

УДК 614.7

## САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ НА ТЕРРИТОРИИ ЗАУРАЛЬЯ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН

Бактыбаева З.Б., Сулейманов Р.А., Валеев Т.К., Рахматуллин Н.Р.

ФБУН «Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека», Уфа, Россия

*Целью работы являлась оценка качества поверхностных и подземных вод горнорудных территорий Республики Башкортостан. Выявлены превышения нормативов как для водных объектов рыбохозяйственного значения, так и хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования, что свидетельствует о потенциальной опасности поверхностных вод для здоровья населения региона. Качество воды, используемой для хозяйственно-питьевых целей из источников нецентрализованного водоснабжения, не всегда соответствует гигиеническим и санитарно-эпидемиологическим требованиям. При этом наиболее приоритетными показателями загрязнения питьевой воды являются повышенная жесткость, высокое содержание железа, кальция, нитратов, присутствие кадмия и шестивалентного хрома.*

**Ключевые слова:** *загрязнение, тяжелые металлы, питьевая вода, поверхностные водоемы, горнорудные территории*

## SANITARY AND HYGIENIC CHARACTERISTICS OF WATER FACILITIES IN THE BASHKORTOSTAN ZAURALIE REGION

Baktybaeva Z.B., Suleymanov R.A., Valeev T.K., Rahmatulloin N.R.

Ufa Research Institute of Occupational Health and Human Ecology, Ufa, Russia

*The purpose of the work was to evaluate the quality of surface and underground waters of the Bashkortostan mining areas. An exceeding of standards for water facilities of both fisheries management organizations and drinking as well as household water supply has been revealed testifying about a potential risk of surface waters for the population health. The quality of drinking water from noncentralized water supply does not always meet hygienic and sanitary epidemiological requirements. The most priority indicators of drinking water pollution are increased water hardness, high concentrations of iron, calcium, nitrates, the presence of cadmium and chrome.*

**Key words:** *pollution, heavy metals, drinking water, surface waters, mining areas*

В Зауралье Республики Башкортостан (РБ) сосредоточена значительная часть сырьевой базы цветной металлургии Урала. Влияние горнопромышленного комплекса как на наземные, так и на водные экосистемы в регионе носит длительный характер, насчитывающий десятилетия [1, 12].

Как показывают результаты многолетних исследований медико-экологического направления, проведенных Институтом водных проблем РАН, Федеральным научным центром гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана, Научно-исследовательским институтом экологии человека и гигиены окружающей среды им. А.Н. Сысина и др., здоровье населения в

значительной степени определяется качеством используемых водных ресурсов. Длительное употребление воды, качество которой не соответствует гигиеническим нормативам, может стать причиной целого ряда заболеваний [9, 15, 18]. Загрязнению поверхностных и подземных вод в значительной степени способствуют сбросы в водоемы и на рельеф местности неочищенных или недостаточно очищенных стоков, содержащих широкий спектр токсикантов.

В Зауралье РБ в настоящее время на водосборных площадях рек расположено значительное количество действующих и отработанных объектов горнопромышленного комплекса, являющихся источниками загрязнения аквальных экосистем тяжелыми металлами (ТМ) и другими поллютантами [2–4]. В связи с чем складывается достаточно сложная ситуация с качеством воды. Периодически отмечается высокое и экстремально высокое загрязнение поверхностных вод ионами ТМ. Значительный вклад в техногенное распределение токсикантов в геологическую среду вносят гидрогенные потоки загрязнителей. Так, в 2014 г. в поверхностные водные объекты было сброшено недостаточно очищенных сточных вод предприятиями: ОАО «Белорецкий металлургический комбинат» – 9,83 млн м<sup>3</sup>, ОАО «Учалинский горно-обогатительный комбинат» – 4,01 млн м<sup>3</sup>, Сибайским филиалом ОАО «Учалинский горно-обогатительный комбинат» – 2,70 млн м<sup>3</sup>, ОАО «Сибайский горно-обогатительный комбинат» – 2,48 млн м<sup>3</sup>, ООО «Башкирская медь» – 1,46 млн м<sup>3</sup>, ОАО «Башкирское шахто-проходческое управление» – 0,16 млн м<sup>3</sup> [7].

Источниками питьевого водоснабжения в регионе в основном являются артезианские скважины. Поверхностные воды используются для рыбохозяйственных целей, орошения сельскохозяйственных угодий, рекреации и хозяйственно-бытовых нужд населения.

В связи с тем, что здоровье человека в определенной степени зависит от факторов среды обитания, с усилением техногенеза возрастает и актуальность санитарно-гигиенического мониторинга окружающей среды.

**Цель исследования** – оценить качество поверхностных и подземных вод горнорудных территорий РБ.

**Материалы и методы.** Эколого-гигиенические исследования были проведены в Белорецком, Абзелиловском, Учалинском и Баймакском административных районах РБ. При оценке фактического уровня загрязнения поверхностных водоемов учитывались материалы наблюдений центров гигиены и эпидемиологии РБ, природоохранных органов и многолетних собственных исследований. Анализ проб подземных водоисточников в населенных пунктах проводился по основным приоритетным показателям, характеризующим качество воды по органолептическим, общесанитарным, санитарно-токсикологическим признакам вредности. При проведении собственных исследований особое внимание уделялось нецентрализованным источникам водоснабжения (скважины, колодцы, родники), используемым жителями горнорудных территорий для хозяйственно-питьевых целей. Оценка степени загрязнения исследуемых объектов осуществлялась по результатам анализа с использованием гигиенических нормативов. При оценке фактического уровня загрязнения централизованных источников водоснабжения учитывались также материалы исследований лабораторий межрайонных центров гигиены и эпидемиологии РБ.

**Результаты и обсуждение.** Исследования показали, что качество питьевой воды из источников централизованных систем водоснабжения основных городов и райцентров горнорудных территорий РБ в целом соответствует гигиеническим требованиям. Вода характеризуется средней жесткостью, умеренным содержанием железа, цинка, меди, свинца, марганца, хрома, кадмия, нитратов, сульфатов и др.

На отдельных сельских территориях исследуемого региона полностью или частично отсутствуют системы централизованного водоснабжения и жители используют для хозяйственно-питьевых целей источники нецентрализованного водоснабжения – скважины, колодцы, родники. Согласно полученным данным, качество воды нецентрализованных источников водоснабжения не всегда соответствует гигиеническим и санитарно-эпидемиологическим требованиям. При этом наиболее приоритетными показателями загрязнения питьевой воды являются повышенная жесткость, высокое содержание кальция, нитратов, железа, присутствие (на уровне ПДК) шестивалентного хрома и кадмия. Содержание в питьевых водах ТМ (мышьяка, свинца, стронция, серебра, меди, цинка, алюминия, марганца, никеля и др.) ни в одном из населенных пунктов не превысило существующие санитарно-гигиенические нормативы.

Следует отметить, что в воде водоисточников некоторых населенных пунктов, преимущественно в колодцах обнаруживается присутствие общих колиформных и термотолерантных колиформных бактерий, что представляет опасность употребления данной воды по эпидемиологическим показателям.

Достаточно важным критерием оценки качества питьевой воды явился анализ фактического содержания концентраций фторид-ионов. Исследования показали, что содержание фторид-ионов в воде централизованного водоснабжения находится в интервале 0,01–0,25 мг/л, децентрализованного – 0,01–0,12 мг/л. Учитывая это, следует отметить, что по содержанию фторид-ионов подземные воды, используемые для централизованной и децентрализованной системы водоснабжения на большей части территорий Белорецкого, Учалинского, Баймакского, Абзелиловского районов не удовлетворяют нормативу физиологической полноценности (содержание менее 0,3 мг/л классифицируют водоисточники с очень низким содержанием фтора). Установленный дефицит фтора способствует повышению заболеваемости населения кариесом зубов, что может играть роль в возникновении отдельных хронических и ревматоидных состояний.

В пробах воды с участков рек в зоне сброса сточных вод горнорудных предприятий происходит повышение концентрации отдельных металлов по сравнению с фоном. При этом качество воды по значению удельного комбинаторного индекса загрязненности воды (УКИЗВ) чаще характеризуется как очень загрязненная и грязная, а в некоторых створах – очень грязная.

На исследуемой территории Белорецкого района РБ приоритетным загрязнителем поверхностных водных объектов является железо: превышение предельно допустимой концентрации (ПДК) наблюдалось во всех точках отбора вдоль русла р. Белой (п. Шушпа, г. Белорецк, д. Серменево). Межгодовая динамика металлов в реке имеет тенденцию к возрастанию концентраций меди и цинка. По величине общей жесткости поверхностные воды Белорецкого района в основном являются мягкими (0,80–3,01 °Ж).

Воды поверхностных водоемов на территории Учалинского района РБ характеризуются удовлетворительной (водохранилище Урал), оптимальной (озера Карагайлы, Ургун, Б. Учалы, р. Урал) и повышенной (оз. Калкан, р. Буйда) минерализацией. Большинство поверхностных вод обладают средней жесткостью, за исключением р. Буйда, вода которой характеризуется как очень жесткая. Это обусловлено присутствием в воде высоких концентраций кальция (360 мг/л) и сульфатов (931 мг/л), что является безусловным показателем загрязнения производственными сульфатсодержащими стоками. Кроме того, в р. Буйда обнаружены повышенные концентрации металлов: железа и свинца – до 1,4 ПДК, марганца – до 36 ПДК.

На территории Баймакского района РБ воды поверхностных водоемов характеризуются оптимальной (р. Б. Кизил, оз. Талкас, водохранилище Графское) и повышенной минерализацией (оз. Култубан, водохранилище р. Худолаз), средней (оз. Култубан, водохранилище р. Худолаз) и низкой жесткостью (р. Б. Кизил, оз. Талкас, водохранилище Графское). Содержание металлов в целом соответствует требованиям гигиенических стандартов [6]. Превышение нормативов наблюдается в р. Карагайлы на территории г. Сибай: показатели кадмия от 6 до 10 ПДК, цинка – до 5,2 ПДК. Сопоставление данных с нормативами для водоемов рыбохозяйственного значения [11] показало, что уровень цинка и меди в рр. Таналык и Карагайлы превышает ПДК: от 1,6 до 51 раза по цинку и от 2,4 до 95 раз по меди. Содержание кадмия в районе загрязнения р. Таналык промышленными объектами Бурибаевского горно-обогатительного комбината достигает 4 ПДК, в р. Карагайлы, являющейся приемником стоков Сибайского горно-обогатительного комбината, – 2 ПДК.

Расчеты выявили, что наибольший удельный вклад в общую загрязненность поверхностных водоемов Зауралья РБ вносят марганец (33,0–66,6%), железо (9,1–15,6%), кальций (6,5–11,7%), свинец (5,8–7,2%), нитраты (5,4–6,1%), сульфаты (4,7–15,9%), ртуть (до 4,4%), цинк и медь (до 4%).

Прогрессирующее загрязнение поверхностных вод региона ТМ следует считать актуальной экологической проблемой, так как металлы не разлагаются в природных водах, а лишь перераспределяются по компонентам водоема, меняя форму своего существования. Из водных систем ТМ могут мигрировать по трофическим цепям к человеку при употреблении рыбной и мясной продукции [10, 14]. Известно, что на каждом последующем трофическом уровне водной экосистемы концентрация поллютантов способна повышаться на 1–2 порядка [13].

Несмотря на то, что большинство ТМ считаются важными для жизни микроэлементами, их избыточное поступление в организм может приводить к нарушениям метаболизма. Обладая кумулятивными признаками, металлы могут проявлять канцерогенные, мутагенные и тератогенные свойства. Также было установлено, что загрязнение окружающей среды ТМ приводит к возрастанию показателей заболеваемости населения хроническими дерматозами, экземой, атопическим дерматитом, токсидермией. При длительном воздействии свинца и ртути могут иметь место нарушения памяти и вербальных способностей. Выявлено неблагоприятное влияние ТМ и на функциональное состояние щитовидной железы. Так, по данным ультразвукового исследования в наиболее

загрязненных металлургических центрах Южного Урала у 40–60% населения установлена гиперплазия щитовидной железы [5, 8, 16, 17].

**Заключение.** Качество воды, используемой для хозяйственно-питьевых целей из источников нецентрализованного водоснабжения (скважины, колодцы, родники), не всегда соответствует гигиеническим и санитарно-эпидемиологическим требованиям. При этом наиболее приоритетными показателями загрязнения питьевой воды являются повышенная жесткость, высокое содержание железа, кальция, нитратов, присутствие (на уровне ПДК) кадмия и шестивалентного хрома.

О потенциальной опасности поверхностных вод для здоровья населения региона свидетельствуют выявленные превышения нормативов как для водных объектов рыбохозяйственного значения, так и хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. Наибольший удельный вклад в общую загрязненность поверхностных водоемов Зауралья РБ вносят марганец (33,0–66,6%), железо (9,1–15,6%), кальций (6,5–11,7%), свинец (5,8–7,2%), нитраты (5,4–6,1%), сульфаты (4,7–15,9%), ртуть (до 4,4%), цинк и медь (до 4%).

Необходима более детальная оценка эколого-гигиенической обстановки в регионе с последующим построением медико-экологического прогноза и разработкой рациональных экономических и природоохранных решений для обеспечения безопасного водопользования населения горнорудных территорий.

#### **Список литературы:**

1. Бактыбаева З.Б. Загрязнение тяжелыми металлами экосистемы реки Таналык, сообщества водных макрофитов и возможности их использования для биологической очистки / З.Б. Бактыбаева, Я.Т. Суюндуков, С.М. Ямалов, У.Б. Юнусбаев. – Уфа: АН РБ, Гилем, 2011. – 208 с.
2. Бактыбаева З.Б. Техногенное загрязнение малых рек в черте г. Сибай / З.Б. Бактыбаева, Р.А. Сулейманов, Т.К. Валеев, Н.Р. Рахматуллин, С.М. Ямалов, А.А. Кулагин // Медицина труда и экология человека. – 2016. – № 2. – С. 53–60.
3. Бактыбаева З.Б. Экологическая оценка содержания тяжелых металлов в компонентах речных экосистем горнорудных территорий Республики Башкортостан / З.Б. Бактыбаева, Р.А. Сулейманов, М.А. Мукашева, Т.К. Валеев, Н.Р. Рахматуллин, А.А. Кулагин // Вестник Карагандинского университета. – 2016. – № 1 (81). – С. 24–29.
4. Валеев Т.К. Материалы эколого-гигиенических исследований качества водных объектов на территориях горнорудного района / Т.К. Валеев, Р.А. Сулейманов, Н.Н. Егорова, Р.А. Даукаев, Н.Р. Рахматуллин, Г.Р. Аллаярова // Вода: химия и экология. – 2015. – № 3. – С. 30–33.
5. Гичев Ю.П. Загрязнение окружающей среды и экологическая обусловленность патологии человека: Аналитический обзор / Ю.П. Гичев. – Новосибирск: ГПНТБ СО РАН, 2003. – 138 с. – (Сер. Экология. Вып. 68).
6. ГН 2.1.5.1315-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. – М., 2003.

7. Государственный доклад о состоянии природных ресурсов и окружающей среды Республики Башкортостан в 2014 году. – Уфа: Министерство природопользования и экологии Республики Башкортостан, 2015. – 325 с.
8. Кожин А.А. Микроэлементозы в патологии человека экологической этиологии / А.А. Кожин // Экология человека. – 2013. – № 9. – С. 56–64.
9. Онищенко Г.Г. Бенчмаркинг качества питьевой воды / Г.Г. Онищенко, Ю.А. Рахманин, Ф.В. Кармазинов, В.А. Грачев, Е.Д. Нефедова. – СПб.: Новый журнал, 2010. – 432 с.
10. Перевозников М.А. Тяжелые металлы в пресноводных экосистемах / М.А. Перевозников, Е.А. Богданова. – СПб.: ГосНИОРХ, 1999. – 227 с.
11. Приказ Федерального агентства по рыболовству от 18 января 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». – М., 2010.
12. Таипова О.А. Оценка загрязнения тяжелыми металлами почв, прилегающих к месторождению Куль-Юрт-Тау / О.А. Таипова, З.Б. Бактыбаева, И.Н. Семенова, Я.Т. Суюндуков // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2009. – № 6 (100). – С. 622–625.
13. Эльпинер Л.И. Влияние водного фактора на формирование здоровья человека // Вода: химия и экология. – 2009. – № 3. – С. 6–10.
14. Adriano D.C. Trace Elements in Terrestrial Environments: Biogeochemistry, Bioavailability, and Risks of Metals. – New York: Springer-Verlag, 2001. – 867 pp.
15. Emmanuel E. Groundwater contamination by microbiological and chemical substances released from hospital wastewater: health risk assessment for drinking water consumers / E. Emmanuel, M.G. Pierre, Y. Perrodin // Environ. Int. – 2009. – Vol. 35(4). – P. 718–726.
16. Jaishankar M. Toxicity, mechanism and health effects of some heavy metals / M. Jaishankar, T. Tseten, N. Anbalagan, B.B. Mathew, K.N. Beeregowda // Interdiscip Toxicol. – 2014. – Vol. 7(2). – P. 60–72.
17. Morais S. Heavy metals and human health. / S. Morais, F.G. Costa, M.L. Pereira. In: Oosthuizen J., editor. Environmental health – emerging issues and practice. – 2012. – P. 227–246.
18. Wang W.L. Health risk assessment of phthalate esters (PAEs) in drinking water sources of China / W.L. Wang, Q.Y. Wu, C. Wang, T. He, H.Y. Hu // Environ. Sci. Pollut. Res. Int. – 2014, Sep. – P. 26–31.