

Читать
онлайн
Read
online

Новикова Ю.А.¹, Тихонова Н.А.¹, Мясников И.О.¹, Овчинникова Е.Л.^{2,3},
Колчин А.С.², Черкашина М.Н.³, Винокурова И.Г.³

Интегральная оценка качества питьевой воды Омской области

¹ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья», 191036, Санкт-Петербург, Россия;

²ФГБОУ ВО «Омский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, 644099, Омск, Россия;

³ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Омской области», 644116, Омск, Россия

Введение. Для анализа вероятности появления неблагоприятных эффектов, связанных с воздействием на человека химических веществ, содержащихся в питьевой воде, рекомендуется проводить интегральную оценку по показателям химической безвредности.

Цель исследования состояла в оценке качества питьевой воды населённых пунктов сельских районов Омской области в соответствии с современными методическими подходами.

Материалы и методы. Использованы результаты социально-гигиенического мониторинга питьевой воды Омской области за 2018–2021 гг. Проводили статистическую обработку данных, расчёт значений канцерогенного, неканцерогенного риска, риска ольфакторно-рефлекторных эффектов, интегральных показателей. Для классификации уровней риска использован метод перцентилей.

Результаты. Характерными загрязняющими химическими веществами поверхностных водоёмов области являются трудноокисляемые органические вещества, азот аммонийный, соединения железа, алюминия, марганца, фенолы, нефтепродукты. Суммарный индивидуальный канцерогенный риск для здоровья населения Омской области от химического загрязнения питьевой воды в 2018–2020 гг. составил $1,70 \cdot 10^{-4}$, что оценивается как настораживающий уровень, среднееголетний темп прироста за трёхлетний период составил +17,1%, в сельских районах средний темп прироста канцерогенного риска ещё более высокий (+27,7%). Наибольший вклад в значение суммарного канцерогенного риска вносят мышьяк и хлорорганические соединения. Интегральные показатели (ИП) питьевой воды находились в диапазоне от 0,82 до 125,88. В группу с очень высоким ИП входят населённые пункты, снабжаемые из поверхностных водоёмов (реки Иртыш и Омь). Канцерогенный риск влияет на результирующее значение ИП в большей степени, чем другие составляющие (риски).

Ограничения исследования. При проведении интегральной оценки питьевой воды населённых пунктов Омской области по показателям химической безвредности не учтены результаты производственного контроля питьевой воды, что связано с трудностями сбора информации, её стандартизации и анализа.

Заключение. Рассчитаны ИП, проведена классификация уровней ИП воды населённых пунктов сельских районов Омской области. Несмотря на преимущества интегральной оценки качества питьевой воды, нужна определённая осторожность при использовании ИП, так как при обобщении неизбежна потеря части информации, например, динамики концентраций в воде химических веществ.

Ключевые слова: мониторинг качества воды; лабораторные исследования; интегральная оценка питьевой воды; Омская область

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

Для цитирования: Новикова Ю.А., Тихонова Н.А., Мясников И.О., Овчинникова Е.Л., Колчин А.С., Черкашина М.Н., Винокурова И.Г. Интегральная оценка качества питьевой воды Омской области. *Гигиена и санитария*. 2022; 101(8): 861–865. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2022-101-8-861-865> <https://www.elibrary.ru/bsivky>

Для корреспонденции: Новикова Юлия Александровна, и. о. рук. отд. исследований среды обитания и здоровья населения в Арктической зоне Российской Федерации, науч. сотр. ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья», 191036, Санкт-Петербург. E-mail: j.novikova@s-znc.ru

Участие авторов: Новикова Ю.А. – статистическая обработка, написание текста; Тихонова Н.А. – сбор данных литературы; Мясников И.О. – редактирование текста; Овчинникова Е.Л. – концепция и дизайн исследования, статистическая обработка материала; Колчин А.С. – написание текста; Черкашина М.Н. – сбор и обработка материала; Винокурова И.Г. – статистическая обработка материала. Все соавторы – утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи.

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

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Поступила: 17.05.2022 / Принята к печати: 04.08.2022 / Опубликована: 14.09.2022

Yuliya A. Novikova¹, Nadezhda A. Tikhonova¹, Igor O. Myasnikov¹, Elena L. Ovchinnikova^{2,3},
Andrey S. Kolchin², Marina N. Cherkashina³, Irina G. Vinokurova³

Integral assessment of the drinking water quality in the Omsk region

¹North-West Public Health Research Center, St. Peterburg, 191036, Russian Federation;

²Omsk State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation, Omsk, 644099, Russian Federation;

³Hygienic and Epidemiological Center in the Omsk Region, Omsk, 644116, Russian Federation

Introduction. To analyze the likelihood of occurrence of adverse effects associated with human exposure to chemicals in drinking water, it is recommended to conduct an integral assessment.

The purpose of the study was to assess the drinking water quality in rural areas of the Omsk region in accordance with modern methods.

Materials and methods. The results of social and hygienic monitoring for drinking water quality in the Omsk region over 2018–2021 were used. Statistical processing of the results was carried out, the calculation of the values of carcinogenic, non-carcinogenic risk, the risk of olfactory-reflex effects, integral indicators. The percentile method was used to classify risk levels.

Results. Typical polluting chemicals in the water sources in the Omsk region are resistant to oxidation organic substances, ammonium nitrogen, iron, aluminum, manganese, phenols, oil products. The aggregated individual carcinogenic health risk due to exposure drinking water chemical contamination in 2018–2020 amounted to $1.70E-04$, which is rated as alarming. The average multi-year growth rate over the three-year period was +17.1%, and in rural areas the average

growth rate of carcinogenic risk is even higher (+27.7%). The greatest contribution to the value of the aggregated carcinogenic risk is made by arsenic and organochlorine compounds. Integral indicators (II) of drinking water ranged from 0.82 to 125.88. The group with a very high II includes settlements supplied from surface water sources (the Irtysh River, the Om River). Carcinogenic risk affects the resulting value of II to a greater extent than other components (risks).

Limitations. The results of monitor ikilodrinking water production monitoring in the Omsk region were not taken into account during integral assessment in terms of chemical safety. This is due to the difficulties of collecting information, its standardization and analysis.

Conclusion. Integral indicators were calculated, and the levels of the integral indicator of water in settlements in rural areas of the Omsk region were classified. Despite the advantages of the method of the assessment of II of drinking water quality, some caution is needed when using II. The reason is possible loss of information or distortion of the dynamics of concentrations of individual substances, including the most toxic and dangerous.

Keywords: drinking water monitoring; laboratory tests; integral assessment of drinking water; Omsk Region

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

For citation. Novikova Yu.A., Tikhonova N.A., Myasnikov I.O., Ovchinnikova E.L., Kolchin A.S., Cherkashina M.N., Vinokurova I.G. Integral assessment of the drinking water quality in the Omsk region. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2022; 101(8): 861–865. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2022-101-8-861-865> <https://elibrary.ru/bsivky> (in Russian)

For correspondence: Yuliya A. Novikova, senior researcher, head the Department of Environment and Public Health Researches in Russian Arctic, North-West Public Health Research Center, St. Petersburg, 191036, Russian Federation. E-mail: j.novikova@s-znc.ru

Information about authors:

Novikova Yu.A., <https://orcid.org/0000-0003-4752-2036>
Myasnikov I.O., <https://orcid.org/0000-0002-4459-2066>
Kolchin A.S., <https://orcid.org/0000-0001-5149-1784>
Vinokurova I.G., <https://orcid.org/0000-0002-9712-9673>

Tikhonova N.A., <https://orcid.org/0000-0003-4895-4009>
Ovchinnikova E.L., <https://orcid.org/0000-0002-9970-7617>
Cherkashina M.N., <https://orcid.org/0000-0002-9649-8784>

Contribution: Novikova Yu.A. – statistical processing of material, writing text; Tikhonova N.A. – collection of literature data; Myasnikov I.O. – editing; Ovchinnikova E.L. – concept and design of the study, collection and statistical processing of material; Kolehin A.S. – writing text; Cherkashina M.N. – collection and processing of material; Vinokurova I.G. – statistical processing of material. All co-authors – approval of the final version of the article, responsibility for the integrity of all parts of the article.

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

Acknowledgement. The study had no sponsorship.

Received: May 17, 2022 / Accepted: August 04, 2022 / Published: September 14, 2022

Введение

По данным ВОЗ, степень неблагоприятного воздействия водного фактора на здоровье человека оценивается как существенная. Наряду с оценкой микробиологического загрязнения воды источников водоснабжения и питьевой воды всё больше внимания уделяется в последнее время изучению химической безвредности воды централизованных систем водоснабжения [1–3].

Основными факторами, влияющими на качество питьевой воды, можно считать загрязнение водоисточников, в первую очередь поверхностных водоёмов, используемые при водоподготовке реагенты, состояние распределительных сетей. Присутствие в питьевой воде токсичных соединений обуславливает высокий риск возникновения в отдалённой перспективе неблагоприятных эффектов, что подтверждает необходимость грамотной оценки рисков для здоровья населения [4].

Для оценки качества и безопасности питьевой воды систем централизованного водоснабжения по показателям соответствия гигиеническим нормативам¹ используются результаты исследований, полученные в рамках федерального государственного санитарно-эпидемиологического контроля (надзора) и производственного контроля ресурсоснабжающих организаций [5].

При гигиенической оценке состояния факторов среды обитания человека, в том числе питьевой воды, оценке эффективности мероприятий по её оздоровлению часто применяется методология оценки риска для здоровья населения [6]. Анализ вероятности появления неблагоприятных эффектов, связанных с воздействием на человека содержащихся в питьевой воде химических веществ, рекомендуется проводить с использованием интегральной оценки [7]. Интегральная оценка химической безвредности питьевой воды включает в себя расчёты показателей риска ольфак-

торно-рефлекторных эффектов, канцерогенного, неканцерогенного рисков, интегрального показателя питьевой воды и анализ неопределённостей.

Цель исследования – оценка качества питьевой воды населённых пунктов сельских районов Омской области в соответствии с современными методическими подходами.

Материалы и методы

В настоящей работе использованы результаты лабораторных исследований, выполненных ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Омской области» в рамках социально-гигиенического мониторинга в 2018–2021 гг., для определения качества питьевой воды в населённых пунктах Омской области. Интегральная оценка по показателям химической безвредности проведена для питьевой воды населённых пунктов сельских районов по результатам лабораторных исследований за 2021 г. Проанализировано качество питьевой воды в распределительной сети на соответствие гигиеническим нормативам, рассчитаны показатели канцерогенного, неканцерогенного рисков для здоровья², риски возникновения ольфакторно-рефлекторных эффектов и интегральные показатели³. Для оценки вероятности возникновения ольфакторно-рефлекторных эффектов питьевой воды взяты максимальные показатели 98%-й вероятностной обеспеченности, для неканцерогенных и канцерогенных эффектов – среднепогодные концентрации 95%-й вероятностной обеспеченности. Оценка канцерогенного риска выполнена для стандартных значений: ежедневное употребление питьевой воды – 3 л, продолжительность воздействия – 70 лет и средняя масса тела человека в популяции – 70 кг. В классификации уровней интегрального показателя использован статистический метод перцентилей, применено четыре уровня значимости: низкий – P0–P25, средний – P26–P75, высокий – P76–P94, очень высокий – P95 и выше. Для оценки связи между показателями использовали корреляционный анализ.

¹ СанПиН 2.1.3684-21 «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». Утверждены постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28.01.2021 г. № 3. Зарегистрированы в Минюсте 29.01.2021 г., № 62297.

² Р 2.1.1920-04 «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду». Утверждено Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 5 марта 2004 г.

³ МР 2.1.4.0032-11 «Интегральная оценка питьевой воды централизованных систем водоснабжения по показателям химической безвредности». Утверждены Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 31 июля 2011 г.

Таблица 1 / Table 1

Приоритетные химические контаминанты питьевой воды Омской области, 2018–2020 гг.

Priority chemical contaminants of drinking water in the Omsk region, 2018–2020

| Вещество Name of the substance | Число исследований Number of studies | Удельный вес исследований с превышениями гигиенических нормативов от общего количества исследований, % The share of studies with excess hygiene standards of the total number of studies, % |
|---|---|--|
| Железо / Iron | 10 496 | 32.3 |
| Азот аммонийный Ammonia nitrogen | 9167 | 12.1 |
| Марганец / Manganese | 3424 | 9.5 |
| Бромдихлорметан Bromodichloromethane | 86 | 9.3 |
| Дибромхлорметан Dibromochloromethane | 86 | 2.3 |
| Фтор / Fluorine | 1066 | 1.2 |
| Нефтепродукты Oil products | 1278 | 1.6 |
| Нитриты / Nitrites | 5109 | 0.4 |
| Нитраты / Nitrates | 8911 | 0.9 |
| Свинец / Lead | 1415 | 0.1 |
| Бромформ Bromoform | 86 | 0.0 |
| Гексахлорбензол Hexachlorobenzene | 220 | 0.0 |
| Кадмий / Cadmium | 1351 | 0.0 |
| Медь / Copper | 1527 | 0.0 |
| Мышьяк / Arsenic | 1090 | 0.0 |
| Ртуть / Mercury | 957 | 0.0 |
| Тетрахлорметан Carbon tetrachloride | 80 | 1.3 |
| Тетрахлорэтилен Tetrachlorethylene | 80 | 0.0 |
| Хлороформ Chloroform | 210 | 1.0 |
| Хром / Chrome | 107 | 0.0 |
| Цинк / Zinc | 740 | 0.1 |
| Алюминий / Aluminum | 1369 | 0.1 |

Результаты

Для централизованного водоснабжения населения Омской области используются преимущественно поверхностные водоисточники (70% от общего количества водоисточников). В большинстве своём это водозаборы на реке Иртыш, пересекающей всю территорию области с юга на север и формирующейся в горах Китайской Народной Республики, а также небольшие реки и озёра, берущие начало в северных болотах. Основными источниками питания рек и озёр являются зимние осадки (60–80%), дождевое питание не превышает 13–28%.

Воды поверхностных водоёмов Омской области оцениваются как загрязнённые, доля поверхностных источников централизованного водоснабжения, не соответствующих санитарно-эпидемиологическим требованиям, составляет 62,5% (Российская Федерация – 35,1%). Основными загрязнителями поверхностных водоёмов области являются трудноокисляемые органические вещества, азот аммонийный, соединения железа, алюминия, марганца, фенолы, нефтепродукты [8].

В 2020 г. в Омской области санитарно-эпидемиологическим требованиям не соответствовало 12,8% водопроводов. По сравнению с 2019 г. в 2020 г. доля проб воды водопро-

Таблица 2 / Table 2

Интегральный показатель качества питьевой воды сельских населённых пунктов Омской области, 2021 г.

Integral indicator of the drinking water quality in rural settlements of the Omsk region, 2021

| Уровень интегрального показателя The level of the integral indicator | Количество населённых пунктов Number of settlements |
|---|--|
| Очень высокий (P95 и выше) / Very high (P95 and above) | 16 |
| Высокий (P76–P94) / High (P76–P94) | 31 |
| Средний (P26–P75) / Medium (P26–P75) | 12 |
| Низкий (P0–P25) / Low (P0–P25) | 4 |

водов, несоответствующих гигиеническим нормативам по санитарно-химическим показателям, увеличилась до 24,2% (2019 г. – 18%), по микробиологическим показателям – до 1,6% (2019 г. – 0,8%).

Доля несоответствующих гигиеническим нормативам по санитарно-химическим показателям проб воды в распределительной сети осталась на уровне предыдущего года (16,9%), по микробиологическим – незначительно снизилась (с 2,5 до 2,4%). В 2020 г. не зарегистрировано превышений гигиенических нормативов по паразитологическим показателям в воде перед подачей в распределительную сеть и в распределительной сети.

Ежегодно испытательным лабораторным центром ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Омской области» проводится более 20,5 тыс. лабораторных исследований питьевой воды централизованных систем водоснабжения по определению содержания 40 химических веществ, из которых 22 относятся к приоритетным загрязнителям, в том числе 11 веществ обладают канцерогенным действием.

По результатам социально-гигиенического мониторинга в 2018–2020 гг. не соответствовало гигиеническим нормативам 10,2% результатов исследований питьевой воды. Наибольшее количество превышений зарегистрировано по содержанию железа, азота аммонийного, хлоридов, марганца (табл. 1).

Из всех результатов проведённых исследований, взятых в дальнейшее исследование, 51,1% оказались ниже предела определения используемых методик выполнения измерений.

Расчёт канцерогенного риска проводили по 6 химическим веществам, неканцерогенного риска – по 11.

Суммарный индивидуальный канцерогенный риск для здоровья населения Омской области от химического загрязнения питьевой воды в 2018–2020 гг. составил $1,70E-04$, что оценивается как настораживающий уровень (2020 г. – $1,90E-04$; 2019 г. – $1,90E-04$; 2018 г. – $1,32E-04$). При этом отмечается тенденция к росту: среднееголетний темп роста за трёхлетний период составил +17,1%, в сельских районах – ещё более высокий (+27,7%).

Риск развития неканцерогенных эффектов, связанных с загрязнением питьевой воды, проводили на основе расчёта коэффициентов опасности (HQ), и на протяжении всего периода наблюдения он оценивался как допустимый для отдельных веществ и при проведении суммарной оценки.

Выполнена интегральная оценка питьевой воды централизованных систем водоснабжения во всех сельских районах Омской области по показателям химической безвредности в 63 точках контроля распределительной сети: 27 точек на водопроводах из поверхностных водоисточников и 36 – из подземных.

ИП питьевой воды для всех точек контроля находились в диапазоне от 0,82 до 125,88. Для классификации уровней значимости ИП использован метод перцентилей.

В группу с очень высоким ИП входят населённые пункты, снабжаемые из поверхностных водных объектов (реки Иртыш и Омь), расположенных в основном в центральной и южной частях Омской области (табл. 2).

Обсуждение

В последние годы интегральная оценка по показателям химической безвредности проводилась для воды систем централизованного водоснабжения городов Санкт-Петербург [9] и Тюмень [10], Ленинградской [11–13], Московской [14], Смоленской [15] областей, населённых пунктов острова Русский Приморского края [16], Республики Башкортостан [17], г. Актау Республики Казахстан [18] и др. Интегральной оценке питьевой воды по показателям химической безвредности посвящено значительное число публикаций. В настоящей работе впервые на примере Омской области проведена классификация ИП, оценка вклада в ИП значений канцерогенного и неканцерогенного рисков, риска ольфакторно-рефлекторных эффектов.

Высокие и очень высокие значения ИП обусловлены значениями канцерогенного риска более $1,0E-03$. В значения канцерогенного риска наибольший вклад вносят мышьяк, кадмий, свинец, значительно меньший – хлорорганические вещества. Превышения гигиенических нормативов регистрировались только в отношении свинца и хлорорганических соединений.

В питьевой воде 60 из 63 точек контроля приоритетным канцерогенным веществом был мышьяк, в трёх точках – бромдихлорметан. При этом на протяжении всего периода наблюдения превышения гигиенических нормативов по содержанию мышьяка не регистрировались. На основании этого можно сделать вывод, что в данном случае интегральная оценка по показателям химической безвредности более чувствительна, чем применение гигиенических нормативов.

Значения канцерогенного риска влияют на результирующие значения ИП в большей степени, чем значения неканцерогенного риска и риска возникновения ольфакторно-рефлекторных эффектов. Так, коэффициент корреляции между ИП и показателями канцерогенного риска составил 0,99, с другими составляющими ИП какая-либо корреляция отсутствовала.

Также в диапазоне высокого значения ИП в 6 случаях из 16 не регистрировались превышения каких-либо загрязняющих веществ, что также свидетельствует о более чувствительной оценке качества воды.

Значения неканцерогенного риска превышали приемлемые значения в 31 из 63 мониторинговых точек, что подтверждалось во всех случаях превышениями гигиенических нормативов по приоритетным загрязнителям. При этом в 32 точках значения неканцерогенного риска являлись приемлемыми, но в 15 точках регистрировались незначительные превышения гигиенических нормативов, в основном по железу и марганцу.

Превышение приемлемого значения риска возникновения ольфакторно-рефлекторных эффектов зарегистрирова-

но в 32 из 63 точек, при этом в 31 точке из 32 регистрировались превышения гигиенических нормативов по приоритетным веществам, в одной точке вода соответствовала требованиям гигиенических нормативов. Максимальные значения риска этих эффектов характерны для северных сельских районов области, снабжаемых питьевой водой из поверхностных источников: р. Иртыш (железо, аммиак), озёр (цветность, запахи), р. Омь (марганец, железо, нефтепродукты).

При проведении интегральной оценки питьевой воды по показателям химической безвредности, как и при проведении оценки риска для здоровья населения, необходимо учитывать неопределённость. Например, формирование базы результатов лабораторных исследований, выбор показателей для включения в расчёты показателей канцерогенного и неканцерогенного риска, риска возникновения ольфакторно-рефлекторных эффектов, ИП. В данном исследовании не учтены результаты производственного контроля качества воды централизованных систем водоснабжения, проводимого ресурсоснабжающими организациями, что в первую очередь связано с трудностями сбора информации, её стандартизации и анализа. Следует отметить, что не разработаны законодательные, организационные документы по использованию результатов производственного контроля системой мониторинга качества питьевой воды [18].

Заключение

По результатам лабораторных исследований качества воды централизованных систем водоснабжения, проводимых в рамках социально-гигиенического мониторинга ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Омской области», рассчитаны интегральные показатели, проведена классификация уровней ИП питьевой воды населённых пунктов сельских районов Омской области. Преимущество интегральной оценки питьевой воды по показателям химической безвредности состоит в том, что в одной величине представлена легко воспринимаемая и понятная информация о качестве воды, удобная для сравнения, выявления интенсивности антропогенного загрязнения и т. д. Тем не менее при использовании ИП необходима осторожность, так как при любом обобщении неизбежна потеря части информации, например, динамики концентраций химических веществ, в первую очередь обладающих канцерогенным действием. Для подтверждения адекватности отражения в ИП всего комплекса данных о качестве воды необходимо обращаться непосредственно к результатам лабораторных исследований.

Использование для оценки качества воды результатов не только социально-гигиенического мониторинга, но и производственного контроля позволит принять взвешенные управленческие решения по приведению качества питьевой воды в соответствие с нормативными требованиями.

Литература

1. Онищенко Г.Г. О состоянии и мерах по обеспечению безопасности хозяйственно-питьевого водоснабжения населения Российской Федерации. *Гигиена и санитария*. 2010; 89(3): 4–5.
2. Васильева М.В., Натарева А.А., Мелихова Е.П. Гигиеническое значение питьевой воды в жизнедеятельности человека. *Символ науки*. 2016; (3–2): 180–1.
3. Жигалова А.В., Малкова М.А., Андреева В.А., Насырова Л.А., Хусанова И.А., Вожаева М.Ю. и др. Сопоставление жесткости питьевой воды и заболеваемости населения по некоторым зонам водоснабжения г. Уфы. *Современные проблемы науки и образования*. 2016; (6): 554.
4. Саканская-Грицай Е.И. Проблемы и перспективы совершенствования водоподготовки. *Технико-технологические проблемы сервиса*. 2014; (3): 88–95.
5. Новикова Ю.А., Мясников И.О., Ковшов А.А., Тихонова Н.А., Башкетова Н.С. Методические подходы к организации программ мониторинга качества питьевой воды. *Здоровье населения и среда обитания*. 2020; (10): 4–8. <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2020-331-10-4-8>
6. Мельцер А.В., Ерастова Н.В., Мозжухина Н.А., Мельцер А.А. К вопросу регулирования качества питьевой воды в Российской Федерации и в ряде стран ближнего зарубежья. *Профилактическая и клиническая медицина*. 2015; (1): 5–10.
7. Киселев А.В., Мельцер А.В., Ерастова Н.В. Интегральная оценка питьевой воды по показателям химической безвредности на основе методологии оценки риска для здоровья населения. *Профилактическая и клиническая медицина*. 2011; (3): 284–7.
8. Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Омской области в 2020 году». Омск; 2021.
9. Рахманин Ю.А., Мельцер А.В., Киселев А.В., Ерастова Н.В. Гигиеническое обоснование управленческих решений с использованием интегральной оценки питьевой воды по показателям химической безвредности и эпидемиологической безопасности. *Гигиена и санитария*. 2017; 96(4): 302–5. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-4-302-305>
10. Лапшин А.П., Ванькова А.Н. Интегральная оценка качества питьевой воды. 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*. Пермь; 2020: 129–36.
11. Фридман К.Б., Новикова Ю.А., Белкин А.С. Оценка риска для здоровья в целях гигиенической характеристики систем водоснабжения. *Гигиена и санитария*. 2017; 96(7): 686–9. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-7-686-689>

Original article

12. Новикова Ю.А., Федоров В.Н. Использование методологии оценки риска здоровью населения для оценки эффективности систем водоподготовки и обоснования целевых программ. В кн.: Попова А.Ю., Зайцева Н.В., ред. *Фундаментальные и прикладные аспекты анализа риска здоровью населения: материалы всероссийской научно-практической интернет-конференции молодых ученых и специалистов Роспотребнадзора с международным участием*. Пермь; 2018: 114–9.
13. Федоров В.Н., Тихонова Н.А., Зайцев О.Б., Мясников И.О. Опыт согласования временных отклонений от гигиенических нормативов качества питьевой воды. *Здоровье – основа человеческого потенциала: проблемы и пути их решения*. 2019; 14(1): 359–65.
14. 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.
15. Сидоренкова Л.М., Майорова Е.Г., Барсуков В.А., Авчинников А.В. Интегральная оценка качества питьевой воды централизованных систем водоснабжения Смоленской области. *Вестник Смоленской государственной медицинской академии*. 2017; 16(1): 165–72.
16. Богданова В.Д., Кикун П.Ф., Кислицына Л.В. Гигиеническая оценка питьевой воды из подземных источников централизованных систем водоснабжения острова Русский. *Анализ риска здоровью*. 2020; (2): 28–37. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2020.2.03>
17. Кенесариев У.И., Досмухаметов А.Т., Ержанова А.Е., Нурлан А.Н. Оценка качества смешанной питьевой воды ТОО «Опреснительный завод Каспий» и ТОО «МАЭК-Казатомпром, по показателям химической безвредности, на основе оценки риска здоровью населения. *Вестник Казахского Национального медицинского университета*. 2015; (4): 432–4.
18. Рахматуллина Л.Р., Сулейманов Р.А., Валеев Т.К., Бактыбаева З.Б., Рахматуллин Н.Р. Оценка риска здоровью населения, связанного с качеством питьевой воды (на примере нефтяных районов Республики Башкортостан). *Анализ риска здоровью*. 2021; (2): 33–40. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2021.2.03>

References

1. Onishchenko G.G. The status and measures to secure safe household water supply in the Russian Federation. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2010; 89(3): 4–5. (in Russian)
2. Vasileva M.V., Natarova A.A., Melikhova E.P. Hygienic value of drinking water in human life. *Simvol nauki*. 2016; (3-2): 180–1. (in Russian)
3. Zhigalova A.V., Malkova M.A., Andreeva V.A., Nasyrova L.A., Khusainova I.A., Vozhdaeva M.Yu., et al. Comparison of the hardness of drinking water and the incidence of the population in some areas of water supply in Ufa. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*. 2016; (6): 554. (in Russian)
4. Sakanskaya-Gritsay E.I. Problems and prospects for improvement of water treatment. *Tekhniko-tekhnologicheskie problemy servisa*. 2014; (3): 88–95. (in Russian)
5. Novikova Yu.A., Myasnikov I.O., Kovshov A.A., Tikhonova N.A., Bashketova N.S. Methodological approaches to organization of drinking water quality monitoring programs. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya*. 2020; (10): 4–8. <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2020-331-10-4-8> (in Russian)
6. Mel'tser A.V., Erastova N.V., Mozhukhina N.A., Mel'tser A.A. About the regulation of drinking water quality in the Russian Federation and in several foreign countries. *Profilakticheskaya i klinicheskaya meditsina*. 2015; (1): 5–10. (in Russian)
7. Kiselev A.V., Meltser A.V., Erastova N.V. Integral assessment of drinking water on indicators of chemical safety based on risk assessment methodology for public health. *Profilakticheskaya i klinicheskaya meditsina*. 2011; (3): 284–7. (in Russian)
8. State report «On the state of sanitary and epidemiological welfare of the population in the Omsk region in 2020». Omsk; 2021. (in Russian)
9. Rakhmanin Yu.A., Meltser A.V., Kiselev A.V., Erastova N.V. Hygienic substantiation of management decisions with the use of the integral assessment of drinking water on indices of chemical harmlessness and epidemiological safety. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2017; 96(4): 302–5. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-4-302-305> (in Russian)
10. Lapshin A.P., Vankova A.N. Integral assessment of the quality of drinking water. In: Popova A.Yu., Zaitseva N.V., eds. *Health Risk Analysis – 2020 in Conjunction with the International Meeting on Environment and Health Rise-2020 and a Round Table on Food Safety: Materials of the X All-Russian Scientific-Practical Conference with International Participation [Analiz riska zdorov'yu – 2020 sovместno s mezhdunarodnoy vstrechey po okruzhayushchey srede i zdorov'yu Rise-2020 i kruglym stolom po bezopasnosti pitaniya: materialy X Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem]*. Perm'; 2020: 129–36. (in Russian)
11. Fridman K.B., Novikova Yu.A., Belkin A.S. On the issue of the use of health risk assessment techniques for hygienic characteristics of water supply systems. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2017; 96(7): 686–9. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-7-686-689> (in Russian)
12. Novikova Yu.A., Fedorov V.N. Using the health risk assessment methodology to evaluate the effectiveness of water treatment systems and substantiate targeted programs. In: Popova A.Yu., Zaitseva N.V., eds. *Fundamental and Applied Aspects of Population Health Risk Analysis: Proceedings of the All-Russian Scientific and Practical Internet Conference of Young Scientists and Specialists of Rosпотребнадзора with International Participation [Fundamental'nye i prikladnye aspekty analiza riska zdorov'yu naseleniya: materialy vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy internet-konferentsii molodykh uchennykh i spetsialistov Rosпотребнадзора s mezhdunarodnym uchastiem]*. Perm'; 2018: 114–9. (in Russian)
13. Fedorov V.N., Tikhonova N.A., Zaytsev O.B., Myasnikov I.O. Experience in harmonizing temporary deviations from hygienic standards for drinking water quality. *Zdorov'e – osnova chelovecheskogo potentsiala: problemy i puti ikh resheniya*. 2019; 14(1): 359–65. (in Russian)
14. Михайличенко К.Ю., Коршунова А.Ю., Курбатова А.И. Integral assessment of the quality of drinking water of centralized water supply systems. *Vestnik Rossiyskogo universiteta druzhby narodov. Seriya: Ekologiya i bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti*. 2014; (4): 99–106. (in Russian)
15. Sidorenkova L.M., Mayorova E.G., Barsukov V.A., Avchinnikov A.V. Integral assessment of the quality of drinking water of centralized water supply systems of the Smolensk region. *Vestnik Smolenskoy gosudarstvennoy meditsinskoy akademii*. 2017; 16(1): 165–72. (in Russian)
16. Bogdanova V.D., Kiku P.F., Kislitsyna L.V. Hygienic assessment of drinking water from underground water sources taken from centralized water supply systems on island Russkiy. *Analiz riska zdorov'yu*. 2020; (2): 28–37. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2020.2.03> (in Russian)
17. Kenesariyev U.I., Dosmukhametov A.T., Erzhanova A.E., Nurlan A.N. Assessment of the quality of mixed drinking water of Caspian Desalination Plant LLP and MAEK-Kazatomprom LLP, in terms of chemical safety, based on public health risk assessment. *Vestnik Kazakhskogo Natsional'nogo meditsinskogo universiteta*. 2015; (4): 432–4. (in Russian)
18. Rakhmatullina L.R., Suleymanov R.A., Valeev T.K., Baktybaeva Z.B., Rakhmatullin N.R. Assessing health risks associated with drinking water quality (on the example of regions in Bashkortostan where oil fields are located). *Analiz riska zdorov'yu*. 2021; (2): 33–40. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2021.2.03> (in Russian)