

© РАХМАНИН Ю.А., ОНИЩЕНКО Г.Г., 2022

Читать
онлайн
Read
onlineРахманин Ю.А.¹, Онищенко Г.Г.²

Гигиеническая оценка питьевого водоснабжения населения Российской Федерации: проблемы и пути рационального их решения

¹Научно-исследовательский институт экологии человека и гигиены окружающей среды имени А.Н. Сысина ФГБУ «Центр стратегического планирования и управления медико-биологическими рисками здоровья» ФМБА России, 119121, Москва, Россия;

²ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова» Министерства здравоохранения российской федерации (Сеченовский Университет), 119991, Москва, Россия

Введение. Вопросы качества воды и санитарной охраны водоёмов Российской Федерации постоянно находятся в зоне повышенного внимания учёных и специалистов практического направления.

Цель работы – гигиеническая оценка и определение путей улучшения питьевого водоснабжения населения в Российской Федерации.

Материалы и методы. Анализ материалов ежегодных государственных докладов о состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения, данных литературы, диссертационных и собственных исследований, разработка предложений по улучшению питьевого водоснабжения населения.

Результаты. Представлена гигиеническая оценка современного состояния водоснабжения населения и соответствия воды основным критериям, показателям и нормативным параметрам водно-санитарного законодательства страны. Отмечены актуальные проблемы и меры улучшения качества водоисточников и воды, используемой в хозяйственно-питьевых целях. Обозначены направления совершенствования федеральных законов и технических регламентов Евразийского экономического союза в области обеспечения населения высококачественной питьевой водой. Рассмотрены терминологические, понятийные и сущностные аспекты оценки питьевой воды как основного по массе потребления продукта питания населения.

Заключение. Несмотря на высокий уровень отечественного водного законодательства, необходимо постоянное его совершенствование с учётом следующих обстоятельств. С одной стороны, вода – единственная чистящая жидкость на планете, следовательно, является накопителем всех загрязнений, поступающих в окружающую среду. С другой стороны, это самый значимый по среднесуточной массе потребления продукт питания, качество и безопасность которого в значительной мере определяют здоровье человека.

Ключевые слова: питьевая вода; гигиенические критерии; показатели и нормативы качества воды; технологии водообработки; здоровье населения; водоочистные устройства; упакованная вода; функциональная вода

Соблюдение этических стандартов. Исследование не требует представления заключения комитета по биомедицинской этике или иных документов.

Для цитирования: Рахманин Ю.А., Онищенко Г.Г. Гигиеническая оценка питьевого водоснабжения населения Российской Федерации: проблемы и пути рационального их решения. *Гигиена и санитария*. 2022; 101(10): 1158–1166. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2022-101-10-1158-1166> <https://elibrary.ru/hkiarc>

Для корреспонденции: Рахманин Юрий Анатольевич, доктор мед. наук, профессор, академик РАН, РАЕН, заслуженный деятель науки Евразийского экономического союза, главный научный сотрудник ФГБУ «ЦСП» ФМБА России, 119121, Москва. E-mail: awme@mail.ru

Участие авторов: Рахманин Ю.А. – генерация идеи исследования, проведение поисково-аналитической работы и написание текста статьи; Онищенко Г.Г. – дизайн исследования и редактирование текста статьи. Все соавторы – ответственность за целостность всех частей, утверждение окончательного варианта статьи.

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

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Поступила: 15.08.2022 / Принята к печати: 3.10.2022 / Опубликовано: 23.10.2022

Yuri A. Rakhmanin¹, Gennadiy G. Onischenko²

Hygienic assessment of drinking water supply of the population of the Russian Federation: problems and the way their rational decision

¹Centre for Strategic Planning of FMBA of Russia, Moscow, 119121, Russian Federation;

²I.M. Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation (Sechenov University), Moscoow, 119991, Russian Federation

Introduction. The issues of the water quality and sanitary protection of water bodies in the Russian Federation are constantly in the zone of increased scientific and practical attention.

The purpose of the work is a hygienic assessment and determination of ways to improve the drinking water supply of the population in the Russian Federation.

Materials and methods. Analysis of materials from annual state reports on the state of sanitary and epidemiological well-being of the population, data literature, dissertation, and own researches, development of proposals for improving the drinking water supply of the population.

Results. A hygienic assessment of the current state of the water supply of the population is presented in terms of the compliance of water with the main criteria, indicators, and regulatory parameters of the water and sanitary legislation of the country is presented. Updated problems and measures to improve the quality of water sources and water used for household and drinking purposes are noted. The problematic issues of improving federal laws and technical regulations of the Eurasian Economic Union in the field of providing the population with high-quality drinking water are outlined. The terminological, conceptual and essential aspects of the assessment of drinking water as the main food product in terms of the mass consumption of the population are considered.

Conclusion. Despite the high level of domestic water legislation, it is necessary to constantly improve it, understanding that water, on the one hand, is the only cleaning liquid on the planet, which is why it is the accumulator of all pollution entering the environment, and, on the other hand, is the most significant according to the average daily mass of consumption, a food product that affects health to the extent that a person spoils it.

Keywords: drinking water; hygienic criteria; indicators and regulations water quality; technology of water treatment; the health of the population; device for water purification; packed water; functional water

Compliance with ethical standards. Research does not require the submission of a biomedical ethics committee opinion or other documents.

For citation: Rakhmanin Yu.A., Onishchenko G.G. Hygienic assessment of drinking water supply of the population of the Russian Federation: problems and ways of their rational decision. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2022; 101(10): 1158-1166. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2022-101-10-1158-1166> <https://elibrary.ru/hkiarc> (In Russian)

For correspondence: Yuri A. Rakhmanin, MD, PhD, DSci., chief researcher of the Centre for Strategic Planning and Management of Biomedical Health Risks of the Federal Medical Biological Agency of Russia, Moscow, 119121, Russian Federation. E-mail: awme@mail.ru

Information about the authors:

Rakhmanin Yu.A., <https://orcid.org/0000-0003-2067-8014> Onishchenko G.G., <https://orcid.org/0000-0003-0135-7258>

Contribution: Rakhmanin Yu.A. – generation of the idea of research, carrying out search and analytical work, text writing. Onishchenko G.G. – design of the research, text editing. All authors are responsible for the integrity of all parts of the manuscript and approval of the manuscript final version.

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

Acknowledgement. The study had no sponsorship.

Received: August 15, 2022 / Accepted: October 3, 2022 / Published: October 23, 2022

Введение

Вопросы качества воды и санитарной охраны водоёмов Российской Федерации постоянно находятся в зоне повышенного внимания учёных и специалистов практического направления, включаются в ежегодные государственные доклады о санитарно-эпидемиологическом благополучии населения, для их решения принимались федеральные целевые программы «Питьевая вода», «Возрождение Волги», «Чистая вода». Улучшение качества воды, как правило, связывается с выявлением водообусловленных экологических угроз, совершенствованием технологий водообработки и водоохранного законодательства, мировыми тенденциями развития системы контроля качества воды и выявления водообусловленных воздействий на здоровье населения. Всё это определяет необходимость периодического осмысления текущего состояния и путей улучшения качественного и количественного водообеспечения населённых мест с учётом особенностей нормативной базы контроля качества воды в различных странах в зависимости от подходов к её регламентированию и характера водопользования (см. таблицу).

Цель работы – гигиеническая оценка и определение путей улучшения питьевого водоснабжения населения в Российской Федерации.

Материалы и методы

Анализ материалов ежегодных государственных докладов о состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения, данных литературы, диссертационных и собственных исследований, разработка предложений по улучшению питьевого водоснабжения населения.

Результаты

С начала 1990-х годов в Российской Федерации наряду с централизованным коммунальным водоснабжением стало интенсивно развиваться производство и свободная продажа упакованных питьевых вод, для которых помимо четырёх общепринятых критериев качества (благоприятность органолептических свойств, безвредность химического состава, эпидемическая и радиационная безопасность) были научно обоснованы два дополнительных критерия (физиологическая полноценность макро- и микроэлементного солевого состава и стабильность качества при длительном хранении) [1], а по ряду показателей, определяющих безвредность химического состава воды, нормативные величины были в той или иной мере значительно ужесточены [2].

Виды нормативов химических веществ в воде водных объектов в разных странах

Types of standards for chemicals in the water of water bodies in different countries

Вид норматива Type of standard	Страна Country	Охраняемый объект Protected object
Для хозяйственно-питьевого водоснабжения For domestic and drinking water supply	Все страны All countries	Человек Human
Для рекреации For recreation	ВОЗ, США, Канада, Россия WHO, USA, Canada, Russia	Человек Human
Для «водной жизни» For "aquatic life"	ЕС, США, Германия, Канада, Нидерланды EU, USA, Germany, Canada, Netherlands	Водная биота → рыба → человек Aquatic biota → fish → human
Для профессионального и спортивного рыболовства For professional and sport fishing	Германия, США Germany, USA	Человек Human
Для рыбохозяйственных целей For fishery purposes	Россия Russia	Промысловые рыбы Commercial fish
Для воды, используемой в сельскохозяйственных целях (орошение, животноводство) For water used for agricultural purposes (irrigation, animal husbandry)	Россия, Канада Russia, Canada	Растения → человек ← животные Plants → human ← animals

Эти изменения в мировой практике впервые были утверждены Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации Г.Г. Онищенко в 2000 г.¹, юридически закреплены в СанПиН 2.1.4.1116–02 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды, расфасованной в ёмкости. Контроль качества»² и в Методических указаниях по их внедрению и применению (МУ 2.1.4.1184–2002)³ с дифференциацией упакованных питьевых вод по трём категориям качества: первой категории, высшей категории и для детского питания. В 2010 г. эти принципиальные изменения утверждены решением Комиссии Таможенного союза в виде «Единых санитарно-эпидемиологических и гигиенических требований к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю)» [3].

В 2001 г. был модернизирован и основополагающий документ, регламентирующий питьевое водообеспечение населения в Российской Федерации, – СанПиН 2.1.4.1074–01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества»⁴ (взамен СанПиН 2.1.4.559–96), дополненный показателями десяти органических веществ – побочных продуктов дезинфекции воды сильными окислителями (хлором, озоном), вошедший в 2021 г. в единые СанПиН 2.1.3685–21⁵.

Характеризуя текущее состояние питьевого обеспечения населения Российской Федерации, необходимо отметить, что по мировым запасам пресноводных ресурсов Россия и Бразилия занимают первые два места в мире. Поэтому, несмотря на неравномерность их распределения (80% в азиатской части, где проживает менее 1/5 населения, и 20% в европейской части, где сосредоточено более 4/5 населения), водообеспеченность населения находится на достаточном уровне для успешного экономического развития. Общее число подземных и поверхностных источников централизованного питьевого водоснабжения составило в 2021 г. 92 101 [4]. Вместе с тем проблемным вопросом для отдельных регионов является не столько относительная ограниченность водных ресурсов, сколько их загрязнения (химическое и биологическое), которые, по данным М. Фешбаха [5], в открытых водоисточниках могут превышать установленные для них предельно допустимые концентрации (ПДК) по отдельным веществам в 100 и более раз, а число очагов загрязнения подземных источников водоснабжения из расчёта на 1 млн городского населения может достигать 40–86. Согласно [4], за последние 10 лет доля поверхностных водоисточников, не соответствующих гигиеническим требованиям, увеличилась на 11% и достигла 38,9% от общего их числа. Примерно на столько же сократилась доля не соответствующих гигиеническим

требованиям используемых подземных источников, число которых в целом значительно больше, чем поверхностных.

Наиболее неблагоприятная ситуация отмечалась в республиках Дагестан, Карелия, Калмыкия. При этом на долю проб с химическим загрязнением поверхностных водоисточников приходилось 25,2%, с микробным – 13,8%, а подземных – около 26% по химическому и 2,54% – по микробному загрязнению. В наименьшей степени выявлялось паразитарное загрязнение по всем водоисточникам – на уровне 0,43%. Таким образом, химическое загрязнение водоисточников по-прежнему остаётся доминирующим. Основными источниками загрязнения водоёмов являются сточные воды промышленных и сельскохозяйственных производств (см. рисунок).

Учитывая, что причиной 2/3 смертей населения являются хронические неинфекционные заболевания, учёт стремительно нарастающего химического прессинга заслуживает особого внимания. По данным CAS Registry (США), ежегодный прирост перечня вновь регистрируемых в этом кадастре химических веществ (ХВ) в период с 1957 по 1965 г. находился на уровне 300 тыс. ХВ, с 1976 по 1990 г. – 670 тыс. ХВ, с 1991 по 2005 г. – 1 млн ХВ, с 2006 по 2015 г. – 7,5 млн ХВ, в настоящее время достиг примерно 10 млн ХВ в год, а общее число ХВ в Регистре превысило 200 млн. При этом практически каждое тысячное ХВ вводится в хозяйственную деятельность. По данным ВОЗ, в 2011 г. воздействие отдельных химических веществ, находящихся в окружающей и производственной среде, обусловило в мировом масштабе 4,9 млн случаев смерти (8,3% от общего числа) и 86 млн утраченных в результате смертности и инвалидности лет жизни [6].

К одной из основных причин неудовлетворительного состояния источников централизованного питьевого водоснабжения относится отсутствие зон их санитарной охраны, снизившееся в последние десятилетия более чем на 2% (до 9,24%) для подземных водоисточников и практически вернувшееся к прежнему уровню 30,6% при некотором (на 2–5%) снижении в промежуточный период – для поверхностных водоисточников [7]. При этом, как отмечалось в работе Л.Ф. Кирьяновой [8], для больших поверхностных водоёмов (водохранилищ) наиболее значительным источником загрязнения по сравнению с недостаточно очищенными сточными водами являются осадки диффузного химического загрязнения атмосферного воздуха за счёт массивных выбросов из труб промышленных предприятий в атмосферу. Существенным вторичным источником химического загрязнения водохранилищ могут быть и донные отложения, образующиеся в результате более интенсивно протекающих процессов седиментации взвешенных частиц при значительных замедлениях скорости течения речного стока в зарегулированных водотоках.

С начала XXI столетия в Российской Федерации стала проявляться и проблема колонизации проточных водоёмов синезелёными водорослями (цианобактериями), особенно интенсивно развивающимися в летний период (июль – август) [9], что связано не только с определённым потеплением климата, затронувшим 2-й и 3-й климатические пояса, но и со значительным загрязнением поверхностного водостока органическими веществами. На проблему комплексного биологического и химического загрязнения воды в нижнем течении рек (р. Дон и Цимлянское водохранилище) было указано и в докторской диссертации П.В. Журавлёва [10].

Таким образом, мероприятия по санитарной охране водоёмов, в первую очередь питьевых водоисточников, в настоящее время приобретают особую актуальность. Это связано и с недостаточными, к сожалению, технологическими возможностями улучшения качества воды в процессе её водоподготовки в системах централизованного водоснабжения. Так, например, анализ эффективности очистки воды около 100 крупных городов показал, что при традиционных системах водообработки (коагуляция, отстаивание, фильтрация, обеззараживание хлором)

¹ Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 11 июля 2000 г. № 5 «О коррекции качества питьевой воды по содержанию биогенных элементов».

² Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 19 марта 2002 г. № 12 «О введении в действие санитарно-эпидемиологических правил и нормативов «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды, расфасованной в ёмкости. Контроль качества. СанПиН 2.1.4.1116–02» (с изменениями и дополнениями).

³ Методические указания МУ 2.1.4.1184–03 «Методические указания по внедрению и применению санитарно-эпидемиологических правил и нормативов СанПиН 2.1.4.1116–02 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды, расфасованной в ёмкости. Контроль качества» (утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 15 января 2003 г.) (с изменениями и дополнениями).

⁴ Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 26.09.2001 № 24 «О введении в действие Санитарных правил» («СанПиН 2.1.4.1074–01. 2.1.4. Питьевая вода и водоснабжение населённых мест. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы»).

⁵ Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 28 января 2021 г. № 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».



Основные виды и загрязнения водоисточников от промышленных и сельскохозяйственных производств.

The main types and pollution of industrial and agricultural production.

влияние на солевой состав воды, включая содержание тяжёлых металлов, практически отсутствует, может быть недостаточным и в отношении вирусного и паразитарного загрязнения, цветности и мутности воды и даже приводит к образованию в воде в результате её обеззараживания сильными окислителями (хлор, озон) многих, в том числе опасных в мутагенном и канцерогенном отношении побочных продуктов дезинфекции (хлороформа, тригалометанов, формальдегида и др.) [11, 12].

Достаточно часто отмечается также несоответствие качества подаваемой населению воды санитарно-эпидемиологическим требованиям из-за отсутствия необходимого комплекса очистных сооружений или обеззараживающих установок: в 17 субъектах Российской Федерации – на 21–71% водопроводных станций, 6 субъектах – на 23–50% станций соответственно [4]. В целом же по той или иной причине в 2021 г. не соответствовало гигиеническим нормативам по санитарно-химическим показателям около 15,8% проанализированных проб воды из водопроводов (наихудшие показатели в Республике Калмыкия, Тамбовской области, Еврейской автономной области), с основной, в 2–3 раза более высокой, долей пахучих химических веществ, а также с ростом доли проб воды с санитарно-токсикологическим лимитирующим показателем вредности – на территории 41 субъекта Российской Федерации, по микробиологическим – 1,9% (наихудшие показатели отмечены в республиках Ингушетия, Тыва, Еврейской автономной области), по паразитологическим – 0,04%.

По данным Росгидромета, к регионам с наибольшим количеством случаев экстремально и высокоопасных загрязнений водоёмов за период 2008–2021 гг. относились Свердловская (12 270 случаев), Московская (7495 случаев) и Челябинская (4110 случаев) области и далее в убывающем порядке до 1 тыс. случаев: Нижегородская, Мурманская и Новосибирская области, Пермский, Приморский и Хабаровский края. Согласно сведениям РИА Новости, к числу водоёмов с наибольшим числом случаев загрязнений в 2021 г. относились: Волга (925 случаев), Обь (792), Енисей (141), Амур (127), Днепр (121) и далее по убывающей: Урал (57), Терек (43), Печора (32), Дон (27), Колыма (11 случаев).

Согласно [4], к наиболее неблагоприятным субъектам Российской Федерации по качеству питьевой воды в централизованных системах водоснабжения с превышениями ПДК веществ I и II классов опасности, в том числе более 5 ПДК, в 2021 г., относились Волгоградская, Вологодская, Московская, Новгородская области и Республика Карелия. Превышение ПДК железа в питьевой воде в 2–3 раза отмечено в Еврейской автономной области, Тверской, Курганской, Новгородской, Томской областях, Ханты-Мансийском автономном округе. Превышения нормативов по содержанию лития обнаруживали в Свердловской и Калужской областях, Республике Чувашия; марганца – в Костромской и Томской областях, Республике Карелия; стронция – в Калужской, Московской и Тульской областях; хлороформа – в Республике Крым и Псковской области. Доля проб, в которых были обнаружены патогенные бактерии, от общего количества не соответствовавших гигиеническим нормативам по микробиологическим показателям, в последние 10 лет находилась в пределах 0,03–0,27%. В отдельных субъектах Российской Федерации были зафиксированы вспышки острых ОКИ водного характера.

Преимущественно несоответствие качества воды отмечалось по показателям повышенной жёсткости и содержания железа. В ряде случаев, например, по Центральному федеральному округу, включающему 18 субъектов, выявлялось несоответствие ещё и по таким показателям, как повышенное содержание аммонийного азота, марганца, нитритов, нитратов, бора, фтора, сульфатов, хлоридов, магния, кадмия, свинца, стронция, алюминия, лития, сероводорода, фосфатов [12], что свидетельствует о необходи-

мости совершенствования средств очистки воды не только от органических соединений, но и от наиболее распространённых солевых компонентов, особенно характерных для подземных водоисточников.

Гигиеническому нормированию допустимого содержания химических веществ в питьевой воде в Российской Федерации уделяется большое внимание: научно обоснованы ПДК для более 1500 ХВ, ориентировочные допустимые уровни (ОДУ) – для более 400 ХВ, чувствительные (ниже 0,5 ПДК) методы определения разработаны для более чем 700 ХВ. Указанные регламенты широко используются для предупредительного санитарного контроля (при расчёте допустимых сбросов в водоёмы, необходимой степени разбавления стоков и других целей). Приоритетный универсальный перечень контролируемых веществ включает около 70 основных показателей качества питьевой воды, что соответствует высокому международному уровню.

Вместе с тем серьёзную нарастающую проблему представляет обнаружение большого количества ненормированных химических веществ. Показано, например [13], что при заборе воды из пруда в г. Ижевске выявлялось 232 вещества (алканы, алкилбензолы, нафтены, ПАУ, фталаты, кислоты и их эфиры, спирты и простые эфиры, кетоны, альдегиды, галоген- и серосодержащие вещества), из которых только 10 имели гигиенические нормативы. В процессе водоподготовки происходила определённая очистка воды, однако и после неё такого же рода химические соединения выявлялись в количестве 103, из которых только для 9 были разработаны гигиенические регламенты. При этом указано [14], что значительный рост загрязнения водоисточников различными органическими и неорганическими веществами может в существенной мере повлиять на методологию регламентирования их допустимого совместного содержания в воде, в том числе с учётом возможных процессов их трансформации.

Пусть и в незначительных, следовых, количествах ряд органических веществ антропогенного происхождения, такие, например, как гексен, гексан, пентан, бутаналь, гептан, октан, ундекан, додекан, тридекан, гептаналь, центаналь, гексаналь, выявляется даже в московской водопроводной воде, несмотря на наличие высокоэффективных, в том числе сорбционных и мембранных, технологичных водоочистки [14–16]. В последние годы к таким веществам присоединились токсины, выделяемые цианобактериями (анатоксин-а, микроцистин-LR, сакситоксин и др.), которые в зависимости от вида синезелёных водорослей обладают преимущественно гепатотоксическим, нейротоксическим или онкогенным свойствами. При этом расчёты показали, что если эффективность водоочистки от цианобактерий, находившихся в исходной воде на уровне нескольких сотен клеток в 1 мл воды, составляла более 99,97%, то в отношении цианотоксина микроцистина-LR она была иногда на уровне 70–80%, что связывается с гибелью значительного числа цианобактерий в процессе обеззараживания воды и одновременным высвобождением цианотоксинов в результате разрушения клеточной мембраны. Особенно выраженным этот процесс был в отношении анатоксина-а, содержание которого даже возрастало в процессе водообработки [15] по сравнению с исходной водой.

В соответствии с обязательствами, согласно международному Протоколу по проблемам воды и здоровья к Конвенции по охране и использованию трансграничных водотоков и международных озёр, подписанному Российской Федерацией в Лондоне [17], в нашей стране разработаны целевые показатели улучшения централизованного обеспечения населения доброкачественной питьевой водой. В 2021 г. доля такого населения в 64 субъектах Российской Федерации составила 87,35%, что более чем на 1% превысило целевой показатель в целом по стране. Вместе с тем в 10 субъектах (Мурманская, Смоленская, Нижегородская, Владимирская, Астраханская области, Забайкальский,

Камчатский, Приморский края, республики Крым и Карелия) данный показатель всё ещё находится на недостаточном уровне. Что касается доли водообеспеченности городского населения, то она составила 94%, то есть на 0,3% выше целевого показателя [4], а последние ранговые места заняли республики Карачаево-Черкесская, Тыва, Крым, а также Мурманская область, Забайкальский край, Чукотский автономный округ.

Важной гигиенической проблемой, требующей решения, остаётся предотвращение ухудшения качества воды в водоразводящей сети, что особенно характерно для крупных городов и многокилометровых коллективных трубопроводов, достигающих сотен километров [16]. При этом в борьбе с массивным образованием химических и биологических продуктов коррозии важно не только использовать более качественные и устойчивые к воздействию факторам материалы трубопроводов, но и проводить при необходимости стабилизационную, противокоррозионную обработку транспортируемой воды.

Анализ качества питьевых вод показал, что наиболее существенное влияние на здоровье населения помимо микробного фактора оказывают такие химические компоненты, как хлор, хлороформ, тетрахлорметан, тетрахлорэтилен, барий, литий, кадмий, свинец, нитриты, никель, медь, железо, марганец, аммиак, мышьяк, нитраты, сульфаты, бор, стронций, фтор. За 10 последних лет дополнительные смертность и заболеваемость населения, ассоциированные с качеством потребляемой питьевой воды, снизились на 6,2 и 14,5%, составив соответственно 7,6 и 1054,8 случая на 100 тыс. населения, и проявлялись в виде смертности от некоторых инфекционных и паразитарных болезней, болезней органов пищеварения (36,1%), системы кровообращения, злокачественных новообразований, а по заболеваемости — по классам болезней кожи и подкожной клетчатки (14,1%), костно-мышечной системы, соединительной ткани, кровеносных органов, мочеполовой системы (26,8%), органов пищеварения, системы кровообращения, эндокринной системы (6%), новообразований (4,7%). При этом аналогичная детская заболеваемость была в 1,76 раза выше, чем у взрослых. Особого внимания, на наш взгляд, заслуживает угроза возникновения новообразований у населения за счёт попадания в воду канцерогенных веществ как природного (тяжёлые металлы), так и эколого-технического происхождения. Так, по данным американских агентств [18], вклад только галогенсодержащих соединений, образующихся при обеззараживании воды хлором, в увеличение онкозаболеваемости населения оценивается в 5–15%.

Наибольшее количество дополнительных случаев новообразований, ассоциированных с ненормативным качеством питьевой воды по санитарно-химическим показателям (бромдихлорметана, тетрахлорметана, кадмия, мышьяка, хрома, свинца и др.), отмечалось [4] в республиках Калмыкия и Дагестан, Еврейской автономной и Тамбовской областях, Ханты-Мансийском автономном округе (172–245 дополнительных случаев на 100 тыс. населения).

Значительное разнообразие загрязнений водоисточников различными органическими и неорганическими химическими веществами как природного, так и антропогенного происхождения, медленное освоение новых доступных технологий водообработки, недостаточная масштабность внедрения в жилищно-коммунальное хозяйство водоразводящих сетей из новых и долгосрочных коррозионноустойчивых материалов, упущения в создании необходимых зон санитарной охраны питьевых водоисточников, несовершенство технического мониторинга предельно допустимых сбросов в водоёмы [19], предельно допустимых выбросов в атмосферу и стоков от свалок коммунальных и производственных отходов обусловили широкое внедрение в практику упакованных и разливочных питьевых вод. Внешним стимулом послужил значительный международный опыт практического использования упакованных питьевых

вод более высокого качества по сравнению с водопроводной хозяйственно-питьевой водой.

В этом отношении научные разработки Российской Федерации, исторически связанные с учением о био- и ноосфере В.И. Вернадского [20], регенерацией воды из продуктов жизнедеятельности человека в космических аппаратах, искусственным приготовлением питьевой воды из солёных морских вод [21–23], явились инновационными для обоснования дифференцированного качества гарантированно безопасных питьевых вод (воды I категории качества). Также в числе особо значимых можно назвать обоснование качества физиологически полноценных по содержанию основных биогенных солевых макро- и микрокомпонентов питьевых вод (высшая категория качества) и, с учётом физиологической полноценности и возрастных особенностей развития, детских вод (вода для детского питания), выполненное при участии специалистов ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии» и утверждённое в виде СанПиН 2.1.4.1116–02², МУ 2.1.4.1184–2002³ и [3].

Расфасованные упакованные питьевые воды получили быстрое и широкое внедрение, и, как показал анализ реестра Роспотребнадзора [24], уже к 2010 г. среди 857 наименований воды около 150 относились к водам высшей категории и более 10 — к детским водам. С 2021 г. в силу вступил новый нормативный документ Евразийского экономического союза ТР ЕАЭС 044/2017 [25], содержащий терминологические и нормативные изменения, заслуживающие, по нашему мнению, серьёзных научных обоснований и дальнейших обсуждений. В частности, это вопрос о том, почему удаление из воды железа, марганца и введение серебра (токсичного элемента) на уровне до 25 мкг/л не меняют её природного минерального состава, а введение микроколичества биогенных элементов йода (на уровне 40–60 мкг/л) или фтора (на уровне 100–500 мкг/л) считается изменяющим природный минеральный состав воды. При этом йод, обладая, как и серебро, выраженным консервирующим эффектом, что важно для поддержания микробной чистоты упакованной питьевой воды, является ещё и жизненно необходимым для организма, а его избыточное количество в отличие от серебра не опасно для организма, поскольку избыток йодидов, как и хлоридов, быстро выводится с мочой. Этот вопрос является принципиальным для нашей страны, где, по данным медицинских организаций, более 80% населения имеет йододефицит, а более 90% населения сталкивается с проблемой дефицита фтора и выраженной заболеваемости кариесом зубов. И только этого постулата оказалось достаточно для запрета корректировать содержание йода и фтора в детской питьевой воде?! Конечно же, недопустимым, по нашему мнению, является смешение терминов «питьевая вода» и «минеральная вода», что противоречит терминологии Всемирной организации здравоохранения и отсутствует в других странах.

Как положительный и многообещающий шаг в обеспечении населения доброкачественной питьевой водой следует рассматривать появление в современной форме розлива воды через водяные аппараты (аквматы) и киоски, для санитарно-эпидемиологического контроля за эксплуатацией которых в ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора в настоящее время разработан соответствующий проект методических рекомендаций по перевозке и реализации питьевой воды в розлив [26]. В документе вводится понятие «питьевая вода, реализуемая в розлив в тару потребителя», в основу которого положены результаты расширенных лабораторных исследований при производстве, транспортировке и реализации питьевой воды в розлив [24]. Широкое внедрение данного способа в торговых точках позволит быстрее решить проблему обеспечения всего населения России качественной питьевой водой, а также помочь в обеспечении такой водой при восстановлении хозяйственных и коммунальных объектов в новых субъектах Российской Федерации, в том числе в Донецкой и Луганской народных республиках.

Обсуждение

Таким образом, в количественном отношении водообеспечение населённых мест в Российской Федерации находится на достаточно высоком уровне, по числу водопроводов используются преимущественно подземные водоисточники, а по числу водообеспеченного населения (мегаполисы и города) — поверхностные водоёмы. Для большинства из этих водоисточников наиболее объемной и сложной проблемой является загрязнение их различными химическими веществами: для подземных вод — преимущественно неорганическими, для поверхностных вод — преимущественно органическими, в том числе влияющими на органолептические свойства воды.

Гигиеническая оценка традиционных технологий водообработки (коагуляция, отстаивание, фильтрация, хлорирование) на более чем 100 водопроводных станциях показала практическое отсутствие их барьерной роли в отношении солевого состава воды и содержания в ней тяжёлых металлов, наличие в обработанной воде остатков используемых реагентов (Al, Fe), возможное появление в значительных количествах побочных продуктов дезинфекции воды сильными окислителями (хлором, озоном), недостаточность барьерной роли по органолептическим показателям при высоких исходных показателях цветности и мутности поверхностных вод, особенно в холодное время года, не всегда полное удаление органических веществ, обладающих неприятным запахом. Для повышения эффективности водоочистки рекомендовано дополнительное использование сорбционных и мембранных фильтров, а при их недостаточном количестве или неполной эффективности — также электрокоагуляции, углевания или введения перманганата калия.

Для усиления обеззараживания воды сильно загрязнённых поверхностных водоисточников надёжные результаты получены при совместном применении хлорирования с УФ-облучением, благодаря чему, например, лишь только в Санкт-Петербурге, по данным ОАО ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга», удалось на порядок снизить обусловленную водным фактором заболеваемость инфекционным гепатитом А (в расчёте на 1000 тыс. населения) с 375 случаев в 2000–2007 гг. до 34 случаев в период с 2007 по 2012 г.

К достижениям XXI века можно отнести также массовый отказ от использования для обеззараживания воды сжиженного газообразного хлора, являющегося, по существу, отравляющим веществом, с заменой его гипохлоритом натрия, получаемым либо в виде заводского реагента, либо в местных условиях путём электролиза поваренной соли. К сожалению, оксихлорид алюминия, наиболее эффективный и дорогой, не нашёл пока практического применения в нашей стране.

Проблемным вопросом для России остаётся ухудшение качества питьевой воды в городской водоразводящей сети и в многокилометровых групповых водопроводах в сельской местности, что связано с активно происходящими в них коррозионными процессами, усиливающимися с повышением температуры в летний период, и в системах горячего водоснабжения. Решить эту задачу можно либо стабилизационной обработкой воды перед подачей её в разводящую сеть, либо применением более дорогих коррозионно устойчивых (биметаллических, пластиковых) трубопроводов. Не изучено до сих пор биологическое влияние токсинов, выделяемых интенсивно размножающимися в коррозионных отложениях серо- и железоредуцирующими бактериями.

Из биологических факторов заслуживает научного исследования экспансия синезелёных водорослей (цианобактерий) в водных бассейнах с тенденцией продвижения их на северные территории в связи с климатическими изменениями, возрастанием химического загрязнения водоёмов, в том числе фосфором и азотом. Как отмечено [15], стало систематическим появление в московской водопроводной воде цианобактерий, а оценка опасности выделения ими гепато-, нейро- и онкотоксинов оценивается пока по зарубежным нормативам — на уровне 1 мкг/л по микотоксину-LR.

В биологическом плане, как было показано К.Ю. Кузнецовой [27], заслуживает внимания также взаимодействие в поверхностных водоёмах микрофлоры и возбудителей паразитарных заболеваний с простейшими, которые могут переносить эти патогены через водоочистные сооружения, погибая при воздействии дезинфектантов.

Как ни прискорбно, следует отметить, что при резко возросшем синтезе новых химических соединений (каждое тысячное из них попадает в окружающую среду после использования в хозяйственной деятельности) количество нормируемых химических веществ в последние десятилетия существенно сократилось.

Вместе с тем даже в московской водопроводной воде выявляются десятки ненормированных химических веществ, а в тесте Эймса вода иногда проявляет слабую мутагенную активность, что определяет необходимость разработки новых интегральных показателей безопасности качества потребляемой человеком питьевой воды, более широкого использования методов биотестирования как скринингового тестового показателя качества воды, как это, например, делается на ракообразных в Санкт-Петербургском водоканале или на моллюсках в Московском водоканале.

С позиций радиационной безопасности следует рассмотреть возможность изменения нормативной величины показателя объёмной α -радиоактивности в сторону повышения, поскольку она не представляет серьёзной угрозы здоровью человека, но ограничивает возможность использования ряда высококачественных подземных водоисточников.

В большинстве подземных вод чаще всего отмечаются повышенные уровни железа и общей жёсткости, для коррекции которых в качестве малогабаритных установок используются устройства зарубежного производства, хотя для их изготовления в нашей стране нет практически никаких технических ограничений.

Несмотря на высокий уровень отечественного водного законодательства [28], необходимо постоянное его совершенствование с учётом следующих обстоятельств. С одной стороны, вода — единственная чистящая жидкость на планете, следовательно, является накопителем всех загрязнений, поступающих в окружающую среду. С другой стороны, это самый значимый по среднесуточной массе потребления продукт питания, качество и безопасность которого в значительной мере определяют здоровье человека.

Заключение

1. Водоисточники в Российской Федерации, особенно поверхностные, всё ещё подвержены интенсивному антропогенно-техническому химическому и биологическому загрязнению, что определяет необходимость совершенствования средств и технологических процессов для более эффективной очистки не только сбрасываемых в водоёмы промышленных, сельскохозяйственных и коммунально-бытовых сточных вод, но и трубных выбросов в атмосферу от производственных предприятий, а также усиления экологического контроля вносимых в водоёмы загрязнений.

2. Качество воды централизованных систем водоснабжения в ряде населённых мест не в полной мере отвечает необходимым гигиеническим требованиям, что подчёркивает важность дальнейших работ по внедрению современных наиболее доступных технологий водоподготовки, усиления надзорных мер по организации зон санитарной охраны источников питьевого водоснабжения населённых мест, дальнейшего совершенствования водного законодательства.

3. В соответствии с подписанным нашей страной международным Протоколом по проблемам воды и здоровья к Конвенции по охране и использованию трансграничных водотоков и международных озёр (1992) в настоящее время для всех субъектов Российской Федерации определены целевые показатели по улучшению обеспечения населения доброкачественной питьевой водой. В качестве мер ускорения реализации целевых показателей может быть

рекомендовано более широкое использование новых доступных технологий, дополнительное достаточное обеспечение проблемных по качеству питьевой воды территорий упакованной высококачественной питьевой водой, в том числе разливаемой в тару потребителей через питьевые терминалы (аквamatы), в отношении которых в настоящее время разработаны гигиенические методические рекомендации.

4. Несмотря на то что Российская Федерация располагает обширной нормативной базой по контролю качества питьевой воды, выявление значительного количества новых ненормированных химических веществ является основанием для продолжения научных исследований по определению их возможного негативного влияния на организм и регламентации уровней содержания в питьевой воде с учётом органолептического и санитарно-токсикологического критериев вредности. При этом для биогенных солевых микрокомпо-

нентов рекомендуется определение параметров их оптимального, соответствующего критерию физиологической полноценности содержания в составе упакованной питьевой воды как в основном по массе потребления пищевом продукте.

5. Принимая во внимание сложность решения на современном этапе некоторых технико-экономических задач очистки воды от ряда химических, особенно неорганических, компонентов (с учётом широко внедряемых в практику обеспечения населения упакованных и разливных высококачественных питьевых вод для питьевых и пищевых целей), в перспективе целесообразно рассмотрение с научно-практических позиций разработки нормативных показателей качества воды, предназначенной в основном для хозяйственно-бытовых и рекреационных целей, на основании критериев безопасности для организма при преимущественном кожно-резорбтивном воздействии.

Литература

(п.п. 1, 17, 21–23 см. References)

- Рахманин Ю.А., Михайлова Р.И., Алексеева А.В. Бутилированные питьевые воды как фактор повышения качества жизни. *Контроль качества продукции*. 2015; (9): 14–9.
- Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю). Глава II. Раздел 9. «Требования к питьевой воде, расфасованной в емкости». М.; 2010: 455–64.
- Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2021 году». М.; 2022.
- Фешбах М., ред. *Окружающая среда и здоровье населения России (Environmental and health atlas of Russia)*. М.: ПАИМС; 1995.
- Рахманин Ю.А., Сеницына О.О. Состояние и актуализация задач по совершенствованию научно-методологических и нормативно-правовых основ в области экологии человека и гигиены окружающей среды. *Гигиена и санитария*. 2013; 92(5): 4–10.
- Жолдакова З.И., Сеницына О.О., Турбинский В.В. О корректировке требований к зонам санитарной охраны источников централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения населения. *Гигиена и санитария*. 2021; 100(11): 1192–7. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2021-100-11-1192-1197>
- Кирьянова Л.Ф. *Методические основы гигиенической оценки бытовых водоочистных устройств*: Автореф. дисс. ... д-ра биол. наук. М.; 2004.
- Кузь Н.В. К вопросу о совершенствовании системы оценки качества питьевой воды (на примере цианобактерий). *Здоровье населения и среда обитания – ЗНиСО*. 2014; (10): 11–2.
- Журавлев П.В., Алешня В.В., Панасовец О.П., Гордеев В.А., Казачок И.П., Черногорова Т.Н. Санитарно-бактериологическая характеристика воды Цымлянского водохранилища. *Здоровье населения и среда обитания – ЗНиСО*. 2012; (4): 8–11.
- Красовский Г.Н., Рахманин Ю.А., Егорова Н.А., Малышева А.Г., Михайлова Р.И. Гигиенические основы формирования перечней показателей для оценки и контроля безопасности питьевой воды. *Гигиена и санитария*. 2010; 89(4): 8–13.
- Рахманин Ю.А., Онищенко Г.Г. За чистоту основной чистой жидкости на Земле. Современные гигиенические проблемы централизованного обеспечения питьевой водой и пути их решения. *Коммунальный комплекс России*. 2017; (12): 28–33.
- Жолдакова З.И., Сеницына О.О., Мамонов Р.А., Лебедь-Шарлевич Я.И., Печникова И.А. Совершенствование требований к контролю за применением хлорсодержащих средств обеззараживания воды. *Здоровье населения и среда обитания – ЗНиСО*. 2019; (12): 30–5. <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2019-321-12-30-35>
- Малышева А.Г., Рахманин Ю.А. *Физико-химические исследования и методы контроля веществ в гигиене окружающей среды*. СПб.: Профессинал; 2012.
- Кузь Н.В., Сеницына О.О. Проблема «цветения» водоисточников. Оценка влияния процессов водоподготовки на содержание цианобактерий в питьевой воде хозяйственно-питьевого водоснабжения. г. Москвы. *Здоровье населения и среда обитания – ЗНиСО*. 2017; (9): 38–43. <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2017-294-9-38-42>
- Андреева Е.Е., Онищенко Г.Г., Клейн С.В. Гигиеническая оценка приоритетных факторов риска среды обитания и состояния здоровья населения г. Москвы. *Анализ риска здоровью*. 2016; (3): 23–34.
- Эльпинер Л.И., Васильев В.С. *Проблемы питьевого водоснабжения в США*. М.: Наука; 1983.
- Сеницына О.О., Турбинский В.В. О научном гигиеническом обеспечении водной стратегии российской федерации (обзор литературы). *Гигиена и санитария*. 2021; 100(9): 923–8. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2021-100-9-923-928>
- Вернадский В.И. *Биосфера. Очерки I и II*. СПб.; 1926.
- Рахманин Д.В., Михайлова Р.И. Гигиенические основы менеджмента качества бутилированных питьевых вод. *Гигиена и санитария*. 2011; 90(3): 53–7.
- Технический регламент Евразийского экономического союза «О безопасности упакованной питьевой воды, включая природную минеральную воду» (ТР ЕАЭС 044/2017); 2017.
- Захаров К.Е., Сеницына О.О., Гильденскиольд О.А., Стрекачева Л.В. Научное обоснование программы лабораторных исследований для оценки безопасности работы аквamatов при производстве, транспортировке и реализации питьевой воды в розлив. В кн.: *Материалы I Национального конгресса с международным участием по экологии человека, гигиене и медицине окружающей среды «Сысинские чтения – 2020»*. М.; 2020: 133–8.
- Кузнецова К.Ю., Асланова М.М., Кузнецова М.А., Руднева О.В., Мания Т.Р., Загайнова А.В. Проблемы обеспечения эффективного паразитологического контроля на территории Российской Федерации. *Гигиена и санитария*. 2022; 101(8): 896–903. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2022-101-8-896-903>
- Онищенко Г.Г., Рахманин Ю.А., Кармазинов Ф.В., Грачев В.А., Нефедова Е.Д. *Бенчмаркинг качества питьевой воды*. СПб.: Новый журнал; 2010.

References

- Sidorenko G.I., Rakhmanin Yu.A. *Guidelines on Health Aspects of Water Desalination. ETS/80.4*. Geneva: WHO; 1980.
- Rakhmanin Yu.A., Mikhaylova R.I., Alekseeva A.V. Bottled drinking water as a factor in improving the quality of life. *Kontrol' kachestva produktii*. 2015; (9): 14–9. (in Russian)
- Uniform sanitary-epidemiological and hygienic requirements for goods subject to sanitary-epidemiological supervision (control). Chapter II. Section 9. «Requirements for drinking water packaged in containers». Moscow; 2010: 455–64. (in Russian)
- State report «On the state of sanitary and epidemiological well-being of the population in the Russian Federation in 2022». Moscow; 2022. (in Russian)
- Feshbach M., ed. *Environmental and Health Atlas of Russia*. Moscow: PAIMS; 1995.
- Rakhmanin Yu.A., Sinityna O.O. Status and actualization of tasks to improve the scientific-methodological and regulatory frameworks in the field of human ecology and environmental hygiene. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2013; 92(5): 4–10. (in Russian)
- Zholdakova Z.I., Sinityna O.O., Turbinskiy V.V. About adjustment of requirements to zones of sanitary protection of sources of the centralized economic and drinking water supply of the population. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2021; 100(11): 1192–7. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2021-100-11-1192-1197> (in Russian)
- Kir'yanova L.F. *Methodological bases for the hygienic assessment of household water treatment devices*: Diss. Moscow; 2004. (in Russian)
- Kuz' N.V. On improvement of drinking water quality assessment (on example of cyanobacteria). *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya – ZNiSO*. 2014; (10): 11–2. (in Russian)
- Zhuravlev P.V., Aleshnya V.V., Panasovets O.P., Gordeev V.A., Kazachok I.P., Chernogorova T.N. The sanitary-bacteriological character of water of the Tsimlyansk reservoir. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya – ZNiSO*. 2012; (4): 8–11. (in Russian)

11. Krasovskiy G.N., Rakhmanin Yu.A., Egorova N.A., Malysheva A.G., Mikhaylova R.I. Hygienic bases for listing the indicators for evaluation and control of the safety of drinking water. *Gigiena i Sanitaria (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2010; 89(4): 8–13. (in Russian)
12. Rakhmanin Yu.A., Onishchenko G.G. For the purity of the main cleaning fluid on Earth. Modern hygienic problems of centralized provision of the population with drinking water and ways to solve them. *Kommunal'nyy kompleks Rossii*. 2017; (12): 28–33. (in Russian)
13. Zholdakova Z.I., Sinitsyna O.O., Mamonov R.A., Lebed'-Sharleovich Ya.I., Pechnikova I.A. Improvement of monitoring requirements over the application of chlorine-containing agents for water decontamination. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya – ZNiSO*. 2019; (12): 30–5. <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2019-321-12-30-35> (in Russian)
14. Malysheva A.G., Rakhmanin Yu.A. *Physico-Chemical Studies and Methods of Control of Substances in Environmental Health [Fiziko-khimicheskie issledovaniya i metody kontrolya veshchestv v gigiene okruzhayushchey sredy]*. St. Petersburg: Professional; 717. (in Russian)
15. Kuz' N.V., Sinitsyna O.O. The problem of the “flowering” of the water sources. Evaluation of the influence of water processing on the content of cyanobacterium in drinking water of economic drinking water supply of Moscow. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya – ZNiSO*. 2017; (9): 38–43. <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2017-294-9-38-42> (in Russian)
16. Andreeva E.E., Onishchenko G.G., Kleyn S.V. Hygienic assessment of priority environment health risk factors and health state of Moscow population. *Analiz riska zdorov'yu*. 2016; (3): 22–32. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2016.3.03.eng>
17. Protocol EEC UN/EURO-WHO on Water and Health to the 1992 Convention on the Protection and Use of Transboundary Watercourses and International Lakes. London; 1999. Available at: https://treaties.un.org/doc/Treaties/1999/06/19990602%2005-47%20AM/Ch_XXVII_05_ap.pdf
18. El'piner L.I., Vasil'ev V.S. *Problems of the USA Drinking Water Supply [Problemy pit'evogo vodosnabzheniya v SShA]*. Moscow: Nauka; 1983. (in Russian)
19. Sinitsyna O.O., Turbinskiy V.V. On the hygienic scientific provision of the water strategy of the Russian Federation. *Gigiena i Sanitaria (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2021; 100(9): 923–8. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2021-100-9-923-928> (in Russian)
20. Vernadskiy V.I. *Biosphere. Essays I and II [Biosfera. Ocherki I i II]*. St. Petersburg; 1926. (in Russian)
21. Sidorenko G.I., Rakhmanin Yu.A. Hygienic principles for the technology of the desalinated water production for the communal water supply and drinking. In: *Proceeding of the 6th International Symposium «Fresh Water from the Sea». Volume 1*. Athens; 1978: 65–74.
22. Sidorenko G.I., Rakhmanin Yu.A. Desalinated water hygiene and scientific basis for its investigation. *J. Hyg. Epidemiol. Microbiol. Immunol.* 1978; 22(3): 257–67.
23. Sidorenko G.I., Rakhmanin Yu.A. Scientific basis for the study of demineralization of highly mineralized water for use in public water supply systems. *Environ. Health Perspect.* 1979; 30: 133–8. <https://doi.org/10.1289/ehp.7930133>
24. Rakhmanin D.V., Mikhaylova R.I. Hygienic bases for management of bottled drinking water quality. *Gigiena i Sanitaria (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2011; 90(3): 53–7. (in Russian)
25. Technical Regulation of the Eurasian Economic Union «On the safety of packaged drinking water, including natural mineral water» (TR EAEU 044/2017); 2017. (in Russian)
26. Zakharov K.E., Sinitsyna O.O., Gil'denskiol'd O.A., Strekacheva L.V. Scientific justification of the program of laboratory research for estimat gni safety of stamauqa operation during production, transportation and sales of drinking water in filling. In: *Sysinsky Readings – 2020. Proceedings of the I National Congress with International Participation on Human Ecology, Hygiene and Environmental Medicine [Materialy I Natsional'nogo kongressa s mezhdunarodnym uchastiem po ekologii cheloveka, gigiene i meditsine okruzhayushchey sredy «Sysinskie chteniya – 2020»]*. Moscow; 2020: 133–8. (in Russian)
27. Kuznetsova K.Yu., Aslanova M.M., Kuznetsova M.A., Rudneva O.V., Maniya T.R., Zagaynova A.V. Problems in ensuring effective parasitological control on the territory of the Russian Federation. *Gigiena i Sanitaria (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2022; 101(8): 896–903. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2022-101-8-896-903> (in Russian)
28. Onishchenko G.G., Rakhmanin Yu.A., Karmazinov F.V., Grachev V.A., Nefedova E.D. *Benchmarking Quality of Drinking Water [Benchmarking kachestva pit'evoy vody]*. St. Peterburg: Novyy zhurnal; 2010. (in Russian)