

УДК 613.32:614.777(571.621-25)

ОЦЕНКА ПЕРОРАЛЬНОГО ПОСТУПЛЕНИЯ ЖЕЛЕЗА С ПИТЬЕВОЙ ВОДОЙ ГОРОДА БИРОБИДЖАНА ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ ВОЗРАСТНЫХ ГРУПП НАСЕЛЕНИЯ

© 2018 г. В. Ю. Поляков, И. Л. Ревуцкая, С. И. Крохалёва

Приамурский государственный университет имени Шолом-Алейхема, г. Биробиджан

В статье рассмотрены проблемы оценки поступления железа с питьевой водой в организм человека и оценки неканцерогенного риска этого процесса. Цель работы: количественная оценка содержания железа в питьевой воде города Биробиджана и установление количественных характеристик его перорального поступления с питьевой водой для различных возрастных групп населения. Материал включает анализ 480 проб питьевой воды. Период исследования с января 2013 по декабрь 2015 года. Для определения массовой концентрации железа применён фотометрический метод. Установлено, что среднесуточная доза поступления железа с питьевой водой города составила от 0,005 до 0,067 мг/кг×сутки для взрослого в зависимости от его концентрации в питьевой воде и от 0,006 до 0,155 мг/кг×сутки для детей в зависимости от их возраста и других факторов. Полученные результаты не превышают референтной дозы 0,300 мг/кг×сутки. Рассчитанная потенциальная доза поступления железа с питьевой водой при его хроническом ежедневном поступлении в течение многолетней экспозиции составила от 3 942 до 53 217 мг для взрослого за 30 лет; от 264 до 7 983 мг для детей за 6 лет. Наименьший коэффициент опасности $HQ = 0,017$ получен при оценке водопотребления взрослым населением Биробиджана для группы проб питьевой воды с концентрацией железа общего 0,18 мг/дм³. Наибольший коэффициент опасности $HQ = 0,517$ получен при оценке водопотребления детьми возрастом менее 6 лет для группы проб питьевой воды с концентрацией железа общего 2,43 мг/дм³.

Ключевые слова: питьевая вода, железо, пероральное поступление, неканцерогенный риск

EVALUATION OF IRON INGESTION WITH DRINKING WATER

IN DIFFERENT AGE GROUPS OF BIROBIDZHAN

V. Yu. Polyakov, I. L. Revutskaya, S. I. Krohaleva

Sholom Aleichem Priamursky State University, Birobidzhan, Russia

The present article evaluates the iron ingestion with drinking water into a person's body and the non-carcinogenic risk of this process. The purposes of the article is quantitative assessment of iron content in drinking water of Birobidzhan city, and establish quantitative characteristics of its ingestion with drinking water in different age groups. The material includes the analysis of 480 samples of drinking water. The research period lasted from January 2013 up to December 2015. Photometric method was used to identify iron mass concentration. It was found that daily iron ingestion with drinking water in Birobidzhan is on the average from 0.005 to 0.067 mg/kg per day for an adult with regard to its concentration in drinking water and from 0.006 to 0.155 mg/kg per day for children with regard to their age and other factors. The obtained results do not exceed the reference dose of 0.300 mg/kg per day. For the standard values of exposure factors the potential dose of iron ingestion with drinking water is from 3 942 to 53 217 mg for an adult for 30 years and from 264 to 7 983 mg for a child for 6 years. The smallest hazard ratio $HQ = 0,017$ was obtained in estimating water consumption by the adult population of Birobidzhan, for the group of samples of drinking water with concentration of total iron 0.18 mg/dm³. The greatest hazard ratio $HQ = 0,517$ was obtained in estimating water consumption by the group of children less than 6 years, for the group of samples of drinking water with a total iron concentration of 2.43 mg/dm³.

Key words: drinking water, iron, ingestion, non-carcinogenic risk

Библиографическая ссылка:

Поляков В. Ю., Ревуцкая И. Л., Крохалёва С. И. Оценка перорального поступления железа с питьевой водой города Биробиджана для различных возрастных групп населения // Экология человека. 2018. № 1. С. 20–25.

Polyakov V. Yu., Revutskaya I. L., Krohaleva S. I. Evaluation of Iron Ingestion with Drinking Water in Different Age Groups of Birobidzhan. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2018, 1, pp. 20-25.

Качество питьевой воды связано с риском неблагоприятных эффектов для здоровья человека [1, 2, 14, 18]. В работах [3, 5, 17] отмечается связь между заболеваемостью и характером питьевого водоснабжения.

Довольно часто низкое качество питьевой воды систем водоснабжения населённых пунктов связано с повышенным содержанием в ней железа [4, 5]. Однако железо является важным для организма биогенным элементом. А избыток или недостаток биогенных элементов в питьевой воде может отрицательно по-

влиять на состояние здоровья. В этом случае необходимо применять методы коррекции дефицита или, наоборот, избыточного уровня поступления биогенных элементов с питьевой водой [14], доводя их уровень потребления до физиологической нормы.

В подземных водах присутствует в основном растворенное двухвалентное железо в виде ионов Fe^{2+} . Трехвалентное железо появляется после контакта такой воды с кислородом воздуха и в изношенных системах водоснабжения, при контакте воды с поверхностью железосодержащих водопроводных труб.

Высокая концентрация железа придает питьевой воде неприятную бурю окраску, ухудшает её органолептические свойства, вызывает развитие железобактерий, отложение осадка в трубах [4].

Избыток железа в питьевой воде может негативно отразиться на состоянии здоровья [6, 7, 10]. Поэтому так важна количественная оценка ежесуточного и хронического многолетнего уровня перорального поступления железа, а также оценка неканцерогенного риска этого процесса.

Цель работы: количественная оценка содержания железа в питьевой воде города Биробиджана и установление количественных характеристик его перорального поступления с питьевой водой для различных возрастных групп населения.

Район работ. Город Биробиджан является административным центром Еврейской автономной области (ЕАО) России. Его относят к категории средних городов юга российского Дальнего Востока, население 74 559 человек (2016). Большинство подземных вод ЕАО некондиционные, имеют повышенное содержание железа, марганца, бария, кремния, поэтому всю территорию Среднеамурского артезианского бассейна в пределах области относят к природной аномалии. Воды этого бассейна слабоминерализованные, с общей жесткостью 0,20–2,18 ммоль/дм³, величиной рН от 5,2 до 8,5. Именно эти воды являются основными в водоснабжении Биробиджана [16]. В то же время природно-обусловленных аномалий с высокими концентрациями в поверхностных водах области таких тяжёлых металлов как ртуть, кадмий, свинец, не прослеживается [13, 16].

Методы

Фактический материал включает анализ 480 проб питьевой воды. Исследованием охвачен период с января 2013 по декабрь 2015 года, отбор и анализ проб проводился ежемесячно. Отбор проб из распределительной сети централизованных источников водоснабжения проводили из уличных водоразборных устройств, на основных магистральных линиях, а также из водопроводных кранов внутридомовых сетей по всем районам города. Отбор проб из нецентрализованных источников водоснабжения осуществлялся из шахтных и трубчатых колодцев частных домовладений, а также из муниципальных колодцев.

Для определения массовой концентрации железа общего (суммы Fe²⁺ и Fe³⁺) применён фотометрический метод, который основан на образовании сульфосалициловой кислотой с солями железа окрашенных комплексных соединений по ПНД Ф 14.1:2:4.50-96 [8].

Массовую концентрацию железа общего рассчитывали по формуле (1) по [8]:

$$X = C \times 100 / V, \quad (1)$$

где: X — массовая концентрация железа в анализируемой пробе, мг/дм³; C — массовая концентрация

железа, найденная по градуировке, мг/дм³; 100 — объем, до которого была доведена проба, см³; V — объем, взятый для измерений, см³. Результаты представлены в следующем виде: $X_{\text{ср}} \pm U$ при вероятности P = 0,95, где $X_{\text{ср}}$ — среднее арифметическое значение результатов параллельных определений, U — значение показателя точности измерений.

Оценка перорального поступления железа с питьевой водой проводилась по руководящему документу Министерства здравоохранения Российской Федерации «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. Р. 2.1.10.1920-04» [15]. Значения факторов экспозиции, рекомендуемые как стандартные, принимались по этому документу. Потребление питьевой воды взрослым человеком возрастом более 18 лет, сценарий жилой зоны, — 2,00 дм³/сутки; потребление питьевой воды детьми возрастом от 6 до 18 лет, сценарий жилой зоны, — 1,50 дм³/сутки; потребление питьевой воды детьми возрастом менее 6 лет, сценарий жилой зоны, — 0,67–1,00 дм³/сутки. Масса тела, взрослый, 18 и более лет, — 70 кг; масса тела, дети возрастом от 6 до 18 лет, — 42 кг; масса тела, дети менее 6 лет, — 15 кг. Продолжительность экспозиции при хроническом воздействии для взрослых 30 лет, для детей — 6 лет.

Использовалась формула (2) по [15]:

$$ADD = (C_w \times V \times EF \times ED) / (BW \times AT \times DPY), \quad (2)$$

где: ADD — среднесуточная доза поступления вещества с питьевой водой, усредненная с учетом массы тела и периода воздействия, мг/кг×сутки; C_w — концентрация вещества в воде, мг/дм³; V — величина водопотребления, дм³/сутки; EF — частота воздействия, дней/год (по [15] частота экспозиции для питьевой воды, сценарий жилой зоны, 350 дней/год); ED — продолжительность воздействия, лет; BW — масса тела, кг; AT — период осреднения экспозиции, лет; DPY — число дней в году.

Использовалась формула (3) по [15]:

$$TPD = C \times IR \times ED, \quad (3)$$

где: TPD — потенциальная доза вещества при его хроническом ежедневном поступлении; C — концентрация вещества в питьевой воде, мг/дм³; IR — величина потребления, дм³/сутки; ED — продолжительность воздействия (сутки×лет).

Использовалась формула (4) по [15]:

$$HQ = ADD / RfD, \quad (4)$$

где: HQ — коэффициент опасности; ADD — среднесуточная доза, мг/кг×сутки; RfD — референтная доза, мг/кг×сутки.

Результаты

Все результаты определения железа общего в пробах питьевой воды Биробиджана были разделены

на две группы. Первую составили результаты проб питьевой воды с концентрацией железа общего меньше его предельно допустимой концентрации (ПДК), установленной санитарно-эпидемиологическими правилами и нормативам, принятыми в России, вторую – результаты проб с концентрацией железа общего больше его норматива ПДК (табл. 1).

Таблица 1

Содержание железа общего в пробах питьевой воды города Биробиджана

Год	Общее кол-во проб	Доля проб с концентрацией железа больше ПДК, %	Первая группа проб		Вторая группа проб	
			Концентрация железа меньше ПДК, мг/дм ³		Концентрация железа больше ПДК, мг/дм ³	
			всего проб	средняя	всего проб	средняя
Распределительная сеть централизованных источников водоснабжения (ПДК = 0,3 мг/дм ³ по [11])						
2013	76	25,00	57	0,19±0,03	19	0,87±0,12
2014	80	23,75	61	0,18±0,03	19	0,83±0,12
2015	82	21,95	64	0,17±0,03	18	0,79±0,12
Источники нецентрализованного водоснабжения (ПДК = 0,3 мг/дм ³ по [12])						
2013	80	16,25	67	0,20±0,03	13	2,38±0,35
2014	76	18,42	62	0,22±0,03	14	2,40±0,36
2015	86	17,44	71	0,24±0,03	15	2,52±0,38

Выбор именно трёхлетнего периода наблюдений обусловлен рекомендуемым по [15] подходом к оценке хронического воздействия химического агента. После нахождения средней концентрации железа общего в питьевой воде по данным трехлетних наблюдений были рассчитаны другие показатели для трёх возрастных групп населения (табл. 2).

Обсуждение результатов

Доля неудовлетворительных проб питьевой воды по содержанию железа с превышением ПДК составила от 16,25 до 25,00 % в зависимости от года исследования и источников централизованного или нецентрализованного водоснабжения города. Наибольшая доля неудовлетворительных проб приходится именно на распределительную сеть источников централизованного водоснабжения, что косвенно подтверждает протекание процессов вторичного загрязнения железом, насыщающим воду, подающуюся по технически изношенным ржавым трубам городского водопровода. Хотя, следует отметить, основная часть населения Биробиджана обеспечена питьевой водой с концентрацией железа ниже норматива ПДК.

Отметим, что предельно допустимые концентрации веществ не всегда обоснованы по эффектам, напрямую связанным со здоровьем. Так, многие ПДК в воде водных объектов обоснованы по органолептическому признаку вредности, другие – по общесанитарному показателю. Для железа норматив ПДК составляет 0,3 мг/дм³, класс опасности 3, лимитирующий признак вредности, по которому установлен норматив, именно

Таблица 2

Результаты оценки перорального поступления железа с питьевой водой централизованных и нецентрализованных источников водоснабжения города Биробиджана

Группа проб	Средняя концентрация железа общего в питьевой воде, по данным 3-летних (2013–2015) наблюдений, сред, мг/дм ³	Возрастная группа населения	ADD, мг/кг×сутки	TPD, мг	HQ
Распределительная сеть централизованных источников водоснабжения					
1	0,18	Взрослые, более 18 лет	0,005	3942	0,017
		Дети от 6 до 18 лет	0,006	591	0,020
		Дети менее 6 лет	0,008–0,012	264–394	0,027–0,040
2	0,83	Взрослые, более 18 лет	0,023	18177	0,077
		Дети от 6 до 18 лет	0,028	2727	0,093
		Дети менее 6 лет	0,036–0,053	1217–1817	0,120–0,177
Источники нецентрализованного водоснабжения					
1	0,22	Взрослые, более 18 лет	0,006	4818	0,020
		Дети от 6 до 18 лет	0,008	723	0,027
		Дети менее 6 лет	0,009–0,014	323–482	0,030–0,047
2	2,43	Взрослые, более 18 лет	0,067	53217	0,223
		Дети от 6 до 18 лет	0,083	7983	0,277
		Дети менее 6 лет	0,104–0,155	3566–5321	0,347–0,517

органолептический [11, 12]. Поэтому концентрация железа общего в питьевой воде, равная 0,3 мг/дм³, не является пороговой величиной, определяющей при её преодолении вред здоровью человека при употреблении такой питьевой воды. Рассмотрим, какова эта величина и каковы нормы перорального поступления железа.

Согласно документу Роспотребнадзора «МР 2.3.1.2432-08 Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения РФ» [9] средний уровень потребления железа составляет 17 мг/сутки. В других странах этот уровень лежит в пределах 10–22 мг/сутки. При этом физиологическая потребность для мужчин составляет 10 мг/сутки, для женщин 18 мг/сутки, для

детей — от 4 до 18 мг/сутки. Но верхний допустимый уровень потребления железа с питьевой водой и рационом питания этим нормативным документом не установлен. Тогда какую среднесуточную дозу перорального поступления железа можно принять за верхний допустимый уровень? Для ответа на этот вопрос предлагаем воспользоваться значением референтной дозы (RfD). Для железа она составляет 0,3 мг на килограмм массы тела в сутки по [15], причём в качестве критических, поражаемых органов и систем указываются: слизистые, кожа, кровь, иммунная система. Как известно, если HQ меньше единицы, то вероятность развития вредных эффектов мала, неканцерогенный риск низкий, а с возрастанием HQ риск развития вредных для здоровья человека эффектов возрастает [1, 15]. Величина HQ, равная единице, будет являться пороговой величиной неканцерогенного риска, а так как HQ является отношением ADD (мг/кг×сутки) к его RfD (мг/кг×сутки), то при $HQ = 1,0$ и значении для железа $RfD = 0,3$ мг/кг×сутки значение ADD также будет равно 0,3 мг/кг×сутки. Таким образом, при $HQ = 1,0$ верхний допустимый уровень среднесуточного перорального потребления железа составит 0,3 мг/кг×сутки.

Исходя из этого, для стандартных значений факторов экспозиции по [15] для взрослого человека массой 70 кг верхний допустимый уровень среднесуточного перорального потребления железа составит 21 мг/сутки; для детей от 6 до 18 лет массой 42 кг — 12,6 мг/сутки; для детей младше 6 лет массой 15 кг — 4,5 мг/сутки. Используя такой подход к оценке и зная индивидуальную массу тела в килограммах взрослого человека или ребёнка, можно оценить индивидуальный верхний допустимый уровень среднесуточного потребления железа, умножая значение референтной дозы на индивидуальную массу тела.

Далее, используя установленное выше значение верхнего допустимого уровня среднесуточного перорального потребления железа, можно оценить верхний допустимый уровень его поступления за многолетний период. По [15] для взрослого человека массой 70 кг за 30 лет хронического ежедневного поступления он составит 229 950 мг; для детей от 6 до 18 лет массой 42 кг за 6 лет хронического ежедневного поступления — 27 594 мг; для детей младше 6 лет массой 15 кг за 6 лет хронического ежедневного поступления — 9 855 мг. Аналогично, зная индивидуальное ежедневное водопотребление, массу тела и концентрацию железа в питьевой воде, можно оценить индивидуальный верхний допустимый уровень его поступления за любой многолетний период хронического воздействия.

Из полученных результатов следует, что среднесуточный уровень потребления железа с питьевой водой Биробиджана, по [15] для первой группы проб с концентрацией железа меньше ПДК и для второй группы проб с концентрацией железа больше ПДК ниже его верхнего допустимого уровня среднесуточного потребления для всех возрастных групп населе-

ния. Так, для взрослого жителя Биробиджана массой 70 кг, при ADD от 0,005 до 0,067 мг/кг×сутки в зависимости от источников водоснабжения, среднесуточный уровень потребления железа составит от 0,35 мг до 4,69 мг, что значительно ниже 21 мг его верхнего допустимого уровня перорального потребления в сутки. Для детей от 6 до 18 лет массой 42 кг, при ADD от 0,006 до 0,083 мг/кг×сутки в зависимости от источников водоснабжения, среднесуточный уровень потребления железа составит от 0,252 до 3,486 мг, что ниже 12,6 мг его верхнего допустимого уровня перорального потребления в сутки. Для детей младше 6 лет массой 15 кг, при ADD от 0,012 до 0,155 мг/кг×сутки в зависимости от источников водоснабжения и величины водопотребления, среднесуточный уровень потребления железа составит от 0,18 до 2,325 мг, что ниже 4,5 мг его верхнего допустимого уровня перорального потребления в сутки.

Рассчитанная потенциальная доза железа при его хроническом ежедневном поступлении в течение многолетней экспозиции для жителей Биробиджана всех возрастных групп также ниже его верхнего допустимого уровня поступления. Для взрослого TPD составит от 3 942 до 53 217 мг в зависимости от источников водоснабжения, что значительно ниже 229 950 мг верхнего допустимого уровня его поступления за 30 лет. Для детей младше 18 лет массой 42 кг TPD — от 591 мг до 7 983 мг в зависимости от источников водоснабжения, что ниже 27 594 мг верхнего допустимого уровня его поступления за 6 лет. Для детей младше 6 лет массой 15 кг TPD — от 264 до 5 321 мг в зависимости от источников водоснабжения и величины водопотребления, что ниже 9 855 мг верхнего допустимого уровня его поступления за 6 лет.

Наименьший коэффициент опасности ($HQ = 0,017$) получен при оценке водопотребления взрослым населением Биробиджана для группы 1 проб питьевой воды распределительной сети источников централизованного водоснабжения с концентрацией железа общего 0,18 мг/дм³. Наибольший коэффициент опасности ($HQ = 0,517$) получен при оценке водопотребления детьми возрастом менее 6 лет для группы 2 проб питьевой воды источников нецентрализованного водоснабжения с концентрацией железа общего 2,43 мг/дм³.

Однако следует помнить про поступление железа с рационом питания. Только сумма количественных показателей перорального поступления железа с питьевой водой и с рационом питания может полноценно количественно охарактеризовать суммарные показатели экспозиции и уровень риска развития неканцерогенных эффектов при хроническом воздействии этого элемента на организм.

В случае преобладания рациона питания, бедного по содержанию железа, даже потребление питьевой воды с избыточным содержанием железа, с превышением его норматива ПДК, может не формировать опасных для здоровья взрослого человека величин экспозиции, что подтверждается в работе [7].

В случае же преобладания в рационе питания продуктов, богатых по содержанию железа, суммарный уровень его перорального потребления с водой и питанием может превысить верхний допустимый уровень среднесуточного потребления и верхний допустимый уровень его поступления за многолетний период, с преодолением значения 1,0 коэффициента опасности, что наиболее вероятно для возрастной группы детей менее 6 лет, так как именно для неё получено наибольшее значение коэффициента опасности при употреблении питьевой воды нецентрализованных источников водоснабжения.

Работа выполнена при поддержке субсидии на выполнение государственного задания Минобрнауки России № 2014/422 ФГБОУ ВПО «ПГУ им. Шолом-Алейхема» по проекту № 485 «Влияние природных и неприводных факторов на состояние здоровья населения Еврейской автономной области».

Список литературы

1. Артемьева А. А. Оценка риска развития неканцерогенных эффектов для здоровья населения, связанного с загрязнением подземных вод в районах нефтедобычи // Вестник Удмуртского университета. Серия Биология. Науки о земле. 2015. Т. 25, вып. 1. С. 122–133.
2. Бобун И. И., Иванов С. И., Унгурияну Т. Н., Гудков А. Б., Лазарева Н. К. К вопросу о региональном нормировании химических веществ в воде на примере Архангельской области // Гигиена и санитария. 2011. № 3. С. 91–95.
3. Бобун И. И., Бузинов Р. В., Шишко Л. А., Болтенков В. П., Моргунов Б. А., Гудков А. Б. Особенности вирусного загрязнения питьевой воды в Архангельской области // Экология человека. 2016. № 2. С. 3–8.
4. Бондарева Д. Г. Распределение железа в поверхностных и питьевых водах Еврейской автономной области и его отражение на здоровье населения: дис. ... канд. биол. наук. Владивосток, 2010. 141 с.
5. Григорьев Ю. И., Ляпина Н. В. Оценка риска загрязнения питьевой воды для здоровья детей Тульской области // Гигиена и санитария. 2014. № 3. С. 5–10.
6. Клинская Е. О. Среда обитания и риск заболеваемости населения Еврейской автономной области // Известия Самарского научного центра РАН. 2009. Т. 11 (27), № 1 (6). С. 1149–1153.
7. Ковальчук В. К. Оценка фактического потребления железа подростковым населением в регионе с повышенным содержанием железа в питьевой воде // Экология человека. 2015. № 5. С. 8–13.
8. Количественный химический анализ вод. Методика измерений массовой концентрации общего железа в питьевых, поверхностных и сточных водах фотометрическим методом с сульфосалициловой кислотой. ПНД Ф 14.1:2:4.50-96. М.: Федеральная служба по надзору в сфере природопользования, 2011.
9. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации. МР 2.3.1.2432-08. М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2008. 41 с.
10. Онищенко Г. Г. Состояние питьевого водоснабжения в Российской Федерации: проблемы и пути решения // Гигиена и санитария. 2007. № 1. С. 10–13.
11. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения.

Контроль качества. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. СанПиН 2.1.4. 1074-01. М.: Минздрав России, 2002.

12. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды нецентрализованного водоснабжения. Санитарная охрана источников. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. СанПиН 2.1.4.1175-02. М.: Минздрав России, 2003.

13. Поляков В. Ю., Ревуцкая И. Л. Тяжёлые металлы в речной рыбе некоторых поверхностных водотоков Приамурья // Глобальный научный потенциал. 2015. № 1 (46). С. 93–96.

14. Поляков В. Ю., Ревуцкая И. Л., Суриц О. В. Усугубление дефицита кальция и магния в питьевой воде Биробиджана при ионообменной деферризации // Экология человека. 2016. № 9. С. 3–14.

15. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. Руководство Р. 2.1.10.1920-04. М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава РФ, 2004. 143 с.

16. Христофорова Н. К., Клинская Е. О., Суриц О. В., Бондарева Д. Г., Антонова М. С. Еврейская автономная область как биогеохимическая провинция. Биробиджан: Изд-во ПГУ им. Шолом-Алейхема, 2012. 250 с.

17. Aarons L, Graham G. Methodological approaches to the population analysis of toxicity data // Toxicology Letters. 2001. Vol. 120. P. 405–410.

18. Herbold K., Flehmig B., Botzenhart K. Comparison of ozone inactivation, in flowing water, of Hepatitis A virus, Poliovirus 1, and indicator organisms // Appl. Environ. Microbiol. 1989. Vol. 55, N 11. P. 2949–2953.

References

1. Artem'eva A. A. Assessment of risk of non-carcinogenic effects to public health associated with the contamination of groundwater in areas of oil production. *Vestnik Udmurtskogo universiteta. Seriya Biologiya. Nauki o zemle* [Bulletin of Udmurt University. Series Biology. Earth science]. 2015, 25 (1), pp. 122-133. [in Russian]
2. Bobun I. I., Ivanov S. I., Unguryanu T. N., Gudkov A. B., Lazareva N. K. On the issue of regional normalization of chemicals in water as an example of the Arkhangelsk Region. *Gigiena i Sanitariya*. 2011, 3, pp. 91-95. [in Russian]
3. Bobun I. I., Buzinov R. V., Shishko L. A., Boltentkov V. P., Morgunov B. A., Gudkov A. B. Features of viral contamination of drinking water in Arkhangelsk region. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2016, 2, pp. 3-8. [in Russian]
4. Bondareva D. G. *Raspredelenie zheleza v poverkhnostnykh i pit'evykh vodakh Evreiskoi avtonomnoi oblasti i ego otrazhenie na zdorov'e naseleniya (kand. dis.)* [Distribution of iron in surface and drinking waters of the Jewish Autonomous Region and its reflection on health of the population. Cand. Diss.]. Vladivostok, 2010, 141 p.
5. Grigor'ev Yu. I., Lyapina N. V. Assessment of risk of contamination of drinking water for the health of children in Tula region. *Gigiena i Sanitariya*. 2014, 3, pp. 5-10. [in Russian]
6. Klinskaya E. O. Habitat and risk of incidence of the population of the Jewish Autonomous Region. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra RAN* [News of the Samara Russian Academy of Sciences scientific center]. 2009, 11 (27), 1 (6), pp. 1149-1153. [in Russian]
7. Koval'chuk V. K. Assessment of the actual consumption of iron teenage population in the region with a high content

of iron in drinking water. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2015, 5, pp. 8-13. [in Russian]

8. *Kolichestvennyi khimicheskii analiz vod. Metodika izmerenii massovoi kontsentratsii obshchego zheleza v pit'evykh, poverkhnostnykh i stochnykh vodakh fotometricheskim metodom s sul'fosalitsilovoi kislotoi. PND F 14.1:2:4.50-96* [Quantitative chemical analysis of waters. A measurement technique of mass concentration of the general iron in drinking, superficial and sewage by a photometric method with sulfosalicylic acid. PND F 14.1:2:4.50-96.]. Moscow, Federal service for supervision in the sphere of nature Publ., 2011.

9. *Normy fiziologicheskikh potrebnosti v energii i pishchevykh veshchestvakh dlya razlichnykh grupp naseleniya Rossiiskoi Federatsii. MR 2.3.1.2432-08* [Norms of physiological needs for energy and nutrients for different population groups of the Russian Federation]. Moscow, Federal center of hygiene and epidemiology of Rospotrebnadzor, 2008. 41 p.

10. Onishchenko G. G. The status of drinking water supply in the Russian Federation: problems and solutions. *Gigiena i Sanitariya*. 2007, 1, pp. 10-13. [in Russian]

11. *Pit'evaya voda. Gigienicheskie trebovaniya k kachestvu vody tsentralizovannykh sistem pit'evogo vodosnabzheniya. Kontrol' kachestva. Sanitarno-epidemiologicheskie pravila i normativy. SanPiN 2.1.4. 1074-01* [Drinking water. Hygienic requirements to water quality of centralized drinking water supply systems. Quality control. Sanitary-epidemiological rules and regulations. SanPiN 2.1.4. 1074-01]. Moscow, Ministry of Health of Russia Publ., 2002.

12. *Pit'evaya voda. Gigienicheskie trebovaniya k kachestvu vody netsentralizovannogo vodosnabzheniya. Sanitarnaya okhrana istochnikov. Sanitarno-epidemiologicheskie pravila i normativy. SanPiN 2.1.4.1175-02* [Drinking water. Hygienic requirements to water quality of centralized water supply. Sanitary protection of sources. Sanitary-epidemiological rules and regulations. SanPiN 2.1.4.1175-02]. Moscow, Ministry of Health of Russia Publ., 2003.

13. Polyakov V. Yu., Revutskaya I. L. Heavy metals in river fish some superficial water currents of Priamurye. *Global'nyi nauchnyi potentsial* [Global scientific potential]. 2015, 1 (46), pp. 93-96. [in Russian]

14. Polyakov V. Yu., Revutskaya I. L., Suric O. V. Usugublenie defitsita kal'cija i magnija v pit'evoy vode Birobidzhana pri ionoobmennoj deferrizatsii. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2016, 9, pp. 3-14. [in Russian]

15. *Rukovodstvo po otsenke riska dlya zdorov'ya naseleniya pri vozdeistvii khimicheskikh veshchestv, zagryaznyayushchikh okruzhayushchuyu sredu. Rukovodstvo R. 2.1.10.1920-04* [The risk assessment guidance for public health when exposed to chemicals, polluting the environment. Manual R. 2.1.10.1920-04]. Moscow, Federal center for sanitary inspection Ministry of health of the Russian Federation Publ., 2004, 143 p.

16. Khristoforova N. K. Klinskaya E. O., Surits O. V., Bondareva D. G., Antonova M. S. *Evreiskaya avtonomnaya oblast' kak biogeokhimicheskaya provintsiya* [Jewish Autonomous Region as a biogeochemical province]. Birobidzhan, Sholom Aleichem Priamursky State University Publ., 2012, 250 p.

17. Aarons L., Graham G. Methodological approaches to the population analysis of toxicity data. *Toxicology Letters*. 2001, 120, pp. 405-410.

18. Herbold K., Flehmig B., Botzenhart K. Comparison of ozone inactivation, in flowing water, of Hepatitis A virus, Poliovirus 1, and indicator organisms. *Appl. Environ. Microbiol.* 1989, 55 (11), pp. 2949-2953.

Контактная информация:

Поляков Владимир Юрьевич — кандидат химических наук, доцент кафедры географии и экологии ФГБОУ ВО «Приамурский государственный университет имени Шолом-Алейхема»

Адрес: 679015, Еврейская автономная обл., г. Биробиджан, ул. Широкая, д. 70а

E-mail: polyakvy@mail.ru