

УДК 574.1

Б.Е. Шимшиков*, А.К. Избасарова

Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Республика Казахстан, г. Алматы

*E-mail: dida789_f@bk.ru

Гидрохимическая и токсикологическая характеристики состояния реки Урал в пределах Западно-Казахстанской области

Приведены характеристики гидрохимических и токсикологических показателей реки Урал по сезонам 2011-2013 г.г. Показаны изменения общей минерализации, перманганатной окисляемости, содержания нитратов, нитритов и тяжелых металлов. Дана количественная оценка загрязняющих веществ воды р.Урал. Проведен расчет трансграничных загрязнений, поступающих в область по реке Урал с паводковым и меженным стоком. Показаны изменения химического состава реки. Установлено загрязнение по отдельным компонентам [медь, цинк, хром (VI) железо].

Ключевые слова: река Урал, гидрохимические показатели, токсиканты, тяжелые металлы, трансграничное загрязнение, водная экосистема, антропогенное воздействие.

B.E.Shimshikov, A.K.Izbasarova

Hydrochemical and toxicological characteristics of the state of the Ural River within the West Kazakhstan region

The characterisation of the hydrochemical and toxicological situation of Ural in 2011-2013 seasonal year. The changes in total mineralization, permanganate oxidation, the content of nitrates, nitrites and heavy metals is showed. A quantitative evaluation of pollutants at Ural river water is given. Transborder pollution, coming to the area on the Ural River with Flood and low flow is calculated. The changes of the chemical composition of the river. Installed pollution on individual components (copper, zinc, chromium (VI) iron) is given.

Keywords: Ural river, hydrochemical indicators, toxicants, heavy metals, transborder pollution, water ecosystem, anthropogenic impact.

Б.Е. Шымшыков, А.К.Избасарова

Батыс Қазақстан облысы аумағындағы Жайық өзенінің гидрохимиялық және токсикологиялық сипаттамасы

Жайық өзенінің 2011-2013 жылдардағы маусымдық көрсеткіштерінің гидрохимиялық және токсикологиялық сипаттамасы келтірілген. Өзеннің жалпы минерализациялануы, перманганаттық қышқылдануы, нитраттар мен нитриттердің құрамы және ауыр металдардың үлесі көрсетілген. Жайық өзенін ластаушы заттардың сандық бағалануы келтірілген. Су тасуы кезіндегі және жазда өзеннің құрғауы, азаюы уақытындағы, аймаққа өзен арқылы түсетін трансшекаралық ластаушылары есептелген. Өзеннің химиялық құрамының өзгеруі көрсетілген. Әртүрлі компоненттер бойынша ластану деңгейі анықталған [мыс, цинк, хром (VI) темір].

Түйін сөздер: Жайық өзені, гидрохимиялық көрсеткіштер, токсиканттар, ауыр металдар, трансшекаралық ластану, сулық экожүйе, антропогендік әсерлер.

Один из главных бассейнов Казахстана Урало-Каспийский является трансграничным. Этот бассейн является и основным рыбопромысловым водоемом страны. Урало-Каспийский бассейн в последние годы характеризуется стабильным водным режимом. Однако море загрязняется нефтепродуктами и сопутствующими им токсикантами в результате интенсификации процессов освоения

углеводородного сырья, как в прибрежной, так и в шельфовой зоне [1].

С рекой Урал кроме рыбного хозяйства связаны перспективы сельского хозяйства, судоходства и туризма. Экологическое состояние уникальной экосистемы связано также с заилением русла. В крайне запущенном состоянии находится рыбное хозяйство реки Урал по Западно-Казахстанской области [2].

Материалы и методы

Объектом исследования является река Урал. Отбор проб воды проводился в период с 2011 по 2013 года. При проведении исследовательских работ получены данные об изменении гидрофизических и гидрохимических характеристик воды, токсикологического состояния водоемов. Известно, что перенос вещества водой осуществляется в различных формах его дисперсности – от мелких обломков (влекомые наносы) и взвешенных глинисто-иловатых частиц (взвешенные наносы) до коллоидных и истинно-растворенных частиц (молекул, ионов). В зависимости от дисперсности и характера взаимодействия с водой различают сток коллоидов и сток растворенных веществ. Последний по своему происхождению подразделяется на сток минеральных и сток органических веществ. Кроме того, сток минеральных веществ делится на сток главных ионов (или ионный сток), микроэлементов и биогенных веществ. В работе нами рассмотрены общий водно-солевой сток, в котором главную массу составляют растворенные вещества (ионы, молекулы) и побочную – различные микроэлементы и биогенные вещества. Анализ воды проводился в лабораториях университета, на факультете биологии и биотехнологии, в соответствии с общепринятыми стандартами [3]. При проведении исследований проб воды использовались флуориметрический, ионометрический и спектрофотометрический методы.

Характеристика гидрохимических показателей

По химическому составу вода реки Урал

относится к гидрокарбонатному классу, к группе кальциевых. Содержание газов в исследуемых пробах находится на удовлетворительном уровне. В связи со слабощелочной средой водоемов диоксид углерода присутствует в предельно малом количестве. Содержание кислорода колеблется в весенне-летний период от 8,5 мг/дм³ до 13,6 мг/дм³, в осенний период от 9,6 мг/дм³ до 15,6 мг/дм³, что свидетельствует об отсутствии его дефицита. По литературным данным [4], при хорошем перемешивании воды в водоемах растворяется максимальное количество кислорода и такое состояние называется насыщающей концентрацией. Эта концентрация зависит от температуры, обычно летом при более высоких температурах насыщающая концентрация понижается, а зимой в холодной воде концентрация кислорода повышается. Перманганатная окисляемость характеризует общее содержание в воде восстановителей – органических и неорганических, реагирующих с окислителями. Содержание таких веществ в воде Урала весной отмечено в количествах 0,30 мг/дм³ – 2,96 мг/дм³, в осенний период до 1,23 мг/дм³ – 3,45 мг/дм³, которые находятся в пределах ПДК [5].

Изменения химического состава воды в реке Урал объясняется тем, что в районе пос. Тонкерис в крутом склоне обнажаются породы ангидрито-солевой толщи морского палеогена, который интенсивно поглощает влагу, легко разрушается и скапливается в измельченном виде в низовьях расчленяющих его оврагов и балок. Тальми снегами и дождевыми потоками этот материал выносится на пойму и попадает в русло реки. Вместе с ними в речную воду попадают и тяжелые металлы [6].

Таблица 1 – Основные гидрохимические показатели природных вод реки Урал в ЗКО в период летней межени 2012 и 2013 гг. в сравнении с усредненными многолетними данными (2008-2013 гг).

Наименование показателя	ПДК _{вр}	Среднее течение		
		Усредненные многолетние данные	2012 г.	2013 г.
Общие гидрохимические показатели (весна)				
рН (активная реакция воды)	6,5-8,5	7,8	7,6	7,8
Перманганатная окисляемость, мгО/дм ³	—	4,26	6,12	18,8
Общая минерализация, мг/дм ³	1000	404,0	772,5	585,0
Биогены				
Нитраты, мг/дм ³	40	15,49	не обнаруж.	1,7
Нитриты	0,08	Не обнаружены		

Общие гидрохимические показатели (лето)				
рН (активная реакция воды)	6,5-8,5	8,2	7,4	8,0
Перманганатная окисляемость, мгО/дм ³	—	4,2	3,23	10,4
Общая минерализация, мг/дм ³	1000	532	500	760
Биогены				
Нитраты, мг/дм ³	40	11,06	не обнаруж	1,5
Нитриты	0,08	Не обнаружены		

Характеристика токсикологических показателей

В условиях антропогенного воздействия химический состав воды рек подвергается существенным изменениям на различных участках бассейна в зависимости от степени влияния источников загрязнения. О высоком загрязнении воды реки Урал химическими компонентами, в частности медью, хромом шестивалентным, железом и другими сообщалось много.[7] Трансграничный сток загрязнен также тяжелыми металлами, в результате поступления в речную сеть промышленных, хозяйственно-бытовых и других категорий сточных вод [8].

С целью изучения характера загрязнения тяжелыми металлами, пестицидами и нефтепродуктами р. Урал отбирались пробы воды на створах реки для их определения. Полученные результаты показаны в таблице 2. На створе г. Уральска и на выходе из области в поселке Тайпак, вода реки Урал в летнее время становится более загрязненной и по отдельным ингредиентам (медь, цинк, кадмий, свинец, нефтепродукты) не пригодна даже для хозяйственного использования, не говоря о рыбохозяйственном назначении, где требования к качеству более высокие [9].

Таблица 2 – Содержание тяжелых металлов в реке Урал, мг/л

Время отбора	N	Cr	Zn	Fe	Cu	Pb	Сульфаты
		10	10	10	10	10	10
Осень 2011 г	X min	0,040	0,07	0,20	0,03	0,008	248
Весна 2011 г	Xmax	0,080	1,10	0,27	0,06	0,012	261
	X ср	0,05±0,005	0,44±0,006	0,23±0,002	0,04±0,001	0,01±0,003	251±0,001
	CV	0,22	0,31	0,25	0,28	0,30	0,26
Осень 2012 г	X min	0,03	0,08	0,24	0,04	0,009	241
Весна 2012 г	Xmax	0,07	0,9	0,28	0,07	0,013	258
	X ср	0,04±0,0013	0,24±0,0005	0,25±0,0009	0,06±0,0008	0,01±0,001	247±0,004
	CV	0,32	0,28	0,21	0,24	0,19	0,29
Осень 2013 г	X min	0,01	0,02	0,25	0,02	0,01	221
Весна 2013 г	Xmax	0,04	0,05	0,32	0,06	0,03	248
	X ср	0,02±0,001	0,04±0,002	0,29±0,006	0,05±0,0009	0,02±0,002	236±0,003
ПДК рыб. хоз.		0,05	0,01	0,10	0,013	0,001	100
ПДКхоз. -пит.		0,05	5	0,30	1,0	0,03	500

Примечание: N – количество наблюдений; X min – минимальное содержание; X max – максимальное содержание; Xср – среднее содержание; m – стандартная ошибка средней; CV – коэффициент вариации.

В таблице 2 можно увидеть, что максимальная концентрация наблюдается в период паводка (весной) и снижается в осеннюю межень. По всем элементам идет превышение ПДК рыбохозяйственного назначения, например в 2013 году по цинку в 5 раз, по железу в 3,2 раза, по меди в 4,6 раза, по свинцу в 30 раз, по сульфатам в 2,4 раза. Наибольшее превышение идет в 2011 году (весна) где концентрация цинка составляет 1,1 мг/л, что в 110 раз выше ПДК. По ПДК хозяйственно-питьевого назначения превышений нет.

Количественная оценка трансграничного притока тяжелых металлов по р. Урал

Расчет трансграничных загрязнений, поступающих в область по реке Урал.

Среднегодовой объем стока р. Урал за 2000-2010 гг. – 7,25 км³. Средняя минерализация

воды за этот период: в паводок – 517 мг/л, в межень – 888 мг/л. По данным многолетнего изучения гидрологического режима, 75 % годового стока приходит в паводок (апрель-июнь), остальная часть – в летне-осенне-зимнюю межень. Общее количество растворенных веществ (в ионной форме) и различных примесей, поступающих ежегодно с речным стоком, составляет:

- с паводковым стоком – $0,52 \cdot 10^{-3} \text{ т/м}^3 \times 5,44 \cdot 10^9 \text{ м}^3 = 2,83 \text{ млн.т}$

- с меженным стоком $0,89 \cdot 10^{-3} \text{ т/м}^3 \times 1,81 \cdot 10^9 \text{ м}^3 = 1,61 \text{ млн. т}$,

итого: количество растворенных веществ и примесей – 4,44 млн.т

Количественная оценка загрязняющих веществ, поступающих ежегодно с трансграничным стоком по р. Урал приводится ниже (табл.3).

Таблица 3 – Количественная оценка загрязняющих веществ воды реки Урал, т/год

Химические компоненты	Среднее содержание в воде, мг/дм ³	Среднегодовой объем стока, км ³	Количество вещества приносимого рекой, т/год
Хлор-ион	244,5	7,25	1,773*10 ⁶
Кадмий	0,014	7,25	101,5
Цинк	0,021	7,25	152,2
Свинец	0,025	7,25	181,2
Марганец	0,035	7,25	253,7
Железо	0,048	7,25	348,0
Хром	0,023	7,25	166,7
Азот аммонийный	0,16	7,25	1160
Нитраты	9,8	7,25	71,05*10 ³
Нефтепродукты	0,18	7,25	1305
Итого:			1847718

Расчеты показывают, что с водно-солевым стоком р. Урал за пределы ЗКО выносятся ежегодно в среднем 1,859 млн.т загрязняющих веществ, в том числе 1,671 млн. т хлора,

104,05 тыс. т органических веществ (нитраты, нефтепродукты, азот аммонийный, фенолы) и 14,758 тыс. т тяжелых металлов. Как видно, река Урал сохраняет в последние годы высокую степень загрязнения соединениями тяжелых металлов и органических веществ.

Речные организмы не в состоянии справиться с этими загрязнениями. Загрязняющие вещества от взвешенных глинисто-иловатых частиц (взвешенные наносы), от микроэлементов и биогенных веществ до истинно-растворенных частиц (молекул и ионов) перемещаются с водными массами к низовьям

Урала, частично оседая на дно, частично поглощаясь донными и водными организмами [10, 11].

Заключение

1. Исследования показали существенные изменения гидрогеохимического режима в сторону накопления в воде различных органо-минеральных загрязнений.

2. По реке Урал ежегодно на территорию области поступает 4,44 млн. т растворенных веществ (в ионной форме), из них около 2 млн. т органо-минеральных примесей. Трансграничный вынос растворенных веществ и вредных примесей по реке Урал за южную границу области, несмотря на некоторое снижение

стока ($0,624 \text{ км}^3$), составляет 6,3 млн. т, или на 30 % превышает объем их поступления из сопредельных территорий.

3. При уменьшении воды в летне-осенний период сокращается объем не только основного русла, но и пойменных частей рек. Динамика водности и загрязненности реки Урал оказывает наиболее существенное отрицательное влияние на воспроизводство рыб пелагофилов (судака, леща, жереха, сазана, карася и др.).

4. В условиях наблюдаемого антропогенного изменения речного стока и гидрогеохимического режима вод, необходима организация регионального мониторинга, включаю-

щего непрерывные наблюдения за водно-солевым стоком на трансграничных и внутренних водотоках и водоемах. Программа мониторинга должна быть согласована с экологическими службами Оренбургской и Саратовской областей.

5. Заинтересованным областным и республиканским организациям совместно с российскими экологическими службами необходимо разработать проект по спасению реки Урал, основной водной артерии региона и нерестилища ценных пород рыб и добиваться его выполнения.

Литература

- 1 Иванов А.Н., Неговская Т.А. Гидрология и регулирование стока. – М.: Колос, 1979. -384 с.
- 2 Хамадов И.Б., Бутырин М.В. Эксплуатационная гидрометрия в ирригации. – М.: Колос, 1975.-207 с.
- 3 ГОСТ 17.1.5.04-81 Охрана природы. Гидросфера. Приборы и устройства для отбора, первичной обработки и хранения проб природных вод. Общие технические условия. – С. 6-7.
- 4 Левченко Г.П. Гидрология и сельскохозяйственная мелиорация. – Л.: Гидрометеиздат, 1984. – 247 с.
- 5 Ревелль П., Ревелль Ч. Среда нашего обитания. Загрязнение воды и воздуха. Кн.вторая. – М.: Мир, 1995. – 296 с.
- 6 Бактыгулов А.Б., Жаксыгалиева С.Ж., Шамакова Н.Г. Основы природопользования. ЗКГУ – 2001.
- 7 Курмангалиев Р.М. Трансграничное загрязнение Приуралья с сопредельных территорий.// Образование и наука в современных условиях развития Казахстана:опыт, проблемы, перспективы: Матер.межд. конф. посв. 70-летию ЗКГУ. – Ч. 3. – Уральск, 2002. – С .1 19-120.
- 8 ГОСТ 17.1.4.01-80. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к методам определения нефтепродуктов в природных и сточных водах.
- 10 Черняев А.М., Черняк В.Я. Антропогенное изменение поверхностных вод Урала // Проблемы загрязнения подземных вод и пути их решения. – Красноярск, 1981. – С. 16-27.
- 9 Научно-технические проблемы водного хозяйства Урала и пути их решения / Под.ред. И.С.Шахова. – Красноярск, 1980. – 112 с.
- 11 Деметьева Т.Ф., Земская К.А. Значение факторов, не зависящих от плотности, в формировании численности пополнения у рыб с большой плодовитостью // Теория формирования численности и рационального использования стад промысловых рыб. – М.: Наука, 1985. – С. 36-45

References

- 1 Ivanov A.N., Negovskaja T.A. Hidrologija i regulirovanie stoka. – M.:Kolos, 1979. -384 s.
- 2 I.B. Hamadov, M.V.Butyrin. Jekspluatacionnaja gidrometrija v irrigacii,- MM.: Kolos, 1975.-207 s.
- 3 GOST 17.1.5.04-81 Ohrana prirody. Gidrosfera. Pribory i ustrojstva dlja otbora, pervichnoj obrabotki i hranenija prob prirodnyh vod. Obshhie tehniczeskie uslovija, s. 6-7
- 4 G.P. Levchenko Hidrologija i sel'skohozjajstvennaja melioracija. – L.: Gidrometeoizdat, 1984. – 247 s.
- 5 Revell' P., Revell' Ch. Sreda nashego obitanija. Zagrzaznenie vody i vozduha. Kn.vtoraja. – M.: Mir, 1995. – 296 s.
- 6 Baktygulov A.B., Zhaksygalieva S.Zh., Shamakova N.G. Osnovy prirodopol'zovanija. ZKGU – 2001.
- 7 Kurmangaliev P.M. Transgranichnoe zagrzaznenie Priural'ja s sopredel'nyh territorij.// Obrazovanie i nauka v sovremennyh uslovijah razvitija Kazahstana:opyt, problemy, perspektivy. Mater.mezhd. konf. poev. 70-letiju ZKGU. Ch.Z.-Ural'sk, 2002.-S .1 19-120.
- 8 GOST 17.1.4.01-80. Ohrana prirody. Gidrosfera. Obshhie trebovanija k metodam opredelenija nefteproduktov v prirodnyh i stocnyh vodah.
- 9 Chernjaev A.M., Chernjak V.Ja. Antropogennoe izmenenie poverhnostnyh vod Urala // Problemy zagrzaznenija podzemnyh vod i puti ih reshenija. Krasnojarsk, 1981. S. 16-27.
- 10 Nauchno-tehniczeskie problemy vodnogo hozjajstva Urala i puti ih reshenija / Pod.red. I.S.Shahova.-Krasnojarsk, 1980. 112 s.
- 11 Dement'eva T.F., Zemskaja K.A. Znachenie faktorov, ne zavisjashih ot plotnosti, v formirovanii chislennosti popolnenija u ryb s bol'shoj plodovitost'ju // Teorija formirovanija chislennosti i racional'nogo ispol'zovanija stad promyslovyh ryb. – M.: Nauka, 1985.- S. 36-45