

МЕДИКО-СОЦИАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ. КАЧЕСТВО ПИТЬЕВЫХ ВОД
(НА ПРИМЕРЕ ЮЖНЫХ РАЙОНОВ АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ)А.Т.Сорокина¹, А.А.Попов¹, О.П.Курганова²¹Институт геологии и природопользования Дальневосточного отделения РАН, 675000, г. Благовещенск, пер. Релочный, 1²Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия населения по Амурской области, 675002, г. Благовещенск, ул. Первомайская, 30

РЕЗЮМЕ

В настоящее время продолжают совершенствоваться принципы интегральной оценки геоэкологического состояния подземных вод по комплексу факторов, среди которых главное значение придается оценке качества питьевых вод. В Амурской области эта проблема актуальна. Исследования проводятся на основе многофакторного анализа с учетом природных условий территории, действующих нормативных показателей и оценки безопасности воды. Показано, что химический состав подземных вод и гидрохимическая зональность являются отражением геолого-структурных и геодинамических особенностей региона. На основании изучения макро- и микроэлементного состава питьевых вод для территории наиболее освоенных в хозяйственном отношении районов Амурской области установлен природный геохимический фон, выявлены участки и населенные пункты с повышенными концентрациями элементов и зоны повышенного риска. Определены приоритетные природные химические загрязнители питьевых вод, влияющие на здоровье населения. Установлено, что за последние 15 лет уровень общей заболеваемости взрослого населения Тамбовского района, выделяющегося по высоким концентрациям отдельных элементов, достоверно превышает областной в 1,5 раза. Анализ заболеваемости по классам МКБ-10 выявил статистически достоверные различия (при $p < 0,05$), значительно превышающие пределы стандартных отклонений от средних уровней заболеваемости сельского населения области. Так, уровни заболеваемости в Тамбовском районе превышают областные по болезням крови на 85%, инфекционным и паразитарным болезням на 82,6%, болезням эндокринной системы на 81%, врожденным аномалиям на 82%, болезням костно-мышечной системы и соединительной ткани на 70,7%, нервной системы на 70,2%, органов пищеварения на 65%, системы кровообращения на 54%, новообразованиям на 50%, болезням кожи и подкожной клетчатки на 43,5%.

Ключевые слова: питьевые воды, качество, гидро-геохимические показатели, оценка риска здоровью населения.

SUMMARY

MEDICAL AND SOCIAL ASPECTS OF NATURE
MANAGEMENT. THE QUALITY OF
DRINKING-WATER (THE CASE OF SOUTHERN
AREAS OF THE AMUR REGION)

A.T.Sorokina¹, A.A.Popov¹, O.P.Kurganova²¹Institute of Geology and Nature Management of Far Eastern Branch RAS, 1 Relochnyi Str., Blagoveshchensk, 675000, Russian Federation²Amur Region Bureau of Federal Service for Supervision of Consumer Rights and Human Welfare, 30 Pervomayskaya Str., Blagoveshchensk, 675002, Russian Federation

At present the methods of the integral evaluation of the geoecological state of underground waters considering a complex of factors are being improved. Among these factors the evaluation of drinking-water quality is the most important. The quality issue is urgent for the Amur Region. The research is conducted by multi-factor analysis with the consideration of natural conditions of the region, current normative indices and the evaluation of water safety for drinking. It is demonstrated that the chemical composition of underground waters and hydrochemical zoning are the reflection of geological-structural and geodynamic features of the region. Basing on the studies of macro and micro element composition of drinking-waters within the most economically developed areas of the Amur Region we identified the natural geochemical background and singled out the areas and settlements with high concentration of contaminating elements as well as the zones of higher risk for human health. The main natural chemical contaminants of drinking-water affecting the health of the population were identified. It was found out that for the last 15 years the level of the morbidity among adults of Tambovka area, which is known to have high concentrations of some elements, has been 1.5 times higher than the regional one. The analysis of the morbidity by ICD-10 classes revealed statistically reliable differences (at $p < 0.05$) which exceed the limits of standard deviations from the average level of the regional rural population morbidity. So, the level of morbidity in Tambovka area exceeds the regional one by 85% in blood diseases, by 82.6% in infectious and parasitic diseases, by 81% in endocrine diseases, by 82% in congenital anomalies, by 70.7% in musculoskeletal system and connective tissue diseases, by 70.2% in nervous system diseases, by 65% in digestive apparatus diseases, by 54% in the blood circulation system diseases, by 50% in tumor, by 43.5% in dermic and hypodermic tissue diseases.

Key words: drinking-water, quality, hydrochemical indices, evaluation of risk for human health.

Проблема качества питьевых вод является актуальной как для всей России, так Дальневосточного ре-

гиона, включая Амурскую область. Она оказывает влияние на уровень и качество жизни населения, на социальное и экономическое развитие территории. Решение проблемы обеспечения населения качественной водой во многом определяется степенью гидрогеологической изученности территории, установлением закономерностей в распределении ресурсов подземных вод, их макро- и микроэлементным составом, направленностью водохозяйственной политики.

Для территории Амурской области подземные воды являются основным источником водоснабжения городов, поселков, железнодорожных станций, горнодобывающей и сельскохозяйственной отрасли. В количественном отношении проблема водоснабжения частично решена. Долгие годы она ограничивалась лишь бурением одиночных скважин, удовлетворяя запросы отдельных потребителей, оставляя нерешенными такие вопросы, как изучение глубины залегания перспективных водоносных горизонтов, оценка качества воды и выбор рациональных методов очистки. При этом серьезным сдерживающим моментом для определения большинства химических показателей являлось отсутствие необходимой аналитической аппаратуры и нормативных документов по указанной проблеме. Тем не менее, результаты геологоразведочных и научно-исследовательских работ показали, что макро- и микроэлементный состав подземных вод является отражением природных особенностей юга Амурской области.

В системе гидрогеологического районирования эта территория принадлежит Зейско - Буреинскому артезианскому бассейну, который характеризуется неоднородным геологическим строением, литолого-фациальной изменчивостью пород, своеобразными палеогеографическими и тектоническими условиями. Чередование зон погружений и поднятий, наличие локальных прогибов (до 3,5 км), активное участие разломов, гидрогеологические условия, обусловили формирование многопластовой артезианской системы с большим количеством (до 10-15) напорных водоносных горизонтов в центральных частях прогибов и до 1-2 преимущественно безнапорных горизонтов на периферии. В связи с неровной поверхностью фундамента бассейна и состава слагающих его пород, наблюдается изменчивость гидродинамических условий, фильтрационных свойств водовмещающей среды, влияние разломов в формировании очагов разгрузки артезианских вод с различным газовым и химическим составом. Биохимические процессы в условиях как окислительной, так и восстановительной обстановки с участием органики, охватывают практически весь разрез Зейско - Буреинского бассейна, способствуют широкому распространению железистых вод и присутствия гуминовых кислот и аммония. Вышеперечисленные природные факторы определяют особенности водообмена в гидрогеологических структурах, гидрохимическую зональность и существенным образом влияют на качество питьевых вод.

В условиях сравнительно незначительной техногенной нагрузки, достаточной обеспеченности водными

ресурсами и удовлетворительной защищенности от загрязнения, подземные воды, вскрытые артезианскими скважинами, характеризуются низким качеством и не соответствуют требуемым санитарным нормам. Некондиционные воды встречаются на различных глубинах, приурочены к разнообразным по возрасту водоносным горизонтам и охватывают значительные площади южных районов Амурской области. Основными компонентами, снижающими качество питьевых вод, на начальных стадиях исследований были определены железо и марганец [8]. По мере расширения аналитической службы и постановки целенаправленных научно-исследовательских работ, перечень определяемых компонентов постоянно увеличивался. К настоящему времени действующими нормативными документами, регулирующими обеспечение населения качественной питьевой водой, являются: Федеральный закон от 30.03.1999 №52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения»; Федеральный закон от 27.12.2002 №184-ФЗ «О техническом регулировании»; Федеральный закон от 07.12.2011 №416-ФЗ «О водоснабжении и водоотведении»; Постановление Правительства Российской Федерации от 02.02.2006 №60 «Об утверждении Положения о проведении социально-гигиенического мониторинга»; СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода и водоснабжение населенных мест. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества»; СанПиН 2.1.4.1110-02 «Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов питьевого назначения»; СанПиН 2.1.5.980-00 «Водоотведение населенных мест, санитарная охрана водных объектов. Гигиенические требования к охране поверхностных вод»; ГН 2.1.5.1315-03 «Предельно-допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования».

Согласно вышеуказанным документам вода должна быть безопасна в эпидемическом и радиационном отношении, безвредна по химическому составу и иметь благоприятные органолептические свойства (цветность, запах, привкус, мутность). Тем не менее, понятие «качество воды» не имеет однозначного толкования. В большинстве случаев качество отождествляется с безопасностью воды в эпидемиологическом и санитарно-химическом отношении, но в отрыве от оценки ее физиологической полноценности и полезности для человека. В основу качества воды положено лишь сравнение результатов анализа с нормативными величинами. При этом контролируются только верхние пределы допустимых концентраций тех или иных химических элементов и соединений, а нижний предел содержания химических веществ действующими стандартами не устанавливается. Однако, негативные последствия, вызванные использованием некачественной питьевой воды и приводящие к ухудшению здоровья человека, могут быть обусловлены не только избыточным содержанием определенных компонентов, но и их дефицитом.

Подавляющее большинство водноассоциированных

инфекционных и паразитарных заболеваний являются результатом микробиологического (бактериологического, вирусного, протозойного и другого биологического) заражения. Подземные воды из глубоких водоносных горизонтов более безопасны в бактериальном отношении и химически стабильны. Однако нередко на локальных участках в воде отмечаются в повышенных количествах микроэлементы природного происхождения, например, за счет выноса их по зонам разломов из пород фундамента, или окислительно-восстановительных процессов и осаждения железа и марганца на геохимических барьерах. В питьевой воде может содержаться большое количество элементов, однако лишь некоторые из них представляют опасность для здоровья.

Влияние отдельных элементов на здоровье человека рассматривалось ранее в работах В.И. Вернадского, А.В.Кудельского [3], в настоящее время – в исследованиях А.Н.Воронова, А.А. Шварца [1], С.П.Пасмарновой и соавт. [4] и др. авторов. Все они свидетельствуют о том, что эта проблема весьма актуальна для большинства регионов России. Обеспечение населения качественной питьевой водой считается государственной проблемой. Это нашло отражение в принятой Правительством РФ 27 августа 2009 г. № 1235 Водной стратегии Российской Федерации на период до 2020 г. Генеральная Ассамблея ООН объявила период с 2005 по 2015 гг. Международным десятилетием действий под лозунгом «Вода для жизни». Таким образом, проблема приобретает все большую актуальность. Она сложна по исполнению и содержанию, имеет многофакторный характер и решение ее возможно лишь поэтапно, на основе тщательного анализа имеющихся гидрохимических данных, установления приоритетных природных загрязнителей питьевых вод и, в конечном итоге, оценки риска для здоровья человека.

В настоящей работе на примере южных районов Амурской области показаны результаты комплексного подхода к изучению проблемы, способствующего в дальнейшем выбору объектов для ведения медико-санитарного мониторинга, обоснованию рациональных методов очистки воды применительно к разнообразным природным условиям рассматриваемой территории и совершенствованию в регионе стратегии водохозяйственной политики, включая разработку мероприятий по предотвращению негативных последствий, связанных с некачественной водой.

Материалы и методы исследования

Изучение качества питьевых вод проводилось Институтом геологии и природопользования Дальневосточного отделения РАН в южных районах Амурской области: Благовещенском, Тамбовском, Константиновском, Михайловском, Архаринском, Бурейском, Ивановском, включающих 203 сельских населенных пунктов, в которых проживает 109 тыс. человек, или более 40% от всего сельского населения области. Централизованным водоснабжением здесь охвачены частично лишь районные центры. На большей части территории для водоснабжения используются одиноч-

ные артезианские скважины глубиной до 300 м. В долинах рек и мелких водотоков местное население добывает воду при помощи pomp и колодезов. Объектами гидрогеохимических исследований были артезианские воды, вскрываемые скважинами, в которых производился отбор проб воды на общий химический анализ с определением минерализации, жесткости, концентрации водородных ионов (рН), анионов, катионов железа, марганца. Пробы на железо консервировались соляной кислотой на месте. Всего были отобрано 314 проб в скважинах в 151 населенном пункте. Определение вышеуказанных показателей проводилось в аналитической лаборатории «Амургеология» по стандартным методикам. В 72 населенных пунктах по 114 скважинам было проведено количественное определение 60 микроэлементов (Li, Be, B, Mg, Al, Sc, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Ga, Ge, As, Se, Rb, Sr, Y, Zr, Nb, Mo, Pd, Ag, Cd, Sn, Sb, Te, Cs, Ba, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, Hf, Ta, W, Re, Ir, Pt, Au, Hg, Tl, Pb, Bi, Th, U). Микроэлементы определяли методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой на приборе ICP-MS Elan DRC II (PerkinElmer, США) в химической лаборатории Хабаровского инновационно-аналитического центра Института тектоники и геофизики им. Ю.А.Косыгина ДВО РАН.

Для оценки геохимических показателей района и развития возможного воздействия на здоровье населения химических элементов, в качестве руководящих и рекомендательных был использован ряд документов [2, 5, 6, 7]. Используя эти документы, авторами была определена следующая последовательность работ:

- а) определение значений геохимического фона для рассматриваемой территории;
- б) выбор приоритетных химических элементов оказывающих неблагоприятное воздействие на здоровье населения;
- в) идентификация опасности (выявление потенциально вредных факторов, оценка связи между изучаемым фактором и нарушениями состояния здоровья человека, достаточности и надежности имеющихся данных об уровнях загрязнения различных объектов окружающей среды исследуемыми веществами);
- г) анализ состояния состояние заболеваемости населения Тамбовского района, как наиболее репрезентативного по численности населения и типичного по характеристике питьевого водоснабжения.

Результаты исследования и их обсуждение

Результаты проведенных гидрохимических исследований показывают, что на большей части территорий обследованных районов распространены слабо минерализованные воды с минерализацией от 0,2 до 0,7 г/л. По составу это преимущественно гидрокарбонатно-натриевые и кальциевые, реже гидрокарбонатно-хлоридные, по величине жесткости мягкие (жесткость, как правило, ниже 1,5 мг-экв/л), по концентрации водородных ионов как кислые, так и слабо щелочные (рН от 6,1 до 8,6) воды. Из установленных 60 микроэлементов, присутствующих в воде артезианских скважин, основная часть имеет невысокие концентрации, не превышающие ПДК [5]. Среди элементов, ухудшаю-

щих качество питьевых вод и имеющих весьма широкое распространение на территории южных районов, в превышающих ПДК концентрациях установлены железо и марганец. Присутствие их в воде обусловлено геолого-гидрогеологическими особенностями территории, биохимическими процессами.

Аномально высокие концентрации ионов железа (ПДК – 0,3 мг/л) установлены в следующих районах: Благовещенском (сс. Сергеевка, Марково, Бибиково – от 100 до 230 ПДК), Константиновском (сс. Зеньковка, Семидомка, Новопетровка – от 130 до 350 ПДК), в Михайловском (сс. Калинино, Шумиловка, Арсеньевка, Дубовое – от 60 до 160 ПДК), Архаринском (сс. Богучан, Отважное, Первый Ключ, Орловка – от 60 до 160 ПДК), Бурейском (сс. Успеновка, Асташиха, пос. Новобурейский – от 30 до 60 ПДК), Тамбовском (сс. Лермонтовка, Раздольное, Козьмодемьяновка – от 50 до 160 ПДК), Ивановском (сс. Ракитное, Анновка, Солнечное – от 200 до 280 ПДК).

Распространение ионов марганца в большинстве случаев совпадает с участками высокого содержания ионов железа. Аномально высокие концентрации марганца (ПДК – 0,1 мг/л) установлены в районах: Архаринском (сс. Каменка – 63 ПДК, Ленинское – 49 ПДК), Благовещенском (с. Сергеевка – 49 ПДК), Михайловском (сс. Винниково, Дим – от 230 до 250 ПДК).

Весьма интересными представляются данные о литии. Он был обнаружен во всех пробах, во всех районах. При норме ПДК 0,03 мг/л его максимальные концентрации составили 0,327 мг/л. Наиболее высокие значения установлены в Архаринском районе (с. Сагибово – 10 ПДК), районе ст. Широтной в г. Благовещенске (3 ПДК), в отдельных населенных пунктах Константиновского, Михайловского районов в сс. Ильиновка, Уртуй, Крестовоздвиженка, Ключи, Гомелевка (2-3 ПДК).

Бериллий обнаружен в 53,3% проб, однако незначительно превышает фон и значения ПДК (0,0002) лишь в единичных скважинах Михайловского (с. Шумиловка), Бурейского (сс. Успеновка, Виноградовка), Константиновского (с. Верхнеполтавка), Благовещенского (сс. Волково, Егорьевка) районов.

Селен обнаружен в 60% проб при значении ПДК 0,01 мг/л, максимальные его концентрации достигают 0,018 мг/л и характерны для питьевых вод Михайловского и Бурейского районов. В Благовещенском, Тамбовском, Михайловском, Ивановском районах в 97% проб был обнаружен алюминий. При норме ПДК 0,2 мг/л, максимальные его концентрации (до 0,7 мг/л) были выявлены в 8 пробах (сс. Солнечное, Винниково, Шумиловка, Астрахановка, Марково, Новоалександровка, Сергеевка). Содержание фтора во всех районах колеблется от 0,01 до 0,12 мг/л, в Благовещенском увеличивается до 0,5 мг/л, в Архаринском (с. Сагибово) – до 15 мг/л. Последнее предположительно связано с рудопроявлением. Отдельные населенные пункты имеют комплексные аномалии, где одновременно кроме железа и марганца присутствует до 2-3 токсичных микроэлементов – например, никель, свинец, литий. Вызывают тревогу и некоторые сомнения по поводу обнаружения в единичной пробе мышьяка в количе-

стве 0,04 мг/л при ПДК 0,01 мг/л в районе с. Гродеково Благовещенского района, хотя в весьма низких концентрациях он присутствует в воде вблизи зон разломов. Для отдельных участков, где установлена современная активность разломов, характерна динамика гидрохимических показателей.

При обосновании показателей, необходимых для оценки риска, использовали новейшие и наиболее достоверные данные о влиянии химических веществ на здоровье человека. Так, согласно Руководства Госсанэпиднадзора Р 2.1.10.1920-04, при пероральном поступлении выше референтных доз: железо (GAS 7439-89-6) поражает слизистые, кожу, кровь, иммунную систему; марганец (GAS 7439-96-5) действует на центральную нервную систему и кровь; фтор (GAS 7782-41-4) при низких концентрациях способствует кариесу зубов, при высоких – флюорозу; бериллий (GAS 7440-41-7) поражает органы желудочно-кишечного тракта, способствует изменению массы тела; селен (GAS 7782-49-2) вызывает изменения в печени, селезенке, кожных покровах и подкожной клетчатке; свинец (GAS 7439-92-1) и никель (GAS 7440-02-0) угнетают центральную нервную систему, вызывают болезни крови и кровообращения, эндокринной и репродуктивной систем человека, органов кровообращения; мышьяк (GAS 7440-38-2) способствует развитию различных форм сахарного диабета и отдельных нарушений, вовлекающих иммунный механизм человека [6, 7].

По данным статистического отчета – форме №12 «Отчет о числе заболеваний, зарегистрированных у больных, проживающих в районе обслуживания лечебного учреждения», за период с 1995 по 2011 гг. проведен анализ среднемноголетних показателей заболеваемости взрослого населения Тамбовского района в сравнении с показателями заболеваемости взрослого сельского населения Амурской области за тот же период.

Установлено, что уровень общей заболеваемости взрослого населения Тамбовского района достоверно превышает областной в 1,5 раза. Анализ заболеваемости по классам МКБ-10 выявил статистически достоверные различия (при $p < 0,05$), значительно превышающие пределы стандартных отклонений от средних уровней заболеваемости сельского населения области. Так, уровни заболеваемости в Тамбовском районе превышают областные по болезням крови на 85%, инфекционным и паразитарным болезням на 82,6%, болезням эндокринной системы на 81%, врожденным аномалиям на 82%, болезням костно-мышечной системы и соединительной ткани на 70,7%, нервной системы на 70,2%, органов пищеварения на 65%, системы кровообращения на 54%, новообразованиям на 50%, болезням кожи и подкожной клетчатки на 43,5%.

Заключение

Таким образом, в результате выполнения научно-исследовательских работ сформирован довольно полный перечень показателей макро- и микроэлементного состава питьевых вод южных районов Амурской области. Для каждого из них установлены концентрации,

получены значения геохимического фона. Определены приоритетные элементы, оказывающие неблагоприятные воздействия на здоровье человека. Превышение нормальных величин не обязательно может привести к значительному риску для здоровья. Но их превышение следует рассматривать в качестве признака, свидетельствующего о необходимости детализации работ, повторного отбора проб, выбора объектов для ведения мониторинга.

В дальнейшем необходимо выполнить интегральную оценку качества питьевых вод, суммарные рефлекторно-ольфакторные эффекты, неканцерогенные и канцерогенные риски. Полученные материалы представляют определенный научный интерес с позиций расширения геолого-гидрогеологической информации о химическом составе подземных вод Амурской области. Подтверждается ранее установленный вывод, что гидрогеохимические особенности рассматриваемой территории, химический состав питьевых вод являются отражением ее геолого-структурной, тектонической неоднородности и природных особенностей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Воронов А.Н., Шварц А.А. Принципы совершенствования оценки качества пресных подземных вод // Геохимия. 1995. №2. С.125–129.
2. Интегральная оценка питьевой воды централизованных систем водоснабжения по показателям химической безвредности: методические рекомендации. М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2011. 37 с.
3. Кудельский А.В. Рассказы о воде: белорусские криницы. Минск: Наука и техника, 1981. 117 с.
4. Пасмарнова С.П., Смирнова А.Я., Кислякова Е.Н. Новые принципы методики исследования геоэкологического состояния подземных вод // Вестник ВГУ. Серия: геология. 2007. №1. С.185–189.
5. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования: гигиенические нормативы ГН 2.1.5.1315-3. М.: МЗ РФ, 2003. 284 с.
6. Руководство по обеспечению качества питьевой воды, 3-е изд. Т.1. Рекомендации. Женева: Всемирная организация здравоохранения, 2004. URL: http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3rev/ru/index.html (дата обращения: 04.02.2013).
7. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. М.: ФЦ Госсанэпиднадзора МЗ РФ, 2004. 143 с.
8. Сорокина А.Т., Попов А.А. Природный гидрохимический фон питьевых подземных вод южных районов Амурской области // Бюл. физиол. и патол. дыхания. 2007. Вып.25. С.97–98.

REFERENCES

1. Voronov A.N., Shvarts A.A. *Geokhimiya* 1995; 2:125–129.
2. *Integral'naya otsenka pit'evoy vody tsentralizovannykh sistem vodosnabzheniya po pokazatelyam khimicheskoy bezvrednosti: metodicheskie rekomendatsii* [Integral assessment of drinking-water of water supply central systems by the parameters of chemical safety: methodic recommendations]. Moscow; 2011.
3. Kudel'skiy A.V. *Rasskazy o vode: belorusskie krinitsy* [Stories about water]. Minsk: Nauka i tekhnika; 1981.
4. Pasmarnova S.P., Smirnova A.Ya., Kislyakova E.N. *Vestnik VGU* 2007; 1:185–189.
5. *Predel'no dopustimye kontsentratsii (PDK) khimicheskikh veshchestv v vode vodnykh ob'ektov khozyaystvenno-pit'evogo i kul'turno-bytovogo vodopol'zovaniya: gigenicheskie normativy* [Maximum allowable concentrations (MACs) of chemicals in the water of water objects used for drinking and domestic-recreation purposes]. Moscow; 2003.
6. Guidelines for drinking-water quality. Vol.1, Recommendations: addendum. 3rd ed. World Health Organization; 2004. Available at: http://www.who.int/water_sanitation_health/publications/2011/dwq_guidelines/en/index.html
7. *Rukovodstvo po otsenke riska dlya zdorov'ya naseleniya pri vozdeystvii khimicheskikh veshchestv, zagryaznyayushchikh okruzhayushchuyu sredu* [Human Health Risk Assessment from Environmental Chemicals]. Moscow; 2004.
8. Sorokina A.T., Popov A.A. *Bulleten' fiziologii i patologii dyhaniya* 2007; 25:97–98.

Поступила 14.02.2013

Контактная информация

Анна Трофимовна Сорокина,

доктор геолого-минералогических наук,

ведущий научный сотрудник лаборатории палеогеографии и природопользования,

Институт геологии и природопользования Дальневосточного отделения РАН,

675000, г. Благовещенск, пер. Речной, 1.

E-mail: orgig@ascnet.ru

Correspondence should be addressed to

Anna T. Sorokina,

PhD, Leading staff scientist of Laboratory of Paleogeography and Nature Management,

Institute of Geology and Nature Management of Far Eastern Branch RAS,

1 Relochniy Str., Blagoveshchensk, 675000, Russian Federation.

E-mail: orgig@ascnet.ru