВСЕРОССИЙСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ ПО ВОДНОЙ ЭКОТОКСИКОЛОГИИ,  
ПОСВЯЩЕННОЙ 85-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ  
ДОКТОРА БИОЛОГИЧЕСКИХ НАУК, ПРОФЕССОРА  
БОРИСА АЛЕКСАНДРОВИЧА ФЛЁРОВА

и ШКОЛЫ-СЕМИНАРА ДЛЯ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ, АСПИРАНТОВ И СТУДЕНТОВ

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ  
СОСТОЯНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД В УСЛОВИЯХ  
АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ

**17–20 октября 2023 г., Борок**

**БОРОК, 2023**

УДК [574.47(063): 504.4.054(063)](092)  
ББК 28.088.л6  
А72

*Печатается в соответствии с решением оргкомитета VIII Всероссийской конференции*

*Ответственный редактор:*

И. И. Томилина (ведущий научный сотрудник, к.б.н.) ИБВВ РАН;

*Рецензент:*

А. В. Крылов, д.б.н., профессор, директор ИБО РАН.

*Обложка:* на лицевой части фотография Д. Д. Павлова – Карелия, река Сегежа, 2023 г.; на обороте фотография П. Б. Михеева – место слияния рек Вильва (загрязненная) и Лытва (без загрязнения), 14 июля 2023 г. Характер загрязнения: кислые воды, поступающие из заброшенных шахт Кизеловского угольного бассейна (Пермский край).

**А72 Антропогенное влияние на водные организмы и экосистемы** : сборник материалов / отв. ред. И. И. Томилина - Ярославль : Филигрань. – 2023. – 301 с. – VIII Всероссийская конференция по водной экотоксикологии, посвященная 85-летию со дня рождения Бориса Александровича Флёрова. (Борок, 17–20 октября 2023 г.).

**ISBN 978-5-6050550-6-8**

В сборнике опубликованы материалы докладов VIII Всероссийской конференции «Антропогенное влияние на водные организмы и экосистемы» по водной экотоксикологии, посвященной 85-летию со дня рождения доктора биологических наук, профессора Бориса Александровича Флёрова, и школы-семинара для молодых ученых, аспирантов и студентов «Современные методы исследования и оценки качества вод, состояния водных организмов и экосистем в условиях антропогенной нагрузки» по широкому кругу теоретических и практических вопросов водной экотоксикологии и охраны окружающей среды, проходящей с 17 по 20 октября 2023 г. в Борке.

Рассматриваются судьба, биодоступность, биотрансформация, биоаккумуляция загрязняющих веществ; биохимические, физиологические поведенческие реакции гидробионтов на действие антропогенных факторов. Приведены методы и критерии оценки качества вод, состояния водных экосистем и водных объектов, проблемы регионального нормирования.

Для широкого круга специалистов: токсикологов, гидробиологов, экологов, гидрохимиков, ихтиологов, зоологов, альгологов. Материалы публикуются в авторской редакции

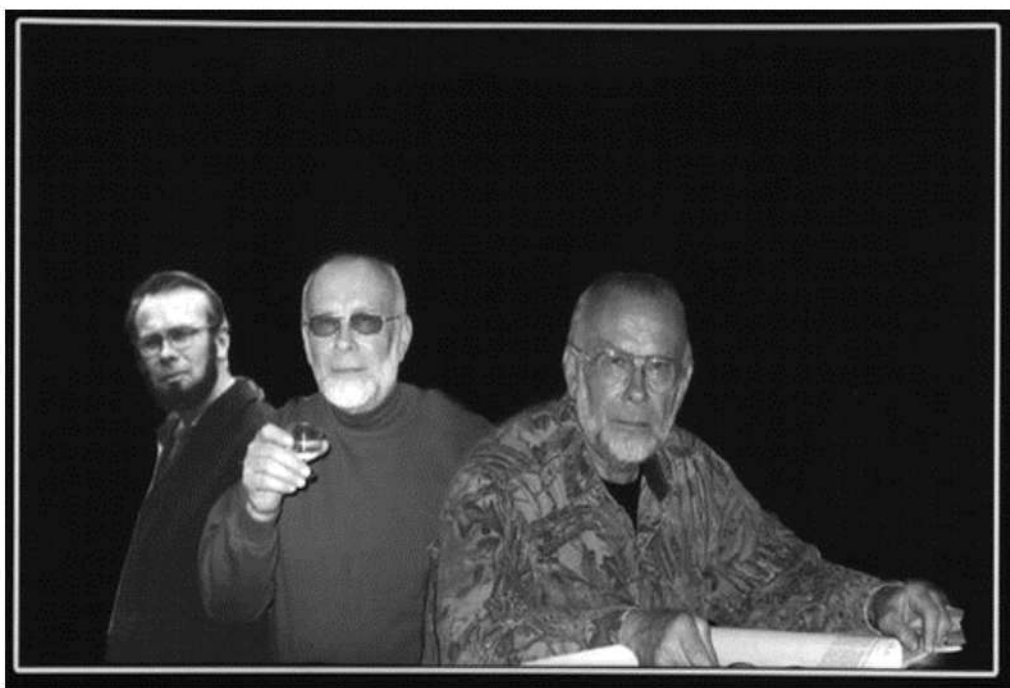
Материалы сборника размещены на сайте ИБВВ РАН: <http://www.ibiv.ru>

УДК [574.47(063): 504.4.054(063)](092)  
ББК 28.088.л6

**ISBN 978-5-6050550-6-8**  
2023

© Институт биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина РАН,

© Павлов Д.Д., фото на обложке, 2023  
© Михеев П. Б., фото на обложке, 2023



*Борис Александрович  
Флеров  
1937 - 2005*



группа компаний

Компания «БиоЛайн» сотрудничает с ведущими и инновационными мировыми компаниями, предлагая различные технологии для решения научных и научно–практических задач в биологических исследованиях. Наша миссия состоит в том, чтобы быть Вашим партнером в области научных исследований и дать Вам возможность двигаться вперед в науке, используя самые современные технологии и методы.

«БиоЛайн» – это команда увлеченных специалистов, которые помогают лабораториям внедрять и активно использовать современные технологии исследований, например, микроскопию высокого разрешения, методы *single cell* на тканевом и молекулярном уровне, анализ клеток на основе алгоритмов машинного обучения. Специалисты и инженеры компании привыкли решать вопросы клиентов и добиваться, чтобы каждый установленный прибор – от простого микроскопа до многопараметрового сортера – устойчиво работал и обеспечивал надежные научные результаты для клиентов.

197022, Россия, Санкт-Петербург,  
ул. Профессора Попова,  
д. 23, лит. Е  
тел.: +7 (812) 320 49 49  
e-mail: [main@bioline.ru](mailto:main@bioline.ru)  
web: [bioline.ru](http://bioline.ru)



## СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ВОДЕ ПРИТОКОВ ИВАНЬКОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Е.А. Чекмарева, И.Л. Григорьева

*Институт водных проблем Российской академии наук, Ивановская НИС,  
171251, Конаково, Тверская обл., s\_taya@list.ru*

Изучено содержание растворенных форм ряда тяжелых металлов в воде средних и малых притоков Ивановского водохранилища. Приведены диапазоны изменения и средние концентрации меди, цинка, свинца, хрома, кадмия, никеля, кобальта, железа общего и марганца в воде притоков в период открытой воды. Концентрации меди, цинка, железа общего, марганца, свинца практически повсеместно превышали ПДК<sub>рыб</sub>. Концентрации никеля, хрома, кобальта, кадмия были невысоки и не превышали ПДК<sub>рыб</sub>.

Качество воды влияет на возникновение разнообразия и развитие живых организмов водоемов и водотоков. Концентрации химических элементов и соединений могут быть питательной средой, благоприятствовать развитию живых организмов в водной экосистеме (бактерии, зоо- и фитопланктон, бентос, высшая водная растительность, нектон), так и угнетать их. В речной воде складываются определенные факторы, формирующие абиотическую среду для жизнедеятельности гидробионтов. Один из таких факторов, это нахождение растворенных форм тяжелых металлов в воде, которые могут попадать и накапливаться в живых организмах.

Объектом исследования послужили средние и малые притоки Ивановского водохранилища: рр. Тверца, Шоша, Лама, Орша, Созь, Инюха (Шошинский плес), Дойбица, Донховка, Сучок, Котева, Полозовка, Инюха (Волжский плес), Гусевка, Тропка (табл. 1).

Таблица 1. Морфометрические и гидрологические характеристики исследованных притоков Ивановского водохранилища

Наименование водотока	Длина, км	S водосбора, км <sup>2</sup>	Среднегодовой расход воды, м <sup>3</sup> /с
г. Тверь, Верхневолжский плес*, Нижневолжский плес**			
р. Тверца (лев.)*	188	3510	60
р. Орша (лев.)*	72	752	5.0
р. Дойбица (прав.):**	24	192	1.25
р. Гусевка (прав.):**	-	-	-
р. Инюха (прав.):**	12	-	1.49
р. Сучок (прав.):**	17	58.3	0.38
р. Донховка (прав.):**	25	158	1.03
Шошинский плес			
р. Инюха	33	393	2.5
р. Лама	139	2330	8.5
р. Шоша	163	3080	20-40
Р. Котева	8,5	30	-
Иваньковский плес			
р. Созь (лев.)	34	575	3.7
р. Тропка (прав.)	9	-	-
р. Полозовка (прав.)	17	-	-

Исследования проводились в 2022–2023 гг., в период активизации гидробионтов с начала половодья до начала ледостава. Отбор проб воды производился согласно ГОСТ Р 59024-2020 [1] в двух точках наблюдения на каждой реке, вне подпора от Ивановского водохранилища.

Химический анализ отобранных проб воды производился в аккредитованной химической лаборатории Ивановской НИС Института водных проблем РАН. Микроэлементный состав (медь, цинк, свинец, хром, кадмий, никель, кобальт) определялся на атомно-абсорбционном спектрометре AA-6800F фирмы Shimadzu. Железо общее и марганец определялись фотометрическим методом по аттестованным методикам. Данные химического анализа отобранных проб воды представлены в табл. 2.

В речных водах концентрация цинка обычно колеблется в диапазоне от 0.003 до 0.120 мг/дм<sup>3</sup> [2]. ПДК для рыбохозяйственных водоемов (ПДК<sub>рыб</sub>) составляет 0.01 мг/дм<sup>3</sup>.

По нашим наблюдениям максимальные концентрации цинка в речной воде отмечаются чаще всего в летнюю межень. Максимальная наблюдаемая концентрация в р. Лама в августе 2022 г. составила 0.3117 мг/дм<sup>3</sup>, а в р. Тверца – 0.1206 мг/дм<sup>3</sup> в июне 2022 г. В воде малых притоков максимальные

концентрации не превышали 0.1183, 0.1166 и 0.1162 мг/дм<sup>3</sup> в рр. Полозовка, Созь и Донховка соответственно. Снижение концентраций цинка происходит в период половодья и паводков за счет разбавления. Максимальные значения цинка отмечены в точках наблюдения, где происходит активное зарастание водного зеркала ряской, течение практически отсутствует и наблюдается застой воды в водотоках. Как активный элемент цинк влияет на жизнедеятельность организмов, в том числе развитие гидробионтов, регулирует обмен углеводов и белков, регулирует содержание хлорофилла. Некоторые соединения, такие как сульфат и хлорид цинка являются токсичными.

Таблица. 2. Диапазоны концентраций и средние концентрации (min-мах/сред.) растворенных форм тяжелых металлов в воде основных и малых притоков Иваньковского водохранилища в 2022-2023 гг.

Название водотока	Cu	Zn	Pb	Cr	Cd	Ni	Co	Fe <sub>общ</sub>	Mn
	мг/дм <sup>3</sup>								
Основные притоки									
р. Тверца	0.0005-0.0142/0.0006	0.0122-0.1206/0.0304	0.0016-0.0249/0.01	0.0012-0.0043/0.0024	0.0004-0.0018/0.0009	0.0029-0.0099/0.006	0.0029-0.0051/0.004	0.04-0.57/0.28	0.01-0.17/0.06
р. Лама	0.0011-0.1088/0.0183	0.0093-0.3117/0.0399	0.004-0.0863/0.0203	0.0009-0.0029/0.0018	0.0002-0.0069/0.0015	0.0002-0.0103/0.0057	0.0027-0.0226/0.0072	0.04-1.62/0.40	0.007-0.255/0.09
р. Шоша	0.0034-0.0177/0.0090	0.0078-0.0314/0.0170	0.0007-0.0311/0.0139	0.0012-0.0022/0.0017	0.0002-0.0027/0.0012	0.0031-0.0121/0.0061	0.0026-0.0060/0.0048	0.04-0.62/0.31	0.01-0.18/0.07
Малые притоки									
р. Орша	0.0004-0.0268/0.0112	0.0046-0.0907/0.0348	0.0002-0.0262/0.011	0.0015-0.0034/0.0024	0.0001-0.0029/0.0010	0.0026-0.0095/0.0051	0.009-0.005/0.0032	0.04-1.58/0.72	0.001-0.229/0.08
р. Инюха (Шош. плес)	0.002-0.0223/0.0112	0.056-0.0376/0.0271	0.0052-0.0288/0.0139	0.0007-0.0017/0.0011	0.0004-0.0026/0.0010	0.0028-0.0064/0.0049	0.0046-0.0048/0.0047	0.13-1.46/0.60	0.001-0.47/0.11
р. Котевля	0.0001-0.0188/0.0095	0.0116-0.0733/0.0244	0.0094-0.0319/0.0163	0.0006-0.0036/0.0021	0.0005-0.0026/0.0014	0.0037-0.0101/0.0076	0.0016-0.0077/0.0046	0.13-0.79/0.41	0.0-0.24/0.08
р. Дойбица	0.0022-0.0245/0.009	0.0123-0.0653/0.030	0.0068-0.1423/0.022	0.0008-0.0036/0.0021	0.0001-0.0021/0.0013	0.0035-0.0147/0.0085	0.0018-0.0071/0.0047	0.05-1.0/0.43	0.007-0.270/0.083
р. Гусевка	0.0019-0.0138/0.0083	0.0123-0.0495/0.0290	0.0115-0.0322/0.0177	0.0013-0.0034/0.0023	0.0003-0.0032/0.0017	0.0034-0.0164/0.0090	0.0019-0.0080/0.0051	0.03-0.64/0.21	0.007-0.42/0.016
р. Инюха	0.0036-0.0236/0.0098	0.0065-0.0679/0.0335	0.0084-0.0327/0.0207	0.0013-0.0028/0.0022	0.0005-0.0027/0.0019	0.0032-0.0183/0.0104	0.0016-0.0059/0.0042	0.03-0.84/0.25	0.006-1.21/0.32
р. Сучок	0.0007-0.0148/0.007	0.0105-0.0976/0.0306	0.0021-0.0292/0.0108	0.0008-0.0024/0.0018	0.0003-0.0020/0.0010	0.0018-0.0093/0.0059	0.0014-0.0052/0.0034	0.09-2.15/0.76	0.003-0.42/0.10
р. Донховка	0.0003-0.0231/0.008	0.0108-0.1162/0.034	0.0016-0.0254/0.013	0.0013-0.0042/0.0025	0.0004-0.0024/0.0013	0.0032-0.0087/0.0056	0.0023-0.0074/0.005	0.11-0.91/0.41	0.001-1.60/0.16
р. Созь	0.0011-0.0423/0.0111	0.0109-0.1166/0.0421	0.0004-0.0154/0.0066	0.0002-0.0041/0.0015	0.0-0.0026/0.0007	0.0001-0.0057/0.0026	0.0008-0.0032/0.0016	0.042-0.73/0.39	0.003-0.28/0.06
р. Полозовка	0.002-0.0211/0.0095	0.0163-0.1183/0.0473	0.0126-0.0461/0.023	0.006-0.0061/0.004	0.0002-0.0037/0.0023	0.0116-0.0274/0.0180	0.0087-0.0129/0.109	0.08-0.68/0.21	0.0-0.39/0.15
р. Тропка	0.0005-0.0255/0.0077	0.0103-0.0900/0.0305	0.0044-0.0354/0.0168	0.0-0.003/0.0018	0.0002-0.0022/0.0012	0.0024-0.0130/0.0082	0.0030-0.0076/0.0057	0.12-0.67/0.28	0.01-0.84/0.18

У свинца выраженное токсическое действие на живые организмы. В кислой среде растворимость элемента повышается. Он легко образует труднорастворимые соединения, образуя карбонат, сульфат, сульфид, гидроксид свинца (PbCO<sub>3</sub>, PbSO<sub>4</sub>, PbS, Pb(OH)<sub>2</sub>). Свинец аккумулируется в гидробионтах, что связано с его способностью легко образовывать комплексные соединения.

Концентрации свинца в природных незагрязненных водах незначительны (единицы микрограммов). ПДК<sub>рыб.</sub> для свинца составляет 0.006 мг/дм<sup>3</sup>.

Наибольшие концентрации свинца в воде исследуемых рек отмечены в летний период (август). В воде р. Дойбица (д. Головкино), которая подвержена нагрузке от дачных кооперативов и рядом расположенной автотрассы М-10, она составила 0.1423 мг/дм<sup>3</sup>, а в устье р. Лама на территории

национального парка Завидово – 0.0863 мг/дм<sup>3</sup>. Это может быть связано с высокой миграционной способностью в виде ионов, минеральных и органоминеральных комплексов в условиях восстановления и повышения температуры воды, а также в результате взмучивания донных отложений и промывки взвесей при перемешивании вод и ветровом волнении.

Концентрация меди в природных пресных водах колеблется от 0.002 до 0.030 мг/дм<sup>3</sup> [2] при ПДК<sub>рыб</sub> 0.001 мг/дм<sup>3</sup>. В связи с тем, что медь является одним из важнейших микроэлементов и способствует усвоению азота высшими водными растениями, фитопланктоном, а также влияет на фотосинтез, рост, водный обмен и распределение углеводов, формирование устойчивости растений к неблагоприятным условиям, то потребление ее значительно в период активной жизнедеятельности гидробионтов. Переизбыток меди может неблагоприятно влиять на водную экосистему, влиять на усвоение железа живым организмом, вызывать болезни и даже гибель.

Наиболее высокие концентрации меди в воде исследуемых рек отмечены с июля по август 2022 г. в р. Лама (до 0.1088 мг/дм<sup>3</sup>). В воде малых притоков максимальные значения изменялись в пределах от 0.0138 мг/дм<sup>3</sup> (р. Гусевка, июль-август 2022 г.) до 0.0423 мг/дм<sup>3</sup> (рр. Орша у д. Савватьево и Созь у д. Харитоново, март 2023 г.).

Хром находится в воде в виде хроматов и бихроматов, и является важным элементом функционирования живых организмов, входит в состав тканей организмов животного и растительного происхождения, оказывает стимулирующее действие на гидробионты. В слабокислой среде подвижность хрома увеличивается. При высоких концентрациях хром обладает канцерогенными свойствами, его избыток влияет на плохое усвоение железа, марганца, меди, калия и фосфора, ухудшается рост и развитие гидробионтов.

В речных незагрязненных и слабозагрязненных водах содержание хрома колеблется от нескольких десятых долей микрограмма до нескольких микрограммов в 1 дм<sup>3</sup> [3]. ПДК<sub>рыб</sub> для шестивалентного хрома составляет 0.02 мг/дм<sup>3</sup>.

Диапазон концентраций хрома в воде основных притоков составил 0.0009–0.0043 мг/дм<sup>3</sup> с максимальной концентрацией в воде р. Тверца (д. Головково) по небольшому ряду наблюдений с марта по июнь 2022 г., а в малых притоках от 0 до 0.0061 мг/дм<sup>3</sup> (в р. Полозовка, д. Колодкино).

Соединения кадмия играют важную роль в процессе жизнедеятельности животных и человека. В повышенных концентрациях токсичен, особенно в сочетании с другими токсичными веществами, ПДК<sub>рыб</sub> – 0.005 мг/дм<sup>3</sup>.

К основным антропогенным источникам поступления кадмия в окружающую среду относятся горнорудные и металлургические предприятия, а также сточные воды.

В период наблюдений с апреля по июнь 2022 г. диапазон концентраций кадмия в основных притоках составил 0.0002–0.0069 мг/дм<sup>3</sup> с максимальным значением в р. Лама; а в малых притоках – 0.0001–0.0037 мг/дм<sup>3</sup>.

Соединения двухвалентного никеля (Ni(II)) наиболее характерны для природных вод, а трехвалентный никель (Ni(III)) образуется в щелочных водах. Высокие содержания никеля оказывают канцерогенное воздействие на живые организмы. Повышенное, в сравнении с другими типами водорослей, содержание никеля обнаружено в сине-зеленых водорослях. ПДК<sub>рыб</sub> для никеля составляет 0.01 мг/дм<sup>3</sup>.

Самые высокие концентрации никеля зафиксированы в рр. Шоша, Лама, Тверца в сентябре 2022 г. и составили соответственно 0.0121, 0.0103, 0.0099 мг/дм<sup>3</sup>, воды малых рек содержат до 0.0274 мг/дм<sup>3</sup> (р. Полозовка) и свыше 0.01 мг/дм<sup>3</sup> – рр. Инюха, Гусевка, Дойбица, Тропка, Котевля. Таким образом, концентрации никеля в воде исследуемых рек не превышали ПДК для рыбохозяйственных водоемов.

Кобальт относится к числу биологически активных элементов и всегда содержится в организме животных и в растениях. Он влияет на усвоение азота, увеличение содержания хлорофилла и аскорбиновой кислоты, активизирует биосинтез. ПДК<sub>рыб</sub> составляет 0.01 мг/дм<sup>3</sup>. Высокие концентрации кобальта являются токсичными.

Концентрации кобальта в воде исследуемых рек не превышали ПДК<sub>рыб</sub> и изменялись в диапазоне 0.0026–0.00226 мг/дм<sup>3</sup> в воде основных и 0.0008–0.0087 мг/дм<sup>3</sup> в воде малых притоков.

Железо является важным питательным элементом для водорослей, недостаточное содержание его может быть одним из лимитирующих факторов развития фитопланктона.

Источники поступления железа в воду водотоков и водоемов – это подземные воды с низкими значениями pH, производственные и сельскохозяйственные сточные воды, воды болот. ПДК<sub>рыб</sub> для железа общего составляет 0.1 мг/дм<sup>3</sup>. Водосборные бассейны всех исследуемых рек в значительной степени заболочены, поэтому в воде отмечаются значительные концентрации железа общего.

Наиболее высокие концентрации железа общего в основных притоках зафиксированы в периоды половодья (в марте 1.62 мг/дм<sup>3</sup> в устье р. Лама). Максимальные концентрации железа общего в малых притоках отмечены в р. Сучок (2.15 мг/дм<sup>3</sup>), р. Орша (1.58 мг/дм<sup>3</sup>), в р. Инюха Шошинского плеса (1.46 мг/дм<sup>3</sup>) и р. Дойбица (1.0 мг/дм<sup>3</sup>). В период лето-зима происходит увеличение концентраций у дна. Осенью и весной при перемешивании водных масс (гомотермия) происходит окисление двухвалентного железа (Fe(II)) в трехвалентное (Fe(III)) и выпадение его в осадок в виде гидроксида железа (Fe(OH)<sub>3</sub>).

Марганец поступает в поверхностные воды в результате выщелачивания железомарганцевых руд и других минералов, содержащих марганец. Значительные количества марганца поступают в процессе разложения водных



животных и растительных организмов, особенно сине-зеленых, диатомовых водорослей и высших водных растений. Соединения марганца выносятся в водоемы со сточными водами марганцевых обогатительных фабрик, металлургических заводов, предприятий химической промышленности и с шахтными водами [2, 3].

В основном в воду поступает двухвалентный марганец (Mn(II)), который образует комплексы с бикарбонатами и сульфатами, реже с ионом хлора, в коллоидной форме марганец связывается в комплексы с аминами, органическими кислотами, аминокислотами и гумусовыми веществами, он присутствует в водах с низким содержанием растворенного кислорода. Вследствие потребления марганца высшими водными растениями и водорослями в процессе фотосинтеза его концентрация уменьшается, также он участвует в реакциях фотоллиза и выделения кислорода. Если нет условий для окисления марганца (недостаток растворенного в воде кислорода, pH, невысокая температура), то выпадения в осадок с формированием оксида марганца (MnO<sub>2</sub>) происходить не будет, и концентрации останутся высокими. Активное окисление и восстановление марганца происходит также за счет бактериальной деятельности.

В речных водах содержание марганца колеблется обычно от 1 до 160 мкг/дм<sup>3</sup> [3]. ПДК<sub>рыб.</sub> составляет 0.01 мг/дм<sup>3</sup>.

Наиболее высокие концентрации марганца в воде исследуемых рек отмечены в период летней межени. Достигали 0.255 мг/дм<sup>3</sup> в воде р. Лама и 1.6 и 1.21 мг/дм<sup>3</sup> в воде рр. Донховка и Инюха. В среднем, концентрации марганца изменяются в диапазоне от 0.06 до 0.32 мг/дм<sup>3</sup>. Часто концентрации марганца увеличиваются в воде водотоков в период интенсивного цветения, когда течения практически нет и возможно пересыхание реки на возвышенных участках

В период наших исследований в 2022–2023 гг. в воде исследуемых водотоков отмечены концентрации меди, цинка, свинца, железа общего, марганца, превышающие ПДК для рыбохозяйственных водоемов практически повсеместно. Концентрации никеля, хрома, кобальта и кадмия практически всегда были ниже ПДК<sub>рыб.</sub> Большинство тяжелых металлов в высоких концентрациях являются токсическими веществами и представляют угрозу для гидробионтов и оказывают канцерогенное влияние. На миграцию тяжелых металлов влияет температура воды, количество растворенного в воде кислорода, Eh, pH, наличие органики в воде (часто гуминовые и фульвокислоты). Гидролиз и комплексообразование – процессы, наиболее характерные для растворенных форм тяжелых металлов в воде.

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

#### Список литературы:

1. ГОСТ Р 59024-2020 «Национальный стандарт РФ. Вода. Общие требования к отбору проб». Москва: Стандартинформ, 2020. 35 с.
2. Зенин А.А., Белоусова Н.В. Гидрохимический словарь. Л.: Гидрометеониздат, 1988. 239 с.
3. Логинова Е.В., Лопух П.С. Гидроэкология: курс лекций. Минск: БГУ, 2011. 300 с.

## РТУТЬ В БИОГИДРОЦЕНОЗЕ ВОЛГОГРАДСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Е.А. Шашуловская, М.А. Сивущина

*Саратовский филиал ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии», 410002, г. Саратов, shash.elena2010@yandex.ru*

Проведены исследования содержания ртути в воде, донных отложениях, органах и тканях рыб Волгоградского водохранилища в период 2021–2022 гг. Несмотря на низкие концентрации ртути в воде из-за биологического накопления ее количества повышаются в рыбах, как конечном звене трофической цепи. Среднее содержание этого элемента в мышцах рыб не превышает санитарные нормы.

Среди большого количества загрязняющих веществ, поступающих в природные водные объекты, наибольший интерес представляет ртуть вследствие ее высокой биоаккумуляции, возрастающей по трофической цепи, а также отдаленные гонадо- и нейротоксические свойства. В водных экосистемах ртуть перераспределяется между различными биотическими и абиотическими компонентами и накапливается в организмах рыб, как верхних звеньях пищевой цепи, что может привести не только к остановке роста и подрыву численности ихтиоценоза, но и нанести вред человеку, как непосредственному потребителю рыбной продукции.

Экосистема Волгоградского водохранилища за полувековой период своего существования явилась аккумулятором потоков природных и антропогенных веществ из вышерасположенных участков каскада. Первые комплексные работы по определению накопления ртути в биогидроценозе Волгоградского водохранилища относятся к 90-м годам прошлого столетия [1]. Цель этих исследований сводилась к решению теоретических и практических задач, связанных с экологическим мониторингом и контролем качества рыбной продукции. В настоящее время на фоне изменения антропогенной нагрузки и глобальной климатической трансформации появилась возможность продолжить исследования по накоплению этого токсичного элемента в замыкающем водохранилище Волжского каскада.

<b>Поддубная Н. Я., Салькина Г.П., Волошина И.В., Никандрова В.А., Смирнова А.А., Тимошкин А.А., Глушенков И.С. ОБЩАЯ РТУТЬ В ОРГАНАХ И ТКАНЯХ ОКОЛОВОДНЫХ ЗЕМЛЕРОЕК РОДА <i>CROCIDURA WAGLER</i>, 1832 НА ЮГО-ВОСТОКЕ ПРИМОРСКОГО КРАЯ</b>	<b>47</b>
<b>Румянцева О.Ю., Иванова Е.С. СОДЕРЖАНИЕ РТУТИ И СООТНОШЕНИЕ СТАБИЛЬНЫХ ИЗОТОПОВ АЗОТА И УГЛЕРОДА В ВОЛОСАХ НАСЕЛЕНИЯ С РАЗЛИЧНЫМ КОЛИЧЕСТВОМ РЫБЫ ИЗ ВОДОЕМОВ ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ В РАЦИОНЕ ПИТАНИЯ</b>	<b>49</b>
<b>Соловьёва О.В., Тихонова Е.А., Алёмова Т.Е., Барабашин Т.О., Ерёмкина Е.С. УГЛЕВОДОРОДЫ В ВОДЕ И ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ЗАЛИВА СИВАШ В ПЕРИОД ЕГО ОСОЛОНЕНИЯ (КРЫМСКИЙ ПОЛУОСТРОВ)</b>	<b>52</b>
<b>Тельнова Т. Ю., Моргунова М. М., Шашкина С. С., Власова А. А., Мишарина Е. А., Аксёнов-Грибанов Д. В. ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ ИБУПРОФЕНА В БАЙКАЛЬСКИХ ЭНДЕМИЧНЫХ АМФИПОДАХ</b>	<b>55</b>
<b>Тихонова Е.А., Соловьёва О.В., Барабашин Т.О. ПОЛИЦИКЛИЧЕСКИЕ АРОМАТИЧЕСКИЕ УГЛЕВОДОРОДЫ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ОЗЕРА ДОНУЗЛАВ (КРЫМ)</b>	<b>56</b>
<b>Тропин Н. Ю., Рахматуллина С. Н., Воробьев Е. Д., Воробьев Д. С., Франк Ю. А. МИКРОПЛАСТИК В ЖЕЛУДОЧНО-КИШЕЧНОМ ТРАКТЕ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ РЫБ КУБЕНСКОГО ОЗЕРА</b>	<b>60</b>
<b>Тютин А. В., Гремячих В. А., Медянцева Е. Н., Тютин В. А., Комов В. Т. СОДЕРЖАНИЕ РТУТИ В МУСКУЛАТУРЕ ДВУХ ВИДОВ КАРПОВЫХ РЫБ ИЗ ДВУХ РАЗНОТИПНЫХ ВОДОЁМОВ ЯРОСЛАВСКОЙ ОБЛАСТИ НА ФОНЕ ЗАРАЖЕНИЯ МЕТАЦЕРКАРИЯМИ <i>POSTHODIPLOSTOMUM CUTICULA</i> (NORDMANN, 1832)</b>	<b>63</b>
<b>Цыганков В.Ю., Донец М.М., Беланов М.А., Боровкова А.Д., Миронова Е.К., Удовикин Т.Р., Черняев А.П. ИССЛЕДОВАНИЯ СОЗ В ВОДНЫХ И ПРИБРЕЖНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА РОССИИ</b>	<b>65</b>
<b>Чекмарева Е.А., Григорьева И.Л. СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ВОДЕ ПРИТОКОВ ИВАНЬКОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА</b>	<b>67</b>
<b>Шашуловская Е.А., Сивущина М.А. РТУТЬ В БИОГИДРОЦЕНОЗЕ ВОЛГОГРАДСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА</b>	<b>70</b>
<b>БИОХИМИЧЕСКИЕ, ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ, ПОВЕДЕНЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ ГИДРОБИОНТОВ НА ДЕЙСТВИЕ АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ</b>	
<b>Боднарь И.С., Чебан Е.В. СОВМЕСТНОЕ ДЕЙСТВИЕ РАДИАЦИИ И КАДМИЯ НА ЛАБОРАТОРНУЮ КУЛЬТУРУ РЯСКИ МАЛОЙ <i>LEMNA MINOR</i> L.</b>	<b>74</b>
<b>Голованова И. Л. ПИЩЕВАРЕНИЕ У РЫБ В УСЛОВИЯХ ПОВЫШЕННОЙ РТУТНОЙ НАГРУЗКИ</b>	<b>76</b>
<b>Заботкина Е.А., Трофимов Д.Ю., Голованова И.Л., Смирнов А.К., Крылов В.В. ВЛИЯНИЕ РТУТИ, НИЗКОЧАСТОТНОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ И ТЕМПЕРАТУРНОГО СТРЕССА НА ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КАРАСЯ СЕРЕБРЯНОГО <i>CARASSIUS GIBELIO</i> (BLOCH, 1782)</b>	<b>78</b>
<b>Запруднова Р.А. СПЕЦИФИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ИОННОЙ РЕГУЛЯЦИИ ПРЕСНОВОДНЫХ РЫБ В НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ УСЛОВИЯХ</b>	<b>82</b>
<b>Королева И.М., Заботкина Е.А. ВЛИЯНИЕ СТОКОВ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ НА ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ОБЫКНОВЕННОГО СИГА ОЗ. ИМАНДРА (МУРМАНСКАЯ ОБЛАСТЬ)</b>	<b>84</b>

Научное издание

# **АНТРОПОГЕННОЕ ВЛИЯНИЕ НА ВОДНЫЕ ОРГАНИЗМЫ И ЭКОСИСТЕМЫ**

Материалы

VIII Всероссийской конференции по водной экотоксикологии,  
посвященной 85-летию со дня рождения доктора биологических наук, профессора  
Бориса Александровича Флёрова,

и ШКОЛЫ-СЕМИНАРА ДЛЯ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ, АСПИРАНТОВ И СТУДЕНТОВ

**СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ВОД,  
СОСТОЯНИЯ ВОДНЫХ ОРГАНИЗМОВ  
И ЭКОСИСТЕМ В УСЛОВИЯХ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ**

**17–20 октября 2023 г., Борок**

Ответственный редактор

И.И. Гомилина

Компьютерная верстка:

Е. А. Заботкина, И. В. Чалова

Подписано в печать 02.10.23. Формат 60x90 1/8.

Усл. печ. л. 37,75. Заказ № 23129. Тираж 20 экз.

Отпечатано с готового оригинал-макета ООО «Филигрань»  
150049, г. Ярославль, ул. Свободы, 91,  
pechataet@bk.ru