

УДК [613.34+628.193] (985)

Ковшов А.А.^{1,2}, Новикова Ю.А.¹, Федоров В.Н.^{1,2}, Тихонова Н.А.¹
**ОЦЕНКА РИСКОВ НАРУШЕНИЙ ЗДОРОВЬЯ, СВЯЗАННЫХ
 С КАЧЕСТВОМ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ,
 В ГОРОДСКИХ ОКРУГАХ АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ
 РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

¹ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья»,
 Санкт-Петербург, Российская Федерация;

²ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет
 имени И.И. Мечникова» Минздрава России, Санкт-Петербург, Российская Федерация

Kovshov A.A.^{1,2}, Novikova Yu.A.¹, Fedorov V.N.^{1,2}, Tikhonova N.A.¹
**DISEASES RISK ASSESSMENT ASSOCIATED WITH THE QUALITY
 OF DRINKING WATER IN THE URBAN DISTRICTS OF RUSSIAN ARCTIC**

¹North-West Public Health Research Center, St. Petersburg, Russian Federation;

²North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov,
 St. Petersburg, Russian Federation

Резюме. Введение. Качество питьевой воды в городах Арктической зоны Российской Федерации (АЗРФ) требует повышенного внимания в связи с износом коммуникаций, устаревшими технологиями водоподготовки и загрязнением окружающей среды стойкими органическими загрязнителями и тяжёлыми металлами. **Цель исследования** — провести оценку рисков нарушений здоровья населения городских округов АЗРФ, ассоциированных с качеством питьевой воды централизованных систем водоснабжения. **Материалы и методы исследования:** проведено ретроспективное исследование показателей качества питьевой воды по данным социально-гигиенического мониторинга за период с 2007 по 2017 год. Использовались результаты мониторинга на территории 23 городских округов АЗРФ. Анализировались результаты исследований по показателям эпидемической безопасности и безвредности химического состава. **Результаты и обсуждение.** Приоритетным загрязнителем питьевой воды повсеместно, кроме Кировска Мурманской области, является железо. Среди других приоритетных загрязнителей — алюминий, хлороформ (преимущественно в Архангельске и Северодвинске) и марганец (в основном, в Новом Уренгое и Салехарде). Причинами высокого содержания железа в питьевой воде являются изношенность коммуникаций и его повышенное природное содержание в воде поверхностных водоисточников. Повышенные концентрации марганца связаны с естественным содержанием этого вещества в воде подземных источников, а повышенные концентрации алюминия и хлороформа обусловлены нарушениями технологии водоподготовки. В городах Анадырь, Архангельск, Кировск, Лабытнанги, Ноябрьск, Певек и Providenia городского округе прогнозируется неприем-

Abstract. Introduction. The quality of drinking water in the cities of the Russian Arctic requires specific attention due to the deterioration of utilities, unprogressive water treatment technologies and environmental pollution with persistent organic pollutants and heavy metals. **The purpose of the study** was diseases risk assessment associated with the quality of drinking water in centralized water supply systems in the urban districts of the Russian Arctic. **Materials and methods:** we studied drinking water quality indicators using the data of national socio-hygienic monitoring retrospectively for the period from 2007 to 2017 in 23 urban districts of the Russian Arctic. We analyzed the indicators of epidemic and chemical composition safety. **Results and discussion.** Ferrum is the priority contaminant of drinking water everywhere except Kirovsk (Murmansk region). Other priority pollutants are aluminum, chloroform and manganese. High concentrations of ferrum in drinking water are coming from the deterioration of communications and its natural content in surface water sources. High concentrations of manganese are associated with its natural content in the water of underground sources. High concentrations of aluminum and chloroform are coming from impaired water treatment technology. We predict unacceptable carcinogenic risk ($1,1-4,0 \times 10^{-4}$) due to chromium, lead and arsenic in Anadyr, Arkhangelsk, Kirovsk, Labytnangi, Noyabrsk, Pevек and Providenia. We also predict unacceptable non-carcinogenic risk due to carbon tetrachloride ($2,00 \pm 1,58$) in Apatity and lead ($0,92-2,45$) in Kirovsk and Labytnangi. In most cases, positive samples for the content of microorganisms in drinking water were detected in Labytnangi, Arkhangelsk and Murmansk. **Conclusions.** We predict unacceptable risks associated with chromium, lead, arsenic and carbon tetrachloride in Arkhangelsk, Apatity, Kirovsk, Anadyr,

лемый канцерогенный риск ($1,1-4,0 \times 10^{-4}$) в связи с поступлением в организм человека через питьевую воду хрома, свинца и мышьяка. В Апатитах прогнозируется неприемлемый неканцерогенный риск вредного воздействия тетрахлорметана ($2,00 \pm 1,58$), в городах Кировск и Лабытнанги — свинца ($0,92-2,45$). Отмечается тенденция к снижению частоты выявления контролируемых показателей микробиологического и паразитологического качества питьевой воды. Чаще всего положительные пробы на содержание микроорганизмов в питьевой воде регистрировались в городах Лабытнанги, Архангельск и Мурманск. **Заключение.** Имеются неприемлемые риски здоровью, связанные с воздействием хрома, свинца, мышьяка и тетрахлорметана в Архангельске, Апатитах, Кировске, Анадыре, Певеке, Провиденском городском округе, Лабытнангах и Ноябрьске. Это требует совершенствования систем водоподготовки и уточнения влияния факторов риска на здоровье населения.

Ключевые слова: питьевая вода, Арктическая зона Российской Федерации (АЗРФ), оценка риска, здоровье населения

Pevек, Providenia, Labytnangi and Noyabrsk. It calls for the improvement of water treatment systems and hard research of risk factors effects on health of the population.

Keywords: drinking water, Russian Arctic, risk assessment, health of the population

Конфликт интересов отсутствует.
Контактная информация автора, ответственного за переписку:

Новикова Юлия Александровна

Novikova@s-znc.ru

Дата поступления 15.04.2019.

Образец цитирования:

Ковшов А.А., Новикова Ю.А., Федоров В.Н., Тихонова Н.А. Оценка рисков нарушений здоровья, связанных с качеством питьевой воды, в городских округах арктической зоны Российской Федерации. Вестник уральской медицинской академической науки. 2019, Том 16, №2, с. 215–222, DOI: 10.22138/2500-0918-2019-16-2-215-222

There is no conflict of interest.

Contact details of the corresponding author:

Yulia A. Novikova

Novikova@s-znc.ru

Received 15.04.2019.

For citation:

Kovshov A.A., Novikova Yu.A., Fedorov V.N., Tikhonova N.A. Diseases risk assessment associated with the quality of drinking water in the urban districts of Russian Arctic. Vestn. Ural. Med. Akad. Nauki. = Journal of Ural Medical Academic Science. 2019, Vol. 16, no. 2, pp. 215–222. DOI: 10.22138/2500-0918-2019-16-2-215-222 (In Russ)

Введение

Обеспечение граждан Российской Федерации качественной питьевой водой — актуальная задача, нашедшая отражение в федеральном проекте «Чистая вода» [1], реализация которого к 2024 году предполагает увеличение доли населения страны, обеспеченного качественной питьевой водой из систем централизованного водоснабжения, с 87,5 до 90,8%, городского населения — до 99,0%.

Оценивая обеспеченность населения Арктической зоны Российской Федерации (АЗРФ) (О сухопутных территориях Арктической зоны Российской Федерации/Указ Президента Российской Федерации от 02.05.2014 № 296 (ред. от 27.06.2017)) питьевой водой, следует обратить внимание на технические сложности, связанные с должной организацией централизованного водоснабжения в условиях вечной мерзлоты. Качество питьевой воды в населённых пунктах

АЗРФ требует пристального внимания в связи с износом коммуникаций, устаревшими технологиями водоподготовки и загрязнением окружающей среды стойкими органическими загрязнителями и тяжёлыми металлами [2]. Более того, в сельской местности централизованное водоснабжение зачастую отсутствует, для питьевых целей используется вода поверхностных водоисточников, а мониторинг качества питьевой воды практически не проводится.

Для гигиенической оценки качества питьевой воды по-прежнему широко используется расчёт удельного веса проб, не соответствующих гигиеническим нормативам, и определение кратности их превышения. Подобный подход представляется актуальным для оценки соответствия по показателям безопасности (в первую очередь, микробиологическим и паразитологическим), но для определения потенциально вредного воздействия на организм человека загрязняющих ве-

ществ следует дополнительно проводить расчёт рисков здоровью [3].

Влияние питьевой воды на здоровье населения, связанное с микробиологическими и паразитологическими показателями [4], не вызывает сомнений, однако воздействие её химического состава на сегодняшний день зачастую остаётся предметом дискуссий [5, 6]. Тем не менее, повышенные дозы химических веществ, обладающих доказанным канцерогенным действием, позволяют сделать прогноз о возникновении дополнительных случаев заболеваний злокачественными новообразованиями, низкая минерализация воды увеличивает риск возникновения болезней системы кровообращения [6, 7], повышенная минерализация является фактором риска развития мочекаменной болезни [4, 5]. Наконец, ряд веществ (например, ртуть, бериллий или цианиды) даже в незначительных дозах способны оказать выраженное общетоксическое действие [5]. Это, в свою очередь, обуславливает необходимость разработки адекватных мер по повышению качества питьевой воды путём использования современных способов её очистки и реконструкции изношенной водопроводной сети.

Цель исследования — провести оценку рисков нарушений здоровья населения городских округов АЗРФ, ассоциированных с качеством питьевой воды централизованных систем водоснабжения.

Материалы и методы исследования

Проведено ретроспективное исследование показателей качества питьевой воды по материалам федерального информационного фонда данных социально-гигиенического мониторинга за период с 2007 по 2017 год. Использовались результаты мониторинга на территории 23 городских округов, отнесённых к АЗРФ: Анадырь, Апатиты, Архангельск, Воркута, Губкинский, Кировск, Ковдорский район, Лабытнанги, Мончегорск, Муравленко, Мурманск, Нарьян-Мар, Новодвинск, Новый Уренгой, Норильск, Ноябрьск, Оленегорск, Певек, Провиденский, Салехард, Северодвинск, Североморск, Эгвекинот.

Анализировались результаты исследований по показателям:

- эпидемической безопасности: общие колиформные бактерии, термотолерантные колиформные бактерии, для поверхностных источников после водопроводных очистных сооружений также цисты лямблий, споры сульфитредуцирующих клостридий, колифаги;
- безвредности химического состава: аммиак и аммоний-ион (по азоту), железо (включая хлорное железо) по Fe, алюминий, марганец, медь, цинк, кадмий, мышьяк, ртуть, свинец, нитраты (по NO_3), нитриты (по NO_2), фтор, хлороформ, хлор остаточный.

Также изучались результаты исследований питьевой воды на содержание специфических загрязнителей: 1,2,3,4,5,6-гексахлорциклогексан, гидроксид-

бензол, стронций (Архангельск, Новодвинск, Северодвинск, Норильск), 1,1'-(2,2,2-трихлорэтилен) бис-4-хлорбензол (ДДТ), гексахлорбензол, 1,2-дихлорпропан, 1,2-дихлорэтан, барий, бериллий, трихлорэтилен (Норильск), цианиды (Муравленко, Норильск), тетрахлорметан, дибромхлорметан (Норильск, городской округ Мурманской области), бор (Воркута, Норильск, Ноябрьск), магний (Анадырь, Нарьян-Мар, Певек).

Использованы данные 17969 исследований питьевой воды по бактериологическим, 10858 исследований по санитарно-химическим показателям и 9603 исследований жёсткости. Выполнено осреднение показателей химического состава воды, полученных в точках мониторинга в пределах городского округа, за год и дополнительно за весь период исследования (с 2007 по 2017 гг.). Качество питьевой воды оценивалось согласно действующим нормативным документам (СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества»; ГН 2.1.5.1315-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования»). Риски нарушения здоровья рассчитывались по руководству Р 2.1.1920-04 (Р 2.1.1920-04 «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду») с указанием среднеквадратического отклонения.

Результаты и обсуждение

Население практически всех городских округов АЗРФ обеспечено централизованным питьевым водоснабжением. Лишь в 5 городских округах, по данным на 2017 год, этот показатель меньше 100%: Норильск — 99,7%, Северодвинск — 99,4%, Салехард — 99,3%, Новый Уренгой — 91,5%, Нарьян-Мар — 62,0%. Водоснабжение в большинстве городских округов осуществляется из поверхностных источников, в 6 городских округах (Воркута, Норильск, Кировск, Ковдорский район, Анадырь, Эгвекинот) — водоснабжение смешанное (из поверхностных и подземных источников), в 5 городских округах (Нарьян-Мар, Муравленко, Новый Уренгой, Салехард) — только из подземных источников.

В рамках социально-гигиенического мониторинга качество питьевой воды контролируется во всех городских округах. Однако по сравнению с 2007 г. и 2008 г. отмечается снижение количества точек мониторинга (263 и 317 соответственно), что затрудняет объективную оценку качества питьевой воды. В 2017 году мониторинг питьевой воды проводился в 210 точках перед подачей в сеть и распределительной сети: наибольшее количество точек — в Североморске (22), наименьшее — в Новодвинске (1).

За период с 2007 по 2017 год в городе Воркута и Про-

виденском городском округе регистрировались высокие значения (больше 10 мг-экв/л) жёсткости питьевой воды. Это не характерно для российской Арктики, где питьевая вода традиционно имеет низкую минерализацию [7], и в данном случае речь идёт о подземных источниках, которые служат источником питьевой воды лишь для небольшой группы населения (3960 человек в городе Воркута и 335 человек в посёлке Провидения).

Низкое содержание магния в питьевой воде (ниже 30 мг/л) является одним из факторов риска развития гипертонической болезни и ишемической болезни сердца [6, 7]. Однако на территории большинства городских округов АЗРФ программа социально-гигиенического мониторинга ограничивается лишь исследованиями показателей общей жёсткости питьевой воды, что недостаточно информативно для оценки риска возникнове-

ния болезней системы кровообращения [7]. В тех городских округах, где проводится регулярное определение содержания магния, результаты исследований свидетельствуют о его низкой концентрации в питьевой воде: в Нарьян-Маре среднегодовые концентрации варьируются в пределах от 10,6 до 18,8 мг/л, в Анадыре — от 2,5 до 4,5 мг/л, в городском округе Певек — от 3,0 до 5,5 мг/л.

Приоритетным загрязнителем питьевой воды во всех городских округах, за исключением Кировска Мурманской области, является железо (табл. 1). Однако лимитирующий показатель вредности, с учётом которого установлена ПДК железа в воде (0,3 мг/л) — органолептический, поэтому в данном случае корректно говорить лишь о низком потребительском качестве воды, а не о повышенном риске нарушений здоровья.

Таблица 1
Качество питьевой воды по химическому составу в городских округах АЗРФ в 2017 году
Table 1
Drinking water quality by chemical composition in urban districts of the Russian Arctic in 2017

Городской округ / Urban district	Загрязнители питьевой воды / Drinking Water Pollutants	Удельный вес проб, не соответствующих гигиеническим нормативам, % / Specific gravity of samples that do not meet hygienic standards, %
Анадырь / Anadyr	Железо / Ferrum	88,9
Архангельск / Arkhangelsk	Алюминий / Aluminium	42,1
	Железо / Ferrum	25,21
	Кадмий / Cadmium	0,93
	Марганец / Manganese	1,9
	Хлороформ / Trichlorometane	38,3
Воркута / Vorkuta	Железо / Ferrum	6,0
Кировск / Kirovsk	Алюминий / Aluminium	51,0
	Железо / Ferrum	0,93
Лабытнанги / Labytnangi	Железо / Ferrum	14,2
Мончегорск / Monchegorsk	Никель / Nickel	7,6
Мурманск / Murmansk	Алюминий / Aluminium	11,1
	Железо / Ferrum	10,9
	Хлороформ / Trichlorometane	20,0
Нарьян-Мар / Naryan-Mar	Железо / Ferrum	33,3
Новодвинск / Novodvinsk	Алюминий / Aluminium	75,0
	Железо / Ferrum	83,3
	Хлороформ / Trichlorometane	83,3
Норильск / Norilsk	Железо / Ferrum	10,6
	Свинец / Lead	1,9
Ноябрьск / Noyabrsk	Железо / Ferrum	30,8
	Марганец / Manganese	25,6
Оленегорск / Olenegorsk	Хлороформ / Trichlorometane	77,8
Певек / Pevek	Железо / Ferrum	86,1
Салехард / Salekhard	Железо / Ferrum	2,1
Северодвинск / Severodvinsk	Алюминий / Aluminium	86,1
	Железо / Ferrum	5,6
	Мышьяк / Arsenicum	2,8
	Никель / Nickel	2,8
	Хлороформ / Trichlorometane	55,6
Североморск / Severomorsk	Железо / Ferrum	18,6

За период с 2007 по 2017 год наибольшее число превышений среднегодовых концентраций загрязняющих веществ также отмечалось в отношении железа (наивысшая среднегодовая концентрация — 9,95 мг/л, что в 61,1 раза превышает ПДК — в городе Анадырь в 2016 году). Помимо железа, в числе приоритетных загрязнителей, чьи среднегодовые концентрации за 11-летний период наиболее часто не соответствовали ПДК, можно выделить алюминий и хлороформ, среднегодовые концентрации которых наиболее часто превышались в Архангельске и Северодвинске, а также марганец, превышения ПДК в воде которого наиболее часто регистрировалось в Новом Уренгое и Салехарде (с максимальной среднегодовой концентрацией 0,56 мг/л в Салехарде в 2013 году, что в 5,6 раза выше ПДК). Основными причинами высокого содержания железа в питьевой воде являются изношенность коммуникаций и повышенное природное содержание органиче-

ских форм железа в воде поверхностных водоисточников. Повышенные концентрации марганца преимущественно связаны с естественным содержанием этого вещества в воде подземных источников. Что же касается алюминия и хлороформа, то их повышенные концентрации в питьевой воде обусловлены нарушениями технологии водоподготовки. В питьевой воде Кировска алюминий также содержится в повышенных концентрациях и в подземных водоисточниках в связи с его высоким содержанием в местных породах [8].

В большинстве городских округов АЗРФ поступление загрязняющих веществ из питьевой воды в организм человека не приводит к неприемлемым канцерогенным (10^{-4} и выше) или неканцерогенным (более 1) рискам нарушений здоровья. Исключение составляют лишь Анадырь, Апатиты, Архангельск, Кировск, Лабытнанги, Ноябрьск, Певек и Провиденский городской округ (табл. 2).

Таблица 2

Городские округа АЗРФ, характеризующиеся повышенными рисками нарушений здоровья, связанных с потреблением питьевой воды

Table 2

Urban districts of the Russian Arctic with increased risks of health disorders associated with drinking water consumption

Городской округ / Urban district	Загрязнители питьевой воды / Drinking Water Pollutants	Риск / Risk		Величина риска / Risk level
		Канцерогенный / Cancerogenic	Неканцерогенный / Non-cancerogenic	
Анадырь / Anadyr	Мышьяк / Arsenicum	+	-	$2,9 \cdot 10^{-4} \pm 1,2 \cdot 10^{-4}$
Апатиты / Apatity	Тетрахлорметан / Tetrachlorometane	-	+	$2,00 \pm 1,58$
Архангельск / Arkhangelsk	Хром / Chromium	+	-	$1,1 \cdot 10^{-4} \pm 8,0 \cdot 10^{-5}$
Кировск / Kirovsk	Свинец / Lead	+	-	$4,0 \cdot 10^{-4} \pm 1,3 \cdot 10^{-4}$
	Свинец / Lead	-	+	$2,45 \pm 0,80$
Лабытнанги / Labytnangi	Свинец / Lead	+	-	$1,5 \cdot 10^{-4} \pm 4,0 \cdot 10^{-5}$
	Свинец / Lead	-	+	$0,92 \pm 0,25$
	Хром / Chromium	+	-	$1,3 \cdot 10^{-4} \pm 7,7 \cdot 10^{-5}$
Ноябрьск / Noyabrsk	Мышьяк / Arsenicum	+	-	$2,1 \cdot 10^{-4} \pm 9,4 \cdot 10^{-5}$
	Хром / Chromium	+	-	$2,4 \cdot 10^{-4} \pm 6,9 \cdot 10^{-5}$
Певек / Pevek	Мышьяк / Arsenicum	+	-	$1,9 \cdot 10^{-4} \pm 2,5 \cdot 10^{-5}$
Провидения / Provideniya	Мышьяк / Arsenicum	+	-	$2,5 \cdot 10^{-4} \pm 5,1 \cdot 10^{-5}$

Показатели микробного и паразитологического загрязнения питьевой воды в городских округах АЗРФ характеризуются сравнительно низким удельным весом проб, в которых обнаруживаются контролируемые микроорганизмы (табл. 3).

За исследуемый период отмечается тенденция к снижению частоты выявления контролируемых показателей микробиологического и паразитологического качества питьевой воды. Чаще всего положительные пробы на содержание микроорганизмов в питьевой воде имели место в городах Лабытнанги, Архангельск и Мурманск с наиболее высоким удельным ве-

сом положительных проб (66,7%) в Лабытнанги в 2007 и 2008 годах.

Таблица 3

Удельный вес положительных проб на содержание микроорганизмов в питьевой воде (2017 год)

Table 3

The proportion of positive samples for the content of microorganisms in drinking water in 2017

Городской округ / Urban district	Наименование микроорганизма / The name of the microorganism	Удельный вес положительных проб на содержание микроорганизмов в питьевой воде / Specific gravity of positive samples for the content of microorganisms in drinking water, %
Архангельск / Arkhangelsk	Общие колиформные бактерии / Total Coliforms	3,6
Архангельск / Arkhangelsk	Термотолерантные колиформные бактерии / Thermotolerant coliform bacterias	0,9
Мурманск / Murmansk	Колифаги / Coliphages	1,9
Мурманск / Murmansk	Общие колиформные бактерии / Total Coliforms	1,6
Мурманск / Murmansk	Термотолерантные колиформные бактерии / Thermotolerant coliform bacterias	1,6
Лабытнанги / Labytnangi	Общие колиформные бактерии / Total Coliforms	2,5
Салехард / Salekhard	Общие колиформные бактерии / Total Coliforms	2,1

Закключение

Качество питьевой воды в большинстве городских округов АЗРФ в целом можно охарактеризовать как относительно приемлемое. Несмотря на многочисленные случаи превышения ПДК по ряду химических веществ (главным образом, железа, алюминия, хлороформа и марганца), это не приводит к существенному увеличению рисков нарушений здоровья, связанных с потреблением питьевой воды. В то же время при формальном отсутствии превышения ПДК хрома, свинца, мышьяка и тетрахлорметана наблюдается непри-

емлемый риск нарушений здоровья, связанный с поступлением данных веществ в организм человека через питьевую воду, в Архангельске, Апатитах, Кировске, Анадыре, Певеке, Провиденском городском округе, Лабытнанги и Ноябрьске. Это требует совершенствования систем водоподготовки и проведения дальнейших исследований, направленных на поиск источников поступления приоритетных загрязняющих веществ в питьевую воду, и уточнения влияния факторов риска, связанных с качеством питьевой воды, на здоровье населения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Паспорт федерального проекта «Чистая вода» / Минстрой России. – 2019. – Available at: <http://www.minstroyrf.ru/docs/17692/> (дата обращения: 19.03.2019).
2. Чашин В.П., Гудков А.Б., Попова О.Н., Одланд Ю.О., Ковшов А.А. Характеристика основных факторов риска нарушений здоровья населения, проживающего на территориях активного природопользования в Арктике // Экология человека. – 2014. – № 1. – С. 3–12.
3. Фридман К.Б., Новикова Ю.А., Белкин А.С. Оценка риска для здоровья в целях гигиенической характеристики систем водоснабжения // Гигиена и санитария. – 2017. – № 7. – С. 686–689. DOI: 10.18821/0016-9900-2017-96-7-686-689
4. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2017 году: Государственный доклад. – М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2018. – 268 с.
5. Руководство по обеспечению качества питьевой воды: 4-е изд. – Женева: Всемирная организация здравоохранения, 2017. – Available at: https://www.who.int/water_sanitation_health/publications/dwq-guidelines-4/ru/ (дата обращения: 19.03.2019).
6. Cotruvo J., Bartram J., eds. Calcium and Magnesium

REFERENCES

1. Federal project data sheet «Clean Water». Russian Ministry of Construction Industry, Housing and Utilities Sector [Minstroy Rossii], 2019. Available at: <http://www.minstroyrf.ru/docs/17692/> (Accessed Mars 19, 2019). (in Russ).
2. Chashchin V.P., Gudkov A.B., Popova O.N., Odland J.O., Kovshov A.A. Description of main health deterioration risk factors for population living on territories of active natural management in the Arctic. Human Ecology [Ekologiya cheloveka]. 2014. No 1. pp. 3-12. (in Russ).
3. Fridman K.B., Novikova Yu.A., Belkin A.S. On the issue of the use of health risk assessment techniques for hygienic characteristics of water supply systems. Hygiene and Sanitation [Gigiena i Sanitariya]. 2017. No 7. pp. 686-689. DOI: 10.18821/0016-9900-2017-96-7-686-689 (in Russ).
4. On the state of sanitary and epidemiological wellbeing of the population in the Russian Federation in 2017, state report. Moscow: Russian Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing [Rospotrebnadzor], 2018. 268 p. (in Russ).
5. Guidelines for drinking-water quality. 4th ed. Geneva: World Health Organization, 2017. Available at: https://www.who.int/water_sanitation_health/publications/dwq-guidelines-4/ru/ (Accessed Mars 19, 2019). (in Russ).

in Drinking-water: Public health significance. Geneva: World Health Organization, 2009. – Available at: https://www.who.int/water_sanitation_health/publications/publication_9789241563550/en/ (дата обращения: 19.03.2019).

7. Кириллова А.В., Доршакова Н.В., Дуданов И.П. К вопросу о патогенезе гипертонической болезни и ишемической болезни сердца при дефиците потребления кальция и магния в условиях Севера // *Экология человека*. – 2006. – № 1. – С. 3–8.

8. Душкина Е.В., Дударев А.А., Сладкова Ю.Н., Зачинская И.Ю., Чупахин В.С., Гушин И.В. и др. Содержание металлов в водоисточниках и питьевой воде в промышленных городах Мурманской области // *Медицина труда и промышленная экология*. – 2015. – № 2. – С. 29–34.

6. Cotruvo J., Bartram J., eds. Calcium and Magnesium in Drinking-water: Public health significance. Geneva: World Health Organization, 2009. Available at: https://www.who.int/water_sanitation_health/publications/publication_9789241563550/en/ (Accessed Mars 19, 2019).

7. Kirillova A.V., Dorshakova N.V., Dudanov I.P. Pathogenesis of hypertensive disease and ischemic heart disease by calcium and magnesium consumption deficit in northern conditions. *Human Ecology [Ekologiya cheloveka]*. 2006. No 1. pp. 3-8. (in Russ).

8. Doushkina E.V., Dudarev A.A., Sladkova Yu.N., Zachinskaya I.Yu., Chupakhin V.S., Goushchin I.V. et al. Metallic content of water sources and drinkable water in industrial cities of Murmansk region. *Occupational Health and Industrial Ecology [Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya]*. 2015. No 2. pp. 29-34. (in Russ).

Авторы

Ковшов Александр Александрович

ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья»; ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет имени И.И. Мечникова»

Младший научный сотрудник отделения анализа, оценки и прогнозирования

Российская Федерация, 191036, Санкт-Петербург, 2-я Советская улица, дом 4, лит. А

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9453-8431>

Kovshov@s-znc.ru

Новикова Юлия Александровна

ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья»

Младший научный сотрудник отделения анализа, оценки и прогнозирования

Заведующая отделением анализа, оценки и прогнозирования

Российская Федерация, 191036, Санкт-Петербург, 2-я Советская улица, дом 4, лит. А

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4752-2036>

Novikova@s-znc.ru

Федоров Владимир Николаевич

ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья»; ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет имени И.И. Мечникова»

Младший научный сотрудник отделения анализа, оценки и прогнозирования

Научный сотрудник отделения анализа, оценки и прогнозирования

Российская Федерация, 191036, Санкт-Петербург, 2-я Советская улица, дом 4, лит. А

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1378-1232>

Vf1986@mail.ru

Authors

Aleksandr A. Kovshov

North-West Public Health Research Center; North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, St. Petersburg

Junior Researcher of the Analysis, Evaluation and Forecasting Department

2nd Sovetskaya Street 4A, , St. Petersburg Russian Federation 191036

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9453-8431>

Kovshov@s-znc.ru

Yulia A. Novikova

North-West Public Health Research Center

Head of the Analysis, Evaluation and Forecasting Department

2nd Sovetskaya Street 4A, , St. Petersburg Russian Federation 191036

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4752-2036>

Novikova@s-znc.ru

Vladimir N. Fedorov

North-West Public Health Research Center; North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, St. Petersburg

Researcher of the Analysis, Evaluation and Forecasting Department

2nd Sovetskaya Street 4A, , St. Petersburg Russian Federation 191036

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1378-1232>

Vf1986@mail.ru

Тихонова Надежда Андреевна
ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья»
Младший научный сотрудник отделения анализа, оценки и прогнозирования
Лаборант-исследователь отделения анализа, оценки и прогнозирования
Российская Федерация, 191036, Санкт-Петербург, 2-я Советская улица, дом 4, лит. А
ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4895-4009>
Tihonova@s-znc.ru

Nadezhda A. Tikhonova
North-West Public Health Research Center
Assistant Researcher of the Analysis, Evaluation and Forecasting Department
2nd Sovetskaya Street 4A, , St. Petersburg Russian Federation 191036
ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4895-4009>
Tihonova@s-znc.ru