

УДК 504.5:556.5:549.25/.29:54–162.37(476.2)

Содержание тяжелых металлов и органических компонентов в поверхностных водах рек Гомельской области

В.Г. Свириденко, О.В. Пырх

Водный режим рек, являясь чувствительным индикатором изменений большинства физико-химических показателей поверхностных вод, требует комплексной оценки рН, анионного состава, содержания тяжелых металлов. Исследования показали, что по содержанию исследуемых тяжелых металлов и органических компонентов поверхностные воды рек Гомельской области не представляют опасности для их использования в рекреационных целях.

Ключевые слова: природные воды, тяжелые металлы, органические компоненты, рекреационная зона.

The content of heavy metals and inorganic components in the surface waters of the Gomel region of rivers is analyzed. Water regime of rivers, being a very sensitive indicator of physical and chemical changes of surface waters, requires rating of pH, anionic composition and the content of heavy metals. Our research has shown that surface waters of the rivers in Gomel region are safe to use for recreation in the content of heavy metals and organic components is considered.

Keywords: environmental water, heavy metals, organic components, recreation area.

Введение. В условиях антропогенного воздействия решить проблему сохранения и рационального использования рек невозможно без адекватной информации о физико-химических показателях поверхностных вод. Водный режим рек, являясь чувствительным индикатором изменений большинства физико-химических показателей поверхностных вод, требует комплексной оценки рН, анионного состава, содержания тяжелых металлов.

В настоящее время на реке Днепр работает семь гидрологических постов, которые находятся в городах Орша, Шклов, Могилев, Быхов, Жлобин, Речица и в городском поселке Лоев. Второй по водности и протяженности приток Днепра – Сож, который относится к семерке больших рек по общей длине. На реке действуют четыре гидрологических поста: в Кричеве, Славгороде, Гомеле и деревне Коськово. На Березине действуют гидрологические посты в городах Борисов, Березино, Бобруйск, Светлогорск и деревне Броды.

Оценка рекреационной ценности водных ресурсов Полесского региона производилась с учетом следующих рекреационных требований: благоприятные физико-географические, санитарно-гигиенические, эстетические характеристики водоемов и прилегающих к ним территорий, удобные транспортные связи, с учетом сохранения сложившихся экологических условий [1].

Главным фактором, при котором водоемы рассматривались как рекреационные объекты, является потребность в них населения. В связи с этим принято, чтобы в качестве объектов рекреации рассматривались водоемы, тяготеющие к населенным пунктам с населением 50 тыс. человек. Следует отметить, что благоприятные условия для организации массовых видов рекреационной деятельности формируются на водоемах площадью 1–5 км².

При оценке возможной нагрузки на водоемы по различным видам рекреации используются методические подходы, изложенные в работе [1]. Береговая линия является основным элементом водного объекта для определения допустимой в ее пределах емкости рекреационной инфраструктуры.

На водных объектах Полесья возможна:

- организация водных туристских маршрутов;
- организация пляжно-купальной рекреации (принятие солнечных и воздушных ванн на общездоровительных и лечебных пляжах, купание, плавание и прыжки в воду, подводное плавание);
- строительство водно-спортивных баз для проведения тренировок и соревнований на гребных парусных и моторных судах, водных лыжах.

В статье представлены результаты исследования физико-химических показателей поверхностных вод в среднем течении рек Днепр, Сож, Березина, которые проведены в 2013–2014 гг. Отбор и анализ гидрохимических проб проводился в соответствии с методиками вы-

полнения измерений, принятых в Департаменте гидрометеорологии Министерства природы Республики Беларусь. Определение тяжелых металлов проводили фотоколориметрическим методом, органические компоненты определяли спектрофотометрически.

Тяжелые металлы относятся к приоритетным загрязняющим веществам, наблюдения за которыми обязательны во всех средах. ПДК для токсичных элементов утверждены Министерством окружающей среды Республики Беларусь и Министерством здравоохранения Республики Беларусь 24.12.2009 №70/139 действуют для 670 веществ в воде рыбохозяйственных водных объектов [2], [3]. Необходимо контролировать содержание органических токсиантов в природных водах, так как последние выступают в роли рекреационных ресурсов, а повышенные их концентрации в природных водах могут отрицательно сказываться на здоровье человека [4], [5].

Целью настоящих исследований явилось фотометрическое определение железа, цинка, меди и никеля; спектрофотометрическое определение фенола и формальдегида в поверхностных водах рек Гомельской области. Исследования проводили в июле 2013 и 2014 гг.

Результаты и обсуждение. Данные по определению тяжелых металлов представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Среднее содержание тяжелых металлов в водах рек

Местоположение	Металлы			
	Fe	Cu	Zn	Ni
500 м выше места выпуска сточных вод Речицкого водоканала (р. Днепр)	<u>0,97</u>	<u>0,004</u>	<u>0,011</u>	<u>0,009</u>
	0,65	0,004	0,028	0,005
500 м ниже места выпуска сточных вод Речицкого водоканала (р. Днепр)	<u>1,43</u>	<u>0,007</u>	<u>0,012</u>	<u>0,010</u>
	0,60	0,008	0,030	0,007
500 м выше места выпуска сточных вод Жлобинского водоканала (р. Днепр)	<u>0,41</u>	<u>0,002</u>	<u>0,011</u>	<u>0,008</u>
	0,70	0,007	0,030	0,006
500 м ниже места выпуска сточных вод Жлобинского водоканала (р. Днепр)	<u>0,43</u>	<u>0,002</u>	<u>0,012</u>	<u>0,008</u>
	0,50	0,001	0,010	0,007
500 м выше места выпуска сточных вод Рогачевского водоканала (р. Днепр)	<u>0,50</u>	<u>0,004</u>	<u>0,010</u>	<u>0,008</u>
	0,60	0,007	0,013	0,005
500 м ниже места выпуска сточных вод Рогачевского водоканала (р. Днепр)	<u>0,55</u>	<u>0,004</u>	<u>0,010</u>	<u>0,008</u>
	0,55	0,006	0,010	0,005
500 м выше Кленковского водозабора (р. Сож)	<u>0,32</u>	<u>0,003</u>	<u>0,004</u>	<u>0,002</u>
	0,32	0,001	0,006	0,001
10 км ниже по течению г. Гомеля (р. Сож)	<u>0,36</u>	<u>0,005</u>	<u>0,006</u>	<u>0,002</u>
	0,36	0,007	0,001	0,002
500 м выше места выпуска сточных вод Светлогорской ТЭЦ	<u>0,28</u>	<u>0,004</u>	<u>0,021</u>	<u>0,007</u>
	0,32	0,004	0,042	0,004
500 м ниже места выпуска сточных вод Светлогорской ТЭЦ	<u>0,29</u>	<u>0,007</u>	<u>0,045</u>	<u>0,007</u>
	0,36	0,007	0,042	0,005

Из всех обнаруженных в исследованных природных водах, подвергающихся антропогенной нагрузке, железо содержится в наибольшей концентрации, значительно превосходящей таковую всех остальных металлов. Своего максимального значения этот показатель достигает в водах р. Днепр в районе города Речицы, что отражает высокий уровень антропогенной нагрузки в виде сброса сточных вод их источниками, расположенными выше по течению. В рассматриваемом случае это, прежде всего, города Жлобин и Рогачев. Кроме того, в белорусской части бассейна Днепра крупными центрами его загрязнения являются также Могилев и Орша. Непосредственно г. Речица, со сточными водами которого в окружающую среду выбрасывается наибольшее количество железа, является наиболее важным (из рассматриваемых) источником загрязнения природных вод железом. В целом такая ситуация отражает специфику деятельности промышленного комплекса населенных пунктов, осуществляющих сброс сточных вод. Хотя при рассмотрении этого вопроса следует учитывать не только антропогенный фактор. Почвы Полесского региона богаты гуминовыми и фульвокислотами, что способствует обогащению водоносных почвенных слоев ионами железа.

Содержание меди в ряде случаев имеет относительно высокие значения. Это происходит, как правило, там, где осуществляется выброс более-менее значительных количеств этого металла. Приоритетными источниками загрязнения медью природных вод являются Гомель, Речица и отчасти Светлогорск.

Хотя цинк занимает второе (после железа) место по объемам сброса в окружающую среду, тем не менее, в большинстве случаев было отмечено весьма невысокое содержание в водах бассейнов рек. Обусловлено это тем, что его выброс в окружающую среду имеет хорошо выраженную локальность – г. Гомель является источником поступления подавляющей части этого металла в природные воды.

Никель и хром выбрасываются диффузно (в отношении их затруднительно выделить какой-либо один доминирующий источник выброса) и в небольших количествах (особенно хром), что определяет очень низкие зарегистрированные концентрации этих веществ.

Полученные результаты не позволяют сделать обоснованный вывод об изменении концентрации элементов, содержание которых подвергалось контролю по годам. Для более обоснованных выводов в этом отношении необходимо учитывать ассимиляционную способность рек.

Для учета ассимилятивной способности рек, принимающих в себя те или иные объемы сточных вод, сравнивалась ежесуточная интенсивность и объемы сброса сточных вод соответствующими источниками, расположенными на водных артериях, с одной стороны, и ежесуточный расход реки, с другой. Для этого следует определить коэффициент разбавления – отношение объема речного стока к объему сбросов [5], [6]. В качестве стандартной величины речного стока применялся расход речного стока летне-осенней межени года 95 %-й водной обеспеченности. Данные по ассимилятивной способности рек, воды которых подвергались изучению, приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Ассимилятивная способность рек

Водный источник	Расход реки, м ³ /с	Объем сброса сточных вод, м ³ /сут.	Коэффициент разбавления, раз
р. Днепр (район г. Речицы)	155	25000	535
р. Днепр (район г. Жлобина)	67,3	21000	277
р. Днепр (район г. Рогачева)	56,5	42000	116
р. Уза (приток р. Сож) (район г. Гомеля)	0,43	153000	0,24
р. Березина (район г. Светлогорска)	67,7	15000	390

Чем выше ассимилятивная способность, то есть чем больше коэффициент разбавления, тем меньше антропогенная нагрузка (в первую очередь на водные экосистемы) на окружающую среду. Наиболее очевидным признаком загрязнения окружающей среды, связанным с жизнедеятельностью городов и промышленных центров, является наблюдаемое состояние водных (речных) экосистем. Эти экосистемы находятся под мощным давлением в виде сбросов в водные объекты значительных объемов коммунально-промышленных сточных вод, особенно учитывая тот факт, что эти сточные воды характеризуются большими различиями в степени своей очистки, получаемой на очистных сооружениях. Постоянная нагрузка на определенные участки водотоков бассейнов рек зачастую приводит к той или иной степени деградации водных сообществ растений и животных.

В р. Сож не осуществляется непосредственный сброс сточных вод коммунально-промышленного происхождения, но в качестве источников ее загрязнения выступают такие, как поверхностный ливневый сток и сброс вод ливневой городской канализации. Здесь, прежде всего, можно оценить степень загрязнения городской территории тяжелыми металлами. Поверхностный сток, весьма вероятно, имеет существенное значение и при загрязнении вод р. Березина. Золоотвалы Светлогорской ТЭЦ богаты свинцом и медью, что способствует загрязнению природных вод (в первую очередь дождевых) этими металлами.

Важным показателем для рассмотрения вопросов использования прибрежной и водной зоны в рекреационных целях является соотношение концентраций тяжелых металлов в природных водах с ПДК для водоемов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования и рыбохозяйственного водопользования (таблица 3).

Таблица 3 – Соотношение концентраций тяжелых металлов в природных водах с ПДК для водоемов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования и рыбохозяйственного водопользования

Источник природной воды	Концентрация металла в % от ПДК							
	Fe		Cu		Zn		Ni	
	Г ⁵⁾	П ⁶⁾	Г ⁵⁾	П ⁶⁾	Г ⁵⁾	П ⁶⁾	Г ⁵⁾	П ⁶⁾
р. Днепр (в районе г. Речица)								
Г ¹⁾	323,3	194	0,35	350	1,1	110	9	90
Г ²⁾	476,6	286	0,72	720	1,2	120	9,7	97
р. Днепр (в районе г. Жлобин)								
Г ¹⁾	136,6	82	0,15	150	1,04	104	7,7	77
Г ²⁾	143,3	86	0,15	150	1,12	112	7,7	77
р. Днепр (в районе г. Рогачев)								
Г ¹⁾	166,6	100	0,4	400	1,03	103	7,5	75
Г ²⁾	182	109	0,4	400	1,03	103	7,6	76
р. Сож (в районе г. Гомель)								
Г ³⁾	106,6	64	0,32	320	0,37	37	1,9	19
Г ⁴⁾	120	72	0,53	530	0,57	57	2,0	20
р. Березина (в районе г. Светлогорск)								
Г ¹⁾	93,3	56	0,36	360	2,10	210	6,6	66
Г ²⁾	96,6	58	0,67	670	4,52	453	6,6	66

Примечания: – ¹⁾ 500 м выше места выпуска сточных вод;

²⁾ 500 м ниже места выпуска сточных вод;

³⁾ 200 м выше Кленковского водозабора;

⁴⁾ 10 км ниже по течению г. Гомель;

⁵⁾ соотношение с ПДК для водоемов хозяйственно-питьевого водопользования;

⁶⁾ соотношение с ПДК для водоемов рыбохозяйственного водопользования.

Во всех случаях было зафиксировано превышение значений ПДК для рыбохозяйственных водоемов по меди и цинку или же по обоим металлам одновременно. При этом содержание меди превышало принятые нормативы в 1,5–7,3 раза, а содержание цинка – в 1,03–4,7 раза. Также в ряде случаев отмечено превышение содержания железа (до 2,86 раза). По отношению к ПДК для хозяйственно-питьевых водоемов отмечены только превышение содержания железа – от 1,2 до 4,8 ПДК. В отношении содержания всех прочих металлов состояние речной воды полностью удовлетворяет нормативам объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования.

В водах бассейнов исследуемых рек основным металлом-загрязнителем является железо, которое повсеместно регистрируется в наибольших концентрациях – или превышающих ПДК, или близких к последним. Концентрации остальных металлов, в целом, значительно ниже зафиксированных концентраций железа, но тоже нередко превышающих ПДК.

Концентрации металлов-загрязнителей имеют закономерную тенденцию к повышению в нижних течениях рек, по сравнению с верховыми участками водотоков. Степень антропогенного давления на речные экосистемы, зависящая от объемов сброса сточных вод и степени их очистки, может в значительной степени нивелироваться за счет снижения критических концентраций до относительно безопасных значений за счет ассимилятивной разбавляющей способности рек. Это же обстоятельство предохраняет водные экосистемы от возможного формирования ударных концентраций, возможного вследствие сброса больших объемов недостаточно очищенных сточных вод со значительным количеством веществ-загрязнителей.

Отмечается заметное ухудшение качества вод р. Березина по содержанию тяжелых металлов (в наибольшей степени – по меди и свинцу) ниже г. Светлогорска. В случае остальных рек выраженной тенденции к заметному ухудшению качества речных вод не отмечено, за исключением загрязнения по железу, которое имеет отчетливую тенденцию к возрастанию при сравнении качества вод до и после мест сброса сточных вод. В целом, в этом отношении можно отметить, что наибольшему антропогенному воздействию подвергаются реки Днепр ниже Речицы и Березина ниже Светлогорска.

Нами было определено содержание некоторых органических соединений (фенол, формальдегид, СПАВ, нефть).

Таблица 4 – Содержание органических компонентов в водах рек, в мг/дм³

Органические загрязнители	Местоположение		
	р. Днепр	р. Сож	р. Березина
фенол	<u>0,0008</u> 0,0011	<u>0,0009</u> 0,0007	<u>0,0062</u> 0,0060
формальдегид	<u>0,030</u> 0,040	<u>0,035</u> 0,034	<u>0,050</u> 0,062
спав	<u>0,028</u> 0,036	<u>0,032</u> 0,024	<u>0,030</u> 0,050
нефть	<u>0,05</u> 0,04	<u>0,04</u> 0,03	<u>0,02</u> 0,01

Исследования показали, что содержание органических веществ в течение исследуемых периодов не изменялось. Содержание фенола и формальдегида не превышало ПДК (для фенола ПДК составляет 0,001 мг/дм³, для формальдегида 0,05 мг/дм³). Отдельные превышения связаны с промышленно-хозяйственной деятельностью объектов региона.

Заключение. Исследования показали, что по содержанию исследуемых тяжелых металлов и органических компонентов поверхностные воды рек Гомельской области не представляют опасности для их использования в рекреационных целях. Чтобы комплексно оценить сложившуюся ситуацию химического загрязнения поверхностных вод, необходимо совершенствовать методы косвенных оценок переноса загрязняющих веществ; организовать учет сброса загрязняющих веществ через ливневую канализацию; уточнить методы количественной оценки загрязнений, поступающих в водные объекты вследствие смыва удобрений с сельхозугодий, поверхностного стока с урбанизированных территорий, а также от автотранспорта и выпадения загрязненных осадков. Результаты исследования количественного состава по содержанию ионов тяжелых металлов и некоторых органических компонентов в водах рек Гомельского региона могут быть полезны при оценке состояния природных ресурсов (в первую очередь водных); характера и степени антропогенного давления на сообщества живых организмов региона и проживающего в нем населения Республики.

Литература

1. Рекомендации по использованию рекреационных ресурсов озер и водохранилищ Республики Беларусь. – Мн., 1998. – 42 с.
2. О внесении изменений и дополнений в постановление Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь и Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 8 мая 2007 г. № 43/42 «О некоторых вопросах нормирования качества воды рыбохозяйственных водных объектов»: Постановление Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь и Министерства здравоохранения Республики Беларусь, 24 дек. 2009 г., № 70/139 // Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь. – 2009. – № 132. – 8/16491.
3. Попов, А.Н. Динамика трансформации соединений тяжелых металлов в поверхностных водах / А.Н. Попов, О.В. Беззапонная ; под ред. Т.Г. Тараненко. – Гидрометеиздат, 2001. – С. 72–73.
4. Байчоров, В.М. Экологические риски и оценка состояния водотоков Беларуси / В.М. Байчоров, Г.М. Тишиков, Н.Н. Рощина. – Минск : «Белорусская наука», 2006. – С. 117.
5. Йохельсон, И.Б. Вопросы контроля загрязнения водной среды/ И.Б. Йохельсон, И.А. Колоскова. – М. : Гидрометиздат, 1981. – 436 с.
6. Журавель, Н.А. Гидрология / Н.А. Журавель. – Мн. : БГУ, 1988. – 356 с.

РЕПОЗИТОРИЙ ГГУ ИМЕНИ Ф.СКОРИНЫ