

© Михайлова Л.А., Витковский Ю.А., Бондаревич Е.А., Солодухина М.А., Смолянинова М.А., Бурлака Н.М., Лапа С.Э., 2020

УДК 614.777

## Гигиеническая оценка качества воды подземных и поверхностных водоисточников Забайкальского края

Л.А. Михайлова<sup>1</sup>, Ю.А. Витковский<sup>1</sup>, Е.А. Бондаревич<sup>1</sup>,  
М.А. Солодухина<sup>2</sup>, М.А. Смолянинова<sup>3</sup>, Н.М. Бурлака<sup>3</sup>, С.Э. Лапа<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Читинская государственная медицинская академия» Минздрава России,  
ул. Горького, д. 39А, г. Чита, 672090, Российская Федерация

<sup>2</sup>ФГБУН Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН  
ул. Недорезова, д. 16А, г. Чита, 672014, Российская Федерация

<sup>3</sup>Управление Роспотребнадзора по Забайкальскому краю,  
ул. Амурская, д. 109, г. Чита, 672000, Российская Федерация

**Резюме:** *Введение.* Обеспечение доброкачественной питьевой водой населения, проживающего в пределах геохимических провинций, остается актуальной проблемой, так как дисбаланс химических элементов является фактором риска развития заболеваний и синдромов. *Цель исследования* – анализ качества воды подземных и поверхностных водоисточников, обусловленного геохимическими особенностями региона и оценка риска для здоровья населения. *Материалы и методы.* Анализ качества воды проведен на территориях Забайкальского края, характеризующихся наличием геохимических аномалий. Оценка неканцерогенных рисков для здоровья населения при употреблении питьевой воды проводилась в соответствии с требованиями Р 2.1.10.1920–04. *Результаты исследования.* В питьевой воде установлено превышение гигиенических нормативов по таким показателям, как железо (1,1–5,1 ПДК), фториды (1,1–2 ПДК), нитриты (2,2 ПДК), марганец (5,1 ПДК), цинк (2,5–4,6 ПДК), кадмий (1,3–1,5 ПДК). Превышение допустимого значения коэффициента неканцерогенной опасности связано с воздействием на детское население нитритов (НҚ = 1,5) и мышьяка (НҚ = 3,4) в Кыринском районе. Суммарный индекс опасности превышает допустимый уровень для детского населения в Кыринском (5,05), Борзинском (1,92), Читинском (1,19), Тунгокоченском (1,24) районах, пгт Забайкальск (2,07), пгт Приаргунск (1,62), г. Петровск-Забайкальском (1,1), г. Чите (1,87). Основную вклад в уровень риска вносят мышьяк, фтор, железо, нитриты. *Выводы.* Приоритетными загрязнителями воды являются тяжелые металлы, нитриты, мышьяк, марганец, соли железа и фториды, что обусловлено природными геохимическими особенностями местности и техногенным влиянием. Оценка суммарного неканцерогенного риска с учетом коэффициентов опасности выявила его превышение для детского населения, что может явиться причиной увеличения общетоксических эффектов со стороны иммунной системы, зубов, костной ткани, сердечно-сосудистой системы, желудочно-кишечного тракта, кожи, репродуктивной системы, органов дыхания, кровотоковой системы, печени, почек, ЦНС, костно-мышечной системы. **Ключевые слова:** горнорудные территории; тяжелые металлы; здоровье населения; неканцерогенный риск. **Для цитирования:** Михайлова Л.А., Витковский Ю.А., Бондаревич Е.А., Солодухина М.А., Смолянинова М.А., Бурлака Н.М., Лапа С.Э. Гигиеническая оценка качества воды подземных и поверхностных водоисточников Забайкальского края // Здоровье населения и среда обитания. 2020. № 3 (324). С. 27–32. DOI: <http://doi.org/10.35627/2219-5238/2020-324-3-27-32>

### Hygienic Assessment of Surface and Groundwater Quality in the Zabaykalsky Krai

L.A. Mikhailova, Yu.A. Vitkovsky, E.A. Bondarevich, M.A. Solodukhina, M.A. Smolyaninova, N.M. Burlaka, S.E. Lapa

<sup>1</sup>Chita State Medical Academy, 39A Gorky Street, Chita, 672090, Russian Federation

<sup>2</sup>Institute of Natural Resources, Ecology and Cryology, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, 16A Nedorezov Street, Chita, 672014, Russian Federation

<sup>3</sup>Office of the Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing in the Zabaykalsky Krai, 109 Amurskaya Street, Chita, 672000, Russian Federation

**Abstract:** *Introduction.* The supply of high quality potable water to the population living within the geochemical provinces remains an important problem since the imbalance of chemical elements is a risk factor for various diseases and syndromes. The purpose of the study was to analyze the quality of surface and groundwater related to the geochemical characteristics of the region and to assess public health risks. *Materials and methods.* Water quality was analyzed in the areas of the Zabaykalsky Krai characterized by the presence of geochemical anomalies. Non-carcinogenic risk assessment of combined exposure to multiple chemicals in drinking water was carried out in accordance with the requirements of R 2.1.10.1920–04. *Results.* We established the excess of maximum permissible concentrations for such elements as iron (1.1–5.1 MPC), fluorides (1.1–2 MPC), nitrates (2.2 MPC), manganese (5.1 MPC), zinc (2.5–4.6 MPC), and cadmium (1.3–1.5 MPC). Higher than acceptable values of non-carcinogenic hazard quotients were attributed to the effects of nitrites (HQ = 1.5) and arsenic (HQ = 3.4) on the child population in the Kirinsky district. The total hazard index (THI) exceeded the permissible one for children in the Kirinsky (5.05), Borzinsky (1.92), Chitinsky (1.19), and Tungokochensky (1.24) districts, the urban-type settlements of Zabaykalsk (2.07) and Priargunsk (1.62), and the towns of Petrovsk-Zabaykalsky (1.1) and Chita (1.87). Arsenic, fluorine, iron, and nitrites in water contributed the most to the risk level. *Conclusions.* The priority water pollutants included heavy metals, nitrites, arsenic, manganese, iron salts, and fluorides due to local natural geochemical features and industrial pollution. The assessment of the total non-carcinogenic risk based on hazard quotients showed that the children were at higher risk for toxic effects of those chemicals on the immune system, teeth, bone tissue, cardiovascular system, gastrointestinal tract, skin, reproductive, respiratory, and hematopoietic systems, liver, kidney, central nervous and musculoskeletal systems.

**Key words:** mining areas, heavy metals, public health, non-carcinogenic risk.

**For citation:** Mikhailova L.A., Vitkovsky Yu.A., Bondarevich E.A., Solodukhina M.A., Smolyaninova M.A., Burlaka N.M., Lapa S.E. Hygienic assessment of surface and groundwater quality in the Zabaykalsky Krai. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2020; 3(324):27–32. (In Russian) DOI: <http://doi.org/10.35627/2219-5238/2020-324-3-27-32>

**Information about the authors:** Mikhailova L.A., <http://orcid.org/0000-0001-7470-990X>; Vitkovsky Y.A., <http://orcid.org/0000-0001-9244-1038>; Bondarevich E.A., <https://orcid.org/0000-0002-0032-3155>; Solodukhina M.A., <http://orcid.org/0000-0001-6262-5936>; Smolyaninova M.A., <http://orcid.org/0000-0002-2081-7996>; Burlaka N.M., <http://orcid.org/0000-0001-8242-2757>; Lapa S.E., <http://orcid.org/0000-0001-5375-6408>.

Миграция и перераспределение химических веществ в окружающей среде происходит в основном за счет их переноса водной средой, поэтому она выступает в качестве первичного

звена, определяющего адекватность реакции организма на изменение геохимической ситуации. Микроэлементный состав воды является уникальным для каждой конкретной местности

и зависит от типа водовмещающих пород, источников загрязнения, природно-климатических условий и других факторов. Результаты систематических исследований последнего десятилетия показывают, что практически повсеместно ухудшается качество питьевой воды, что вносит определенный вклад в формирование комплексной техногенной нагрузки и ухудшение здоровья населения [1–6].

Забайкальский край является территорией, характеризующейся как дефицитом, так и избытком многих макро- и микроэлементов в почве, воде и растительности, что обусловлено геологическими, климато-географическими особенностями и техногенным воздействием, поэтому для региона характерно наличие природных и антропогенных геохимических провинций. Ранее проведенными исследованиями выделено 14 провинций с повышенными концентрациями ряда химических элементов – свинцовая, цинковая, медная, мышьяковая, ртутная, молибденовая с золотом, фтористая, борная, титановая, кобальтовая, никелевая, марганцевая, с повышенной радиоактивностью и редкометалльная. Мозаичность в расселении макро- и микроэлементов позволила выявить 81 биогеохимический район в пределах геохимических провинций, причем наряду с данными местностями имеются районы с субнормальными величинами селена, фтора, йода и других веществ [7].

В регионе на протяжении более чем трехсот лет ведется добыча различного минерального сырья, поэтому основным источником загрязнения окружающей среды является большое количество производственных отходов горнорудной промышленности (отвалов вскрышных пород, забалансовых и некондиционных руд, хвостов обогащения), в которых отмечается высокое содержание тяжелых металлов и других токсикантов. В настоящее время на территории края расположено значительное количество действующих и отработанных объектов горнорудной отрасли, которые являются источниками загрязнения токсичными элементами близлежащих территорий. В 90-е годы прошлого столетия в результате прекращения деятельности многих горнодобывающих предприятий промышленные объекты – перерабатывающие фабрики, хранилища отходов, склады химических реагентов, шахты, карьеры – не были подвергнуты рекультивации, что привело к интенсивному накоплению ксенобиотиков в объектах окружающей среды и формированию геохимических аномалий. Наиболее подверженными техногенному воздействию являются поверхностные и подземные водоисточники, используемые для хозяйственно-питьевого водоснабжения населения [8, 9].

Добыча полезных ископаемых приводит к изменению, движению и разгрузке вод, формированию гидрогеологических окон, что является причиной изменения химического состава воды. Загрязнение воды происходит вследствие инфильтрации сточных вод рудников, карьеров, вод хвостохранилищ горно-обогатительных комбинатов и других

техногенных вод. В поверхностные водоемы химические вещества поступают из отвалов и прудов, образовавшихся при добыче полезных ископаемых в результате сброса неочищенных или недостаточно очищенных рудничных вод, поднятия на поверхность и промывания пород, обогащенных макро- и микроэлементами. Под воздействием дренажных работ изменяется водный и гидрохимический режим водотоков. После завершения эксплуатации месторождений загрязнение водных объектов продолжается, так как многие хвостохранилища были размыты, что приводит к выносу песков в речную сеть [10].

Сбросы стоков горнодобывающих предприятий способствуют накоплению ксенобиотиков в донных отложениях, которые являются депо различных токсичных веществ и служат индикатором длительного техногенного воздействия, источником вторичного загрязнения воды, что снижает самоочищающую способность водоемов. Мигрируя по пищевым цепям, токсиканты могут попадать в организм человека, приводя к нарушению метаболизма и развитию патологических состояний [11].

Химический состав воды имеет немаловажное значение для жизнедеятельности организма. Известно, что избыток или недостаток микроэлементов или дисбаланс микро- и макроэлементов в окружающей среде являются факторами риска развития заболеваний и синдромов, характерных для естественных и искусственных биогеохимических провинций, а также приводят к нарушениям физического и психического развития, развитию онкологических заболеваний, неблагоприятных репродуктивных исходов, болезням органов кровообращения, нервной системы и других расстройств здоровья [12–17]. Поэтому проведение исследований, посвященных изучению влияния геохимической ситуации на санитарное состояние водоисточников и оценке риска для здоровья населения химических компонентов питьевой воды, является весьма актуальным.

**Цель исследования** – анализ качества воды подземных и поверхностных водоисточников, обусловленного геохимическими особенностями региона, и оценка риска для здоровья населения.

**Материалы и методы.** Изучение качества воды поверхностных водоемов, питьевой воды централизованной и нецентрализованной систем водоснабжения было проведено в 2016–2018 гг. в районах Забайкальского края, на территории которых ведется добыча полезных ископаемых или находятся объекты накопленного экологического риска, а также в административном центре субъекта г. Чите. Изучение проводилось по результатам лабораторных исследований на содержание нитритов, фторидов, цинка, свинца, кадмия, меди, мышьяка, железа, марганца, были определены показатели кислотности и общей жесткости. Оценка неканцерогенных рисков для здоровья населения при употреблении питьевой воды проводилась в соответствии с требованиями Р 2.1.10.1920–04<sup>1</sup>. Уровни неканцерогенного риска оценивались путем сравнения фактических уровней экспозиции химических веществ с безопасными уровнями

<sup>1</sup> Р 2.1.10.1920–04 «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду». М., 2004. 143 с.

воздействия на основе индекса опасности. Коэффициенты опасности (НҚ) рассчитывались для длительного хронического воздействия. При оценке комплексного воздействия на здоровье всех химических соединений в питьевой воде рассчитаны индексы опасности (НІ) с учетом критических органов (систем), поражаемых исследуемыми веществами. Статистическая обработка результатов проводилась при помощи программы MS Excel и Statistika 6,0.

**Результаты исследования.** На территории Забайкальского края находится 387 источников централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения, из них 97,7 % – водозаборы поверхностных вод и 2,3 % – водозаборы поверхностных водоемов. Питьевой водой из централизованных систем водоснабжения обеспечивается 61,1 % населения, нецентрализованных систем – 36,3 %, привозной водой пользуются 2,7 % населения края. В г. Чите хозяйственно-питьевое водоснабжение населения осуществляется из подземных источников, при этом используется 117 и 28 источников централизованного и нецентрализованного водоснабжения соответственно, поверхностные источники применяются только для рекреационных целей. В ряде районов края значительная часть населения испытывает недостаток в воде надлежащего качества. Так, в Ононском районе питьевой водой, соответствующей нормативным требованиям, обеспечено 69,4 % населения, Оловянинском районе – 53,0 %, в Чите данный показатель составил 62,8 %.

В Кыринском районе в долине реки Тырин функционировал Хапчерангинский горно-обогатительный комбинат – горнорудное предприятие по добыче и обогащению оловополиметаллических руд. Предприятие было введено в эксплуатацию в 1934 г., его деятельность прекращена в 1975 г. в связи с отработкой запасов месторождения. После извлечения олова образовалось 6,2 млн т отходов, сосредоточенных в хвостохранилище общей площадью 56,7 га, расположенном на территории с. Хапчеранга. В воде р. Тырин, протекающей в непосредственной близости от хвостохранилища, установлено высокое содержание тяжелых металлов, таких как цинк (8,0 ПДК), свинец (7,7 ПДК), медь (1,2 ПДК), кадмий (3,4 ПДК). Качество воды нецентрализованных источников водоснабжения в п. Хапчеранга не соответствует гигиеническим нормам по содержанию цинка (2,0 ПДК), свинца (2,3 ПДК), кадмия (1,1 ПДК).

В районе длительное время ведется добыча золота открытым гидромеханическим способом, что привело к формированию качественных новых, техногенных ландшафтных структур. Применение дражных работ способствовало изменению водного и гидрохимического режима водотоков. Отмечается значительный уровень загрязнения реки Кыра, содержание цинка превышает ПДК в 11,7 раз, свинца, меди и кадмия – в 2 раза. В п. Кыра при анализе качества питьевой воды централизованной системы водоснабжения установлено высокое содержание мышьяка (2,1–5,1 ПДК), среднегодовая концентрация составила 1,6 ПДК, для нецентрализованной системы выявлено превышение концентрации цинка (2,0 ПДК) и меди (1,2 ПДК).

В пгт Шерловая Гора, находящемся в Борзинском районе, олово-полиметаллическую руду добывали открытым способом, вследствие чего вблизи населенного пункта скопилось большое количество отходов горного производства. Площадь хвостохранилища составляет 80,0 га, отвалов вскрышных пород и бедных руд – 210,0 и 53,0 га соответственно. Исследование качества воды поверхностных водоисточников, находящихся на территории пгт Шерловая Гора и г. Борзя, выявило высокие концентрации тяжелых металлов: цинка (5,1–6,4 ПДК), кадмия (6,2 ПДК), меди (1,7 ПДК), свинца (2,0–3,0 ПДК). В изучаемых населенных пунктах превышения гигиенических нормативов содержания химических веществ в воде разводящей сети систем централизованного питьевого водоснабжения наблюдались по фторидам (1,1–2,0 ПДК), железу (1,1–5,0 ПДК), цинку (2,5–4,6 ПДК), кадмию (1,3–1,5 ПДК). Высокое содержание фторидов в питьевой воде связано с металлогеническими особенностями местности, обусловленными наличием массивных залежей флюорита (флюоритоносная провинция).

В Могочинском районе разрабатывается несколько месторождений россыпного золота. Интенсивная добыча металла привела к загрязнению воды рек Амазар и Могоча, установлено содержание поллютантов, превышающее ПДК, для цинка (9,0 ПДК), кадмия (9,7 ПДК), меди (1,4 ПДК). При оценке качества проб воды системы централизованного водоснабжения в пгт Могоча выявлены высокие концентрации цинка (2,2 ПДК) и кадмия (1,2 ПДК).

На исследуемой территории Тунгокоченского района в пределах пгт Вершино-Дарасунский ведется разработка Дарасунского золоторудного месторождения, что привело к формированию геохимических аномалий, характеризующихся высоким содержанием мышьяка. Источником загрязнения почвы являются хвостохранилища обогатительной фабрики ООО «Дарасунский рудник» общей площадью 80,0 га, в которых складировано 6,45 млн т отходов. Централизованное водоснабжение населенного пункта осуществляется из Жарчинского водохранилища, кроме того, местным населением используется вода нецентрализованной системы (колодцы, скважины). В 100 % исследованных проб воды выявлено значительное превышение концентрации меди (3 ПДК), что обусловлено геохимическими особенностями местности. В 85 % проб концентрация свинца превысила нормативные значения, содержание элемента в воде водохранилища находилось на уровне 2 ПДК, в питьевой воде нецентрализованного и централизованного водоснабжения – 6 ПДК и 2 ПДК соответственно.

В Шелопугинском районе в процессе разработки Шахтаминского молибденового месторождения сформировалось хвостохранилище площадью 16,0 га объемом 4,5 млн т отходов производства, расположенное вблизи с. Вершино-Шахтаминский. В населенном пункте для хозяйственно-питьевых целей используются источники нецентрализованного водоснабжения (колодцы, скважины), качество воды не соответствует гигиеническим требованиям по содержанию цинка (4,2 ПДК) и свинца (3,0 ПДК).

Железо является четвертым из наиболее распространенных по массе элементов в земной коре и одним из самых распространенных веществ среди контаминантов питьевой воды большинства территорий Забайкальского края, будучи характерным природным компонентом подземных вод. Превышение гигиенических нормативов содержания токсиканта в воде разводящей сети систем централизованного питьевого водоснабжения в 1,1–2,0 раза выявлено на территориях Забайкальского (75,0 %), Петровск-Забайкальского (100,0 %), Приаргунского (66,7 %) и Читинского (56,3 %) районов, а также г. Чита (67,9 %). Концентрация железа на уровне 2,1–5,1 ПДК была зарегистрирована в разводящей сети на водопроводах Борзинского и Читинского районов, г.г. Чита и Петровск-Забайкальский.

Превышение гигиенических нормативов по содержанию марганца отмечено на водопроводах в городе Чите и Карымском, Читинском районах. Пробы с превышением содержания марганца более 5,1 ПДК в питьевой воде разводящей сети регистрировались на территории г. Чита и в Читинском районе.

Для всех исследованных вод характерны нейтральные или слабощелочные значения рН (7,30–8,90), что ограничивает миграцию тяжелых металлов. Необходимо обратить внимание на наличие нитритов в подавляющем числе проб воды, появление которых вероятнее всего связано с цианидами, применяемыми в технологии извлечения золота, и взрывчатыми веществами, используемыми при добыче руды. Результаты проведенного исследования показывают, что все обследованные районы характеризуются оптимальным значением жесткости воды, находящимся в пределах от 4,7 до 8,9 мг-экв/л.

На основе средних концентраций и особенностей биологического действия анализируемых веществ проведен расчет коэффициентов и индексов неканцерогенной опасности.

Проведенная оценка потенциального риска здоровью детского населения от химического загрязнения питьевой воды в 2016 году свидетельствует о том, что коэффициент неканцерогенной опасности для отдельно взятого химического вещества не превышает допустимого значения (НҚ = 1,0) на всех обследуемых территориях края. Исключение составляет коэффициент опасности, связанный с воздействием нитритов (НҚ = 1,5) и мышьяка (НҚ = 3,4),

в Кыринском районе. При расчете суммарного индекса опасности при одновременном поступлении химических веществ выявлено, что для детского населения на данной территории НИ составил 5,05, при этом наибольший вклад в величину показателя внесли нитриты и мышьяк. Изучаемый показатель превысил допустимый уровень в Борзинском районе и составил 1,92, включая фтор (НҚ = 0,95), мышьяк (НҚ = 0,43), железо (НҚ = 0,20); пгт Забайкальск – 2,07: мышьяк (НҚ = 0,94), фтор (НҚ = 0,65), нитриты (НҚ = 0,15); пгт Приаргунск – 1,62: фтор (НҚ = 0,65), мышьяк (НҚ = 0,43), нитриты (НҚ = 0,36); г. Петровск – Забайкальский – 1,1: фтор (НҚ = 0,49), железо (НҚ = 0,39). Коэффициенты опасности веществ, содержащихся в питьевой воде, для взрослого населения превысили допустимый уровень в Кыринском районе (по мышьяку НҚ = 1,4), значения суммарного индекса опасности определялись на уровне 2,16, при этом в остальных районах данный показатель находился в пределах от 0,261 до 0,888.

В 2017 году при оценке риска было установлено, что коэффициенты опасности (НҚ) веществ, содержащихся в питьевой воде из сети хозяйственно-питьевого водоснабжения в исследуемых районах, для взрослого населения не превысили допустимого уровня. Для детского населения повышенный уровень суммарного индекса опасности выявлен в Борзинском районе, он составил 2,23, включая фтор (НҚ = 0,38) и нитриты (НҚ = 0,77); в Тунгокоченском районе (НИ = 1,24): фтор (НҚ = 0,43) и нитриты (НҚ = 0,13); в Приаргунском районе (НИ = 1,24): фтор (НҚ = 0,75) и нитриты (НҚ = 0,24); в Читинском районе (НИ = 1,07): железо (НҚ = 0,34) и фтор (НҚ = 0,31).

При оценке риска развития неканцерогенных эффектов по результатам исследования проб питьевой воды в 2018 году установлено, что для взрослого населения при поступлении нескольких химических веществ при расчете индекса опасности превышений не отмечалось. Значения суммарного индекса опасности выше допустимых значений для детского населения зарегистрированы в Борзинском районе (НИ = 1,08), включая фтор (НҚ = 0,61), железо (НҚ = 0,07), мышьяк (НҚ = 0,1), нитриты (НҚ = 0,03); Читинском районе (НИ = 1,19), включая фтор (НҚ = 0,66); г. Чите (НИ = 1,87), включая фтор (НҚ = 0,53), железо (НҚ = 0,34), мышьяк (НҚ = 0,43) (таблица).

**Таблица.** Суммарный индекс опасности (НИ) при пероральном поступлении химических веществ с питьевой водой для населения районов Забайкальского края

**Table.** The total hazard index (NI) for the oral exposure to drinking water chemicals in the population of the Zabaykalsky Krai

Районы / Districts	2016 год		2017 год		2018 год	
	Взрослые / Adults	Дети / Children	Взрослые / Adults	Дети / Children	Взрослые / Adults	Дети / Children
Борзинский / Borzinsky	0,821	1,916	0,783	2,230	0,382	1,080
Кыринский / Kyrinsky	2,163	5,048	–	–	–	–
Забайкальский / Zabaykalsky	0,888	2,071	0,409	0,955	0,505	0,964
Тунгокоченский / Tungokochensky	–	–	0,530	1,237	0,334	0,780
Приаргунский / Priargunsky	0,693	1,618	0,520	1,214	0,392	0,914
Петровск-Забайкальский / Petrovsk-Zabaykalsky	0,468	1,093	0,315	0,734	0,191	0,445
Карымский / Karymsky	0,242	0,546	–	–	–	–
Читинский / Chitinsky	0,261	0,746	0,523	1,070	0,501	1,189
г. Чита / Chita City	0,304	0,809	0,432	0,896	0,801	1,869

Среди наиболее значимых факторов окружающей среды, оказывающих неблагоприятное действие на организм человека, питьевая вода, наряду с атмосферным воздухом, занимает особое место, при этом ее химический состав во многом определяется качеством воды природного водоисточника [18, 19]. Проведенный анализ свидетельствует о том, что в пробах воды поверхностных водоемов, расположенных вблизи существующих и отработанных месторождений полезных ископаемых, наблюдается повышение по сравнению с нормативными значениями концентрации загрязняющих веществ. Несмотря на то, что добыча минерального сырья в некоторых районах прекращена, поступление токсикантов в водоемы происходит из отвалов и прудов, образовавшихся при разработке месторождений в прошлом [20]. Природные гидрогеологические особенности большинства территорий края и деятельность предприятий горнорудной промышленности привели к загрязнению питьевой воды, при этом наиболее существенными показателями ухудшения ее качества являются нитриты, мышьяк, марганец, железо, фториды.

**Заключение.** В результате исследования установлено, что поверхностные водоисточники, находящиеся в пределах горнорудных территорий края, повсеместно загрязнены химическими элементами широкого спектра, при этом приоритетными токсикантами являются тяжелые металлы и нитриты. Гигиенический анализ проб питьевой воды из источников централизованного и нецентрализованного водоснабжения показал, что к веществам, концентрации которых превышают нормативные значения, относятся соли железа, мышьяк, марганец, фториды, цинк, свинец и кадмий. Оценка неканцерогенного риска выявила превышение коэффициента опасности по концентрации мышьяка для взрослого и детского населения в Кыринском районе. Отмечается повышенный уровень суммарного индекса опасности для детского населения в Борзинском, Кыринском, Тунгокоченском, Забайкальском и Приаргунском районах, где находятся объекты накопленного экологического риска, а также в г. Чита, г. Петровск-Забайкальский и Читинском районе, что обусловлено природными геохимическими особенностями местности. Совместное присутствие комплекса химических веществ, находящихся в питьевой воде и обладающих возможностью комбинированного действия, может являться причиной увеличения у детского населения общетоксических эффектов со стороны иммунной системы, зубов, костной ткани, сердечно-сосудистой системы, желудочно-кишечного тракта, кожи, репродуктивной системы, органов дыхания, кроветворной системы, печени, почек, ЦНС, костно-мышечной системы.

Необходимо расширить перечень контролируемых показателей качества питьевой воды в рамках социально-гигиенического мониторинга, осуществлять постоянное наблюдение за качеством подземных вод на действующих и законсервированных горнорудных предприятиях, усилить контроль за организацией строительства объектов питьевого водоснабжения в населенных пунктах, расположенных

вблизи хвостохранилищ, что позволит снизить опасность накопления токсичных элементов в объектах окружающей среды.

#### Список литературы

1. Безгодов И.В., Ефимова Н.В., Кузьмина М.В. Качество питьевой воды и риск для здоровья населения сельских территорий Иркутской области // Гигиена и санитария. 2015. Т. 94. № 2. С. 15–19.
2. Валеуллина Н.Н., Бекетов А.Л., Никифорова Е.В. и др. Оценка риска для здоровья населения города Челябинска от химического загрязнения питьевой воды // Актуальные вопросы анализа риска при обеспечении санитарно-эпидемиологического благополучия населения и защиты прав потребителей: материалы VIII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием / Под ред. проф. А.Ю. Поповой, акад. РАН Н.В. Зайцевой. Пермь, 2018. С. 19–21.
3. Вяльцина Н.Е., Коновалов В.Ю., Макарова Т.М. и др. Сравнительная характеристика источников хозяйственно-питьевого водоснабжения городов Оренбургской области // Актуальные вопросы анализа риска при обеспечении санитарно-эпидемиологического благополучия населения и защиты прав потребителей: материалы VIII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием / Под ред. проф. А.Ю. Поповой, акад. РАН Н.В. Зайцевой, Пермь, 2018. С. 28–32.
4. Горяев Д.В., Тихонова И.В., Торотенкова Н.Н. Гигиеническая оценка качества питьевой воды и риски для здоровья населения Красноярского края // Анализ риска здоровью. 2016. № 3. С. 35–43. DOI: 10.18821/10.21668/health.risk/2016.3.04
5. Зубарева О.В., Аброськина Н.В., Князев Д.К. Оценка влияния качества питьевой воды на здоровье населения Волгоградской области // Актуальные вопросы анализа риска при обеспечении санитарно-эпидемиологического благополучия населения и защиты прав потребителей: материалы VIII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием / Под ред. проф. А.Ю. Поповой, акад. РАН Н.В. Зайцевой. Пермь, 2018. С. 65–67.
6. Кику П.Ф., Кислицына Л.В., Богданова В.Д. и др. Оценка риска санитарно-химических показателей воды для населения Хасанского района Приморского края // Экология человека. 2018. № 6. С. 12–17.
7. Иванов В.Н., Никитина Л.П., Аникина Л.В. и др. Селен в жизни человека и животных. М., 1995. 242 с.
8. Михайлова Л.А., Солодухина М.А., Алексеева О.Г. и др. Гигиеническая оценка содержания химических веществ в почве горнопромышленных районов Забайкальского края // Гигиена и санитария. 2019. Т. 98, № 4. С. 400–410. DOI: 10.18821/0016-9900-2019-98-4-400-410.
9. Шеховцев А.И., Белозерцева И.А. Экологические проблемы добычи редкоземельных элементов в Юго-Восточном Забайкалье // Успехи современного естествознания. 2016. № 12. С. 222–227.
10. Чечель Л.П., Замана Л.В. Геохимические типы вод хвостохранилищ свинцово-цинковых месторождений Восточного Забайкалья // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. 2019. Т. 330, № 4. С. 17–25.
11. Рахманин Ю.А., Михайлова Р.И. Анализ пищевых рисков и безопасность водного фактора // Анализ риска здоровью. 2018. № 4. С. 31–42. DOI: 10.21668/health.risk/2018.4.04
12. Авцын А.П., Жаворонков А.А., Риш М.А. и др. Микроэлементозы человека. М.: Медицина, 1991. 496 с.
13. Потапова М.О., Игнатьева Л.П. Гигиеническая оценка качества питьевой воды подземных источников Иркутской области // Сибирский медицинский журнал. 2016. Т. 143, № 4. С. 23–25.
14. Унгурияну Т.Н., Новиков С.М. Результаты оценки риска здоровью населения России при воздействии химических веществ питьевой воды (обзор литературы) // Гигиена и санитария. 2014. Т. 93, № 1. С. 19–24.
15. Фоменко А.Н., Аристов В.А., Маклакова О.А. и др. Факторы и уровни риска здоровью населения при воздействии компонентов питьевых вод в границах природных гидрогеохимических провинций Пермского края // Анализ риска здоровью. 2018. № 3. С. 54–62. DOI: 10.21668/health.risk/2018.3.06
16. Цунина Н.М., Жернов Ю.В. Оценка риска здоровью населения г. Самары, связанного с химическим загрязнением питьевой воды // Здоровье населения и среда обитания. 2018. № 11(308). С. 22–26.

17. Ширяева И.А., Попова Е.В. Тяжелые металлы в питьевых водах различных природных геохимических провинций Пермского края как факторы канцерогенного риска для здоровья населения // Вестник Пермского университета. 2014. Вып. 4. С. 89–96.
18. Степанова Н.В., Валева Э.Р., Фомина С.Ф. и др. Оценка неканцерогенного риска для здоровья детского населения при потреблении питьевой воды // Гигиена и санитария. 2016. Т. 95. № 11. С. 1079–1083. DOI: 10.18821/0016-9900-2016-95-11-1079-1083
19. Клейн С.В., Вековшина С.А., Сбоев А.С. Приоритетные факторы риска питьевой воды и связанный с этим экономический ущерб // Гигиена и санитария. 2016. Т. 95, № 1. С. 10–14. DOI: 10.18821/0016-9900-2016-95-1-10-14
20. Мазунина Д.Л. Негативные эффекты марганца при хроническом поступлении в организм с питьевой водой // Экология человека. 2015, № 3. С. 25–31.

### References

1. Bezgodov IV, Efimova NV, Kuzmina MV. Assessment of the quality of drinking water and risk for the population's health in rural territories in the Irkutsk region. *Gigiena i Sanitariya*. 2015; 94(2):15-19. (In Russian).
2. Valleullina NN, Beketov AL, Nikiforova EV, et al. Assessment of risk for health of the population in Chelyabinsk caused by chemical contamination of drinking water. In: Actual issues on risk assessment aimed at public sanitary-epidemiological welfare provision and consumer rights protection: Proceedings of the VIII All-Russian Scientific Conference with International Participation. Popova AYU, Zaitseva NV, editors. Perm. 2018. P. 19–21. (In Russian).
3. Vyaltina NE, Kononov VYu, Makarova TM, et al. Comparative analysis of domestic water supply sources of cities in Orenburg. In: Actual issues on risk assessment aimed at public sanitary-epidemiological welfare provision and consumer rights protection: Proceedings of the VIII All-Russian Scientific Conference with International Participation. Popova AYU, Zaitseva NV, editors. Perm. 2018. P. 28–32. (In Russian).
4. Goryaev DV, Tikhonova IV, Torotenkova NN. Hygienic assessment of drinking water quality and risks to public health in Krasnoyarsk Region. *Health Risk Analysis*. 2016; (3):35-43. (In Russian). DOI: 10.18821/10.21668/health.risk/2016.3.04.eng
5. Zubareva OV, Abroskina NV, Knyazev DK. Assessment of the impact of quality of drinking water on the health of the population of the Volgograd Region. In: Actual issues on risk assessment aimed at public sanitary-epidemiological welfare provision and consumer rights protection: Proceedings of the VIII All-Russian Scientific Conference with International Participation. Popova AYU, Zaitseva NV, editors. Perm. 2018. P. 65–67. (In Russian).
6. Kiku PF, Kislitsina LV, Bogdanova VD, et al. Risk assessment sanitary-chemical indicators of water for the population of the Khasan District in Primorsky Krai. *Ekologiya Cheloveka*. 2018; (6):12–17. (In Russian).
7. Ivanov VN, Nikitina LP, Anikina LV et al. Selenium in human and animal life. Moscow, 1995. 242 p. (In Russian).
8. Mikhailova LA, Solodukhina MA, Alekseeva OG, et al. Hygienic assessment of the content of chemicals in the soil of mining areas of the Trans-Baikal Region. *Gigiena i Sanitariya*. 2019; 98(4):400-410. (In Russian). DOI: 10.18821/0016-9900-2019-98-4-400-410
9. Shekhovtsov AI, Belozertseva IA. Environmental challenges of rare earth elements mining in the South-Eastern Transbaikalia. *Uspekhi Sovremennogo Estestvoznaniya*. 2016; (12-1):222-227. (In Russian).
10. Chechel LP, Zamana LV. Geochemical types of waters of lead-zinc deposits tailings in the Eastern Transbaikalia. *Izvestiya Tomskogo Politehnicheskogo Universiteta. Inzhiniring Georesursoy*. 2019; 330(4):17-25. (In Russian).
11. Rakhmanin YuA, Mikhailova RI. Food risks analysis and water safety. *Health Risk Analysis*. 2018; (4):31–42. (In Russian). DOI: 10.21668/health.risk/2018.4.04.eng
12. Avtsyn AP, Zhavoronkov AA, Rish MA, et al. Human microelementosis. Moscow: Medicine Publ. 1991. 496 p. (In Russian).
13. Potapova MO, Ignatieva LP. Hygienic assessment of drinking water quality of groundwater sources in Irkutsk Region. *Sibirskii Meditsinskii Zhurnal*. 2016; 143(4):23-25. (In Russian).
14. Unguryanu TN, Novikov SM. Results of health risk assessment due to exposure to contaminants in drinking water in Russia population (Review of Literature). *Gigiena i Sanitariya*. 2014; 93(1):19-24. (In Russian).
15. Fomenko AN, Aristov VA, Maklakova OA, et al. Factors and population health risks under exposure to components detected in drinking water within natural hydrogeochemical provinces in Perm region. *Health Risk Analysis*. 2018; (3):54–62. (In Russian). DOI: 10.21668/health.risk/2018.3.06.eng
16. Tsunina NM, Zhernov YuV. Health risk assessment of the population in Samara associated with chemical contamination of drinking water. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2018; 11(308):22-26. (In Russian).
17. Shiryayeva IA, Popova EV. Heavy metals in drinking water on geochemical provinces in the Perm region as factors of carcinogenic risk to protect public health. *Vestnik Permskogo universiteta*. 2014; (4):89-96. (In Russian).
18. Stepanova NV, Valeeva ER, Fomina SF, et al. Assessment of non-carcinogenic risk for the health of the child population under the consumption of drinking water. *Gigiena i Sanitariya*. 2016; 95(11):1079-83. (In Russian). DOI: 10.18821/0016-9900-2016-95-11-1079-1083
19. Klein SV, Vekovshina SA, Sboev AS. Priority risk factors of drinking water and the related with it economical loss. *Gigiena i Sanitariya*. 2016; 95(1):10-14. (In Russian). DOI: 10.18821/0016-9900-2016-95-1-10-14
20. Mazunina DL. Manganese negative effects in body chronic intake with drinking water. *Ekologiya Cheloveka*. 2015; (3):25-31. (In Russian).

### Контактная информация:

Михайлова Лариса Альфредасовна – кандидат медицинских наук, доцент, заведующая кафедрой гигиены ФГБОУ ВО Читинская государственная медицинская академия Минздрава России  
e-mail: mihailova-la@mail.ru

### Corresponding author:

Larisa A. Mikhailova, Candidate of Medical Sciences, Assistant Professor, Head of the Department for Hygiene, Chita State Medical Academy of the Russian Ministry of Health  
e-mail: mihailova-la@mail.ru

Статья получена: 24.07.2019  
Принята в печать: 28.02.2020

