

УДК 628.11

КАЧЕСТВО ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ В ВОСТОЧНОЙ ЗОНЕ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ КАК ПРЕДИКТОР ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ

¹Пен Р.З., ²Морозова О.Г., ²Вчерашний П.М., ³Мажаров В.Ф., ²Шахматов С.А.

¹ФГБОУ ВПО «Сибирский государственный технологический университет»,
Красноярск, e-mail: sibstu@sibstu.kts.ru;

²ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный университет», Красноярск, e-mail: office@sfu-kras.ru;

³ФГБУ «Научно-исследовательский институт комплексных проблем гигиены и профессиональных заболеваний» СО РАМН, Новокузнецк, e-mail: ecologia_nie@mail.ru

Проведено исследование экологического состояния поверхностных и подземных вод восточной территории Красноярского края. Мониторинг выявил неудовлетворительное качество питьевой воды из природных источников по ряду показателей. Превышение норматива СанПиН по жесткости наблюдалось в пробах воды из скважин (максимальное значение 27,5 мг-экв/дм³ при норме 3–7 мг-экв/дм³) и из колодцев (максимальное значение 7,3 мг-экв/дм³); по концентрации ионов железа в пробах из скважин (максимальное значение 13,0 мг/дм³ при норме 0,7 мг/дм³) и из колодцев (максимальное значение 42,7 мг/дм³); по концентрации ионов марганца в пробах из скважин (максимальное значение 0,58 мг/дм³ при норме 0,1 мг/дм³) и из колодцев (максимальное значение 0,20 мг/дм³); по концентрации нитратов в пробах из колодцев (124,2 мг/дм³ при норме 45 мг/дм³). Велика концентрация растворенного органического вещества: в пробах из скважин до 9,2 мг/дм³, из колодцев – до 24,5 мг/дм³. Выявлены природные и антропогенные источники загрязнения воды. Эта информация необходима для разработки и осуществления региональной экологической программы обеспечения населения качественной питьевой водой.

Ключевые слова: питьевая вода, качество воды, вода и здоровье населения, Красноярский край

THE QUALITY OF DRINKING WATER IN THE EASTERN ZONE OF THE KRASNOYARSK REGION AS A PREDICTOR OF HEALTH OF ITS POPULATION

¹Pen R.Z., ²Morozova O.G., ²Vcherashniy P.M., ³Mazharov V.F., ²Shakhmatov S.A.

¹Siberian State Technological University, Krasnoyarsk, e-mail: sibstu@sibstu.kts.ru;

²Siberian Federal University, Krasnoyarsk, e-mail: office@sfu-kras.ru;

³Research Institute of complex problem of hygiene and professional disease,
Novokuznetsk, e-mail: ecologia_nie@mail.ru

Researched of ecological status of superficial water and groundwater of the Eastern territory of Krasnoyarsk region. Monitoring has revealed the unsatisfactory quality of drinking water from natural sources. Overshoot the permissible contamination standards on hardness of water samples from wells (maximum value 27,5 mg-equiv/l under constraints 3–7 mg-equiv/l) and groundwater wells (the maximum value 7,3 mg-equiv/l); the concentration of iron ions in samples from wells (maximum value 13,0 mg/l under constraints 0,7 mg/l) and groundwater wells (the maximum value 42,7 mg/l); the concentration of manganese ions in samples from wells (maximum value 0,58 mg/l under constraints 0,1 mg/l) and groundwater wells (the maximum value 0,20 mg/l); the concentration of nitrates in samples from groundwater wells (maximum value 124,2 mg/l under constraints 45 mg/l). High concentrations of dissolved organic matter in samples from the wells up to 9,2 mg/l, from groundwater wells up to 24,5 mg/l. Identified natural and anthropogenic sources of water pollution. This information is needed for the formulation and implementation of regional environmental programmes providing the population with quality drinking water.

Keywords: drinking water, quality of water, water and health of population, Krasnoyarsk region

Качество природных вод является одним из основных факторов, влияющих на здоровье человека. Оно выступает интегральным показателем благополучия общества, гармоничности его развития, отражением сложного процесса взаимодействия индивида с окружающей средой [1, 3]. При этом из всех компонентов общественного здоровья (рождаемость, физическое развитие, заболеваемость, инвалидность, смертность) именно экологически обусловленной, являются ранними индикаторами санитарно-эпидемиологического неблагополучия

территории. Среди многочисленных предикторов нездоровья населения: природно-климатических, биологических, антропогенных, социально-экономических, образа жизни – потребление недоброкачественной питьевой воды занимает далеко не последнее место. Исследование экологического состояния поверхностных водотоков и подземных вод в зависимости от природных и антропогенных условий формирования качества водных ресурсов необходимо для оценки качества воды, используемой во всех сферах человеческой деятельности: от производства сельскохозяйственной, про-

мышленной продукции до хозяйственно-питьевого водоснабжения, для разработки оздоровительных мероприятий. Снабжение населения питьевой водой надлежащего качества является важным элементом обеспечения социально-экономического развития территории и санитарно-эпидемиологического благополучия населения.

Проблема очистки и кондиционирования питьевой воды является одной из актуальных задач современности. При этом имеет значение не только исходный состав загрязняющих веществ в воде, но и ее вторичное загрязнение – в распределительных сетях, на стадиях технологического процесса водоподготовки. Так, на стадии обеззараживания воды при хлорировании в качестве продуктов реакции образуются до 50 наименований токсичных хлорорганических соединений [7]. Органические вещества природного происхождения взаимодействуют с катионными флокулянтами, полиэлектролитами, обеззараживающими агентами – озоном, перманганатом калия и другими. При этом образуются токсичные побочные продукты, в том числе нитрозодиметиламин, который обладает выраженным канцерогенным эффектом.

При водоподготовке на стадии коагуляции примесей сульфатом алюминия возможно поступление в питьевую воду ионов алюминия. Обладая канцерогенным, нейротоксичным и мутагенным свойствами, алюминий провоцирует болезнь Альцгеймера; способен проникать через плаценту в развивающийся плод; способствует выведению кальция из организма. Содержание ионов алюминия в питьевой воде не регламентируется, но, согласно рекомендациям ВОЗ, его концентрация не должна превышать 0,0005 мг/дм³ по критерию избыточного риска заболевания раком.

На формирование состава природных вод оказывают интенсивное и разнообразное воздействие также антропогенные нагрузки.

Цель настоящего исследования – оценка экологического состояния поверхностных водотоков и подземных вод территории Дзержинского района Красноярского края. Население района использует воду подземных источников для питьевого водоснабжения и полива сельскохозяйственных растений. Территория района обладает специфическими природными условиями, она относится к бореальной зоне хвойных лесов, чем обусловлены особенности факторов, влияющих на формирование качества подземных вод. Оценка качества воды необходима для разработки и реализации практических мер по преодолению негативных тенденций ухудшения экологической ситуации и связанного с ними роста заболеваемости населения из-за потребления некачественной питьевой воды.

Материалы и методы исследования

Задачами исследования являлись: разработка и реализация программы мониторинга природных вод, предусматривающей изучение физико-географических и почвенно-геологических характеристик местности, влияющих на формирование качества воды; инвентаризация источников загрязнения; оценка качественных, количественных характеристик загрязнителей, санитарно-гигиенического состояния вод. Результаты исследования использованы при формировании банка данных для разработки схем водоочистки и кондиционирования питьевой воды.

Согласно программе мониторинга, пробы воды отбирали из скважин и колодцев на территории населенных пунктов района круглогодично в 2008–2012 гг. Анализ проб воды производили в сертифицированных лабораториях Центра коллективного пользования Сибирского федерального университета и Центра контроля качества воды ООО «КрасКом». Аналитический контроль осуществляли стандартными методами по следующим гидрохимическим показателям: ионный состав, концентрация сероводорода и сульфидов, растворенного органического вещества, тяжелых металлов, алюминия, фенолов, нефтепродуктов. По результатам мониторинга сформирована база данных [5]. Фрагмент базы приведен в таблице.

Показатели качества воды из колодцев населенных пунктов Дзержинского района

| Места отбора проб | Концентрации, мг/дм ³ | | | | | Жесткость, мг-экв/дм ³ | Цветность, град. |
|-------------------------------------|----------------------------------|--------|--------|----------|---------|-----------------------------------|------------------|
| | кальций | кадмий | железо | марганец | нитраты | | |
| с. Александра-Ерша, ул. Центральная | 142 | 0,0001 | 0,02 | 0,324 | 0,1 | 11,1 | 30 |
| с. Ашпатск, ул. Нагорная | 148 | 0,0001 | 4,3 | 0,224 | 0,1 | 10,3 | 70 |
| с. Петровка, ул. Центральная | 144 | 0,0001 | 15,3 | 0,001 | 1,8 | 8,3 | 90 |
| д. Кедровка, ул. Центральная | 403 | 0,0070 | 0,09 | 0,005 | 12 | 21,2 | 20 |
| д. Семеновка | 423 | 0,0001 | 2,35 | 0,692 | 0,1 | 26,2 | 40 |
| д. Плитная | 102 | 0,0001 | 11,7 | 0,001 | 17 | 5,8 | 90 |
| с. Шеломки, ул. Лесная | 248 | 0,0001 | 0,17 | 0,001 | 227 | 17,8 | 40 |

Результаты исследования и их обсуждение

Анализ литературных источников и результаты экспедиционных исследований в Красноярском крае позволяют констатировать, что на территории края проблема доступа населения к качественной воде имеет локальный характер. Качество питьевой воды поверхностных водоисточников и подземных вод в районах края существенно различается. Сочетание природных и антропогенных условий формирования качества природных вод обуславливает наличие участков водотоков с высокой степенью загрязнения.

Неблагоприятные природные факторы способствуют формированию гидрохимического состава вод с неоптимальным содержанием микро- и макроэлементов. В подземных водах на территории северо-восточных районов края отмечается повышенное природное содержание ионов жесткости, железа, марганца.

На состояние поверхностных водотоков и подземных вод значительное влияние оказывает хозяйственная деятельность человека. Это отчетливо прослеживается на территориях таежной зоны, где массово складывается и перерабатывается древесина, загрязняя воду растворимыми органическими веществами, в первую очередь фенольными соединениями – продуктами разложения опилок. Сельскохозяйственный комплекс способствует загрязнению природных вод растворенными органическими веществами, нитратами, пестицидами, нефтепродуктами.

В качестве источников водоснабжения населения Дзержинского района используются подземные артезианские и грунтовые воды, поверхностные водотоки (р. Усолка). Согласно опубликованным данным [6], водоносный горизонт пресных подземных вод долины р. Усолки приурочен к отложениям четвертичного, мелового, юрского средне- и верхнекембрийского возраста. Водоносный горизонт соседствует с месторождением каменной соли. Основными компонентами месторождения являются галлит, сильвинит и карналлит. Нерастворимая часть представлена доломитом, кварцем, полевым шпатом, гематитом и глинистыми минералами. Водоносный горизонт соседствует также с угленосно-терригенными отложениями восточного крыла Канско-Ачинского месторождения бурых углей; отложения представлены аргиллитами, алевролитами, известняками, песчаниками, прослоями бурых углей.

Результаты анализов химического состава подземных вод [2] указывают на хлоридные и сульфатно-гидрокарбонатные магни-

во-кальциевые и кальциево-натриевые соединения с минерализацией до $1,9 \text{ г/дм}^3$, общей жесткостью до $11,77 \text{ мг-экв/дм}^3$. В некоторых пробах отмечено повышенное содержание растворенного органического вещества (до $8,16 \text{ мг/дм}^3$ по величине окисляемости сухого остатка) и ионов железа (до $0,8 \text{ мг/дм}^3$).

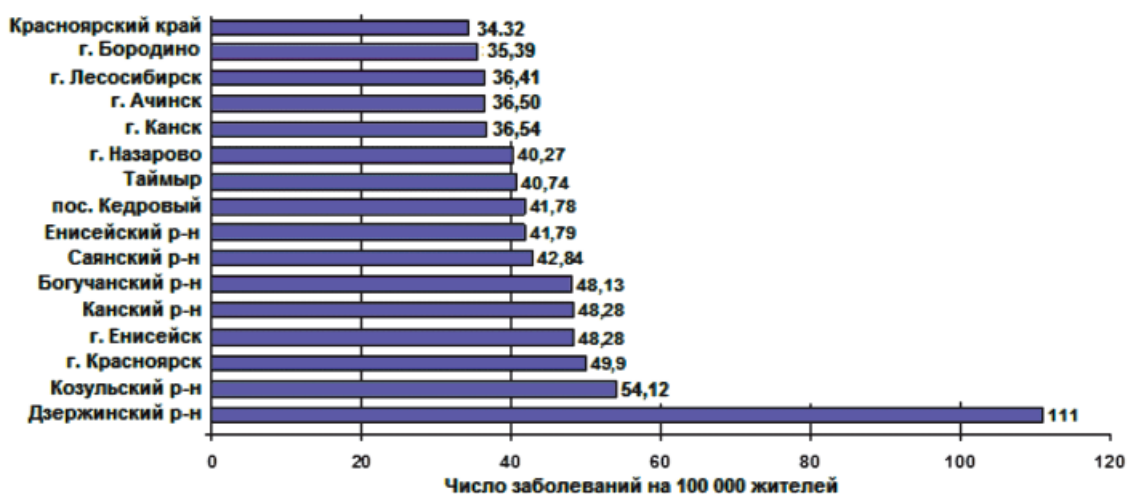
Результаты анализа проб воды свидетельствуют о превышении нормативов, в том числе по жесткости, растворенному органическому веществу, содержанию ионов железа, марганца, нитратов. Превышение норматива по жесткости наблюдалось в пробах воды из скважин (максимальное значение $27,5 \text{ мг-экв/дм}^3$ при норме СанПиН $3-7 \text{ мг-экв/дм}^3$) и из колодцев (максимальное значение $7,3 \text{ мг-экв/дм}^3$); по содержанию ионов железа в пробах из скважин (максимальное значение $13,0 \text{ мг/дм}^3$ при норме $0,7 \text{ мг/дм}^3$) и из колодцев (максимальное значение $42,7 \text{ мг/дм}^3$); по содержанию марганца в пробах из скважин (максимальное значение $0,58 \text{ мг/дм}^3$ при норме $0,1 \text{ мг/дм}^3$) и из колодцев (максимальное значение $0,20 \text{ мг/дм}^3$). Количество растворенного органического вещества (по величине окисляемости сухого остатка) также превышает нормативы. Так, в пробах из скважин этот показатель достигал величины $9,2 \text{ мг/дм}^3$, в пробах из колодцев он значительно выше – $24,5 \text{ мг/дм}^3$. Содержание нитратов в пробах воды из колодцев превысило нормативы более чем в два раза ($124,2 \text{ мг/дм}^3$ при норме 45 мг/дм^3).

Многочисленные гигиенические исследования свидетельствуют о непосредственном влиянии неудовлетворительного качества питьевой воды на состояние здоровья населения. Доказана связь между санитарно-химическими показателями и уровнем заболеваемости по ряду нозологических форм. Потребление населением питьевой воды, не соответствующей гигиеническим нормативам по содержанию отдельных химических соединений (жесткость, ионы железа, марганца), наряду с воздействием других факторов среды обитания, увеличивает риск развития заболеваний. В качестве иллюстрации приведены данные Роспотребнадзора [4] (рисунок) о заболеваемости населения Красноярского края сальмонеллезом: в Дзержинском районе численность заболевших втрое превышает средний показатель по краю.

Несоответствие нормативам жесткости питьевой воды приводит к нарушению баланса элементов кальция, магния, калия и натрия в крови. Повышенная жесткость воды вызывает аллергические дерматиты,

заболевания желудочно-кишечного тракта, отложение камней в почках, остеохондроз. При избыточном поступлении кальция

с питьевой водой, на фоне дефицита йода в воде высока вероятность заболеваний щитовидной железы.



Административные территории Красноярского края, в которых заболеваемость населения сальмонеллезом превышает средний показатель по краю [4]

Повышенное содержание железа в питьевой воде оказывает негативное влияние на репродуктивную функцию, увеличивает риск развития инфарктов, язвенной болезни, аллергических заболеваний, болезней костной системы, заболеваний крови, печени, нарушения работы почек, анемии. Токсичность марганца проявляется в мутагенном действии, в поражении центральной нервной системы [7].

Проведенные исследования показали высокое содержание в пробах воды из колодцев растворенного органического вещества (РОВ). Антропогенными источниками поступления РОВ являются многочисленные частные лесопильные комплексы на территории населенных пунктов Дзержинского района, в котором общая площадь лесов достигает 130 тыс. га. Отходы древесины в виде опилок на лесопилках не утилизируются, в течение многих десятилетий складываются, являясь источником поступления в подземные воды органических продуктов разложения.

При употреблении питьевой воды с повышенным содержанием нитратов возникает метгемоглобинемия. Использование воды с концентрацией нитратов 50–100 мг/дм³ резко увеличивает уровень метгемоглобина в крови. Действие нитратов проявляется не только при потреблении питьевой воды, но и при проведении водно-гигиенических процедур, при которых происходит резорбция кожным покровом растворенных в воде токсических веществ.

Результаты исследований подтверждаются санитарно-химическим контролем Роспотребнадзора, проведенным в Дзержинском районе в 2009 г., который свидетельствует о высокой доле проб воды из разводящей сети водопроводов, не отвечающих гигиеническим нормативам по санитарно-химическим показателям. Эта доля составила 46,7%, в то время как в Канском районе, расположенном по соседству, но имеющем благоприятные гидрогеологические условия формирования химического состава подземных вод, этот показатель значительно ниже – 25,0%.

Климато-географические условия – географические широтные характеристики, отрицательные значения среднегодовой температуры, гидрогеохимические условия (природное превышение концентраций ионов жесткости, железа, марганца, растворенного органического вещества в подземных водах) провоцируют различные патологии, результатом чего стало значимое увеличение заболеваемости жителей Дзержинского района по сравнению со среднестатистическими показателями по краю.

Общепризнано, что на здоровье человека влияют факторы образа жизни (условия труда, быта и отдыха), наследственность, экологическое состояние территории проживания, в том числе и качество питьевой воды и продуктов питания. Не представляется возможным дифференцировать долю отрицательного эффекта от потребления некачественной питьевой воды, но заболеваемость

отдельными нозологическими формами (вирусным гепатитом А, сальмонеллезом, мочекаменной болезнью) в Дзержинском районе коррелирует с характеристиками питьевой воды.

Токсичность вышеуказанных загрязнителей не настолько велика, чтобы вызвать острое отравление организма человека, но при постоянном и длительном употреблении воды с концентрациями веществ, превышающими регламентируемые нормы, высока вероятность развития хронических интоксикаций, приводящих к патологиям, о чем свидетельствуют результаты сравнения структуры и доли заболеваемости населения.

Выводы

1. Качество питьевой воды в Дзержинском районе Красноярского края стабильно не соответствует нормативам СанПиН по лимитирующим показателям: жесткости, растворенным органическим веществам, содержанию ионов железа, марганца.

2. Разработка и реализация мероприятий по совершенствованию системы снабжения населения Дзержинского района Красноярского края качественной питьевой водой является актуальной задачей органов власти.

Авторы выражают искреннюю благодарность администрации Дзержинского района за финансовую поддержку и содействие в проведении экспедиционных исследований на территории района.

Список литературы

1. Захаренков В.В., Виблая И.В. Спектр влияния социальных условий на состояние здоровья населения Новокузнецка в 2006–2009 г. – Кемерово: Примула, 2010. – 112 с.
2. Морозова О.Г., Стародубцева Ж.А., Ломанов Г.В. Качество питьевой воды северо-восточной территории Красноярского края // Биоразнообразие и сохранение генофонда флоры, фауны и народонаселения Центрально-Азиатского региона: сб. трудов междунар. конф. – Кызыл, 2011. – С. 134–135.
3. О качестве питьевой воды территории бореальной зоны лесов Красноярского края / Н.С. Веселкова, О.Г. Морозова, П.В. Миронов, Р.З. Пен, Ж.А. Стародубцева, О.В. Устинович // Новые достижения в химии и химической технологии растительного сырья: мат. V Всерос. конф. – Барнаул: Алтайский гос. ун-т, 2012. – С. 491–493.
4. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Красноярском крае в 2012 году: государственный доклад // Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Красноярскому краю. – Красноярск, 2013. – 274 с.

5. Качество природных поверхностных и подземных вод территории Дзержинского района Красноярского края / О.Г. Морозова, П.М. Вчерашний, Р.З. Пен, С.А. Шахматов // Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2014620311, 2014.

6. Справочник полезных ископаемых Дзержинского района Красноярского края. – ООО «ГеоЭкономика», 2001. – 88 с.

7. Child P., Kaar G., Benitz D., Fowlie P. // Proceedings of the Fourth National Conference on Drinking Water. – Ontario, 1990. – P. 58–71.

References

1. Zakharenkov V.V., Viblaya I.V. *Spektr vliyaniya sotsialnykh usloviy na sostoyanie zdorovya naseleniya Novokuznetska v 2006–2009 g.* [The range of influence of the social environment on the state of health in Novokuznetsk in 2006–2009 years]. Kemerovo, Primula, 2010. 112 p.
2. Starodubtseva Zh.A., Lomanov G.V. *Mat. vseros. konf. «Bioraznoobrazie i sokhranenie genofonda flory, fauny i narodonaseleniya Tsentralno-Aziatskogo regiona»* [Materials of all-Russian Conference «Biodiversity and the preservation of the gene pool of population, flora, fauna in the Central Asian region»]. Kyzyl, 2011, pp. 134–135.
3. Veselkova N.S., Morozova O.G., Mironov P.V., Pen R.Z., Starodubtseva Zh.A., Ustinovich O.V. *Mat. vseros. konf. «Novye dostizheniya v khimii i khimicheskoy technologii rastitelnogo syr'ya»* [Materials of all-Russian Conference «New advances in chemistry and chemical engineering plant material»], Barnaul, 2012, pp. 491–493.
4. *O sostoyanii sanitarno-epidemiologicheskogo blagopoluchiya naseleniya v Krasnoyarskom krae v 2012 godu: gosudarstvennyy doklad.* [On the state of the sanitary and epidemiological welfare of the population in the Krasnoyarsk region in the year 2012: State report]. Department of the federal service for supervision of consumer rights protection and human welfare in Krasnoyarsk region. Krasnoyarsk, 2013. 274 p.
5. Morozova O.G., Vcherashny P.M., Pen R.Z., Shakhmatov S.A. *Kachestvo prirodnykh poverkhnostnykh i podzemnykh vod territorii Dzerzhinskogo rayona Krasnoyarskogo kraya* [The quality of natural superficial water and groundwater within the of Dzerzhynsky district of Krasnoyarsk region]. Certificate of State registration of database, no. 2014620311, 2014.
6. *Spravochnik poleznykh iskopaemykh Dzerzhinskogo rayona Krasnoyarskogo kraya* [Handbook of minerals of Dzerzhinsky district of Krasnoyarsk region]. Krasnoyarsk, «GeoEkonomika», 2001. 88 p.
7. Child P., Kaar G., Benitz D., Fowlie P. Proceedings of the Fourth National Conference on Drinking Water. Ontario, 1990. pp. 58–71.

Рецензенты:

Миронов П.В., д.х.н., профессор кафедры химической технологии древесины и биотехнологий, Сибирский государственный технологический университет, г. Красноярск;

Кудрявцев М.Д., д.п.н., профессор, заведующий кафедрой валеологии, Сибирский федеральный университет, г. Красноярск.

Работа поступила в редакцию 05.12.2014.