

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ВНУТРЕННИХ ВОД ИМ. И. Д. ПАПАНИНА РАН



АНТРОПОГЕННОЕ ВЛИЯНИЕ НА ВОДНЫЕ ОРГАНИЗМЫ И ЭКОСИСТЕМЫ

**СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ VI ВСЕРОССИЙСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
ПО ВОДНОЙ ЭКОТОКСИКОЛОГИИ,
ПОСВЯЩЕННОЙ 80-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ Д.Б.Н., ПРОФ. Б. А. ФЛЕРОВА,
С ПРИГЛАШЕНИЕМ СПЕЦИАЛИСТОВ ИЗ СТРАН БЛИЖНЕГО ЗАРУБЕЖЬЯ
И ШКОЛЫ-СЕМИНАРА ДЛЯ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ, АСПИРАНТОВ И СТУДЕНТОВ**

**СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ СОСТОЯНИЯ
ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД В УСЛОВИЯХ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ**

14–17 СЕНТЯБРЯ 2017 Г.

БОРОК

УДК 574.52(063) : 504.4.064(063) : 504.06(063)

ББК 28.59я4+28.69я4+20.18я4

A72

Антропогенное влияние на водные организмы и экосистемы : сборник материалов VI Всероссийской конференции по водной экотоксикологии, посвященной 80-летию со дня рождения д.б.н., проф. Б. А. Флерова, с приглашением специалистов из стран ближнего зарубежья. Современные методы исследования состояния поверхностных вод в условиях антропогенной нагрузки : материалы школы-семинара для молодых ученых, аспирантов и студентов (Борок, 14–17 сентября 2017 г.). - Ярославль : Филигрань. – 2017. – 128 с.

ISBN 978-5-906682-94-9

В сборнике опубликованы материалы докладов конференции и школы-семинара по широкому кругу теоретических и практических вопросов водной экотоксикологии и охраны окружающей среды.

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

Материалы печатаются в авторской редакции.

Компьютерная верстка: И. В. Чалова, Е. А. Заботкина, И. И. Томилина.

Фото на обложке: Б. А. Флеров в рабочем кабинете.

УДК 574.52(063) : 504.4.064(063) : 504.06(063)
ББК 28.59я4+28.69я4+20.18я4

ISBN 978-5-906682-94-9

© Институт биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина РАН, 2017

СОДЕРЖАНИЕ

Е.Н. Бакаева МЕТОДИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ ТОКСИЧНОСТИ ВОД ПО НАБОРУ БИОТЕСТОВ	3
Е.Н. Бакаева., Игнатова Н.А., Тарадайко М.Н. НЕОБХОДИМОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НАБОРА БИОТЕСТОВ ПРИ ОЦЕНКЕ ТОКСИЧНОСТИ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД	6
Е.С. Бродский, Шелепчиков А.А., Мир-Кадырова Е.Я., Калинин Г.А. ИДЕНТИФИКАЦИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВКЛАДА В «УГЛЕВОДОРОДНЫЙ ИНДЕКС» ЭНДОГЕННЫХ УГЛЕВОДОРОДОВ ТОРФЯНЫХ ОЗЕР	9
А.Р. Гайсин, Л. В. Новикова, Н. Ю. Степанова ОСОБЕННОСТИ НАКОПЛЕНИЯ МЕТАЛЛОВ В ТКАНЯХ И ОРГАНАХ РЫБ РАЗЛИЧНОГО ТРОФИЧЕСКОГО УРОВНЯ В МЕШИНСКОМ ЗАЛИВЕ КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА	12
Д.М. Гершкович ЭФФЕКТЫ ВОЗДЕЙСТВИЯ БИХРОМАТА КАЛИЯ НА РАКООБРАЗНЫХ <i>CERIODAPHNIA AFFINIS (DUBIA)</i> ПРИ РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМАХ ВНЕСЕНИЯ	15
О.В. Гладкова, Н.И. Ходоровская, Т.В. Еремкина МНОГОЛЕТНЯЯ ДИНАМИКА СТРУКТУРЫ ФИТОПЛАНКТОНА ШЕРШНЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА	17
И.Л. Голованова, А.И. Аминов ВЛИЯНИЕ ГЛИФОСАТСОДЕРЖАЩИХ ПЕСТИЦИДОВ НА ПИЩЕВАРИТЕЛЬНЫЕ ГЛИКОЗИДАЗЫ МОЛОДИ РЫБ	21
Ю.С. Григорьев, Г.Р. Величко, Н.К. Артына ВОПРОСЫ, ВОЗНИКАЮЩИЕ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ КЛАССА ОПАСНОСТИ ОТХОДОВ МЕТОДАМИ БИОТЕСТИРОВАНИЯ	24
И.Л. Григорьева, Л.И. Хрусталева СОДЕРЖАНИЕ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ВОДЕ ВОДОХРАНИЛИЩ ВЕРХНЕЙ ВОЛГИ	25
Т.В. Еремкина, Н. Б. Климова, Н. В. Чечулина ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ РУЧЬЯ МАРГАНЦОВЫЙ В ЗОНЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЗАО «ЗОЛОТО СЕВЕРНОГО УРАЛА» ПО КОМПЛЕКСУ БИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ	27
Н.И. Ермолаева, С.Я. Двуреченская КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДЫ ПО ИНТЕГРАЛЬНЫМ ПОКАЗАТЕЛЯМ С УЧЕТОМ РЕГИОНАЛЬНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ (НА ПРИМЕРЕ НОВОСИБИРСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА)	30
Е.А. Заботкина, И.Л. Голованова, В.К. Голованов ГИСТОПАТОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ В ОРГАНАХ ИММУННОЙ И ГЕРМИНАТИВНОЙ СИСТЕМ ГОЛОВЕШКИ-РОТАНА <i>PERSCOTTUS GLENNI</i> ПОД ВЛИЯНИЕМ СУБЛЕТАЛЬНОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ ГЕРБИЦИДА РАУНДАП®	32
Е.С. Иванова, Л.А. Тузова, В.Т. Комов СОДЕРЖАНИЕ РТУТИ В ОРГАНИЗМЕ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ АМФИБИОНТНЫХ И НАЗЕМНЫХ ДВУКРЫЛЫХ (DIPTERA) НЕКОТОРЫХ РАЙОНОВ ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ	36
Я.С. Климова, Г.М. Чуйко БИОМАРКЕРЫ ОКИСЛИТЕЛЬНОГО СТРЕССА И СОДЕРЖАНИЕ КАРОТИНОИДОВ У ДВУСТВОРЧАТЫХ МОЛЛЮСКОВ СЕМ. DREISSENIDAE	39
Т.Б. Ковыршина ПОКАЗАТЕЛИ ПРООКСИДАНТНО-АНТИОКСИДАНТНОЙ СИСТЕМЫ КРОВИ БЫЧКА-КРУГЛЯКА <i>NEOGOBIOUS MELANOSTOMUS (PALLAS, 1814)</i> ИЗ ЮГО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ АЗОВСКОГО МОРЯ В РАЗНЫЕ ПЕРИОДЫ РЕПРОДУКТИВНОГО ЦИКЛА	41
А.В. Комова, А.А. Мельникова, Р.А. Камышинский, Р.Д. Светогоров, З.Б. Намсараев ВЛИЯНИЕ ОКСИАНИОНОВ СЕЛЕНА И ТЕЛЛУРА НА РОСТ АНОКСИГЕННЫХ ФОТОТРОФНЫХ БАКТЕРИЙ	43
И.М. Королева ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СИГА В ЦЕЛЯХ БИОМОНИТОРИНГА В ВОДОЕМАХ МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ	45
Б.Г. Котегов АНТРОПОГЕННОЕ ХИМИЧЕСКОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ КАК ВОЗМОЖНЫЙ ФАКТОР ОТБОРА: ИЗБИРАТЕЛЬНАЯ ГИБЕЛЬ РЫБ В ЧЕМОШУРСКОМ ПРУДУ (ОКРЕСТНОСТИ Г. ИЖЕВСКА)	47

Все перечисленное не позволяет однозначно сказать, какие тест-организмы следует использовать для оценки токсичности этих отходов. Их выбор будет состоять не только в том на солоноводных или пресноводных организмах выполнять биотесты. Плотная окраска буровых шламов делает практически невозможным использовать микроводоросли и рачки для анализа токсичности исходных, неразбавленных вытяжек из них. А это значит, что изначально не будет основания для подтверждения пятого класса опасности таких отходов.

Нам представляется, что токсикологические эксперименты с буровыми шламами следует проводить на фитотестах с семенами растений, определяя процент их прорастания и длину корней. Кроме того, весьма перспективным тест-организмом для выполнения биотестирования этих отходов является водное растение ряска малая. Плавающая на поверхности тестируемых растворов, она не создает трудности в определении токсичности окрашенных проб.

В докладе будут представлены результаты токсикологических экспериментов на солоноводных и пресноводных тест-организмах, а также фитотестах при работе с буровыми растворами и шламами.

СОДЕРЖАНИЕ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ВОДЕ ВОДОХРАНИЛИЩ ВЕРХНЕЙ ВОЛГИ

И. Л. Григорьева, Л. И. Хрусталева

*Иваньковская НИС – филиал Института водных проблем РАН
171252, г. Конаково-2, Россия, irina_grigorieva@list.ru*

Приведены концентрации микроэлементов (железо общее, марганец, цинк, медь, свинец) в воде Ивановского и Угличского водохранилищ. Для Ивановского водохранилища проведен сравнительный анализ полученных в 2015–2016 гг. данных с результатами более ранних исследований.

При исследовании химического состава природных вод кроме макрокомпонентного состава изучается также и содержание микроэлементов, поскольку повышенные концентрации последних могут оказывать негативное, а порой и токсическое действие, и ухудшать качественные характеристики воды.

Объектами наших исследований были Ивановское и Угличское водохранилища – первая и вторая ступень Волжского-Камского каскада водохранилищ. Оба водохранилища являются источниками питьевого водоснабжения, поэтому к качеству воды в них предъявляются особые требования.

Иваньковское водохранилище расположено в Европейской части России, на р. Волге. Создано в 1937 г. плотиной Ивановской ГЭС высотой 22 м у с. Иваньково. Полный объем – 1.12 км³, полезный – 0.81 км³, площадь водного зеркала – 327 км², длина – 134 км, максимальная глубина у плотины – 19 м, средняя – 3.4 м, средняя ширина – 2.2 км, максимальная ширина – 8 км. Длина береговой линии составляет – 520 км, из них берегов, подверженных размыву – 50 км, в том числе интенсивному – 25 км. Водоохранилище является самым мелководным из крупных водохранилищ Российской Федерации федерального значения; доля мелководий (акватории с глубинами менее 2 м) составляет 48% площади водного зеркала при нормальном подпорном уровне (НПУ=124 м). Средняя протяженность ледостава 150 суток, максимальная – 163 суток. Водоохранилище осуществляет сезонное регулирование стока.

Угличское водохранилище создано в 1939 г. плотиной Угличской ГЭС у г. Углич на р. Волге. Расположено в пределах Угличского района Ярославской области и Кимрского, Калязинского и Кашинского районов Тверской области. По его берегам расположены города: Дубна, Кимры, Калязин, Углич. Полный объем – 1.25 км³, полезный – 0.674 км³, площадь водного зеркала – 249 км², длина – 146 км, максимальная глубина у плотины – 23 м, средняя – 5.0 м, средняя ширина – 2.2 км, максимальная ширина – 5 км.

Химический состав воды водохранилищ в настоящее время довольно хорошо изучен по таким показателям, как солевой состав, биогены, органическое вещество. Меньше данных имеется по содержанию в воде токсических загрязнителей, в частности тяжелых металлов. Чтобы восполнить этот пробел в 2015–2016 г. авторами были произведены исследования на данных водохранилищах с отбором проб воды, в которых были определены концентрации растворенных форм некоторых металлов: железо общее, марганец, цинк, свинец, медь. Определение металлов производилось на атомно-абсорбционном спектрофотометре AA-6800F (производитель Корпорация SHIMADZU, Япония) в аттестованной химической лаборатории Ивановской НИС – филиал Института водных проблем РАН (аттестат аккредитации № RA.RU.21АН96, выдан 21 ноября 2016 г.).

Железо один из самых распространенных в земной коре металлов (второе место после алюминия), практически все время присутствует в поверхностных водах. В природных поверхностных водах его концентрации не превышают десятые доли миллиграмма в 1 дм³. Наибольшие концентрации (до нескольких десятков и сотен миллиграмма в 1 дм³) наблюдаются в подземных водах с низкими значениями pH. Повышенные концентрации отмечаются в болотных водах, где оно находится в виде комплексов с солями гуминовых кислот – гуматами [1].

Марганец в природные воды поступает, в основном, в результате выщелачивания железомарганцевых руд и других минералов, содержащих марганец, а также со сточными водами марганцевых обогатительных фабрик, металлургических заводов, предприятий химической промышленности и с шахтными водами. Значительные его количества могут поступать в процессе разложения остатков водных животных и растительных организмов. Основным источником поступления меди в природные воды являются сточные воды предприятий химической и металлургической промышленности.

Цинк попадает в результате протекающих в природе процессов разрушения и растворения горных пород и минералов, а также со сточными водами рудообогатительных фабрик и гальванических цехов, производств пергаментной бумаги, минеральных красок, искусственного волокна и др.

Свинец – это рассеянный элемент, содержащийся во всех компонентах окружающей среды: в горных породах, почвах, природных водах, атмосфере, живых организмах. Естественными источниками поступления свинца в поверхностные воды являются процессы растворения эндогенных (галенит) и экзогенных (англезит, церуссит и др.) минералов. Из антропогенных факторов следует отметить сжигание угля, применение (до 2000-х годов) тетраэтилсвинца в качестве антидетонатора в моторном топливе, вынос в водные объекты со сточными водами металлургических заводов, химических производств и т.д. [1].

В незагрязненных поверхностных водах отмечаются следующие концентрации микроэлементов (табл. 1). Результаты определений микроэлементов в, отобранных нами, пробах воды в некоторых створах наблюдений Ивановского и Углицкого водохранилищ представлены в таблицах 2–5. В таблице 6 представлены данные авторов [2].

Таблица 1. Концентрации микроэлементов (мкг/дм³) в природных поверхностных водах по [1]

Железо общее	Марганец	Медь	Цинк	Свинец
10–90	1–160	2–30	3–120	0.1–1

Таблица 2. Концентрации растворенных форм металлов (мг/дм³) в замыкающем створе Ивановского водохранилища в различные месяцы 2015 г.

Дата отбора	Железо общее	Марганец	Цинк	Свинец	Медь
14.04	0.13	0.04	0.012	–	0.004
07.05	0.24	0.09	0.023	0.005	0.008
05.08	0.09	0.02	0.047	0.007	0.026
16.09	0.10	0.01	0.015	0.004	0.005
28.10	0.11	0.01	0.016	0.007	0.004
21.12	0.11	0.06	0.015	0.006	0.004

Таблица 3. Концентрации растворенных форм металлов (мг/дм³) в створах Ивановского водохранилища в различные месяцы 2016 г.

Дата отбора	Точка отбора	Железо общее	Марганец	Цинк	Свинец	Медь
16.02	Безбородово	0.18	0.14	0.1174	0.0181	0.0063
30.03	Дубна, ВБ Ивановской ГЭС	0.26	0.11	0.0119	0.0159	0.005
12.05	Безбородово	0.19	0.03	0.0130	0.0208	0.0032
07.06	Дубна, ВБ Ивановской ГЭС	0.10	0.031	0.0698	0.0194	0.0072
09.08	Дубна, ВБ Ивановской ГЭС	0.05	0.02	0.0210	0.0078	0.0052
16.08	Безбородово	0.16	0.03	0.0251	0.0062	0.0069

Таблица 4. Концентрации растворенных форм металлов (мг/дм³) во входном и замыкающем створах Углицкого водохранилища в различные месяцы 2015 г.

Дата отбора	Точка отбора	Железо общее	Марганец	Цинк	Свинец	Медь
07.05	г. Дубна, НБ Ивановской ГЭС	0.18	0.08	0.021	0.0036	0.008
01.07	г. Углич, ВБ Угличской ГЭС	0.16	0.02	0.041	0.0120	0.011
16.09	г. Дубна, НБ Ивановской ГЭС	0.10	0.01	0.017	0.0055	0.004
28.10	г. Дубна, НБ Ивановской ГЭС	0.12	0.03	0.107	0.0036	0.004
21.12	г. Дубна, НБ Ивановской ГЭС	0.10	0.05	0.010	0.0071	0.003

Таблица 5. Концентрации растворенных форм металлов (мг/дм³) во входном и замыкающем створах Углицкого водохранилища в различные месяцы 2016 г.

Дата отбора	Точка отбора	Железо общее	Марганец	Цинк	Свинец	Медь
30.03	г. Дубна, НБ Ивановской ГЭС	0.47	0.12	0.0121	0.0125	0.0044
07.06	г. Дубна, НБ Ивановской ГЭС	0.16	0.005	0.0459	0.0066	0.0102
28.06	г. Углич, ВБ Угличской ГЭС	0.06	0.005	0.0175	0.0063	0.0034
05.10	г. Углич, ВБ Угличской ГЭС	0.12	0.02	0.0158	0.0066	0.0059

Таблица 6. Содержание микроэлементов в воде замыкающего створа Ивановского водохранилища в 1977 г., по [2]

Сезон	Железо общее	Марганец	Медь	Цинк
Зима	0.225	0.081	0.007	0.0465
Весна	0.275	0.070	0.007	0.0215
Лето	0.220	0.085	0.008	0.0195
Осень	0.240	0.045	0.007	0.034

Анализ полученных результатов показал, что наибольшие концентрации железа общего и марганца в воде Ивановского водохранилища отмечаются весной, когда происходит наполнение водохранилища после сработки уровня и поступают болотные воды с водосбора. Максимальные концентрации цинка, свинца, меди в замыкающем створе отмечены летом, в створе Безбородово – зимой и летом.

В воде Угличского водохранилища наибольшие концентрации железа общего и марганца отмечаются в конце марта, в период наибольшей сработки уровня воды.

По сравнению с 1977 г. (табл. 6) диапазон изменения концентраций железа общего, марганца и меди в воде Ивановского водохранилища остался прежним, что свидетельствует о том, что на содержание этих микроэлементов в воде влияют, в основном, природные факторы. В последние годы в воде Ивановского водохранилища, по сравнению с концом 70-х, возросли концентрации цинка.

В воде Угличского водохранилища, по сравнению с Ивановским, в отдельные периоды отмечены более высокие концентрации меди и свинца.

Полученные концентрации во всех створах наблюдений не превышали региональных значений. Аномальных зон загрязнения воды водохранилища тяжелыми металлами выявлено не было.

Список литературы.

1. Зенин А.А., Белоусова Н.В. Гидрохимический словарь. Л.:Гидрометеиздат, 1988. 239 с.
2. Кадукин А.И., Красинцева В.В., Романова Г.И., Тарасенко Л.В., Турунина Н.В. Баланс органического вещества, биогенных элементов и микроэлементов в Ивановском водохранилище // Водные ресурсы. №4. 1980. С. 120–131.

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ РУЧЬЯ МАРГАНЦОВЫЙ В ЗОНЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЗАО «ЗОЛОТО СЕВЕРНОГО УРАЛА» ПО КОМПЛЕКСУ БИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

Т. В. Еремкина, Н. Б. Климова, Н. В. Чечулина

Уральский филиал ФГБНУ «Госрыбцентр», 620086, г. Екатеринбург, Россия, tver60@mail.ru

В работе обобщены результаты гидробиологических (фитопланктон, зоопланктон, макрозообентос) и токсикологических исследований, проведенных впервые в 2016 г. на ручье Марганцовый (Свердловская область) в зоне деятельности ЗАО «Золото Северного Урала».

Воронцовское золоторудное месторождение, разрабатываемое ЗАО «Золото Северного Урала», расположено в 12 км к югу от г. Краснотурьинск Свердловской области вблизи пос. Воронцовка, в бассейне р. Каква (восточный склон Северного Урала), левобережным притоком которой является ручей Марганцовый. Река Каква относится к разряду малых рек (общая длина реки 174 км, площадь водосбора – 1970 км²), ручей Марганцовый – к очень малым водотокам (общая длина водотока – 5 км, площадь водосбора – 12.8 км²).

На исследуемом участке водосбора южнее пос. Воронцовка с середины XIX в. производилась добыча железных руд и рассыпного золота, в результате которой местность вокруг поселка и верховья долины ручья Марганцовый значительно трансформированы. В результате продолжительной антропогенной деятельности в верхней части бассейна ручья произошло осушение заболоченных лесных массивов, снизился уровень подземных вод, что вызвало прекращение стока в русле водотока практически на всем его протяжении большую часть года. В настоящее время ручей Марганцовый является приемником сточных вод (карьерных, подотвальных, очищенных хозяйственно-бытовых, ливневых) трех выпусков ЗАО «Золото Северного Урала». При этом водотведение карьерных и дренажных вод в верховья русла ручья позволяет сохранить его водность в течение всего года.

Анализ результатов мониторинговых исследований поверхностных вод рек Каква и ручья Марганцовый в створах по течению выше и ниже местоположения предприятия показал, что основными загрязняющими воду компонентами являются ионы тяжелых металлов (Pb, Cu, Co, Cd, Fe) и мышьяк (As), фиксируется изменение рН вод, что приводит к нарушению естественного гидрохимического режима водотоков [1]. Основным источником загрязнения поверхностных вод являются подземные воды, загрязненные в результате инфильтрационных процессов, и поверхностный сток с площади водосбора. В подземных водах, подстилающих рудные штабели кучного выщелачивания, происходит формирование гидрогеохимических потоков загрязнения площадью до 5 км². Использование замкнутой системы промышленного водоснабжения на Воронцовском месторождении исключает прямое воздействие промышленных стоков на поверхностные воды.

Отбор проб для гидробиологического и токсикологического анализа, их транспортировку, хранение и обработку проводили по стандартным методикам [2, 3] на 4 постоянных станциях в ручье Марганцовый, а также выше и ниже впадения ручья в р. Каква, в течение вегетационного сезона (апрель–сентябрь). Острую и хроническую токсичность оценивали с использованием тест-объекта *Daphnia magna* Straus. Изучение фито-, зоопланктона и макрозообентоса, определение токсичности вод в ручье Марганцовый проводилось впервые.

За исследуемый период в фитопланктоне ручья Марганцовый выявлено 65 видов, разновидностей и форм водорослей из 6 отделов (см. рисунок), что свидетельствует о низком уровне таксономического разнообразия. Лидирующие позиции в таксономической структуре сообщества занимают диатомовые водоросли (66 % от общего разнообразия), цианопрокариоты и эвгленовые водоросли находятся на равных позициях (по 9 %), несколько меньше разнообразие зеленых водорослей (8 %). Динофитовые и золотистые водоросли представле-