

© И.А. Ширяева

*ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий
управления рисками здоровью населения»*

г. Пермь, Россия

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПРИРОДНЫХ ГЕОХИМИЧЕСКИХ ПРОВИНЦИЙ ПЕРМСКОГО КРАЯ НА КАЧЕСТВО ПИТЬЕВЫХ ВОД И ФОРМИРОВАНИЕ КАНЦЕРОГЕННОГО РИСКА ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ

Аннотация. Сопряжение данных о геохимических провинциях на территории Пермского края и местах расположения ряда поверхностных водозаборов позволило выделить несколько крупных водоисточников питьевого водоснабжения региона, расположенных в зонах повышенных природных концентраций тяжелых металлов – кадмия, никеля, свинца, хрома и мышьяка. Наибольшие концентрации кадмия и свинца идентифицированы именно в питьевых водах тех провинций, где их природные уровни являются самыми высокими. Выявлены факты нарушения гигиенических норм содержания в питьевых водах никеля и мышьяка (до 4ПДК) при отсутствии техногенных источников этих компонентов. Для питьевых вод отдельных водозаборов уровни металлов даже в условиях соблюдения в среднем по году гигиенических нормативов обуславливают недопустимый канцерогенный риск для здоровья населения (от $7,35 \cdot 10^{-4}$ до $4,0 \cdot 10^{-3}$), что требует проведения дополнительных санитарно-гигиенических мероприятий по защите здоровья населения. Сформулированы рекомендации по учету геохимических особенностей территории при составлении программ производственного контроля качества питьевых вод.

Ключевые слова: геохимические провинции, питьевая вода, тяжелые металлы, канцерогенный риск.

© I.A. Shiryayeva

*Federal Scientific Centre of Medical – Preventive Technologies of Population Health Risk
Management*

Perm, Russia

ASSESSMENT OF THE INFLUENCE OF PERM NATURAL GEOCHEMICAL PROVINCES ON THE QUALITY OF DRINKING WATER AND FORMATION OF CANCEROGENIC RISK FOR POPULATION HEALTH

Abstract. The comparing of the data about geochemical provinces of the Perm region and the locations of a number of surface water intakes allowed us to distinguish several major water sources of drinking water supply in the region, located in the areas with high natural concentrations of heavy metals - cadmium, nickel, lead, chromium and arsenic. It is found that the highest concentrations of cadmium and lead are identified in drinking water of those provinces where their natural levels are the highest. The exceeding health standards of the content of nickel and arsenic (up to 4PDK) in drinking water in the absence of man-made sources of these components were also revealed. It's determined that the presence of metals, even if their year average level is less than hygienic standards, causes unacceptable carcinogenic risk to the health of the population (from $7.35 \cdot 10^{-4}$ to $4.0 \cdot 10^{-3}$), which requires additional sanitary measures to protect public health. The recommendations to take into account the geochemical characteristics of the area in composing control programmes of drinking water quality are given.

Key words: geochemical province, drinking water, heavy metals, carcinogenic risk

Проблема питьевого водоснабжения населенных мест в большинстве регионов Российской Федерации остается острой на сегодняшний день. В стране имеется порядка 10,1 тысяч коммунальных и 53,5 тыс. ведомственных водопроводов. Из этого числа более 2,3 тыс. водозаборов используют воду поверхностных водоемов, обеспечивая в основном крупные города и подавая населению 68 % водопроводной воды. При этом 40 % питьевых вод из поверхностных водоисточников не соответствуют санитарным нормам [2, 11]. Такое несоответствие определяется несколькими основными факторами: природными особенностями водоисточника, в том числе геохимическими характеристиками территории, на которой производится водозабор для нужд населения, техногенными сбросами сточных вод и отходов различных предприятий в водный объект, высокой изношенностью разводящих сетей и низким уровнем внедрения современных технологий водоочистки [4, 11,16].

По данным государственной статистической отчетности 2012 года, в 35 субъектах Российской Федерации отмечалось превышение среднероссийского уровня (28,0 %) доли проб воды из источников централизованного питьевого водоснабжения, не соответствующих гигиеническим нормативам по санитарно-химическим показателям, из них в 20 субъектах этот показатель превышал среднероссийский в 1,5 и более раз. Качество питьевой воды источников централизованного питьевого водоснабжения после водоподготовки, не соответствующее гигиеническим нормативам по санитарно-химическим показателям, стабильно сохраняется в последние 3 года в 43–45 субъектах Российской Федерации. В 2012 г. доля нестандартных проб питьевой воды из водопроводной сети превышала среднероссийский показатель в 1,5–4 раза в 28 регионах. В большей степени не соответствовало гигиеническим нормативам содержание в пробах ряда химических веществ, нормируемых по токсикологическому признаку, в том числе тяжелых металлов (до 8–13 % нестандартных проб) [3,11].

Природные воды Пермского края очень разнообразны по своему естественному химическому составу, который в ряде случаев модифицируется техногенным загрязнением [8, 12]. В Прикамье зачастую природные воды – источники питьевого водоснабжения содержат повышенные концентрации элементов, влияющих на состояние здоровья человека, вызывая, в том числе, онкологические заболевания [1–4, 10, 15]. Из металлов, регистрируемых в природных водах Пермского края, к доказанным канцерогенам относятся кадмий, никель, свинец, хром, мышьяк [15, 17].

При этом если техногенные факторы являются управляемыми, то природные особенности водного объекта практически не могут быть изменены современными средствами и в условиях ограниченного выбора водоисточников требуют особого внимания и осмысления. При том что многие водоисточники обеспечивают население питьевой водой на безальтернативной основе в течение многих лет, оценка хронического воздействия на население опасных примесей в воде, крайне актуальна. Интерес к канцерогенным примесям обусловлен и тем, что по классу «новообразования» в Пермском крае наблюдается негативная динамика. Если уровень новообразований в 1997 г. составлял 26,43 сл./1000, то за последние 15 лет медицинская статистика края регистрировала постоянный ежегодный прирост показателя, который в 2012 г. составил 45,07 сл./1000 [8, 12].

Выше изложенное послужило основанием исследования, **целью** которого явилась оценка влияния особенностей природных геохимических провинций Пермского края на качество питьевых вод систем централизованного водоснабжения и формирование связанного с этим канцерогенного риска для здоровья населения.

Методы исследования. Пространственные границы геохимических провинций устанавливали по данным атласа Геоэкологической партии ПГГСП «Геокарта» в виде векторных слоев формата ГИС ArcView масштаба 1 : 1000000. Данные о местах расположения мест водозаборов были

получены от Управления Федеральной службы в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Пермскому краю. Привязка мест водоисточников и пространственное пересечение точек расположения водозаборов и геохимических провинций выполняли в геоинформационной системе ГИС ArcView 3.2 (ESRI, USA).

Качество питьевой воды систем централизованного водоснабжения оценивали по данным организаций Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (исследования в рамках социально-гигиенического мониторинга и контрольно-надзорных мероприятий) и по данным ведомственных лабораторий водоснабжающих организаций (результаты производственного контроля стандартизованными методами) [3, 6, 14]. При анализе качества природных и питьевых вод рассматривали результаты полного санитарно-химического анализа, в том числе измерения кадмия, никеля, свинца, хрома и мышьяка. В основном при исследовании примесей применялись методы атомно-абсорбционного анализа, позволяющие идентифицировать концентрации на уровнях до 0,000мг/пробе. Проанализировано более 12 000 результатов измерений по водозабрам Горнозаводского района (р. Пашийка, р. Чусовая), Чусовского района (р. Чусовая, р. Лысьва), Краснокамского района (р. Сюзьва), Кунгурского района (р. Кама, р. Юг), Суксунского района (р. Сылва).

Методология оценки риска была выбрана как эффективный инструмент предварительного анализа ситуации, не требующий значительных финансовых и организационных затрат и, одновременно, позволяющий получить информацию для дальнейших управленческих действий [5, 7, 9, 13]. Оценку риска выполняли в соответствии с «Руководством по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» [15]. Показатели канцерогенного риска оценивали с учетом данных о величине экспозиции (суточной дозе) и значениях факторов канцерогенного потенциала.

Среднюю суточную дозу D_w при пероральном поступлении химических веществ с питьевой водой рассчитывали по формуле (1):

$$D_w = \frac{C_w * V * EF * ED}{BW * AT * 365}, \text{ где} \quad (1)$$

Параметр	Характеристика	Стандартное значение
D_w день	Поступление с питьевой водой, мг/кг-	-
C_w	Концентрация вещества в воде, мг/л	-
V	Величина потребления, л/сут	2 л/сут
EF	Частота воздействия, дней/год	350 дней/год
ED	Продолжительность воздействия, лет	30, дети – 6 лет
AT	Период осреднения экспозиции, лет	30 лет, дети – 6 лет

Рассматривали полученное значение как среднесуточную дозу в течение жизни. Риск развития рака у индивидуума на всем протяжении жизни (CR) оценивали по формуле (2):

$$CR = D_w * SF, \text{ где} \quad (3)$$

SF – фактор наклона (канцерогенный фактор), $(\text{мг}/(\text{кг} * \text{день}))^{-1}$. Принят в соответствии с табл. 1

Таблица 1

Факторы канцерогенного потенциала для изученных примесей

Элемент	Фактор канцерогенного потенциала (SF)
Кадмий	0,38
Свинец	0,047
Никель	1,7
Хром	0,42
Мышьяк	1,5

При характеристике канцерогенного риска для здоровья населения, обусловленного воздействием химических веществ, загрязняющих питьевую воду, ориентировались на систему критериев приемлемости риска [15]:

– индивидуальный риск в течение всей жизни, равный или меньший 1 10⁻⁶, что соответствует одному дополнительному случаю серьезного

заболевания или смерти на 1 млн. экспонированных лиц, характеризует уровни риска, которые воспринимаются всеми людьми, как пренебрежимо малые. Подобные риски не требуют дополнительных мероприятий по их снижению, их уровни подлежат только периодическому контролю.

– индивидуальный риск в течение всей жизни более $1 \cdot 10^{-6}$, но менее $1 \cdot 10^{-4}$ соответствует предельно допустимому риску, т.е. верхней границе приемлемого риска. На этом уровне установлено большинство зарубежных и рекомендуемых международными организациями гигиенических нормативов для населения. Данные уровни риска подлежат постоянному контролю, в ряде могут быть обоснованы меры по снижению рисков;

– индивидуальный риск в течение всей жизни более $1 \cdot 10^{-4}$, но менее $1 \cdot 10^{-3}$ неприемлем для населения. Появление такого риска требует разработки и проведения плановых оздоровительных мероприятий;

– индивидуальный риск в течение всей жизни, равный или более $1 \cdot 10^{-3}$, неприемлем ни для населения, ни для профессиональных групп. Данный диапазон обозначается как De manifestis Risk и при его достижении необходимо давать рекомендации для лиц, принимающих решения, о проведении экстренных оздоровительных мероприятий по снижению риска.

Основные результаты исследования. Анализ данных по геохимическим провинциям Пермского края позволил выделить 5 геохимических провинций Пермского края, характеризующихся повышенным содержанием неорганических примесей в горных породах и размещением в их границах крупных источников питьевого водоснабжения населения региона (рисунок):

- Пашийско-Горнозаводская геохимическая провинция¹. Находится на востоке Пермского края. Охватывает центральную часть Горнозаводского района, затрагивает восточную часть Чусовского и север Лысьвенского

¹ Здесь и далее – названия геохимических провинций являются условными, даны для удобства описания объектов исследования.

районов. Для геохимической провинции характерно повышенное содержание кадмия (среднее значение кларка ² 25,0) и никеля (1,5). В границах провинции размещены водозаборы на р. Пашийка близ п. Пашия (население 4 077 тыс. человек) в центральной части Горнозаводского района и на р. Чусовая, находящейся в окрестностях п. Вороновка (население около 2-х тыс. чел.).



Рис. Карта геохимических провинций Пермского края
Точками выделены места расположения исследованных водозаборов

• **Чусовская геохимическая провинция.** Находится в центральной части Пермского края, охватывает центральную часть Чусовского района, юг

² Кларковое число (или кларки элементов, кларк элемента) – число, выражающее среднее содержание химических элементов в земной коре, гидросфере, Земле, космических телах, геохимических или космохимических системах и др., по отношению к общей массе этой системы. Выражается в % или г/кг.

Гремячинского и северо-запад Лысьвенского районов. Характеризуется высоким содержанием хрома (кларк 1,0), никеля (1,0). В границах провинции размещены водозаборы на р. Чусовая, в г. Чусовой (нас. 48 521 тыс. чел.), и на р. Лысьва, находящейся в пос. Калино (нас. 2425 тыс. чел.) на юге Чусовского района;

- **Краснокамская геохимическая провинция.** Находится на западе Пермского края. Охватывает юго-западную часть – г. Пермь, Краснокамский район, центральную часть и юг Ильинского, северную часть Нытвенского районов. Характеризуется повышенным содержанием свинца (4,5), хрома (4,5) и очень высоким уровнем никеля (42,9). В границах провинции размещен водозабор на р. Сюзьва, близ с. Покровское (население около 2-х тыс. чел.) Краснокамского района;

- **Кунгурская геохимическая провинция.** Находится в центральной части Пермского края, охватывает южную часть Кунгурского и северо-восток Пермского районов. Характеризуется повышенным содержанием кадмия (кларк – 6,0), никеля (1,2), хрома (4,3). В границах провинции размещен водозабор на р. Серьга в п. Серга (нас. 2 060 тыс. чел.);

- **Суксунская геохимическая провинция.** Находится на юго-востоке Пермского края, охватывает центральную и южную часть Суксунского, и север Кишертского районов. Характеризуется повышенным содержанием свинца (кларк – 1,3). В границах провинции размещен водозабор на р. Сылва, в окрестностях п. Суксун (население 8,295 тыс. человек).

Обобщенные за 2011–2012 гг. данные по содержанию канцерогенных примесей в питьевых водах водозаборов, расположенных в границах разных провинций, приведены в таблице 2. Установлено, что в питьевые воды в зоне горнозаводско-пашийской геохимической провинции характеризуются систематическим превышением гигиенических нормативов по никелю – 4 ПДК.

Таблица 2

Средние за 2011–2012 г. концентрации канцерогенных примесей в питьевых водах изучены водозаборов

Мг/л

Примесь	ПДК	Горнозаводская провинция		Чусовская провинция		Красно-камская провинция	Кунгурская провинция	Суксунская провинция
		Водозабор «Пашия»	Водозабор «Вороновка»	Водозабор г. Чусовой	Водозабор пос. Калино	Водозабор на Сюзье, г. Краснокамск, С. Покровское	Водозабор на р. Серьга Кунгурского района	Водозабор пос. Суксун
Кадмий	0,001	0,0001±0,0001	0,00057±0,0001	-	-	0,00005±0	0,00025±0,0001	0,00025±0,0001
Свинец	0,01	0,0001±0,0001	0,0001±0,0001	0,0004±0,0001	0,0002±0,0001	0,0046±0,001	0,0015±0,0006	0,0015±0,0003
Никель	0,02	0,08±0,015	0,08±0,015	0,046±0,015	0,045±0,015	-	0,011±0,004	0,002±0,0012
Хром	0,05	-*	0,02±0,003	0,02±0,008	0,02±0,008	-	0,01±0,003	-
Мышьяк		0,001±0,0007	0,001±0,0005	0,001±0,0003	0,001±0,0003	0,0005±0,0001	0,0025±0,0009	-

* Примечание: измерения не выполняются

При этом имеет никель природное происхождение или это следствие техногенного загрязнения – предмет специального исследования. Данных о сбросах никеля выше по течению от мест исследованных водозаборов не имеется, однако постоянное поступление в природные воды восточной части региона кислых шахтных вод в целом может являться причиной повышенного уровня ряда металлов, в том числе никеля, в источниках питьевого водоснабжения.

В воде постоянно присутствуют хром и мышьяк. Измерений содержания кадмия в воде водозабора «Пашия» не выполняется. А содержание кадмия в воде водозабора п. Вороновка было самым высоким из всех исследованных водоисточников.

Повышенное по сравнению с другими исследованными водозаборами содержание хрома в питьевых водах характерно для систем водоснабжения Краноскамской геохимической провинции (водоснабжение из реки Сюзьвы без учета воды, подаваемой в г. Краснокамск из Перми), что оправдано высоким содержанием этого компонента в целом в подстилающих породах и почвах. Важно отметить, что при повышенном природном уровне никеля и кадмия в месте расположения водозабора, данные примеси не измеряются в питьевых водах, что можно рассматривать как недооценку опасности.

В воде водозабора Кунгурской геохимической провинции зарегистрировано присутствие всех исследованных элементов, среднегодовые уровни – в пределах гигиенических нормативов. В отдельные месяцы отмечены превышения по никелю на уровне до 1,7 ПДК. Обращает на себя внимание, что уровень содержания мышьяка в воде в 2,5–5 раз выше, чем в водах других водоисточников.

Воды в границах Суксунской геохимической провинции характеризуется отсутствием превышений гигиенических нормативов по всем исследованным примесям, в том числе по свинцу, повышенный уровень которого характерен для зоны в целом.

В ходе исследования не выявлено достоверных зависимостей между уровнем химических элементов в природной среде и содержанием металлов в природных водах. Это определяется несколькими причинами: отсутствует полный ряд исследований в питьевых водах тех элементов, которые присутствуют в природной среде и, напротив, в питьевых водах установлены значимые концентрации примесей, по которым не имеется геохимических характеристик. Вместе с тем, именно в питьевых водах Пашийско-Горнозаводской геохимической провинции, которая характеризуется наиболее высокими уровнями кадмия в постилающих породах, установлены стабильно наиболее высокие уровни данного металла в питьевых водах. Для Чусовской провинции, где хром является типичным элементом, характерны и наиболее высокие уровни хрома в питьевых водах. Тенденции к повышению содержания свинца в питьевых водах характерны именно для Кранокамской и Суксунской геохимических провинций, для которых свинец является одним из приоритетов.

Расчет канцерогенного риска показал, что в ряде случаев исследованные питьевые воды, которые поступают из поверхностных водоисточников геохимических провинций региона, при условии их постоянного длительного использования формируют повышенные уровни канцерогенного риска для здоровья (табл. 3).

Таблица 3

Уровни канцерогенного риска вследствие присутствия в питьевых водах соединений тяжелых металлов

Элемент	Фактическая доза, мг/кг-сут	Канцерогенный риск
Горнозаводско-пашийская провинция		
Кадмий	1,56E-05	5,93E-06
Свинец	2,74E-06	1,29E-07
Никель	2,19E-03	3,73E-03
Хром	5,48E-04	2,30E-04
Мышьяк	2,74E-05	4,11E-05
Суммарный канцерогенный риск		4,00E-03 (недопустим)
Чусовская провинция		
Кадмий	-	-
Свинец	1,10E-05	5,15E-07
Никель	1,26E-03	2,14E-03

Хром	5,48E-04	2,30E-04
Мышьяк	2,74E-05	4,11E-05
Суммарный канцерогенный риск		2,41E-03 (недопустим)
Краснокамская провинция		
Кадмий	1,37E-06	5,21E-07
Свинец	1,26E-04	5,92E-06
Никель	-	-
Хром	-	-
Мышьяк	1,37E-05	2,05E-05
Суммарный канцерогенный риск		2,70E-05 (допустим)
Кунгурская провинция		
Кадмий	6,85E-06	2,60E-06
Свинец	4,11E-05	1,93E-06
Никель	9,04E-04	1,54E-03
Хром	2,74E-04	1,15E-04
Мышьяк	6,85E-05	1,03E-04
Суммарный канцерогенный риск		1,76E-03(недопустим)
Суксунская провинция		
Кадмий	6,85E-06	2,60E-06
Свинец	4,11E-05	1,93E-06
Никель	5,48E-05	9,32E-05
Хром	-	-
молибден	-	-
мышьяк	-	-
Суммарный канцерогенный риск		9,77E-05 (допустим)

Так, питьевые воды исследованных водозаборов горнозаводской и чусовской провинций по расчетам формируют риски, которые превышают уровень De manifestis Risk. Для данных территорий требуется выполнение мероприятий по снижению риска, оздоровительных мероприятий для населения. В поселениях Горнозаводской провинции, где исследованную воду потребляет порядка 6 тысяч человек, существует вероятность формирования каждые десять лет 3–4 случаев онкологических заболеваний, детерминированных водным фактором. Приоритетная причина – повышенный уровень никеля в воде. В п. Калино Чусовского района (2,7 тыс. человек) популяционный риск составляет порядка 1–2 случая каждые десять лет. Приоритетные факторы риска – никель и хром.

Риск при употреблении питьевых вод изученных водозаборов кунгурской провинции квалифицируется, как требующий разработки и проведения плановых оздоровительных мероприятий. При этом необходимо

выполнение более углубленной оценки приоритетности проблемы по отношению к другим гигиеническим, экологическим, социальным и экономическим проблемам территории.

Риски для здоровья населения, употребляющего воду источников краснокамской и суксунской провинций, квалифицируются как допустимые, но не пренебрежимо малые. Данные уровни подлежат постоянному контролю, в ряде случаев требуются меры по снижению загрязнения. Это особенно актуально для питьевых вод суксунской провинции, где уровень риска приближается к верхней границе допустимого интервала. При этом обращает на себя внимание отсутствие постоянного контроля за содержанием никеля в питьевых водах краснокамской провинции при том, что уровень этого компонента, который к тому же имеет самый высокий канцерогенный фактор из всех изученных примесей, в провинции довольно высок.

Выводы и рекомендации. В силу того, что на территории Пермского региона выделяются несколько геохимических провинций с разными уровнями содержания в горных породах и почвах соединений таких опасных металлов как кадмий, хром, никель, свинец, мышьяк и др., в ряде случаев в питьевых водах регистрируются превышения гигиенических нормативов по никелю и железу (Горнозаводско-Пашийская и Чусовская провинции). Наибольшие концентрации кадмия и свинца установлены в питьевых водах тех провинций, где их уровни являются самыми высокими (Горнозаводско-Пашийская и Краснокамская провинции соответственно).

Длительное употребление питьевых вод изученных водозаборов горнозаводско-пашийской, чусовской и кунгурской провинций формирует неприемлемые канцерогенные риски (риск возникновения онкологического заболеваний) для здоровья населения (от $7,35 \cdot 10^{-4}$ до $4,0 \cdot 10^{-3}$). Это обстоятельство требует мер по улучшению ситуации, разработке системы мероприятий по минимизации рисков, ведению систематических

наблюдений за содержанием опасных примесей в питьевых водах и информированию населения о рисках здоровью.

В связи с очень низкими уровнями концентраций металлов в питьевых водах, при которых риски могут оцениваться как допустимые, целесообразным представляется совершенствование методов количественного определения элементов в питьевых водах. Органам санитарного надзора можно рекомендовать ориентироваться на специфику геохимической провинции и включать в программы мониторинга и лабораторных исследований при надзоре примеси, имеющие высокие уровни содержания в природной среде.

Список литературы:

1. *Атаева А.А.* Оценка экотоксичности комплекса солей тяжелых металлов питьевой воды г. Гродно: автореф. дисс. ... канд. биол. наук. – Ростов-на-Дону, 2010. – 24 с.
2. *Борзунова Е.А., Кузьмин С.В., Акрамов Р.Л., Киямова Е.Л.* Оценка влияния качества питьевой воды на здоровье населения // Гигиена и санитария. – 2007. – №3. – С. 32–34.
3. Вода питьевая ГОСТ 2874-82: Гигиенические требования и контроль за качеством. – М.: Издательство стандартов, 1997. – 361 с.
4. Вода питьевая. Государственные стандарты. Методы анализа. – М.: ИПК. Издательство стандартов, 1996. – 131с.
5. *Зайцева Н.В., Гельфенбуйм И.В., Май И.В.* Оценка экологической нагрузки вредных факторов окружающей среды и экономического ущерба по критериям заболеваемости населения // Казанский медицинский журнал. – 1992. – Т. 73, № 6. – С. 439.
6. *Зайцева Н.В., Май И.В.* Региональный опыт учета показателей риска для здоровья населения в задачах пространственного планирования // *Ars Administrandi*. – 2011. – № 2. – С. 30–39.
7. *Зуева Е.Т., Фомин Г.С.* Питьевая и минеральная вода. Требования мировых и европейских стандартов к качеству и безопасности. – М.: Протектор, 2003. – 320 с.
8. *Исаков А.Ж., Боев В.М., Засорин Б.В.* Оценка риска для здоровья населения факторов окружающей среды // Гигиена и санитария. – 2009. – № 1. – С. 4.
9. *Мазаев В.Т.* Контроль качества воды / В.Т. Мазаев, Т.Г. Шлепнина, В.И. Мандрыгин. – М.: Колос, 1999. – С. 21–41.

10. *Моисеенко Т.И.* Рассеянные элементы в поверхностных водах суши: Технофильность, биоаккумуляция, экотоксикология / Т.И. Моисеенко, Л.П. Кудрявцева, Н.А. Гашкина; Ин-т проблем РАН. – М.: Наука, 2006. – С. 10–11.
11. *Май И.В.* Хорошавин В.А., Евдошенко В.С. Алгоритм и методы санитарно-эпидемиологического расследования нарушений прав граждан на благоприятную окружающую среду обитания с этапом оценки риска для здоровья / Здоровье населения и среда обитания. – 2010. – № 11. – С. 28–30.
12. *Май И.В.*, Клейн С.В., Седусова Э.В. К вопросу о порядке проведения санитарно-эпидемиологического расследования нарушений прав граждан на безопасное питьевое водоснабжение // Здоровье семьи – 21 век. – 2012. – Т. 4, № 4. – С. 11.
13. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2012 г.: Государственный доклад. – М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2013. – 176 с.
14. *Онищенко Г.Г.* Оценка и управление рисками для здоровья как эффективный инструмент решения задач обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения Российской Федерации // Анализ риска здоровью. – 2013. – № 1. – С. 4–14.
15. Руководство по контролю качества питьевой воды. Рекомендации ВОЗ. – М.: Медицина, 1986. – Т.1. – 112 с.
16. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. – М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора России. – 2004. – 143 с.
17. *Jarup L.* Hazards of heavy metal contamination // British Medical Bulletin. – 2003. – Vol. 68, № 1. – С. 167.

References

1. *Ataeva A.A.* Otsenka ekotoksichnosti kompleksa soley tyazhelykh metallov pit'evoy vody g. Grodno. Avtoreferat dissertatsii na soiskanie uchenoy stepeni kandidata biologicheskikh nauk [Evaluation of ecotoxicity of the complex of heavy metal salts in Grodno drinking water: summary ... Cand. of Biolog. Sciences]. Rostov-na-Donu, 2010. 24 p. (in Russian).
2. *Borzunova E.A.* Kuz'min S.V., Akramov R.L., Kiyamova E.L. Otsenka vliyaniya kachestva pit'evoy vody na zdorov'e naseleniya [Evaluation of the influence of drinking water quality on population health]. *Gigiena i sanitariya*, 2007, no.3, pp. 32–34 (in Russian).
3. *Voda pit'evaya GOST 2874-82: Gigienicheskie trebovaniya i kontrol' za kachestvom* [Drinking water. Union State Standard 2874-82: Hygienic requirements and quality control]. Moscow, Izdatel'stvo standartov, 1997. 361 p. (in Russian).

4. Voda pit'evaya. Gosudarstvennyye standarty. Metody analiza [Drinking water. State Standards. Analysis methods]. Moscow: Izdatel'stvo standartov, 1996. 131p. (in Russian).

5. Zaytseva N.V., Gel'fenbuym I.V., May I.V. Otsenka ekologicheskoy nagruzki vrednykh faktorov okruzhayushchey sredy i ekonomicheskogo ushcherba po kriteriyam zabolevaemosti naseleniya [Assessment of the ecologic exertion of harmful environmental factors and economic loss according to population morbidity criteria]. *Kazanskiy meditsinskiy zhurnal*, 1992, Vol. 73, no. 6, p. 439 (in Russian).

6. Zaytseva N.V., May I.V. Regional'nyy opyt ucheta pokazateley riska dlya zdorov'ya naseleniya v zadachakh prostranstvennogo planirovaniya [Regional experience of consideration of population health risk indices in the goals of solid planning]. *Ars Administrand*, 2011, no. 2, pp. 30–39 (in Russian).

7. Zueva E.T., Fomin G.S. Pit'evaya i mineral'naya voda. Trebovaniya mirovykh i evropeyskikh standartov k kachestvu i bezopasnosti [Drinking and mineral water. Requirements of world and European standards for quality and safety]. Moscow: Protektor, 2003. 320 p. (in Russian).

8. Isakov A.Zh., Boev V.M., Zasorin B.V. Otsenka riska dlya zdorov'ya naseleniya faktorov okruzhayushchey sredy [Assessment of the influence of environmental risk factors on population health]. *Gigiena i sanitariya*, 2009, no. 1, p. 4 (in Russian).

9. Mazaev V.T. Kontrol' kachestva vody [Water quality control]. Moscow: Kolos, 1999. pp. 21–41 (in Russian).

10. Moiseenko T.I. Rasseyannyye elementy v poverkhnostnykh vodakh sushi: Tekhnofil'nost', bioakkumulyatsiya, ekotoksikologiya [Dispersed elements in open ground waters: Technofility, bioaccumulation, ecotoxicology]. Moscow: Nauka, 2006. pp. 10–11 (in Russian).

11. May I.V., Khoroshavin V.A., Evdoshenko V.S. Algoritm i metody sanitarno-epidemiologicheskogo rassledovaniya narusheniy prav grazhdan na blagopriyatnyuyu okruzhayushchuyu sredu obitaniya s etapom otsenki riska dlya zdorov'ya [Algorithm and methods of sanitary-epidemiological investigation of the abuse of people`s rights to favourable environment with the stage of health risk assessment]. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya*, 2010, no. 11, pp. 28–30 (in Russian).

12. May I.V., Kleyn S.V., Sedusova E.V. K voprosu o poryadke provedeniya sanitarno-epidemiologicheskogo rassledovaniya narusheniy prav grazhdan na bezopasnoe pit'evoe vodosnabzhenie [To the question of the algorithm of the procedure of sanitary-epidemiological investigation of the abuse of people`s rights to safe drinking water supply]. *Zdorov'e sem'i – 21 vek*, 2012, vol. 4, no. 4, 2012, p. 11 (in Russian).

13. O sostoyanii sanitarno-epidemiologicheskogo blagopoluchiya naseleniya v Rossiyskoy Federatsii v 2012 g.: Gosudarstvennyy doklad [About the condition of sanitary-epidemiological well-being of the population of the Russian Federation in 2012: State report]. Moscow: Federal'naya sluzhba po nadzoru v sfere zashchity prav potrebiteley i blagopoluchiya cheloveka, 2013. 176 p. (in Russian).

14. Onishchenko G.G. Otsenka i upravlenie riskami dlya zdorov'ya kak effektivnyy instrument resheniya zadach obespecheniya sanitarno-epidemiologicheskogo blagopoluchiya naseleniya Rossiyskoy Federatsii [Assessment and management of health risks as an effective instrument to provide sanitary-epidemiological well-being of the population of the Russian Federation]. *Analiz riska zdorov'yu*, 2013, no. 1, pp. 4–14 (in Russian).

15. Rukovodstvo po kontrolyu kachestva pit'evoy vody. Rekomendatsii VOZ [Guide for drinking water quality control. World Health Organization recommendations. Vol.1]. Moscow: Meditsina, 1986. 112 p. (in Russian).

16. Rukovodstvo po otsenke riska dlya zdorov'ya naseleniya pri vozdeystvii khimicheskikh veshchestv, zagryaznyayushchikh okruzhayushchuyu sredu [Guide for assessment of population health risks under the influence of chemical substances contaminating environment]. Moscow: Federal'nyy tsentr Gossanepidnadzora Rossii, 2004. 143 p. (in Russian).

17. Jarup L. Hazards of heavy metal contamination. *British Medical Bulletin*, 2003, vol. 68, no. 1, p. 167.

Ширяева Инна Александровна – лаборант-исследователь отдела системных методов социально-гигиенического мониторинга ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровья», тел.: 8 (342) 237 25 47, e-mail: root@fcrisk.ru.

Shiryayeva Inna – research Assistant Department of system methods of social and hygienic monitoring of Federal Research Center of Medical and preventive health risk management. Technologies, tel.: 8 (342) 237 25 47, e-mail: root@fcrisk.ru.