

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2022

Алексеев В.Б., Клейн С.В., Вековщина С.А., Андришунас А.М., Глухих М.В.

Приоритетные факторы нарушения здоровья населения Российской Федерации, ассоциированные с качеством питьевой воды систем централизованного водоснабжения

ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения»
Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 614045, Пермь, Россия

Введение. Важнейшей задачей в сфере формирования санитарно-эпидемиологического благополучия населения является обеспечение его качественной и безопасной в эпидемиологическом отношении питьевой водой.

Цель исследования — выявление и гигиеническая оценка опасных факторов, оказывающих вредное воздействие на здоровье населения при потреблении питьевой воды систем централизованного водоснабжения.

Материал и методы. При проведении исследований использованы данные статистической отчетности Роспотребнадзора (форма № 18) и материалы Федерального информационного фонда социально-гигиенического мониторинга за 2012–2021 гг. Дополнительные случаи заболеваний и смерти, ассоциированные с показателями качества питьевой воды, рассчитывали на основе математического моделирования связей в системе «показатели качества питьевой воды — нарушения здоровья».

Результаты. Показано, что в целом по России на 2021 г. неудовлетворительное качество питьевой воды, включая нарушения гигиенических нормативов ряда показателей, обуславливает порядка 1,54 млн случаев заболеваний. Нарушения здоровья фиксируются по таким классам болезней, как «болезни органов пищеварения», «болезни эндокринной системы», «инфекционные и паразитарные заболевания» и др. К приоритетным факторам, формирующим дополнительные случаи заболеваний и смерти, относятся хлор и его органические производные, ряд металлов: железо, марганец, никель, бор. Существенный вклад в медико-демографические потери вносят микробиологические агенты. Вместе с тем количество случаев заболеваний, детерминированных качеством питьевой воды, в сравнении с 2012 г. сократилось более чем на 14%; число случаев смерти уменьшилось на 6,2%.

Ограничение исследования. К ограничениям исследования следует отнести специфику исходных данных, характеризующих только период 2012–2021 гг., региональный характер выявленных связей состояния здоровья и показателей качества питьевой воды.

Заключение. Приоритетными направлениями улучшения качества питьевой воды являются модернизация водоочистных и водопроводных систем, оптимизация (расширение) перечня мониторируемых параметров воды с учётом уровня заболеваемости и смертности населения по классам болезней, связанных с качеством питьевой воды.

Ключевые слова: качество питьевой воды; здоровье населения; риск для здоровья; дополнительные случаи ассоциированной смертности и заболеваемости; федеральный проект «Чистая вода»

Соблюдение этических стандартов. Для проведения данного исследования не требовалось заключения комитета по биомедицинской этике (исследование выполнено на общедоступных данных официальной статистики).

Для цитирования: Алексеев В.Б., Клейн С.В., Вековщина С.А., Андришунас А.М., Глухих М.В. Приоритетные факторы нарушения здоровья населения Российской Федерации, ассоциированные с качеством питьевой воды систем централизованного водоснабжения. *Здравоохранение Российской Федерации.* 2022; 66(5): 366–374. <https://doi.org/10.47470/0044-197X-2022-66-5-366-374> <https://elibrary.ru/ifmxot>

Для корреспонденции: Глухих Максим Владиславович, мл. науч. сотр. отдела системных методов санитарно-гигиенического анализа и мониторинга ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 614045, Пермь. E-mail: gluhih@fcrisk.ru

Участие авторов: Алексеев В.Б. — концепция и дизайн исследования, редактирование, утверждение окончательного варианта статьи, написание текста; Клейн С.В. — редактирование, утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи, написание текста; Вековщина С.А. — редактирование, утверждение окончательного варианта статьи, написание текста; Андришунас А.М. — сбор и обработка материала, статистическая обработка данных, написание текста; Глухих М.В. — сбор и обработка материала, статистическая обработка данных, написание текста. Все соавторы — утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов в связи с публикацией данной статьи.

Поступила 26.08.2022

Принята в печать 05.09.2022

Опубликована 17.10.2022

© AUTHORS, 2022

Vadim B. Alekseev, Svetlana V. Kleyn, Svetlana A. Vekovshinina, Alena M. Andrishunas, Maxim V. Glukhikh

Associated with the drinking water from centralised drinking water supply systems priority factors for deterioration of health of the population in the Russian Federation

Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies, Perm, 614045, Russian Federation

Introduction. The population should be provided with qualitative drinking water that is also epidemiologically safe. This is the most vital task to solve in securing sanitary-epidemiological welfare of population in any country.

The purpose of the study was to identify harmful factors that affect public health when people consume tap drinking water from centralized supply systems and to perform their hygienic assessment.

Materials and methods. The study involved using data from statistical reports published by Federal Service for Supervision in Protection of the Rights of Consumer and Man Wellbeing (Rospotrebnadzor (Form No. 18)) and data provided by the Federal information fund of social-hygienic monitoring collected in 2012–2021. Additional disease cases and deaths that were associated with water quality were calculated based on mathematical modelling of relationships within the “indicators of water quality — health disorders” system.

Results. The study showed that in 2021 in the Russian Federation as a whole approximately 1.54 million disease cases were caused by poor quality of drinking water including violations of hygienic standards as by certain indicators. Health disorders were registered as per such nosology categories as “diseases of the digestive system”, “endocrine diseases”, “infectious and parasitic diseases” etc. Priority factors that cause additional disease cases and deaths include chlorine and its organic derivatives, some metals such as iron, manganese, nickel, and boron. Microbiological agents also make a substantial contribution to medical and demographic losses. At the same time, a number of disease cases associated with drinking water quality went down by more than 14% against 2012; a number of deaths decreased by 6.2%.

Limitations of the study. Initial data are rather specific since they describe only the period from 2012 to 2021; all the established relationships between health and indicators of water quality have been determined based on regional data.

Conclusion. Improvement of water quality requires implementing several priority activities. Water treatment facilities and pipelines should be modernized; a list of monitored indicators that describe water quality should be optimized (enlarged) considering incidence and mortality among population as per categories of nosologies associated with drinking water quality.

Keywords: *drinking water quality; public health; health risk; additional cases of associated mortality and morbidity; federal project “Clean Water”*

Compliance with ethical standards. No approval by the committee on biomedical ethics was required to accomplish this study (it was based on free available data taken from the official statistical reports).

For citation: Alekseev V.B., Kleyn S.V., Vekovshinina S.A., Andrishunas A.M., Glukhikh M.V. Associated with the drinking water from centralised drinking water supply systems priority factors for deterioration of health of the population in the Russian Federation. *Zdravookhranenie Rossiiskoi Federatsii (Health Care of the Russian Federation, Russian journal)*. 2022; 66(5): 366–374. <https://doi.org/10.47470/0044-197X-2022-66-5-366-374> <https://elibrary.ru/ifmxot> (in Russian)

For correspondence: Maxim V. Glukhikh, fellow junior research Department of Sanitary and Hygienic Analysis and Monitoring Systemic Methods, Perm, 614045, Russian Federation. E-mail: gluhih@crisk.ru

Information about the authors:

Alekseev V.B., <https://orcid.org/0000-0001-5850-7232>

Kleyn S.V., <https://orcid.org/0000-0002-2534-5713>

Vekovshinina S.A., <https://orcid.org/0000-0002-4833-0792>

Andrishunas A.M., <https://orcid.org/0000-0002-0072-5787>

Glukhikh M.V., <https://orcid.org/0000-0002-4755-8306>

Contribution of the authors: *Alekseev V.B.* — research concept and design, editing, approval of the final version of the article. *Kleyn S.V.* — editing, writing the text, approval of the final version of the article, responsibility for the integrity of all parts of the article. *Vekovshinina S.A.* — editing, writing the text, approval of the final version of the article, responsibility for the integrity of all parts of the article, writing the text. *Andrishunas A.M.* — statistical data processing, collection and processing material, writing the text. *Glukhikh M.V.* — statistical data processing, collection and processing material, writing the text. *All authors* are responsible for the integrity of all parts of the manuscript and approval of the manuscript final version.

Acknowledgment. The study had no sponsorship.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Received: August 26, 2022

Accepted: September 05, 2022

Published: October 17, 2022

Введение

Согласно МР 2.1.4.0266–21¹, качественной признаётся питьевая вода, которая безопасна в эпидемиологическом и радиационном отношении, безвредна по химическому составу и органолептически благоприятна, что в большей степени зависит от проведённых мероприятий по водоподготовке и транспортировке с учётом исходных свойств воды (жёсткость, водородный показатель, количество растворённых органических и неорганических веществ) [1]. Установлено, что долевой вклад питьевой воды в покрытие потребности по отдельным микроэлементам (Ca, Mg, Fe и др.), необходимым для жизнедеятельности человека при оптимальных объёмах потребления, может варьироваться в диапазоне 1–20% [2]. Нарушение гигиенических нормативов содержания хлороорганических соединений (тетрахлорэтилен, тетрахлорметан и пр.), соединений металлов (барий, литий, кадмий, свинец, стронций, никель, и т.п.), сульфатов, мышьяка, бора, фтора, некоторых соединений азота (аммиак, нитраты, нитриты), и ряда других веществ может иметь следствием возникновение нарушения здоровья как детского, так и взрослого населения. При этом в наибольшей степени страдают органы системы пищеварения, мочеполовой, эндокринной, сердечно-сосудистой систем. Существуют риски поражения кожи и подкожной клетчатки, возникновения инфекционных и паразитарных заболеваний, других нарушений здоровья [3, 4]. По данным ВОЗ (2020), только 74% мирового населения (5,8 млрд человек) имеют доступ к качественной и безопасной питьевой воде и безопасному рекреационному водопользованию [3]. Значительное число случаев заболеваний можно предотвратить, используя адекватные санитарно-технические средства и лучшие практики водоподготовки [5, 6].

Улучшение состояния систем централизованного водоснабжения и повышение качества воды, подаваемой населению, является стратегической задачей органов государственной власти страны [7–12]. Строительство новых и реконструкция действующих систем хозяйственно-питьевого водоснабжения с использованием наилучших доступных технологий, предусмотренная федеральным проектом «Чистая вода»² (ФП «Чистая вода») национального проекта «Жилье и городская среда», позволяет решить эту проблему. По итогам реализации проекта к концу 2024 г. планируется увеличение доли населения РФ, обеспеченного качественной питьевой водой из систем централизованного водоснабжения, до 90,8%, а городского населения страны — до 99%.

Цель исследования — выявление и гигиеническая оценка опасных факторов, оказывающих вредное воздействие на здоровье населения при потреблении питьевой воды систем централизованного водоснабжения в России.

Материал и методы

В качестве объекта исследования были выбраны параметры качества питьевых вод в 85 субъектах РФ за 2012–2021 гг., а также показатели заболеваемости и смертности населения за этот же период во всех регионах страны.

В ходе исследования для гигиенической оценки качества питьевой воды использовали данные формы феде-

рального статистического наблюдения № 18³ «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации» и Федерального информационного фонда социально-гигиенического мониторинга (далее — ФИФ СГМ) за 2012–2021 гг. Качество питьевой воды оценивали с учётом соответствия основным санитарно-эпидемиологическим требованиям, установленным СанПиН 1.2.3684–21⁴, СанПиН 1.2.3685–21⁵ и МР 2.1.4.0143–19⁶.

Расчёт количества дополнительных случаев заболеваний и смертей населения, ассоциированных с факторами среды обитания, выполняли на основе моделирования зависимостей между показателями качества питьевой воды и здоровья населения за 2012–2021 гг. в соответствии с МР 5.1.0095–14⁷ и Руководством по оценке риска (Р 2.1.10.1920–04). Учитывали только те математические модели, которые соответствовали критериям достоверности и адекватности. Абсолютные и дополнительные случаи смерти и заболеваний вычисляли для отдельных субъектов РФ, в целом для России показатели определяли как сумму показателей регионов.

Результаты

Ежегодно службой Роспотребнадзора в рамках социально-гигиенического мониторинга выполняются сбор и анализ данных о состоянии здоровья населения и среды обитания. Оценка, анализ и прогноз проводятся для задач выявления и параметризации причинно-следственных связей в системе «факторы среды обитания — здоровье населения». Инструментальные исследования качества питьевой воды в целом по стране в течение 2021 г. были выполнены в объёме более 1,905 млн проб. В этом числе — более 353,9 тыс. проб воды источников централизованного питьевого водоснабжения, более 1,300 млн проб воды из распределительной сети, более 63,9 тыс. проб воды источников нецентрализованного водоснабжения (колодцы, каптажи родников).

Вода водопроводов в 2012–2021 гг. характеризовалась снижением доли проб, которые не отвечали санитарно-эпидемиологическим требованиям по

³ Приказ Росстата от 24.12.2019 № 800 «Об утверждении формы федерального статистического наблюдения с указаниями по ее заполнению для организации Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека федерального статистического наблюдения за санитарным состоянием субъекта Российской Федерации».

⁴ Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 28.01.2021 № 3 «Об утверждении санитарных правил и норм СанПиН 1.2.3684–21 «Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий».

⁵ Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 28.01.2021 № 2 «Об утверждении санитарных правил и норм СанПиН 1.2.3685–21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания».

⁶ МР 2.1.4.0143–19. 2.1.4. «Питьевая вода и водоснабжение населённых мест. Методика по оценке повышения качества питьевой воды, подаваемой системами централизованного питьевого водоснабжения. Методические рекомендации» (утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 27.03.2019).

⁷ МР 5.1.0095–14. 5.1. «Государственная санитарно-эпидемиологическая служба России. Организация Госсанэпидслужбы России. Расчет фактических и предотвращённых в результате контрольно-надзорной деятельности экономических потерь от смертности, заболеваемости и инвалидизации населения, ассоциированных с негативным воздействием факторов среды обитания. Методические рекомендации» (утв. Роспотребнадзором 23.10.2014).

¹ МР 2.1.4.0266–21 «Методика по оценке повышения качества питьевой воды, подаваемой централизованными системами водоснабжения». 2021. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_402581/

² Паспорт федерального проекта «Чистая вода». 2021. URL: <https://minstroyrf.gov.ru/docs/140228/>

санитарно-химическим показателям, на 1,96%, по микробиологическим — на 2,09%, по паразитологическим показателям — на 0,06%.

Наиболее неудовлетворительные показатели качества воды были зафиксированы в 2021 г. в республиках Калмыкия и Дагестан, Еврейской автономной области, Тамбовской и Новгородской областях, Ханты-Мансийском автономном округе. В данных субъектах РФ частота нарушения гигиенических нормативов регистрировалась по санитарно-химическим показателям на уровне 50–78%. Следует отметить, что в республиках Тыва, Калмыкия и Дагестан были отмечены и наиболее высокие уровни несоответствия качества воды по микробиологическим показателям — от 8,5 до 24,8% проб.

В целом по стране ряд параметров качества питьевой воды систем централизованного водоснабжения имеют положительную динамику. С 2012 по 2021 г. удельный вес проб, не отвечающих требованиям по санитарно-химическим и микробиологическим показателям к воде распределительной сети, снизился на 4,16% и на 2,03% соответственно. При этом частота нарушения требований по паразитологическим показателям осталась на стабильном уровне (0,10% в 2012 г. и 0,11% в 2021 г.).

К территориям риска нарушения норм содержания в воде распределительной сети химических веществ, нормируемых по санитарно-токсикологическому признаку, в 2021 г. можно отнести республики Калмыкия и Мордовия, а также Новгородскую и Смоленскую области. На этих территориях в 22,23–47,07% проб воды отмечены превышения гигиенических нормативов по данной группе показателей.

Углублённый анализ данных федерального информационного фонда социально-гигиенического мониторинга позволил обосновать перечень химических веществ-компонентов питьевых вод, которые можно отнести к приоритетным в целом по Российской Федерации. К ним относятся хлорорганические соединения (хлороформ, тетрахлорэтилен, тетрахлорметан), металлы и их соединения (кадмий, свинец, никель, медь, железо, марганец), азот и его соединения (аммиак, нитриты, нитраты), сульфаты, мышьяк, бор и пр. Эти вещества формируют до 96,8% нарушений гигиенических нормативов в регионах.

Превышения предельно допустимых концентраций (ПДК) в отношении указанных приоритетных веществ зарегистрированы в пробах питьевой воды, отобранных на территории следующих субъектов Российской Федерации:

- хлорорганические соединения: тетрахлорэтилен, хлороформ, тетрахлорметан (0,74–76,5% проб с превышениями ПДК) — Волгоградская область (76,5%), Республика Карелия (39,1%), Архангельская область (34,2%), Пермский край (30,1%) и др.;
- металлы, в том числе тяжёлые: бор, железо, кадмий, марганец, мышьяк, никель (0,17–86,5% проб с превышением ПДК) — 28–80 субъектов РФ, в том числе Курганская область (86,5%), Московская область (85,0%), Свердловская область (61,8%), Тверская область (57,0%), Тамбовская область (43,3%), Новгородская область (42,9%) и др.;
- аммиак (0,06–38,1% проб с превышением ПДК) — Курганская область (38,1%), Омская область (23,1%), Ханты-Мансийский автономный округ (15,1%) и др. — всего 29 субъектов РФ;
- нитраты (0,1–20,9% проб с превышением ПДК) — Липецкая область (20,9%), Московская область (13,3%), Забайкальский край (10,4%) и др. — всего 38 субъектов РФ;

- нитриты (0,05–1,80% проб с превышением ПДК) — Республика Калмыкия (1,8%), Чеченская Республика (1,7%), Тверская область (1,4%) и др. — всего 6 субъектов РФ;
- сульфаты (0,2–20,8% проб с превышением ПДК) — Республика Калмыкия (20,8%), Ростовская область (17,1%), Самарская область (14,8%) и др. — всего 24 субъекта РФ.

Согласно данным научных исследований [4, 6, 11, 12] и Руководству по оценке риска Р 2.1.10.1920–04⁸ установлено, что повышенное содержание в питьевой воде химических соединений может вызвать развитие неблагоприятных эффектов со стороны мочеполовой, костно-мышечной, эндокринной, нервной, сердечно-сосудистой систем, органов пищеварения, кожных покровов, системы крови и иммунной системы, оказывать негативное влияние на процессы развития организма, репродуктивную систему организма.

К 2021 г. в сравнении с предыдущим периодом отмечено снижение числа случаев смертей, которые обусловлены загрязнением питьевой воды. Снижение составило порядка 6,2% по сравнению с 2012 г. и 2,6% по сравнению с 2018 г.

Количество дополнительных случаев смерти, связанных с неудовлетворительным качеством питьевой воды, в целом по России в 2021 г. у всего населения регистрировалось на уровне 7,6 случая на 100 тыс. населения (0,62% всех смертей).

В целом по России за последнее десятилетие ежегодно порядка 1,2–1,6 млн случаев заболеваний в год вероятностно обусловлены неудовлетворительным качеством питьевой воды. В 2021 г. этот показатель составил порядка 1,5 млн случаев. Нарушения здоровья выражались в заболеваниях органов пищеварения (порядка 556,6 тыс. случаев или 36,1% всех болезней, связанных с водным фактором), мочеполовой системы (412,7 тыс. случаев, или 26,8%), болезней кожи и подкожной клетчатки (217,3 тыс. случаев, или 14,1%); болезни эндокринной системы, расстройства питания и обмена веществ (93,4 тыс. случаев, или 6,0%); новообразования (72,6 тыс. случаев, или 4,7%). Выявлены достоверные связи инфекционных и паразитарных заболеваний с нарушением требований к микробиологическим показателям.

Уровни дополнительной заболеваемости, обусловленной качеством питьевого водоснабжения, в разрезе субъектов РФ показаны на **рис. 1**.

Дополнительные случаи заболеваний всего населения, ассоциированные с качеством питьевой воды, по сравнению с 2012 г. уменьшились более чем на 14% (12,3 случая на 1000 человек).

Наибольшее снижение заболеваемости, вероятностно связанной с качеством питьевой воды, наблюдалось в Камчатском крае, Республиках Адыгея, Коми, Карачаево-Черкесской, Тульской области (темп убыли составил 71,8–95,3%), случаев смерти — в Пермском и Камчатском краях, Тульской области, Республиках Карачаево-Черкесской и Адыгея (темп убыли составил 79,4–93,0%).

Основным фактором, формирующим дополнительные медико-демографические потери страны, является повышенное содержание хлороформа, железа, никеля, бромдихлорметана, бора, мышьяка и пр. К территориям

⁸ Р 2.1.10.1920–04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. 2004. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200037399>

9.8–1069.9
1070–1406.9
1407–3963.5



Рис. 1. Дополнительные случаи заболеваемости населения, ассоциированной с неудовлетворительным качеством питьевой воды в регионах Российской Федерации в 2021 г., на 100 тыс. всего населения.

Fig. 1. Distribution of the Russian Federation constituents in 2021 by the additional morbidity rate of the whole population associated with the poor drinking water quality, per 100 thousand of the entire population.

32.7–79.9
80.0–89.9
90.0–94.9
95.0–100.0
Данные отсутствуют / No available data



Рис. 2. Карта-схема пространственного распределения регионов России по показателю федерального проекта «Чистая вода» «Доля населения, обеспеченного качественной питьевой водой из систем централизованного водоснабжения, %» в 2021 г.

Fig. 2. Map-diagram of the Russian Federation constituents' spatial distribution by the Federal project "Clean Water" indicator "The proportion of the population provided with quality drinking water from centralized water supply systems,%" in 2021.

с наиболее высоким уровнем дополнительных случаев заболеваемости органов пищеварения можно отнести Тверскую, Новгородскую, Тамбовскую, Смоленскую области, Республику Карелия (до 1200,8–1530,7 дополнительных случаев на 100 тыс. населения).

В целом по России в 2021 г. заболеваемость всего населения болезнями мочеполовой системы, которые вероятно обусловлены повышенным содержанием в питьевой воде хлороформа, бромдихлорметана, бора и прочих соединений, формировалась в 81 субъекте РФ — от 14,9 (Республика Северная Осетия — Алания) до 1407,03 (Республика Калмыкия) дополнительных случаев на 100 тыс. населения. К территориям с наиболее высоким уровнем дополнительных случаев болезней мочеполовой системы можно отнести республики Калмыкия, Дагестан, Тамбовскую область, Еврейскую автономную область, Ханты-Мансийский автономный округ (до 1009,6–1407,3 дополнительных случаев на 100 тыс. населения).

Основными факторами, формирующими дополнительную заболеваемость всего населения РФ болезнями кожи и подкожной клетчатки, связанными с неудовлетворительным качеством питьевой воды, являются повышенное содержание мышьяка и железа. Повышенный уровень данных веществ формировался во всех регионах РФ и со-

ставлял от 2,78 (Камчатский край) до 598,9 (Тверская область) дополнительных случаев заболеваний на 100 тыс. населения. К территориям с наиболее высоким уровнем дополнительных случаев заболеваемости органов пищеварения можно отнести Новгородскую, Тамбовскую, Тверскую области, Ханты-Мансийский автономный округ, Республику Карелия (468,1–598,9 дополнительных случаев на 100 тыс. населения).

Наибольший вклад в формирование дополнительных случаев заболеваемости и смертности, ассоциированной с неудовлетворительным качеством воды системы централизованного питьевого водоснабжения, вносят превышения гигиенических нормативов содержания в питьевой воде хлорорганических соединений (хлороформ, тетралорэтилен, тетрахлорметан), металлов и их соединений (кадмий, свинец, никель, медь, железо, марганец), азота и его соединений (аммиак, нитриты, нитраты), сульфатов, мышьяка, бора и пр.

По данным статистической формы № 18 Роспотребнадзора, в 2021 г. качественной питьевой водой было обеспечено более 87,4% населения РФ, что выше уровня 2020 г. (86,54%) на 0,81%. Превышение целевого² значения (86,2%) показателя обеспеченности населения качественной питьевой водой, подаваемой системами централизо-

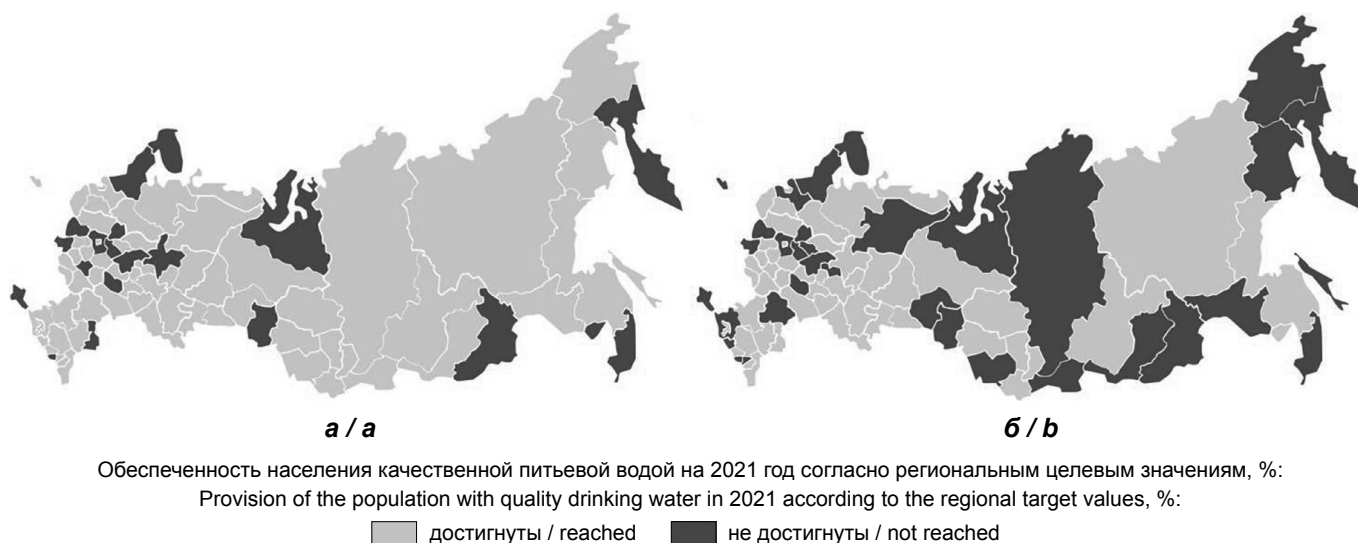


Рис. 3. Карта-схема пространственного распределения регионов России по достижимости показателя федерального проекта «Чистая вода» «Доля населения (а — всего; б — городского), обеспеченного качественной питьевой водой из систем централизованного водоснабжения, %» на 2021 г.

Fig. 3. Map-diagram of the Russian Federation constituents' spatial distribution by the Federal project "Clean Water" attainability indicator "The proportion of the population (a — total; b — urban) provided with quality drinking water from centralized water supply systems, %" in 2021.

Показатели обеспеченности населения РФ качественной питьевой водой в 2021 г.

Indices of the provision with quality drinking water for the population of the Russian Federation in 2021

Субъект РФ Territory	Доля населения, обеспеченного качественной питьевой водой, % The proportion of the population provided with quality drinking water	Заболеваемость населения, ассоциированная с качеством питьевой воды, случаев на 100 тыс. The additional population morbidity associated with drinking water, per 100 thousand people	Смертность населения, ассоциированная с качеством питьевой воды, случаев на 100 тыс. Population mortality associated with drinking water, per 100 thousand people
Еврейская автономная область / Jewish Autonomous Region	62,1	3414,8	24,9
Забайкальский край / Trans-Baikal Territory	44,3	2375,3	21,5
Омская область Omsk Region	88,4	2327,1	15,7
Приморский край / Primorye Territory	81,7	1477,0	12,6
Республика Карелия / Republic of Karelia	66,9	2966,6	25,7
Смоленская область / Smolensk Region	70,2	3040,5	24,9
Ямало-Ненецкий автономный округ Yamal-Nenets Autonomous Area	86,9	1513,2	12,7
Ярославская область / Yaroslavl Region	91,1	1684,4	12,0
Среднее значение по Российской Федерации Average for the Russian Federation	87,3	1054,8	7,6
Среднее значение по 64 субъектам* / Average of 64 subjects	81,8	1275,6	9,2
Среднее значение по 21 субъекту** / Average of 21 subjects	82,9	1293,8	10,3
Среднее значение по 8 субъектам*** / Average of 8 subjects	73,9	2349,9	18,8

Примечание. * — субъекты РФ, достигшие плановых значений обеспеченности населения качественной питьевой водой; ** — субъекты РФ, не достигшие плановых значений обеспеченности населения качественной питьевой водой; *** — субъекты РФ, не достигшие плановых значений обеспеченности населения качественной питьевой водой, с превышением среднероссийских значений заболеваемости и смертности, ассоциированной с качеством питьевой воды.

Note. * — the Russian Federation constituents that have reached the planned values of providing the population with quality drinking water; ** — constituents that have not reached the planned values of providing the population with quality drinking water; *** — constituents that have not reached the planned values of providing the population with quality drinking water, with excess of the average Russian morbidity and mortality rates associated with the drinking water quality.

ванного водоснабжения, на 2021 г. составило 1,15%. В 64 субъектах РФ в 2021 г. были достигнуты значения целевого показателя, определённые для каждого субъекта (рис. 2).

В 21 субъекте РФ значения целевого показателя не достигнуты на 0,01–10,20% (рис. 3).

Дополнительные случаи заболеваемости и смертности, ассоциированные с качеством питьевой воды (9,8–3414,8 и 0,13–25,7 случая на 100 тыс. населения соответственно), формировались в регионах, не достигших значения целевого показателя ФП «Чистая вода» (рис. 1, 3).

На территории 8 из 21 субъекта, не достигших целевого показателя по обеспеченности всего населения качественной питьевой водой, установлены превышения среднероссийских уровней по показателям дополнительной заболеваемости и смертности, обусловленной ненормативным содержанием в питьевой воде химических веществ — 1477,0–3414,8 и 12,0–25,7 случая на 100 тыс. соответственно (Еврейская АО, Омская, Смоленская и Ярославская области, Забайкальский и Приморский края, Республика Карелия, Ямало-Ненецкий автономный округ) (таблица).

По результатам расчётов заболеваемости и смертности, ассоциированной с качеством питьевой воды, установлено, что в большей степени дополнительные нарушения здоровья обусловлены превышением гигиенических нормативов по санитарно-химическим показателям, в том числе по аммиаку, бору, железу, марганцу, мышьяку, нитратам, нитритам, свинцу, сульфатам, хлороформу.

Обсуждение

В ходе исследования получены приоритетные факторы питьевой воды, обуславливающие дополнительные уровни заболеваемости и смертности: санитарно-химические показатели, в том числе аммиак, бор, железо, марганец, мышьяк, нитраты, нитриты, свинец, сульфаты, хлороформ и пр. Негативное влияние данных веществ на здоровье экспонированного населения реализуется через органы/системы мишени в условиях превышения гигиенических нормативов и референтных уровней их содержания в питьевой воде [2, 13–23].

Повышенное содержание химических соединений в питьевых водах, формирующих дополнительные нарушения здоровья, обуславливается комплексом внешних факторов: близость источников водоснабжения к морским прибрежным районам; сбросы сточных вод (промышленных, бытовых); коррозия водопроводящих систем из чугуна, стали, оцинкованного железа; исходные свойства водоисточника чаще подземного происхождения, обусловленные геохимическими и гидрологическими особенностями местности; методы водоподготовки и обеззараживания (хлорид железа, сульфат железа, хлор и др.) [15, 20, 24].

В ряде работ сообщается, что на территории России повышенное содержание некоторых химических соединений связано с естественными геохимическими особенностями. Например, установлено, что содержание бора в питьевой воде подземного происхождения в границах Волго-Камского артезианского бассейна (территории Республик Удмуртия, Татарстан, Мордовия, Кировской и Нижегородской областей) превышает гигиенические нормативы (более 0,5 мг/л) [25–28], при этом на данный момент существуют эффективные методы по очистке воды от данных соединений [29]. Кроме того, на ряде территорий с повышенными уровнями дополнительной ассоциированной с пероральным фактором заболевае-

мости остаётся открытым вопрос оптимизации программ мониторинга за качеством питьевой воды с учётом приоритетных факторов риска, региональных геохимических особенностей, используемых методов водоподготовки и обеззараживания и пр.

Ю.А. Новикова с соавт. предлагают использовать метод оценки риска для здоровья при воздействии неблагоприятных факторов питьевой воды в качестве механизма обоснования эффективности планируемых мероприятий по повышению качества питьевой воды с учётом перспектив развития населённых пунктов, региональных особенностей качества воды водоисточника и использованием результатов расширенных лабораторных исследований [30].

Для оценки эффективности реализуемых мероприятий по повышению качества питьевой воды специалистами Роспотребнадзора разработаны и утверждены методические рекомендации⁹, позволяющие осуществлять совокупную оценку риска здоровью и включать в анализ как качественные, так и количественные характеристики питьевой воды. Данный методический документ позволяет оценивать эффективность мероприятий как на стадии их проектирования, так и в результате реализации, что в конечном итоге минимизирует риски и причиняемый вред здоровью населения, формируемый качеством питьевой воды.

К ограничениям исследования следует отнести: период наблюдения (2012–2021 гг.); набор данных, характеризующих показатели качества питьевой воды. Анализ причинно-следственных связей между состоянием здоровья населения и показателями качества питьевой воды ограничивался региональным уровнем РФ.

Заключение

По результатам исследования показано, что в условиях повсеместного (87,4% населения России) улучшения показателей качества питьевой воды на ряде территорий (21 субъект РФ) не достигаются установленные для них индикаторные значения показателя обеспеченности населения качественной питьевой водой.

Повышенное содержание в питьевой воде хлора и хлорорганических соединений, железа, марганца, никеля, бора, и других соединений формирует порядка 11,04 тыс. дополнительных случаев смерти и 1,54 млн заболеваний (2021 г.). К территориям с повышенным уровнем дополнительных случаев заболеваемости относятся Тамбовская, Тверская, Смоленская и Новгородская области, Еврейская автономная область, Республики Калмыкия и Дагестан, Ханты-Мансийский автономный округ и пр. (до 598,9–1530,7 дополнительных случаев на 100 тыс. населения).

Обеспечение населения питьевой водой, удовлетворяющей нормируемым требованиям качества, является важнейшим стратегическим направлением социально-экономического развития страны, определяющим здоровье нации и качество жизни граждан. Приоритетными направлениями в данной области могут являться модернизация водоочистных и водопроводных систем, оптимизация (расширение) перечня мониторируемых показателей с учётом гидрологических и геохимических свойств водоисточников, в том числе по показателям, в наибольшей степени обуславливающим уровни заболеваемости и смертности, ассоциированной с качеством питьевой воды.

⁹ МР 2.1.4.0289–22 «Комплексная оценка эффективности мероприятий по повышению качества питьевой воды централизованных систем водоснабжения».

ЛИТЕРАТУРА

(п.п. 2, 3, 14, 15, 18–20, 28 см. References)

1. Соловьев М.Ю., Конченко А.В., Курашвили О.М., Михеева И.В. Влияние качества питьевой воды на состояние здоровья населения городов Ростовской области. *Здоровье населения и среда обитания – ЗНиСО*. 2009; (3): 44–6.
4. Зайцева Н.В., Май И.В., Клейн С.В., Седусова Э.В. Опыт установления и доказывания вреда здоровью населения вследствие потребления питьевой воды, содержащей продукты гиперхлорирования. *Здоровье населения и среда обитания – ЗНиСО*. 2015; (12): 16–8.
5. Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2021 году»; 2022.
6. Зайцева И.В., Клейн С.В., Вековщина С.А., Никифорова Н.В. Приоритетные факторы риска питьевой воды систем централизованного питьевого водоснабжения, формирующие негативные тенденции в состоянии здоровья населения. В кн.: Попова А.Ю., Зайцева Н.В., ред. «Анализ риска здоровью – 2020» совместно с международной встречей по окружающей среде и здоровью Rise-2020 и круглым столом по безопасности питания. *Материалы X всероссийской научно-практической конференции с международным участием. В 2-х томах*. Пермь, 2020: 491–8.
7. Розенталь О.М., Александровская Л.Н. Риск-ориентированный подход к оценке качества воды источников питьевого водоснабжения. *Гигиена и санитария*. 2019; 98(5): 563–9. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2019-98-5-563-569>
8. 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): 4–14.
9. Тулакин А.В., Плитман С.И., Амлеева Г.П., Пивнева О.С. Риск-ориентированный надзор, как основа обеспечения безопасности питьевой воды: Проблемы и возможности. *Прикладные информационные аспекты медицины*. 2018; (3): 28–31.
10. Нefeldова Е.Д., Хьямяйнен М.М., Ковжаровская И.Б., Шевчик Г.В. Риск-ориентированный подход к организации контроля качества питьевой воды. *Водоснабжение и санитарная техника*. 2018; (3): 5–9.
11. Кузнецов К.С., Белкина А.А., Ядрова А.А. Оценка качества питьевой воды, подаваемой из централизованных систем водоснабжения в г. Москва (Россия). *Международный студенческий научный вестник*. 2018; (4-4): 681–5.
12. Зайцева Н.В., Сбоев А.С., Клейн С.В., Вековщина С.А. Качество питьевой воды: факторы риска для здоровья населения и эффективность контрольно-надзорной деятельности Роспотребнадзора. *Анализ риска здоровью*. 2019; (2): 44–55. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2019.2.05>
13. Барышников Г.Я., Слажнева С.С., Сотников П.В. Распространение подземных вод с повышенным содержанием бора в Алтайском крае. *Вестник Московского университета. Серия 5. География*. 2019; (1): 97–9.
16. ВОЗ. Вопросы питания. Дефицит микроэлементов. Железодефицитная анемия. Доступно: <https://apps.who.int/nutrition/topics/ida/ru/index.html>
17. Литвиненко И.В., Красаков И.В., Труфанов А.Г. Церебральные нарушения обмена железа как основа развития и прогрессирования нейродегенеративных заболеваний. *Вестник Российской Военно-медицинской академии*. 2018; (S3): 68–78.
21. Егорова Н.А., Канатникова Н.В. Влияние железа в питьевой воде на заболеваемость населения г. Орла. *Гигиена и санитария*. 2017; 96(11): 1049–53. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-11-1049-1053>
22. Суриц О.В., Христофорова Н.К., Копылов П.В., Бондарева Д.Г. Оценка содержания железа и марганца в питьевых водах Еврейской автономной области. *Здоровье населения и среда обитания – ЗНиСО*. 2014; (4): 24–6.
23. Ковальчук В.К. Оценка фактического потребления железа подростковым населением в регионе с повышенным содержанием железа в питьевой воде. *Экология человека*. 2015; (5): 8–13. <https://doi.org/10.17816/humeco17020>
24. Бондарева Д.Г. Влияние природных и антропогенных факторов на повышенную концентрацию железа в питьевых водах Еврейской автономной области. *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*. 2009; 11(1-6): 1123–6.
25. Закутин В.П., Вавичкин А.Ю. Основные особенности геохимии бора в пресных подземных водах. *Геоэкология. Инженерная геология, гидрогеология, геокриология*. 2010; (1): 30–9.
26. Анисимов И.С., Малькова И.Л. Некондиционные подземные питьевые воды Кезского района Удмуртской Республики как фактор риска здоровью населения. *Вестник Удмуртского университета. Серия «Биология. Науки о Земле»*. 2018; 28(4): 384–91.

27. Михайличенко К.Ю., Коршунова А.Ю., Курбатова А.И. Интегральная оценка качества питьевой воды централизованных систем водоснабжения. *Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности*. 2014; (4): 99–106.
29. Алексеев Л.С., Ивлева Г.А., Аль-Амри З. Очистка подземных вод питьевого назначения от бора. *Вестник МГСУ*. 2011; (8): 312–5.
30. Новикова Ю.А., Федоров В.Н., Тихонова Н.А., Алентьева О.С., Мясников И.О. Качество питьевой воды: временные отступления от гигиенических нормативов. *Здоровье населения и среда обитания – ЗНиСО*. 2021; (9): 33–9. <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2021-29-9-33-39>

REFERENCES

1. Solovev M.Yu., Konchenko A.V., Kurashvili O.M., Mikheeva I.V. The influence of drinking water quality on the health status of the population of the cities of the Rostov region. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya – ZNiSO*. 2009; (3): 44–6. (in Russian)
2. WHO. Nutrients in drinking water; 2005. Available at: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/43403>
3. WHO. Global Water, Sanitation and Hygiene – Annual report; 2020. Available at: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240033085>
4. Zaytseva N.V., May I.V., Kleyn S.V., Sedusova E.V. An experience of establishing and proving of harm to the public health caused by consumption of drinking water containing hyperchlorination products. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya – ZNiSO*. 2015; (12): 16–8. (in Russian)
5. State report «On the state of sanitary and epidemiological welfare of the population in the Russian Federation in 2021»; 2022.
6. Zaytseva I.V., Kleyn S.V., Vekovshchina S.A., Nikiforova N.V. Priority risk factors for drinking water in centralized drinking water supply systems that form negative trends in the state of public health. In: Popova A.Yu., Zaytseva N.V., eds. «Health Risk Analysis – 2020» in Conjunction with the International Meeting on Environment and Health Rest 2020 and the Round Table on Food Safety. *Materials of the X All-Russian Scientific and Practical Conference with International Participation. In 2 Volumes [«Анализ риска здоровью – 2020» совместно с международной встречей по окружающей среде и здоровью Rise-2020 и круглым столом по безопасности питания. Материалы X Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. В 2-х томах]*. Perm'; 2020: 491–8. (in Russian)
7. Rozental O.M., Aleksandrovskaia L.N. Risk-oriented approach to the quality assessment of water sources of drinking water supply. *Gigiena i Sanitariia (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2019; 98(5): 563–9. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2019-98-5-563-569> (in Russian)
8. Onishchenko G.G. Health risk assessment and management as an effective tool to solve issues to ensure the health and epidemiological well-being of the Russian Federation population. *Analiz riska zdorov'yu*. 2013; (1): 4–14. (in Russian)
9. Tulakin A.V., Plitman S.I., Ampleeva G.P., Pivneva O.S. The risk-oriented supervision of drinking water: problems and possibilities. *Prikladnye informatsionnye aspekty meditsiny*. 2018; (3): 28–31. (in Russian)
10. Nefeldova E.D., Khyamyaynen M.M., Kovzharovskaya I.B., Shevchik G.V. Risk-oriented approach to the arrangement of drinking water quality control. *Vodospabzhenie i sanitarnaya tekhnika*. 2018; (3): 5–9. (in Russian)
11. Kuznetsov K.S., Belkina A.A., Yadrova A.A. Assessment of the quality of drinking water supplied from centralized water supply systems in Moscow (Russia). *Mezhdunarodnyy studencheskiy nauchnyy vestnik*. 2018; (4-4): 681–5. (in Russian)
12. Zaytseva N.V., Sboev A.S., Kleyn S.V., Vekovshchina S.A. Drinking water quality: health risk factors and efficiency of control and surveillance activities by Rospotrebnadzor. *Analiz riska zdorov'yu*. 2019; (2): 44–55. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2019.2.05>.eng (in Russian)
13. Baryshnikov G.Ya., Slazhneva S.S., Sotnikov P.V. Distribution of underground water with high boron concentrations in the Altai territory. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 5. Geografiya*. 2019; (1): 97–9. (in Russian)
14. Igra A.M., Harari F., Lu Y., Casimiro E., Vahter M. Boron exposure through drinking water during pregnancy and birth size. *Environ. Int*. 2016; 95: 54–60. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2016.07.017>
15. Boron in Drinking-water. Background document for development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality; 2009. Available at: https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/70170/WHO_HSE_WSH_09.01_2_eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y
16. WHO. Nutrition topics. Micronutrient deficiencies. Iron deficiency anaemia. Available at: <https://apps.who.int/nutrition/topics/ida/ru/index.html> (in Russian)

17. Litvinenko I.V., Krasakov I.V., Trufanov A.G. Cerebral disorders of iron metabolism as a basis for the development and progression of neurodegenerative diseases. *Vestnik Rossiyskoy VoЕННО-meditsinskoy akademii*. 2018; (S3): 68–78. (in Russian)
18. Dev S., Babitt J.L. Overview of iron metabolism in health and disease. *Hemodial. Int.* 2017; 21(Suppl. 1): S6–S20. <https://doi.org/10.1111/hdi.12542>
19. Andrews N.C. Iron metabolism: iron deficiency and iron overload. *Annu. Rev. Genomics. Hum. Genet.* 2000; 1: 75–98. <https://doi.org/10.1146/annurev.genom.1.1.75>
20. Iron in Drinking-water. Background document for development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality; 2003. Available at: https://cdn.who.int/media/docs/default-source/wash-documents/wash-chemicals/iron-bd.pdf?sfvrsn=8bde1f09_4
21. Egorova N.A., Kanatnikova N.V. Effect of iron in drinking water on the morbidity rate in the population of the city of Orel. *Gigiena i Sanitaria (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2017; 96(11): 1049–53. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-11-1049-1053> (in Russian)
22. Surits O.V., Khristoforova N.K., Kopylov P.V., Bondareva D.G. Assessment of iron and manganese content in drinking-water of Jewish autonomous region. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya – ZNiSO*. 2014; (4): 24–6. (in Russian)
23. Kovalchuk V.K. Estimation of actual iron consumption by adolescent population in region with high content of iron in drinking water. *Ekologiya cheloveka*. 2015; (5): 8–13. <https://doi.org/10.17816/humeco17020> (in Russian)
24. Bondareva D.G. Influence of natural and anthropogenous factors on the raised iron concentration of drinking water in Jewish autonomous region. *Izvestiya Samarского nauchnogo tsentra Rossiyskoy akademii nauk*. 2009; 11(1-6): 1123–6. (in Russian)
25. Zakutin V.P., Vavichkin A.Yu. The main geochemical speciics of boron in fresh groundwater. *Geoekologiya. Inzhenernaya geologiya, gidrogeologiya, geokriologiya*. 2010; (1): 30–9. (in Russian)
26. Anisimov I.S., Malkova I.L. Sub-standard underground drinking waters of the kezsky district of the udmurt republic as a risk factor to the population health. *Vestnik Udmurtskogo universiteta. Seriya «Biologiya. Nauki o Zemle»*. 2018; 28(4): 384–91. (in Russian)
27. Mikhaylichenko K.Yu., Korshunova A.Yu., Kurbatova A.I. Integrated assessment of drinking water quality of water supply systems. *Vestnik Rossiyskogo universiteta druzhby narodov. Seriya: Ekologiya i bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti*. 2014; (4): 99–106. (in Russian)
28. Kleyn S.V., Zaitseva N.V., May I.V., Glukhikh M.V., Aristov V.A. The influence of natural geochemical provinces on the drinking water quality and the public health risk formation. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: III International Scientific Conference: AGRITECH-III-2020: Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies, Volgograd, Krasnoyarsk, June 18–20, 2020. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. – Volgograd, Krasnoyarsk: Institute of Physics and IOP Publishing Limited*. 2020; 62081. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/548/6/062081>
29. Alekseev L.S., Ivleva G.A., Al'-Amri Z. Purification of underground potable waters from boron. *Vestnik MGSU*. 2011; (8): 312–5. (in Russian)
30. Novikova Yu.A., Fedorov V.N., Tikhonova N.A., Alenteva O.S., Myasnikov I.O. Drinking water quality: temporary deviations from hygienic standards. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya – ZNiSO*. 2021; (9): 33–9. <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2021-29-9-33-39> (in Russian)