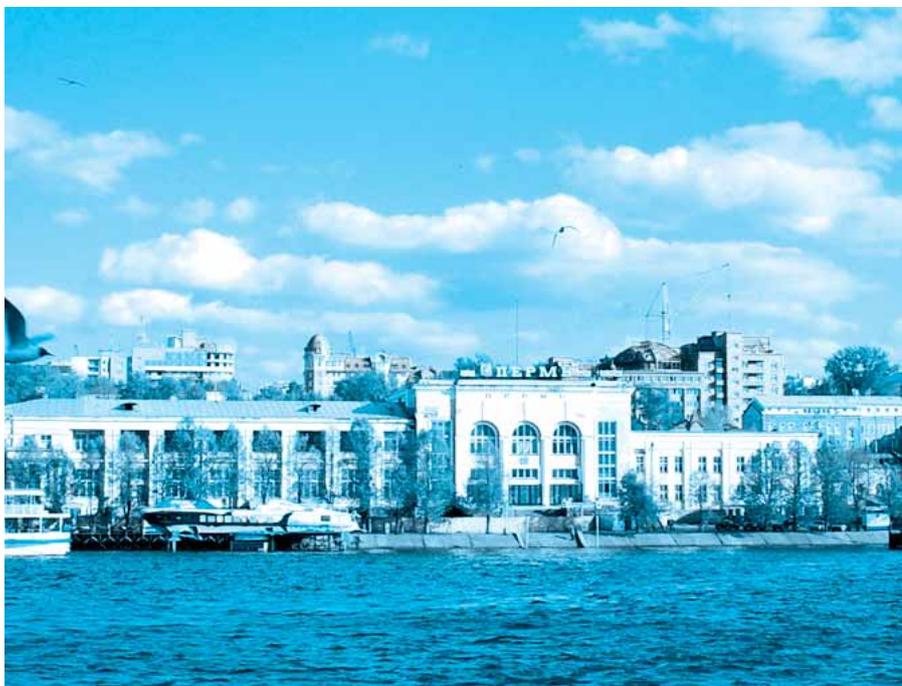


СОВРЕМЕННАЯ **ОЦЕНКА** **КАЧЕСТВА** ВОДЫ В РАЙОНЕ ЧУСОВСКОГО **ВОДОЗАБОРА** г. ПЕРМЬ

Проведены экотоксикологические исследования водной экосистемы в районе оголовка Чусовского водозабора г. Пермь. Показана сезонная динамика основных загрязняющих ингредиентов в воде и донных отложениях. По результатам микробиотестирования дана токсикологическая оценка этих объектов. Совпадение оценок по гидрохимическим и токсикологическим показателям свидетельствует об эффективности системного подхода к контролю качества воды.



Введение

Чусовской водозабор (ЧОС) обеспечивает около 70 % потребности г. Пермь в питьевой воде. В перспективе предполагается водоснабжение городов Пермь и Краснокамск.

Особенности формирования химического состава речной воды в районе водозабора рассматривались неоднократно [1-4]. Из фондовых материалов особого внимания заслуживают результаты работ ФГУ «Камводэксплуатация» в 2009-2010 гидрологическом году. Измерения проводились с разной частотой — водородный показатель, сухой остаток, металлы (Cu, Ni, Cd, Pb) анализировали 10-12 раз в год, другие показатели оценивались 45-47 раз в год. Статистическая обработка этих данных, сгруппированных по фазам гидрологического режима, показала, что на глубине оголовка вода была среднеминерализованной (сухой остаток 102-731 мг/дм³), слабощелочной (средний pH 7,7). В отдельные периоды

А.К. Лаптева,
кандидат географических наук,
старший инженер, ИЭГМ УрО РАН

М.А. Шишкин*,
кандидат геолого-минералогических наук,
руководитель группы физико-химических исследований, ИЭГМ УрО РАН

И.Л. Масленникова,
кандидат биологических наук,
старший научный сотрудник, ИЭГМ УрО РАН

ее качество не соответствовало принятым в РФ нормативам по цветности, жесткости, содержанию Fe, Mn, нефтепродуктов, величине химического потребления кислорода (ХПК) и биологического потребления кислорода (БПК₅). Так, по средним сезонным величинам ХПК забираемая ЧОС вода характеризовалась как «грязная». Содержание Ni, Cd, Zn и Cr⁶⁺ в течение всего года было ниже предела обнаружения фотокolorиметрическим методом, а Pb и Cu — ниже предельно допустимой концентрации (ПДК) для водоемов хозяйственно-питьевого назначения (ПДКв).

Проблема контроля качества забираемой для водоснабжения города воды продолжает оставаться актуальной. При водоподготовке основное внимание уделяется снижению общей жесткости, мутности, цветности и содержания общего железа [5]. Лабораторией ЧОС контролируется только 17 основных показателей забираемой воды [6]. Безвредность пи-

* Адрес для корреспонденции: sma@iegm.ru

твовой воды согласно действующим СанПин 2.1.4 1074-01 должна регламентироваться по 33 показателям.

Результаты и их обсуждение

В 2011 г. в рамках инициативного проекта авторов «Обследование водной экосистемы в районе Чусовского водозабора» (грант РФФИ №11-05-96017 р_урал_а), проведено определение неорганических и органических ингредиентов в воде и донных отложениях, а также мониторинг общей токсичности этих объектов методом микробиolumинесценции.

Время отбора проб зависело от погодных условий, определяющих поступление за-

грязняющих веществ с водосбора, ветровое перемешивание, температуру воды и режима «наполнения-сработки» водохранилища. Наполнение Камского водохранилища в 2011 г. началось 14 апреля, а максимальный подпорный уровень был достигнут 12 июня. Проба воды и донных отложений от 08.06.2011 характеризовала период весеннего наполнения и была отобрана почти на «пике» половодья. Отбор 16.08.2011 проводился в сухую и жаркую погоду; 24.10.2011 – перед ледоставом после затяжных дождей в сентябре-октябре (31 день) в условиях сильного ветрового перемешивания; 04.04.2012 – при толщине льда более 1 м. Как и следовало ожидать, величина сухого остатка была минимальна в период весеннего наполнения и увеличилась летом и осенью до 283 и 465 мг/дм³, соот-

Таблица 1

Основные физико-химические показатели воды на глубине оголовка ЧОС

Показатель	ПДК _в	Класс опасности / лимитирующий показатель вред- ности	Дата отбора			
			08.06. 2011	16.08. 2011	24.10. 2011	04.04.2012
Глубина отбора, м			13	23	15	9
Температура, °С			14	26	8	4
Цветность, градус	20		200/10*	70/3,5	50/2,5	50/2,5
Растворенный O ₂ , мг-экв/дм ³	5		8,36/1,7	9,6/1,9	9,6/1,9	9,44/1,9
pH	6		7,1/1,2	7,1/1,2	7,6/1,3	7,68/1,3
Сухой остаток, мг/дм ³	1000		159	283	465	1097,8/1,1
Cl ⁻ , мг/дм ³	350	4/органолептический (привкус)	3,4	11,9	22,3	32,2
SO ₄ ²⁻ , мг/дм ³	500	4/органолептический (привкус)	3,36	58,1	163,3	408,2
HCO ₃ ⁻ , мг/дм ³			61,0	95,2	128,7	248,8
CO ₃ ²⁻ , мг/дм ³			отс,	отс,	6,1	13,8
Ca ²⁺ , мг/дм ³	30-140		30,1	58,0	86,2	200,4/1,4
Mg ²⁺ , мг/дм ³	20-85		1,2	3,6	7,3	13,4
NH ₄ ⁺ , мг/дм ³	0,5	4/органолептический (запах)	отс,	отс,	4,0/8,1	отс,
NO ₂ ⁻ , мг/дм ³	3,3	2/санитарно- токсикологический	0,05	отс,	0,018	0,09
NO ₃ ⁻ , мг/дм ³	45,0	3/санитарно-токси- кологический	57,7/1,3	89,3/2	44,1	0,136
БПК ₅ , мг O ₂ /дм ³	3,0		1,7	2,7	1,76	1,04
ХПК, мг O/дм ³	15		22/1,5	9,4	18,1/1,2	7,96
Общая жесткость, мг-экв/дм ³	7 (не > 10)		1,6	3,2	4,9	11,1/1,6
Щелочность, мг-экв/дм ³			1,0	1,8	2,2	4,31

Примечание: * – в знаменателе показано превышение над нормативом; «отс» – отсутствие ингредиента в пробе.

ветственно, а во время ледостава — до 1098 мг/дм³ (табл. 1). Вода характеризовалась как нейтральная и слабощелочная. Один из основных контролируемых показателей качества воды на ЧОС — жесткость — весной была 1,6 мг-экв/дм³, а зимой достигла 11,1 мг-экв/дм³, превысив норматив в 1,6 раза. От весны к зиме возрастало содержание всех основных ионов (Cl⁻, SO₄²⁻, HCO₃⁻, CO₃²⁻, Ca²⁺, Mg²⁺). Содержание NO₃⁻ достигло максимума в летние месяцы; аномальное содержание NH₄⁺ обнаружено в осенней пробе (8 ПДК_в). Норматив по ХПК был превышен весной и перед ледоставом.

Скрининг микроэлементного состава (атомно-эмиссионный и атомно-абсорбционный анализ) на 32 элемента выполнен для пробы воды от 08.06.2011. Концентрации элементов I и II класса опасности (Be, Hg, As, Pb, Cd, Mo, Ti, Se, Ag, Bi, W), а также Sc, Zr, Sn, Ge оказались ниже предела обнаружения и ПДК_в. В этой пробе выявлено опасное содержание Р (0,137 мг/дм³ или 1370 ПДК_в), Fe (2,06 мг/дм³ или 6,9 ПДК_в), Mn (0,48 мг/дм³ или 4,8 ПДК_в) и Al (1,33 мг/дм³ или 2,7 ПДК_в). Немного превышен норматив для Ni (1,2 ПДК_в).

Летом концентрация Hg снова была ниже предела обнаружения (< 0,0001 мг/дм³), а Pb отсутствовал. Содержание Cd превышало ПДК_в в 9,2 раза, Ni и Cr — в 2 раза. Концентрация Р была менее предела обнаружения.

Перед ледоставом в придонной воде наблюдались высокие концентрации Р (210 ПДК_в), Cd (9,2 ПДК_в), Ni (4,3 ПДК_в) и Mn (1,5 ПДК_в). По сравнению с летним периодом увеличилась концентрация Pb (4,8 ПДК_в), а содержание Hg осталось ниже предела обнаружения.

В ледостав сохранилось высокое содержание Pb (5 ПДК_в), Ni (2 ПДК_в) и Mn (1,4 ПДК_в); Cu, Cd и Cr отсутствовали.

Качество забираемой ЧОС воды оценивалось по коэффициенту комплексности загрязненности (табл. 2) и удельному комбинаторному индексу загрязненности (S_г) по 21 нормируемому показателю [7].

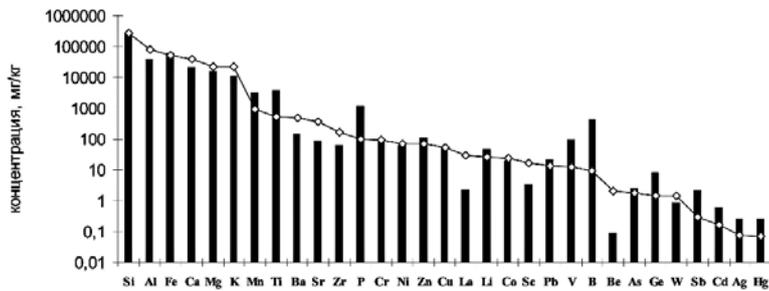
Вода на глубине оголовка имела невысокие значения коэффициента комплексности загрязненности (среднее значение 34,3 %). В период весеннего наполнения водохранилища воду загрязняли органические соединения (по ХПК), NO₃⁻, P, Ni, Al, Mn и Fe;

Таблица 2
Гидрохимическая информация о загрязненности воды в районе оголовка ЧОС

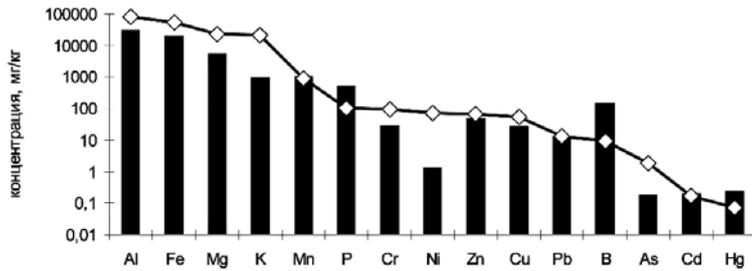
Нормируемые ингредиенты и показатели	Дата отбора		
	08.06.2011	16.08.2011	24.10.2011
Растворенный O ₂ , мг-экв/дм ³	8,36	9,6	9,6
NH ₄ ⁺ , мг/дм ³	отс.	отс.	4,04
NO ₂ ⁻ , мг/дм ³	0,05	отс.	0,018
NO ₃ ⁻ , мг/дм ³	57,7	89,3	44,1
БПК ₅ , мг O ₂ /дм ³	1,68	2,72	1,76
ХПК, мг O/дм ³	22,0	9,41	18,1
Be, мг/дм ³	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Al, мг/дм ³	1,33	0,19	-
P, мг/дм ³	0,137	< 0,02	0,021
V, мг/дм ³	0,0079	-	-
Cr, мг/дм ³	0,0072	0,098	отс.
Mn, мг/дм ³	0,475	-	0,15
Fe, мг/дм ³	2,06	0,122	0,104
Co, мг/дм ³	0,0016	-	-
Ni, мг/дм ³	0,023	0,04	0,086
Cu, мг/дм ³	0,008	0,003	0,006
As, мг/дм ³	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Mo, мг/дм ³	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Cd, мг/дм ³	< 0,0001	0,0092	0,0092
Hg, мг/дм ³	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Pb, мг/дм ³	0,003	отс.	0,048
Количество нормируемых показателей и ингредиентов	20	15	17
Количество ингредиентов с содержанием более ПДК _в	7	4	7
Коэффициент комплексности загрязненности воды K _р , %	35,0	26,7	41,2

Примечание: «-» — отсутствие измерений; «отс.» — отсутствие ингредиента в пробе

повышенным концентрациям Mn и Fe соответствовала высокая цветность. Летом сохранялись высокие концентрации NO₃⁻, Ni, P, Mn, содержание Cd, Pb и Cr превысило норматив. Перед ледоставом вода была загрязнена органическими соединениями, NH₄⁺, P, Mn, Cd, Ni и Pb. В ледостав вода не соответствовала нормативу по жесткости и содержанию Pb (5,2 ПДК_в), Ni (2 ПДК_в) и Mn (1,4 ПДК_в). Повторяемость превышений ПДК_в для Ni была 100 %, для ХПК, NO₃⁻, P, Cd и Mn — 66,7 %, для NH₄⁺, Pb, Al, Fe, Cr — 33,3 %.



2



3

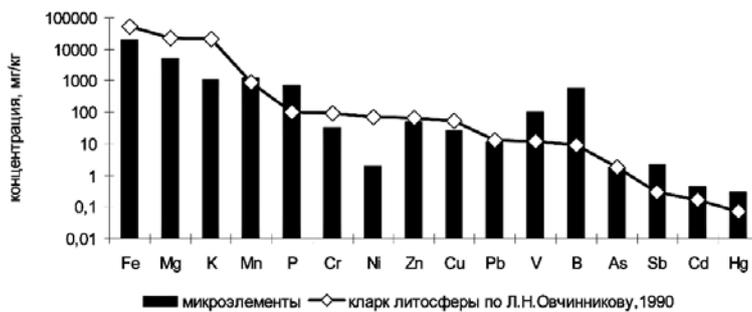


Рис. 1. Микроэлементный состав донного ила в районе ЧОС.
Сроки отбора: 1 – 08.06.2011; 2 – 16.08.2011; 3 – 24.10.2011.

Значение комбинаторного индекса загрязненности забираемой воды в период открытого русла составило 93, а наибольший вклад в загрязненность вносили P и Cd (общие оценочные баллы, соответственно, 16 и 11,6), что характеризует их как критические показатели загрязнения (КПЗ). Качество забираемой воды по значению удельного комбинаторного индекса загрязненности воды ($S_j = 4,43$) с учетом КПЗ соответствовало 4 классу, разряду «а», характеристике «грязная», без учета КПЗ – 4 классу, «грязная».

Между донными отложениями и водной массой происходит непрерывный взаимообмен химическими веществами. Эта важ-

ная часть водной экосистемы у оголовка ЧОС представлена тонкодисперсным серым илом. В период открытого русла в иле отмечены устойчивые ассоциации накапливающихся, близких к кларку и дефицитных относительно кларка литосферы [8] микроэлементов (рис. 1).

Весной из микроэлементов I класса опасности накапливались $P_{12,5} > (Cd, Hg)_{3,9} > (Pb, Zn)_{1,7}$; содержание As было близко к кларку ($Kc=1,5$); концентрация Se – ниже предела обнаружения. Из элементов II класса опасности накапливались $V_{51,1} > Sb_{7,1} > Ag_{3,8} > Li_{1,9}$; концентрация Cr_{1,2} и Cu_{1,0} соответствовала кларковым значениям, а Co и Mo были дефицитны. Ряд накапливающихся микроэлементов III класса опасности представлен $V_{8,3} > Ti_{7,2} > Ge_{6,4} > Mn_{3,7}$; содержание Fe близко к кларку ($Kc=1,2$); содержания Al, Ba, W, Sr и Zr – ниже кларка. Концентрации Bi, Sn, Tl, Te ниже предела обнаружения. Из микроэлементов с неустановленным классом опасности с кларком литосферы коррелировала концентрация Si; K, La и Sc были дефицитны. Значение суммарного показателя загрязнения (СПЗ), рассчитанное по сумме $Kc > 1,5$ для 14 микроэлементов, накапливающихся во время весеннего наполнения водохранилища, составило 101,7, что указывает на «очень сильное» загрязнение ила.

В летний период накапливалось меньше элементов – $V_{15,8} > Zn_{5,2} > Hg_{3,3}$. Близки к кларку $Mn_{1,2} > Pb_{1,1}$. Загрязнение ила «среднее» (СПЗ = 22,3).

Осенью накапливались $V_{63,9} > V_{8,7} > Sb_{7,8} > P_{7,0} > Hg_{4,2} > Cd_{2,7}$; близки к кларку были $Mn_{1,4} > As_{1,0}$, дефицитными – $Pb_{0,9} > Zn_{0,7} > Cu_{0,5} > (Cr, Fe)_{0,4}$. Загрязнение донного ила «сильное» (СПЗ = 89,2).

Во всех водных вытяжках из донных отложений выявлено превышение ПДКв для Cd (28-100 ПДКв) и Fe (18-39 ПДКв).

Органические соединения, присутствующие в воде и донных отложениях, определяли методом газовой хромато-масс-спектрометрии (ГХМС). Хроматограммы снимали по полному ионному току. Для идентификации использовали m/z характеристики ионов, имеющих в базе данных NIST EPA. MSL. Больше всего органических веществ (388) обнаружено в пробе от 08.06.2011, из которых 19 соединений программой AMDIS отнесены к экотокси-

кантам, соответственно, летом — 115 (10), осенью — 174 (9) (табл. 3).

Среди идентифицированных фталатов, относящихся к стойким органическим загрязнителям (СОЗ), наиболее опасен бис (2-метилпропиловый) эфир фталевой кислоты (I класс опасности, лимитирующий показатель — санитарно-токсикологический). Дибутиловый и диэтиловый эфиры этой кислоты (III класс опасности) также нормируются по санитарно-токсикологическому показателю. К III классу опасности по органолептическому показателю относятся 1,2,3-трихлорпропан и трихлорэтилен. Соединения 1,1,1,2-тетрахлорэтан, (Z)1,2-дихлорэтан и 1,1,2,2-тетрахлорэтан находятся в перечне важнейших загрязнителей питьевой воды США и стран Европы [9]. Бис (2-метилпропиловый) эфир фталевой

Ключевые слова:

Чусовской водозабор, экотоксиканты, вода, донные отложения, биотестирование

кислоты может быть опасным для птиц, млекопитающих и гидробионтов.

Наибольшее количество органических соединений как в воде, так и в донном иле обнаружено весной (628 соединений, из которых 20 являются экотоксикантами). Летом и осенью их число составляет 368 и 334, соответственно (из них 16 — экотоксиканты).

Среди экотоксикантов широко представлены нефтяные углеводороды — алканы и СОЗ: полициклический ароматический углеводород пирен, фталаты (диметиловый, диэтиловый, дибутиловый, диизобутиловый и бис (2-метилпропиловый) эфиры фталевой кислоты), этиловый эфир пальмитиновой кислоты, метиловый эфир (Z) олеиновой кислоты, бис (2-этилгексилвый) эфир адипиновой кислоты, триметиламин (табл. 4).

Таблица 3

Результаты качественного ГХМС анализа воды в районе оголовка ЧОС

Название соединения	№ CAS	Формула	Дата отбора		
			08.06.11	16.08.11	24.10.11
Ундекан	1120-21-4	$C_{11}H_{24}$	+	-	-
Тридекан	629-50-5	$C_{13}H_{28}$	+	-	-
Тетрадекан	629-59-4	$C_{14}H_{30}$	+	-	-
Гексадекан	544-76-3	$C_{16}H_{34}$	+	-	-
Трихлорэтилен	79-01-6	C_2HCl_3	+	-	-
Пентахлорэтан	76-01-7	C_2HCl_5	+	+	-
(Z) 1,2-дихлорэтен	156-59-2	$C_2H_2Cl_2$	+	+	+
1,1,1,2-тетрахлорэтан	630-20-6	$C_2H_2Cl_4$	+	+	+
1,1,2,2-тетрахлорэтан	79-34-5	$C_2H_2Cl_4$	+	+	+
1,2,3-трихлорпропан	96-18-4	$C_3H_5Cl_3$	+	+	+
1,3-дихлор-пропан-2-ол	96-23-1	$C_3H_6Cl_2O$	+	+	+
2,3-дихлор-пропан-1-ол	616-23-9	$C_3H_6Cl_2O$	+	+	+
1,3-дихлор-пропан-2-он	534-07-6	$C_3H_4Cl_2O$	+	+	+
Бис(2-хлорэтиловый) эфир	111-44-4	$C_4H_8Cl_2O$	+	-	-
Диметиловый эфир фталевой к-ты	131-11-3	$C_{10}H_{10}O_4$	+	-	-
Диэтиловый эфир фталевой к-ты	84-66-2	$C_{12}H_{14}O_4$	+	-	-
Диизобутиловый эфир фталевой к-ты	84-69-5	$C_{16}H_{22}O_4$	+	-	-
Дибутиловый эфир фталевой к-ты	84-74-2	$C_{16}H_{22}O_4$	+	+	+
Бис (2-метилпропиловый) эфир фталевой к-ты	117-81-7	$C_{24}H_{38}O_4$	+	+	+

Таблица 4

Результаты качественного ГХМС анализа донного ила в районе ЧОС

Название соединения	№ CAS	Формула	Дата отбора		
			08.06.11	16.08.11	24.10.11
2-метилдекан	6975-98-0	$C_{11}H_{24}$	+	-	-
Додекан (дигексил)	112-40-3	$C_{12}H_{26}$	+	-	-
Тридекан	629-50-5	$C_{13}H_{28}$	+	-	+
Тетрадекан	629-59-4	$C_{14}H_{30}$	+	-	-
Пентадекан	629-62-9	$C_{15}H_{32}$	+	+	+
Гексадекан	544-76-3	$C_{16}H_{34}$	+	+	+
Гептадекан	629-78-7	$C_{17}H_{36}$	+	+	+
Октадекан	593-45-3	$C_{18}H_{38}$	-	+	+
2,6,10,14-тетраметилпентадекан	1921-70-6	$C_{19}H_{40}$	+	+	-
Эйкозан	112-95-8	$C_{20}H_{42}$	+	+	+
Генэйкозан	629-94-7	$C_{21}H_{44}$	+	+	+
Трикозан	638-67-5	$C_{23}H_{48}$	+	-	-
Тетракозан	646-31-1	$C_{24}H_{50}$	+	+	+
Триметиламин	75-50-3	C_3H_9N	+	-	+
Пирен	129-00-0	$C_{16}H_{10}$	-	+	-
Пальмитиновая к-та	57-10-3	$C_{16}H_{32}O_2$	-	+	+
1-Гексадеканол	36653-82	$C_{16}H_{34}O$	+	-	+
Этиловый эфир пальмитиновой к-ты	628-97-7	$C_{17}H_{34}O_2$	+	-	-
Стеариновая к-та	57-11-4	$C_{18}H_{36}O_2$	-	-	+
1-Ундеканол	112-42-5	$C_{18}H_{36}O$	-	+	-
Метиловый эфир (Z) олеиновой к-ты	112-62-9	$C_{19}H_{36}O_2$	-	-	+
Бис (2-этилгексильный) эфир адипиновой к-ты	103-23-1	$C_{22}H_{42}O_4$	+	+	-
Диметиловый эфир фталевой к-ты	131-11-3	$C_{10}H_{10}O_4$	+	-	-
Диэтиловый эфир фталевой к-ты	84-66-2	$C_{12}H_{14}O_4$	+	+	-
Диизобутиловый эфир фталевой к-ты	84-69-5	$C_{16}H_{22}O_4$	-	+	+
Дибутиловый эфир фталевой к-ты	84-74-2	$C_{22}H_{42}O_4$	+	+	+
Бис (2-метилпропиловый) эфир фталевой к-ты	117-81-7	$C_{24}H_{38}O_4$	+	+	+



Традиционный подход к оценке качества воды, основанный на определении и контроле наиболее опасных ингредиентов и соединений, не позволяет определить биодоступность и интеграционный вклад веществ в токсичность. Поэтому все чаще при разработке критериев токсичности используют совместные оценки биомониторинга и химического анализа [10, 11].

Биотестирование забираемой воды и водных вытяжек из донных илов района оголовка ЧОС выполнено с помощью биолюминесцентного микробиотеста, стандартизированного и сертифицированного в Европе (ISO 11348-2) и в России (ПНД ФТ 14.1:2:3:4.11-04, ПНД ФТ 16.1:2:3:4.8-04) [11, 12]. Методика люминесцентного биотестирования изложена в работе [12]. Индекс токсичности «Т» определяли по формуле: $T = 100 (I_k - I_0) / I_k \cdot 100$, где I_k , I_0 , соответственно, интенсивность свечения сенсора «Эколюм» (прибор Биотокс) контроля и опыта через 30 мин контакта. Величина «Т» меньше 20 свидетельствовала, что образец не токсичен (допустимая степень токсичности), от 20 до 49,9 — образец токсичен, больше 50 — образец сильно токсичен. Результаты представлены на рис. 2.

В весенне-летний период «наполнения-сработки» водохранилища (08.06.2011, 16.08.2011) индекс токсичности воды указывал на допустимый уровень или отсутствие токсичности. В это же время не выявлена и токсичность водных вытяжек из донных отложений. Не токсичной оказалась и вода, отобранная в ледостав (04.04.2012).

Водная вытяжка из донных отложений от 24.10.2011 была сильно токсична, вода — токсична, что может быть обусловлено дождевым паводком и отмиранием гидробионтов. Следует отметить, что результаты биотестирования воды коррелировали ($r = 0,68$) с коэффициентом комплексности загрязнения (табл. 2).

Заключение

В результате проведенных исследований были впервые выявлены опасные экотоксиканты в воде и донном иле Чусовского плеса у оголовка ЧОС. В воде это микроэлементы P, Mn, Al, Cd, Ni, Cr, концентрации которых в несколько раз превышают ПДКв, и органические примеси (алканы, галогензамещенные соединения, фталаты). В донных отложениях

спектр загрязняющих ингредиентов еще шире. Так, по сравнению с кларком литосферы, здесь происходит накопление микроэлементов I класса опасности — P, Hg, Cd, Pb и Zn. Во всех образцах водных вытяжек из донного ила определены концентрации Cd и Fe, в десятки раз превышающие ПДКв. Из органических соединений в донных отложениях идентифицированы алканы, полициклические ароматические

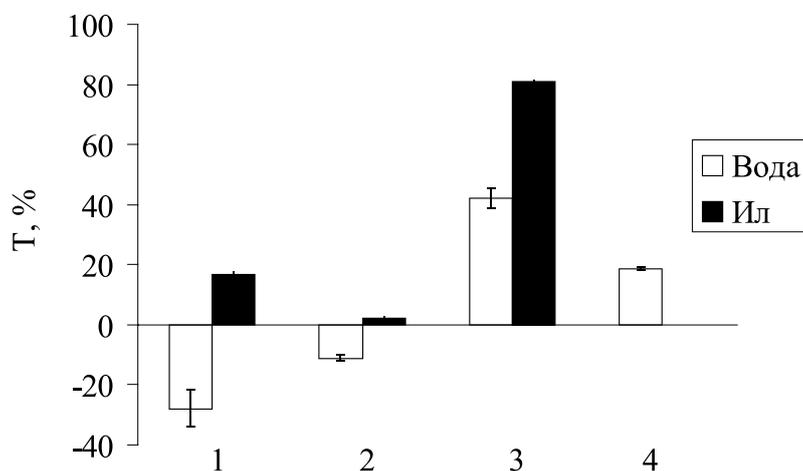


Рис. 2. Индекс токсичности (Т) воды и водных вытяжек из донного ила. Сроки отбора: 1 — 08.06.2011; 2 — 16.08.2011; 3 — 24.10.2011; 4 — 04.04.2012.

углеводороды, фталаты и другие соединения, отнесенные программой ADMIS к экотоксикантам.

Биотестирование показало отсутствие токсичности забираемой ЧОС воды в весенне-летний период 2011 г. и зимой 2012 г. Однако образцы, отобранные перед ледоставом, после длительного периода дождей, были токсичными. По величине суммарных гидрохимических индексов вода относилась к 4 классу («грязная»), а донные отложения имели «сильное загрязнение».

Совпадение оценок, полученных разными методами, свидетельствует об эффективности комплексного мониторинга водной экосистемы в районе ЧОС.

Авторы выражают глубокую признательность главному инженеру ФГУ «Камводэксплуатация» А.Г. Казакову за помощь в отборе проб.

Работа поддержана грантом РФФИ 11-05-96017-р_урал_a.

Литература

1. Лепихин А.П. Селективный отбор воды / А.П. Лепихин, Б.Б. Немковский, Е.Н. Капитанова, В.А. Онянов // Водоснабжение и санитарная техника. 1988. № 3. С. 27-28.
2. Лаптева А.К. Особенности формирования химического состава речных и сточных вод в Пермском Предуралье // Водохозяйственные проблемы (приложение к газете «Вода России»). 1995. № 1. С. 32-47.
3. Лепихин А.П. Проблемы питьевого водоснабжения г. Перми: Гидрологические и гидродинамические аспекты / А.П. Лепихин, Т.П. Любимова // Вестник Пермского научного центра. 2011. № 2. С. 12-18.
4. Антонова Е.А. Техногенные источники поступления железа и марганца в воды бассейна р. Камы // Географический вестник. 2011. № 2. С. 26-31.
5. Китаев А.Б. Качество воды в источниках водоснабжения города Перми / А.Б. Китаев, Т.В. Зуева // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2009. № 6. С. 49-51.
6. О качестве водопроводной воды в Перми. Электронный ресурс: <http://www.novogor.perm.ru/index/0-39>.
7. Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям. РД 52.24.643-2002. М.: Росгидромет, 2002. 25 с.
8. Овчинников Л.Н. Прикладная геохимия. М.: Недра, 1990. 248 с.
9. Сониясси Р. Анализ воды: органические микропримеси. Практическое руководство. Пер. с англ. / Р. Сониясси, П. Сандра, К. Шлетт. Спб.: Теза, 2000. 250 с.
10. Manusadzianas L. Ecotoxicological study of Lithuanian and Estonian wastewaters: selection of the biotests and correspondence between toxicity and chemical-based indices / L. Manusadzianas, K. Sadauskas, I. Blinova, L. Pollumaa, A. Kahru // Aquat Toxicol. 2003. V. 63. N. 1. P. 27-41.
11. Palma P. Evaluation of surface water quality using an ecotoxicological approach: a case study of the Alqueva Reservoir (Portugal) / P. Palma, P. Alvarenga, V. Palma, C. Matos, R.M. Fernandes, A. Soares, I.R. Barbosa // Environ. Sci. Pollut. Res. Int. 2010. V. 17. N. 3. P. 703-716.
12. Методика определения токсичности воды и водных вытяжек из почв, осадков сточных вод и отходов по изменению интенсивности бактериальной биолюминесценции тест-системой «Эколюм». ПНД ФТ 14.1:2:3:4.11-04. М.: ФГУ «ФЦАО». 2010. 20 с.



A.K. Lapteva, M.A. Shishkin, I.L. Maslennikova

CURRENT ASSESSMENT OF WATER QUALITY IN THE AREA OF THE CHUSOVSKOI WATER INTAKE FOR THE PERM CITY

Ecotoxicological investigations of water ecosystem in the area of end wall of the Chusovskoi supply intake for the Perm city were carried out. The seasonal dynamics of key contaminants in water and bottom sediments was shown. The toxicological characterization of these objects was obtained. The coincidence of assessments of hydrochemical and toxicological parameters gives evidence of the efficiency of systemic approach to water quality monitoring.

Key words: Chusovskoisupply intake, ecotoxins, water, bottom sediments, biotesting.