

ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ В ВОДЕ И ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ИРИКЛИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

В последнее время увеличился объем промышленных стоков в водоемы Оренбургской области. Тяжелые металлы в водных экосистемах не разлагаются, постоянно перераспределяются по отдельным компонентам и накапливаются в гидробионтах различных трофических уровней, включая рыб, и тем самым представляют опасность для человека, употребляющего в пищу рыб из загрязненных водоемов.

Было исследовано содержание и распределение тяжелых металлов в воде и грунте Ириклинского водохранилища. Пробы воды отбирались с помощью батометра Рутнера на 6 разрезах: Приплотинный плес, Таналык-Суундукский плес, Чапаевский плес, Софинский плес, Таналыкский залив и Суундукский залив. Образцы донных отложений отбирались по русловым станциям с горизонта 0–10 см – дночерпателем. В результате исследований наблюдали превышение предельно допустимых концентраций (ПДК) в воде водохранилища соединений Cu – в 3–10 раз, Fe – в 2–10 раз, Mn – в 2–22 раза, Al – в 4–5 раза. Донные отложения русловых участков Ириклинского водохранилища были представлены в основном песчанистыми серыми илами, содержание органического вещества в которых составляло 15–17%. Для донных отложений было характерно превышение ПДК на всех исследуемых участках только для Cu (в 5–6 раз) и Zn (в 5–7 раз). Кроме того, зафиксировано превышение ПДК для Pb в донных отложениях Чапаевского плеса и Суундукского залива в 1,5 раза, и Приплотинного участка более чем в 5 раз.

Ключевые слова: тяжелые металлы, вода, донные отложения, водохранилище

К числу наиболее опасных загрязнителей водной среды относят тяжелые металлы (ТМ), которые не подвергаются процессам разложения и аккумулируются в донных отложениях, представляющих собой сложную многокомпонентную систему [1], [2]. В связи с этим в настоящее время первостепенным и очень важным является оценка химического состава природных вод, донных отложений (ДО) и их постоянный мониторинг, особенно на урбанизированных территориях с высоким уровнем техногенной нагрузки [3], [4], к которым в частности можно отнести Ириклинское водохранилище.

Ириклинское водохранилище – наиболее крупный искусственный водоем Оренбургской области, созданный для гарантированного удовлетворения водохозяйственных потребностей, прежде всего Орско-Халиловского металлургического комбината, Гайского горнообогатительного комбината, промышленности и коммунального хозяйства г. Орска, сброс недостаточно очищенных сточных вод которых, оказывает огромное влияние на качество воды [5], [6].

Бассейн Ириклинского водохранилища отличается значительным разнообразием полезных ископаемых (марганцевых, свинцовых и др.), интенсивная разработка и переработка

которых существенно увеличивают загрязнение данного водоема, в первую очередь соединениями металлов [7].

Среди источников загрязнения водохранилища следует выделить удаленные промышленные предприятия, расположенные в Республике Башкортостан и Челябинской области, объекты животноводства и сельскохозяйственные поля его прибрежной зоны.

Наиболее интенсивно водохранилище подвергается загрязнению фенолами и нефтепродуктами. Максимум этих токсикантов поступает в водохранилище сверху по рекам Таналык и Урал. Фиксируется также прогрессирующее во времени загрязнение водохранилища соединениями азота, поставщиками которого являются отрасли сельского хозяйства. Поступление этих соединений идет как с побережья водохранилища, так и по р. Урал [5].

Цель данной работы – исследование содержания и распределения ТМ в воде и грунте Ириклинского водохранилища.

Материалы и методы

Пробы воды отбирались с помощью батометра Рутнера на 6 разрезах в июне 2015 г. (рисунок 1): Приплотинный плес, Таналык-Суундукский плес, Чапаевский плес, Софинский плес, Таналыкский залив и Суундукский

залив. Образцы ДО отбирались по русловым станциям с горизонта 0–10 см – дночерпателем.

Оценка химического состава воды проводилась в независимом аккредитованном испытательном центре ГНУ «Всероссийский НИИ мясного скотоводства РАСХН» г. Оренбург (аттестат аккредитации И.Ц. №РОСС RU 0001 21ПФ59).

Донные отложения исследовались в лаборатории АНО «Центра биотической медицины» методами атомно-эмиссионной спектрометрии и масс-спектрометрии с индуктивно связанной

плазмой на приборах Optima 2000 DV и Elan 9000, г. Москва (аттестат аккредитации №РОСС RU.0001.22ПЯ05).

Статистическая обработка материала проводилась с применением общепринятых методик при помощи приложения «Excel» из программного пакета «Office XP» и «Statistica 6.0» с учетом рекомендаций Г.Ф. Лакина [6].

Результаты исследований

Содержание ТМ в воде Ириклинского водохранилища на русловых участках в поверхностных и придонных горизонтах (таблица 1). Соединения кадмия обнаружены

лишь в единичных придонных пробах Суундукского залива и Чапаевского плеса в количестве 0,0006–0,0008 мг/дм³, что гораздо ниже предельно допустимых концентраций (ПДК) более чем в 6 раз.

Соединения свинца на исследуемых участках водохранилища были значительно ниже ПДК: для Суундукского залива в 15 раз, для Чапаевского плеса и Таналыкского залива в 12 раз, для Таналык-Суундукского плеса и Приплотинного участка в 10 раз, и для Софинского плеса в 7,5 раза.

В ходе исследований констатировали экстремально высокие количества меди на всех участках водохранилища. Максимальное превышение ПДК отмечено в Таналыкском заливе (в 10 раз) – и это неудивительно, так как основным поставщиком соединений Си в водохранилище является Бурибаевский горнообогатительный комбинат расположенный вблизи р. Таналык [8]. Кроме того, высокие концентрации меди были отмечены в Чапаевском плесе и Софинском плесе – превышение ПДК в 9 раз.

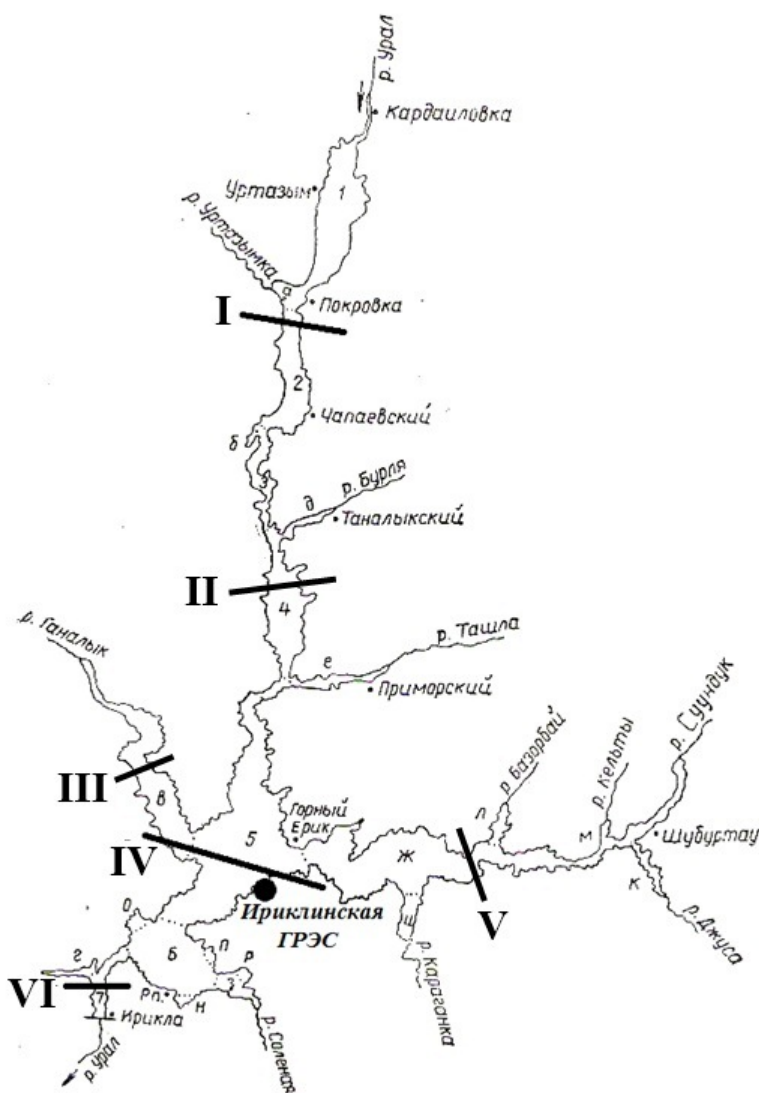


Рисунок 1. Карта-схема Ириклинского водохранилища.
— — разрезы взятия проб: I – Чапаевский плес, II – Софинский плес,
III – Таналыкский залив, IV – Таналык-Суундукский плес,
V – Суундукский залив, VI – Приплотинный участок

Превышение ПДК на всех участках водохранилища зафиксировано для железа. Наиболее высокие концентрации железа были отмечены в Чапаевском плесе и Софинском плесе – превышение ПДК в 10 и 6 раз, соответственно. Для остальных участков было характерно превышение ПДК в 2–3 раза.

Кроме того, для Чапаевского плеса характерны наиболее высокие концентрации Mn и Al в воде, что выше значений ПДК в 22 и 9 раз, соответственно. На остальных участках констатировали превышение концентрации Mn – в 2–6 раз, за исключением Таналык-Суундукского плеса, и Al – в 4–5 раз.

Донные отложения русловых участков Ириклинского водохранилища представлены в основном песчанистыми серыми илами, содержание органического вещества в которых составляет 15–17%.

Исследования тяжелых металлов в ДО Ириклинского водохранилища показали, что

количество кадмия не превышают рыбохозяйственных нормативов (таблица 2).

Зафиксировано превышение ПДК для свинца в донных отложениях Чапаевского плеса и Суундукского залива в 1,5 раза, и Приплотинного участка более чем в 5 раз. Источником свинца для водохранилища может выступать бассейн р. Суундук – место наиболее значительных находок свинцовой руды – галенита и пылевидного кварца – маршаллита [7], [10].

Для Ириклинского водохранилища было характерно превышение ПДК для меди и цинка на всех исследуемых участках, в частности: для меди в среднем в 5–6 раз и для цинка в 5–7 раз.

Таким образом, исследование содержания и распределения тяжелых металлов в воде Ириклинского водохранилища показало превышение ПДК соединений Cu, Fe, Mn и Al на всех исследуемых участках. Стоит отметить, что наиболее высокие концентрации были характерны для Чапаевского плеса.

Таблица 1. Содержание ТМ в воде Ириклинского водохранилища, мг/дм³

	Наименование тяжелых металлов					
	Cd	Mn	Pb	Al	Cu	Fe
ПДК [9]	0,005	0,01	0,006	0,04	0,001	0,1
Чапаевский плес	0,0008 ± 0,00003	0,22 ± 0,015	0,0005 ± 0,00001	0,35 ± 0,015	0,009 ± 0,0002	1,0 ± 0,1
Софинский плес	-	0,04 ± 0,006	0,0008 ± 0,00003	0,21 ± 0,008	0,009 ± 0,0002	0,6 ± 0,06
Таналык-Суундукский плес	-	0,01 ± 0,006	0,0006 ± 0,00001	0,15 ± 0,004	0,005 ± 0,0001	0,2 ± 0,02
Таналыкский залив	-	0,06 ± 0,01	0,0005 ± 0,00002	0,17 ± 0,005	0,01 ± 0,001	0,3 ± 0,02
Суундукский залив	0,0006 ± 0,00002	0,03 ± 0,015	0,0004 ± 0,00001	0,18 ± 0,006	0,004 ± 0,0003	0,2 ± 0,03
Приплотинный участок	-	0,02 ± 0,008	0,0006 ± 0,00002	0,15 ± 0,004	0,003 ± 0,0001	0,2 ± 0,02

Таблица 2. Содержание ТМ в ДО Ириклинского водохранилища, мг/кг

	ТМ				
	Cd	Mn	Pb	Cu	Zn
ПДК [5]	0,16	1500	10	21	30
Чапаевский плес	0,10 ± 0,006	890 ± 17	16 ± 3,1	106 ± 8	180 ± 13
Софинский плес	0,11 ± 0,004	1860 ± 32	8 ± 1,4	97 ± 5	151 ± 10
Таналык-Суундукский плес	0,11 ± 0,005	3153 ± 44	9 ± 0,9	111 ± 9	220 ± 14
Таналыкский залив	0,09 ± 0,006	2085 ± 35	8 ± 1,2	135 ± 13	144 ± 16
Суундукский залив	0,10 ± 0,005	3020 ± 24	14 ± 2,0	102 ± 7	138 ± 17
Приплотинный участок	0,11 ± 0,006	2800 ± 19	53 ± 3,9	125 ± 16	166 ± 11

Превышение ПДК тяжелых металлов в ДО водохранилища зафиксировано для соединений Cu, Zn и Mn. Кроме того, констатировали превышение ПДК для Pb на отдельных участках водохранилища: Чапаевский плес (в 1,6 раза), Суундукский залив (в 1,4 раза) и Приплотинный участок (в 5 раз). В данных условиях ДО могут выступать в качестве источников вторичного загрязнения водохранилища [11], [12].

Высокий уровень загрязнений водной системы Ириклинского водохранилища ТМ объясняется наличием большого количества источников поступления тяжелых металлов: Сибайский медно-серный комбинат, Сибайский водоканал,

Баймакский машиностроительный завод, Бурибаевское рудоуправление Республики Башкортостан, предприятия Челябинской области и Республики Казахстан [13].

Кроме того, характерными источниками загрязнения водохранилища являются сельские населенные пункты, как правило, не имеющие санитарно-гигиенического обустройства, централизованной системы канализации и очистных сооружений.

Полученные результаты могут быть использованы в мониторинге экосистемы Ириклинского водохранилища.

27.05.2016

Список литературы:

1. Cobbina, S.J. A multivariate assessment of innate immune-related gene expressions due to exposure to low concentration individual and mixtures of four kinds of heavy metals on zebrafish (*Danio rerio*) embryos / S.J. Cobbina, H. Xu, T. Zhao, G. Mao, Z. Zhou, X. Wu, H. Liu, Y. Zou, X. Wu, L. Yang // *Fish Shellfish Immunol.* – 2015. – №47(2). – P.1032-1042.
2. Karthikeyan, S. Studying the effect of heavy metals on tissue protein of an edible fish *Cirrhinus mrigala* under the influence of pH and water hardness / S. Karthikeyan, P. Mani // *Biofizika.* – 2014. – №59(2). – P.392-398.
3. Fatima, M. Assessment of genotoxic induction and deterioration of fish quality in commercial species due to heavy-metal exposure in an urban reservoir / M. Fatima, N. Usmani, M. Mobarak Hossain, M.F. Siddiqui, M.F. Zafeer, F. Firdaus, S. Ahmad // *Arch Environ Contam Toxicol.* – 2014. – №67(2). – P.203-213.
4. Галеева, М.В. Тяжелые металлы в воде и донных отложениях Рыбинского водохранилища / М.В. Галеева // *Вода: химия и экология.* – 2013. – №5. – С.3-7.
5. Семенова, И.Н. Пространственная изменчивость тяжелых металлов в донных отложениях левобережья северной части Ириклинского водохранилища / И.Н. Семенова, Г.Ш. Кукина, Г.А. Ягафарова, А.А. Аминова // *Фундаментальные исследования.* – №6. – 2014. – С.1418-1422.
6. Мирошникова, Е.П. Совершенствование технологии выращивания рыбы в садковом хозяйстве Ириклинского водохранилища: монография / Е.П. Мирошникова, Ю.В. Киялкова, А.Е. Аринжанов, Е.А. Цурихин, А.Н. Жарков. Оренбург: ООО ИПК «Университет». – 2015. – 261 с.
7. Лакин, Г.Ф. Биометрия. / Г.Ф. Лакин. – М.: Высшая школа. – 1990. – 352с.
8. Чибилев, А.А. Ириклинское водохранилище: геоэкология и природно-ресурсный потенциал / А. А. Чибилев, В. М. Павлейчик, А. Г. Дамрин. Екатеринбург: УрО РАН. – 2006. – 183 с.
9. Павлейчик, В.М. Формирование качества поверхностных вод бассейна верхнего течения реки Урал в условиях техногенной трансформации природной среды / В.М. Павлейчик, Ж.Т. Сивохи // *Водные ресурсы.* – 2013. – т.40. – №5. – С.456-467.
10. Приказ Росрыболовства от 18.01.2010 г. №20 «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения» (Зарегистрировано в Минюсте РФ 09.02.2010 г. №16326). – 127 с.
11. Чибилев, А.А. Особо охраняемые природные территории Урала: современное состояние и перспективы развития / А.А. Чибилев, В.М. Павлейчик, А. А. Чибилев (мл.) // *Изв. Самар. НЦ РАН.* – 2011. – Т. 13. – №1(6). – С. 1537-1540.
12. Яшин, Е.П. Экологическая геохимия и проблемы биогенной миграции химических элементов 3-го рода / Е.П. Яшин // *Техногенез и биогеохимическая эволюция таксонов биосферы. Труды биогеохимической лаборатории. М.: Наука.* – 2003. – С.37-75.
13. Завальцева, О.А. Оценка техногенных геохимических аномалий в донных отложениях Куйбышевского водохранилища в пределах г. Ульяновска / О.А. Завальцева, Л.В. Коновалова, В.В. Светухин // *Вода: химия и экология.* – 2013. – №7. – С. 119-123.
14. Скопинцев, А.Н. Водоиспользование и качество поверхностных вод Оренбургской области / А.Н. Скопинцев // *Известия Оренбургского государственного аграрного университета.* – 2005. – Т.3. – №7-1. – С.97-98.

Сведения об авторах:

Мирошникова Елена Петровна, профессор кафедры биотехнологии животного сырья и аквакультуры Оренбургского государственного университета, доктор биологических наук, профессор
E-mail: elenaakva@rambler.ru

Аринжанов Азамат Ерсанович, старший преподаватель кафедры биотехнологии животного сырья и аквакультуры Оренбургского государственного университета, кандидат сельскохозяйственных наук
E-mail: arin.azamat@mail.ru

460018, г. Оренбург, пр-т Победы, 13