

Читать
онлайн
Read
online

Ковшов А.А.^{1,2}, Новикова Ю.А.¹, Федоров В.Н.¹, Тихонова Н.А.¹, Мясников И.О.¹, Бузинов Р.В.¹

Определение степени микробного риска для здоровья населения, обеспеченного централизованным водоснабжением

¹ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 191036, Санкт-Петербург, Россия;

²ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет имени И.И. Мечникова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, 191015, Санкт-Петербург, Россия

Введение. Современные методические подходы позволяют оценить риск возникновения передаваемых водным путём бактериальных кишечных инфекций с учётом не только санитарно-гигиенических условий водопользования населения, но и уровня коммунального благоустройства территории. **Цель исследования** – провести оценку степени эпидемической опасности возникновения бактериальных кишечных инфекций, связанной с условиями централизованного питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения, на примере субъектов Северо-Западного федерального округа.

Материалы и методы. Использованы материалы формы федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», федерального информационного фонда данных социально-гигиенического мониторинга и Единой межведомственной информационно-статистической системы. Материалы за 2022 г. анализировали по 11 субъектам Северо-Западного федерального округа. Основой оценки микробного риска стала методика МР 2.1.10.0031–11.

Результаты. Республика Карелия, Архангельская, Вологодская и Новгородская области характеризуются средней степенью микробного риска по удельному весу проб питьевой воды в распределительной сети, в которых обнаружены обобщённые колиформные бактерии, Новгородская область и Республика Карелия имеют высокую степень риска по удельному весу проб, загрязнённых *E. coli*. Самая низкая численность населения, обеспеченного централизованным водоснабжением, соответствующая высокой степени микробного риска, установлена в Ненецком автономном округе. Данный регион также характеризуется наименьшим среднесуточным водопотреблением на одного жителя.

Ограничения исследования. В исследовании использованы данные по субъектам Северо-Западного федерального округа за 2022 г., качество питьевой воды оценено только по результатам лабораторных исследований, проведённых Роспотребнадзором.

Заключение. Большинство регионов Северо-Запада России характеризуются средней степенью микробного риска, кроме Санкт-Петербурга, где установлена низкая степень риска. Использование альтернативного варианта ранжирования риска по пяти степеням (низкая, незначительно повышенная, повышенная, существенно повышенная, высокая) показало, что в Республике Карелия, Вологодской и Архангельской областях, Ненецком автономном округе степень микробного риска существенно повышена.

Ключевые слова: оценка риска; бактериальные кишечные инфекции; питьевая вода; Северо-Западный федеральный округ; ранжирование территорий

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

Для цитирования: Ковшов А.А., Новикова Ю.А., Федоров В.Н., Тихонова Н.А., Мясников И.О., Бузинов Р.В. Определение степени микробного риска для здоровья населения, обеспеченного централизованным водоснабжением. *Гигиена и санитария*. 2023; 102(8): 768–774. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2023-102-8-768-774> <https://elibrary.ru/uiuucc>

Для корреспонденции: Новикова Юлия Александровна, ст. науч. сотр., руководитель отд. социально-гигиенического анализа и мониторинга ФБУН «СЗНЦ гигиены и общественного здоровья», 191036, Санкт-Петербург. E-mail: j.novikova@s-znc.ru

Участие авторов: Ковшов А.А. – дизайн исследования, написание текста, редактирование; Новикова Ю.А. – дизайн исследования, сбор данных литературы, редактирование; Федоров В.Н. – сбор и систематизация материала, участие в подготовке текста статьи; Тихонова Н.А. – сбор данных литературы, участие в подготовке текста статьи; Мясников И.О. – участие в интерпретации результатов, подготовке текста статьи, Бузинов Р.В. – концепция исследования, редактирование. 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 выполнялось в рамках научно-исследовательской работы рег. № 121031300059-9, не имело спонсорской поддержки.

Поступила: 28.04.2023 / Принята к печати: 07.06.2023 / Опубликована: 09.10.2023

Aleksandr A. Kovshov^{1,2}, Yuliya A. Novikova¹, Vladimir N. Fedorov¹,
Nadezhda A. Tikhonova¹, Igor O. Myasnikov¹, Roman V. Buzinov¹

Determination of the microbial risk degree to health of the population provided with centralized water supply

¹North-West Public Health Research Center, Saint Petersburg, 191036, Russian Federation;

²North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, Saint Petersburg, 191015, Russian Federation

Introduction. Modern methodological approaches make it possible to assess the risk of waterborne bacterial intestinal infections, taking into account both the sanitary and hygienic conditions of water used by the population and the level of communal improvement of the territory.

The purpose of the study was to assess the degree of epidemic danger of bacterial intestinal infections associated with the conditions of centralized drinking and household water supply, using the example of the subjects of the Northwestern Federal District.

Materials and methods. The study tested the data of the federal statistical observation form No. 18 “Information on the sanitary condition of the subject”, the federal information fund of social and hygienic monitoring, and the Unified Interdepartmental Information and Statistical System. We analyzed the materials for 2022 in eleven subjects of the Northwestern Federal District. Method MR 2.1.10.0031–11 was taken as the basis for microbial risk assessment.

Results. The Republic of Karelia, Volgodga, Arkhangelsk, and Novgorod regions are characterized by an average degree of microbial risk in terms of the proportion of drinking water samples in the distribution network, in which generalized coliform bacteria were found; Novgorod region and the Republic of Karelia have a high

degree of risk for *E. coli*. The lowest number of population provided with centralized water supply, corresponding to a high degree of microbial risk, was found in the Nenets Autonomous Okrug. This region is also characterized by the lowest average daily water consumption per capita.

Limitations. The study tested the data on the subjects of the North-Western Federal District in 2022, the quality of drinking water was assessed only according to the results of laboratory studies conducted by the Federal Service for Supervision in Protection of the Rights of Consumer and Man Wellbeing.

Conclusion. Most regions of the Russian North-West are characterized by an average degree of microbial risk, except for St. Petersburg, where a low degree of risk is established. The use of an alternative variant of risk ranking by 5 degrees (low, slightly increased, increased, significantly increased, high) showed that in the Republic of Karelia, Arkhangelsk and Vologda regions, and Nenets Autonomous Okrug, there is a significantly elevated degree of microbial risk.

Keywords: risk assessment; bacterial intestinal infections; drinking water; Northwestern Federal District; ranking of territories

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

For citation: Kovshov A.A., Novikova Yu.A., Fedorov V.N., Tikhonova N.A., Myasnikov I.O., Buzinov R.V. Determination of the microbial risk degree to health of the population provided with centralized water supply. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2023; 102(8): 768–774. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2023-102-8-768-774> <https://elibrary.ru/uiuucc> (In Russ.)

For correspondence: Yuliya A. Novikova, Senior Researcher, Head of the Department of Social and Hygienic Analysis and Monitoring of Northwest Public Health Research Center, St. Petersburg, 191036, Russian Federation. E-mail: j.novikova@s-znc.ru

Information about the authors:

Kovshov A.A., <https://orcid.org/0000-0001-9453-8431>
Fedorov V.N., <https://orcid.org/0000-0003-1378-1232>
Myasnikov I.O., <https://orcid.org/0000-0002-4459-2066>

Novikova Yu.A., <https://orcid.org/0000-0003-4752-2036>
Tikhonova N.A., <https://orcid.org/0000-0003-4895-4009>
Buzinov R.V., <https://orcid.org/0000-0002-8624-6452>

Contribution: Kovshov A.A. – design of the study, writing the text, editing; Novikova Yu.A. – collection and systematization of material, design of the study, editing; Fedorov V.N. – collection and systematization of materials, participation in the preparation of texts of the article; Tikhonova N.A. – collection and systematization of material, participation in the preparation of texts of the article; Myasnikov I.O. – participation in the interpretation of the results and the preparation of the text of the article; Buzinov R.V. – the concept of the study, 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 was carried out as part of the research work No. 121031300059-9 and had no sponsorship.

Received: April 28, 2023 / Accepted: June 7, 2023 / Published: October 9, 2023

Введение

Питьевая вода традиционно рассматривается как один из важнейших факторов среды обитания, который определяет здоровье человека [1–3]. Имеются неоспоримые доказательства, что низкое качество питьевой воды может стать причиной возникновения инфекционных, паразитарных, а также отдельных неинфекционных болезней [4–6]. Повышенная концентрация в питьевой воде некоторых химических веществ и микробных агентов может привести к возникновению не менее 1,59 млн дополнительных случаев заболеваний среди населения Российской Федерации¹. Среди факторов, которые могут оказать влияние на качество питьевой воды, первостепенное значение имеет загрязнение воды водоисточников (как поверхностных, так и подземных), важно и вторичное загрязнение вследствие применения реагентов, используемых при водоподготовке, и неудовлетворительного состояния распределительных сетей [7]. Для оценки качества питьевой воды централизованных систем водоснабжения могут использоваться результаты исследований, полученные в рамках федерального государственного санитарно-эпидемиологического надзора, включая социально-гигиенический мониторинг, а также производственного контроля ресурсоснабжающих организаций [8]. Качество питьевой воды должно соответствовать установленным гигиеническим требованиям², однако во многих населённых пунктах неудовлетворительное качество питьевой воды остаётся актуальной проблемой [9]. Среди причин можно выделить ненадлежащее санитарное состояние водоисточников, особенно поверхностных, отсутствие или несоблюдение установленных зон санитарной охраны, влияние факто-

ров природного характера, антропогенное загрязнение воды токсическими веществами, инфекционными и паразитарными агентами, изношенность водоочистных сооружений и распределительных сетей [10, 11].

Уровни заболеваемости населения острыми кишечными инфекциями напрямую связаны с состоянием среды обитания, в том числе питьевой воды [12], при этом качественная водоочистка не является гарантией отсутствия возбудителей инфекционных болезней в питьевой воде в случае износа распределительных сетей или аварий на водопроводах [12–14]. Расследование вспышек острых кишечных инфекций и установление их связи с качеством питьевой воды обычно не представляет сложностей, однако при единичных случаях заболеваний в силу недостаточной чувствительности эпидемиологического анализа и отсутствия углублённых исследований, которые позволили бы установить корреляцию между загрязнением питьевой воды и ростом заболеваемости, водный путь передачи инфекции может быть не установлен [12, 15, 16].

Определение удельного веса проб, не соответствующих гигиеническим нормативам по содержанию колиформных бактерий, колифагов и показателю общего микробного числа, является традиционным подходом к оценке качества и безопасности питьевой воды по микробиологическим показателям [17–20]. В то же время представляется неправильным сводить мониторинг к контролю только данных показателей: во-первых, вышеуказанные критерии недостаточно чётко сигнализируют о возможном наличии в воде ряда опасных для человека патогенов, особенно вирусов [20, 21]; во-вторых, требуется учитывать и другие факторы, которые могут иметь непосредственное отношение к передаче возбудителей водным путём [22, 23].

В 2011 г. разработаны методические рекомендации, которые позволяют оценить риск бактериальных кишечных инфекций, передаваемых водным путём, с учётом не только санитарно-гигиенических условий водопользования населения, но и уровня коммунального благоустройства отдельно населённого пункта или административной территории в целом³. Методика позволяет прогнозировать изменение санитарно-эпидемиологической обстановки, разрабатывать

¹ Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2021 году». Доступно по: <https://www.rosпотребнадзор.ru/upload/iblock/594/sqywwl4tg5arqff6xv15dss017vvuank/Gosudarstvennyy-doklad.-O-sostoyanii-sanitarno-epidemiologicheskogo-blagopoluchiyana-seleniya-v-Rossiyskoy-Federatsii-v-2021-godu.pdf> (ссылка активна на 05.04.2023 г.).

² 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».

³ Методические рекомендации МР 2.1.10.0031–11 «Комплексная оценка риска возникновения бактериальных кишечных инфекций, передаваемых водным путём».

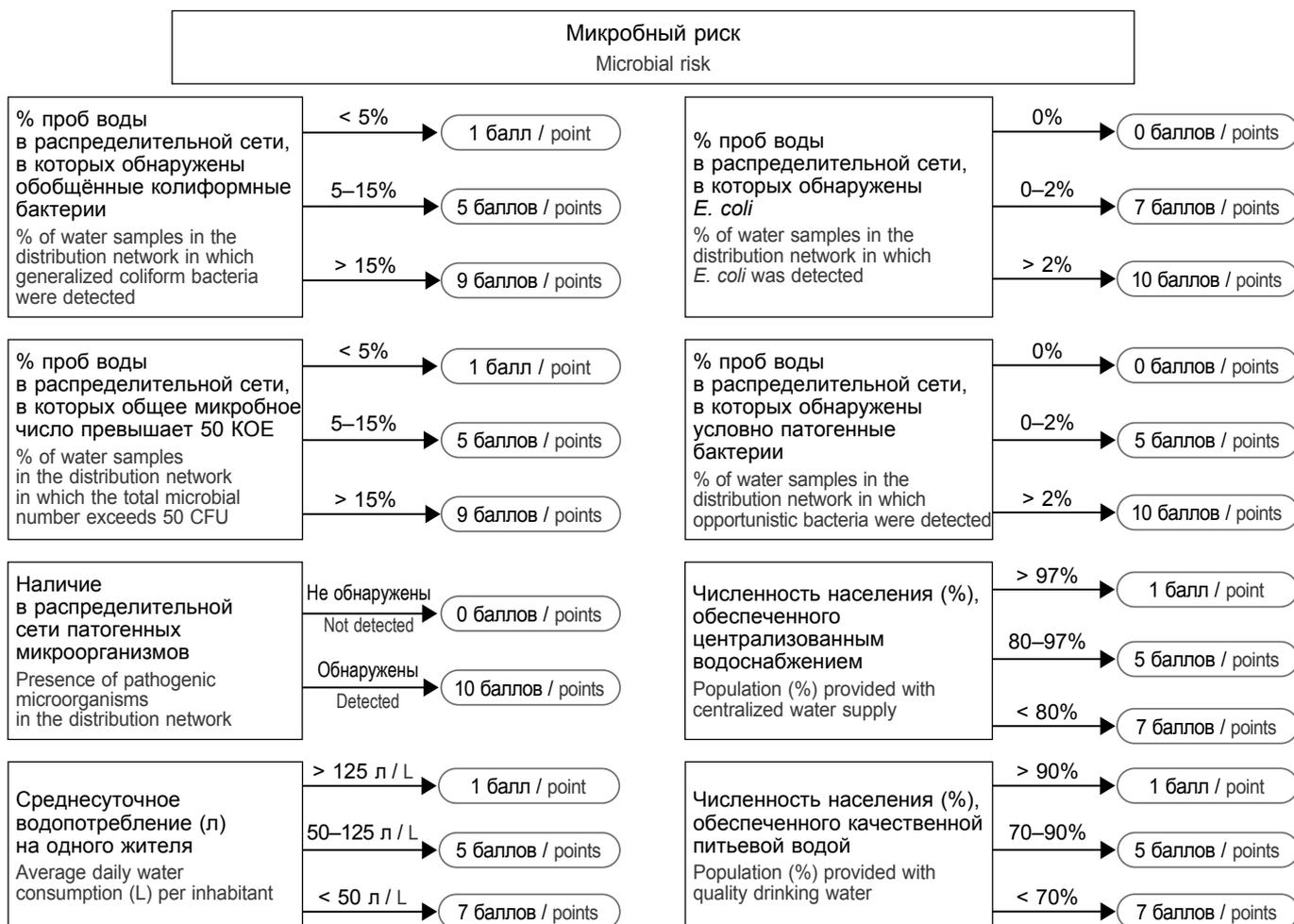


Рис. 1. Алгоритм ранжирования микробного риска.

Fig. 1. An algorithm for ranking of the microbial risk.

более эффективные, обеспечивающие безопасность водопользования противоэпидемические мероприятия на основе определения вклада отдельных показателей, провести ранжирование территорий по степени эпидемической опасности, связанной с условиями водоснабжения. В то же время ранжирование риска возможно только по трём степеням микробного риска (низкая, средняя и высокая) [12]. Кроме того, получение сведений о ряде учитываемых при оценке риска факторов может быть затруднено, необходимые данные могут полностью отсутствовать, что потребует проведения корректировки суммы баллов оценочной шкалы³.

Всемирной организацией здравоохранения разработан иной подход, который заключается в количественной оценке микробиологического риска, что предполагает выбор контрольных показателей (как правило, это кампилобактерии, ротавирусы и криптоспоридии), их количественное определение в водоисточнике (в питьевой воде регулярное измерение количества данных патогенов необходимо лишь в редких случаях) с последующим пересчётом риска развития конкретной болезни в количество лет жизни, скорректированных на инвалидность (DALY), при этом в качестве контрольного (приемлемого) уровня риска установлена величина 10^{-6} DALY на человека в год [24]. Тем не менее данная методика содержит множество неопределённостей, связанных с учётом количества потребляемой населением некипячёной воды, отсутствием данных в предложенных дозозависимых реакциях о потенциально более тяжёлых последствиях для уязвимых групп населения и предположением, что в распределительной сети качество воды не ухуд-

шается. Кроме того, предложенные контрольные патогены могут не являться приоритетными в конкретном регионе, возможны сложности с их регулярным количественным определением в воде [24].

Цель исследования – провести оценку степени эпидемической опасности возникновения бактериальных кишечных инфекций, связанной с условиями централизованного питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения, на примере субъектов Северо-Западного федерального округа.

Материалы и методы

Использованы материалы формы федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», материалы федерального информационного фонда данных социально-гигиенического мониторинга (ФИФ СГМ), а также сведения из Единой межведомственной информационно-статистической системы об отпуске воды всем потребителям, общей численности населения, численности населения, обеспеченного централизованным водоснабжением, и численности населения, обеспеченного качественной питьевой водой. Все материалы проанализированы по 11 субъектам Северо-Западного федерального округа (СЗФО) по данным на 2022 г.

За основу оценки микробного риска взята методика МР 2.1.10.0031–11³. Проанализировано восемь показателей, каждому из которых в зависимости от его величины установлен определённый балл (рис. 1).

Original article

Для территорий, на которых не проводились исследования питьевой воды по содержанию обобщённых колиформных бактерий (ОКБ), *E. coli* и общего микробного числа (ОМЧ), в качестве условной величины для расчёта риска принята нижняя граница показателя, соответствующая высокой степени микробного риска.

Из числа индикаторов³, учитываемых при оценке риска, исключены данные о проценте проб перед поступлением в распределительную сеть, в которых обнаружены ОКБ, *E. coli*, ОМЧ (выше 20 КОЕ/мл), споры сульфитредуцирующих кластридий, проценте проб воды из распределительной сети с числом колиформных бактерий 2 КОЕ/100 мл и более, а также показатель «число дней нерегулярной подачи воды потребителю, в том числе и в результате аварий (%)». В то же время в качестве дополнительного критерия оценки микробного риска был введён показатель «численность населения, обеспеченного качественной питьевой водой (%)».

Из-за уменьшения числа анализируемых показателей изменены критерии оценки риска, связанного с условиями водоснабжения: низкая степень риска соответствовала 1–5 баллам, средняя степень риска – 6–37 баллам, высокая – 38 баллам и выше. Дополнительно проведено ранжирование средней степени микробного риска по методу равных долей на три категории, что позволило довести общее число рангов до 5: сумма баллов от 1 до 5 соответствовала низкой степени, от 6 до 16 баллов – незначительно повышенной степени, от 17 до 27 баллов – повышенной степени, от 28 до 37 баллов – существенно повышенной степени, 38 и более баллов – высокой степени микробного риска.

Результаты

Исходные данные, использованные для анализа микробного риска на примере 11 субъектов СЗФО, представлены в таблице.

По показателю «процент проб воды в распределительной сети, в которых обнаружены ОКБ» наиболее высокие значения, соответствующие средней степени микробного риска, отмечаются в Архангельской, Вологодской и Новгородской областях, Республике Карелия. Самый высокий процент проб воды распределительной сети, в которых обнаружены *E. coli*, соответствующий высокой степени риска, наблюдается в Новгородской области и

Показатели эпидемической опасности, связанной с условиями централизованного водоснабжения
Indicators of epidemic danger associated with the conditions of centralized water supply

Регион / Region	Процент проб воды распределительной сети, в которых обнаружены обобщённые колиформные бактерии (ОКБ) и <i>E. coli</i> (количество обнаруженных проб / total number of samples detected)		Процент проб, в которых обнаружены условно патогенные бактерии (количество проб с условно патогенными бактериями / total number of samples with opportunistic bacteria)	Доля населения, обеспеченного централизованным водоснабжением (%) (доля населения, обеспеченного централизованным водоснабжением / total population)		Среднесуточное водопотребление на одного жителя (л) (среднесуточное водопотребление на одного жителя / average daily water consumption per inhabitant)	Обнаружение патогенных бактерий (да – 1, нет – 0) (обнаружение патогенных бактерий (yes – 1, no – 0))
	обнаружены обобщённые колиформные бактерии (количество обнаруженных проб / number of samples with generalized coliforms detected)	обнаружены <i>E. coli</i> (количество обнаруженных проб / number of samples with <i>E. coli</i> detected)		централлизованным водоснабжением (%) (централлизованным водоснабжением / centralized water supply (%))	качественной питьевой водой (%) (качественной питьевой водой / quality drinking water (%))		
Архангельская область Arkhangelsk Region	5.75	1.25	0	85.38	66.88	91.17	0
Вологодская область Vologda Region	5.23	0.37	0	89.49	59.35	111.85	0
Санкт-Петербург St. Petersburg	0.00	0.00	0	100.00	100.00	130.70	0
Калининградская область Kaliningrad Region	0.00	0.00	0	97.50	89.04	130.26	0
Ленинградская область Leningrad Region	1.90	1.03	0	91.67	83.69	101.60	0
Мурманская область Murmansk Region	2.17	0.22	0	99.68	85.99	142.83	0
Ненецкий автономный округ Nenets Autonomous Okrug	0.00	2.00	0	74.96	56.30	61.29	0
Новгородская область Novgorod Region	9.25	5.07	0	97.29	76.70	89.64	0
Псковская область Pskov Region	1.05	0.00	0	89.76	83.30	81.69	0
Республика Карелия Republic of Karelia	11.13	6.69	0	90.30	66.96	92.64	0
Республика Коми Republic of Komi	0.38	2.00	0	91.55	90.48	83.70	0

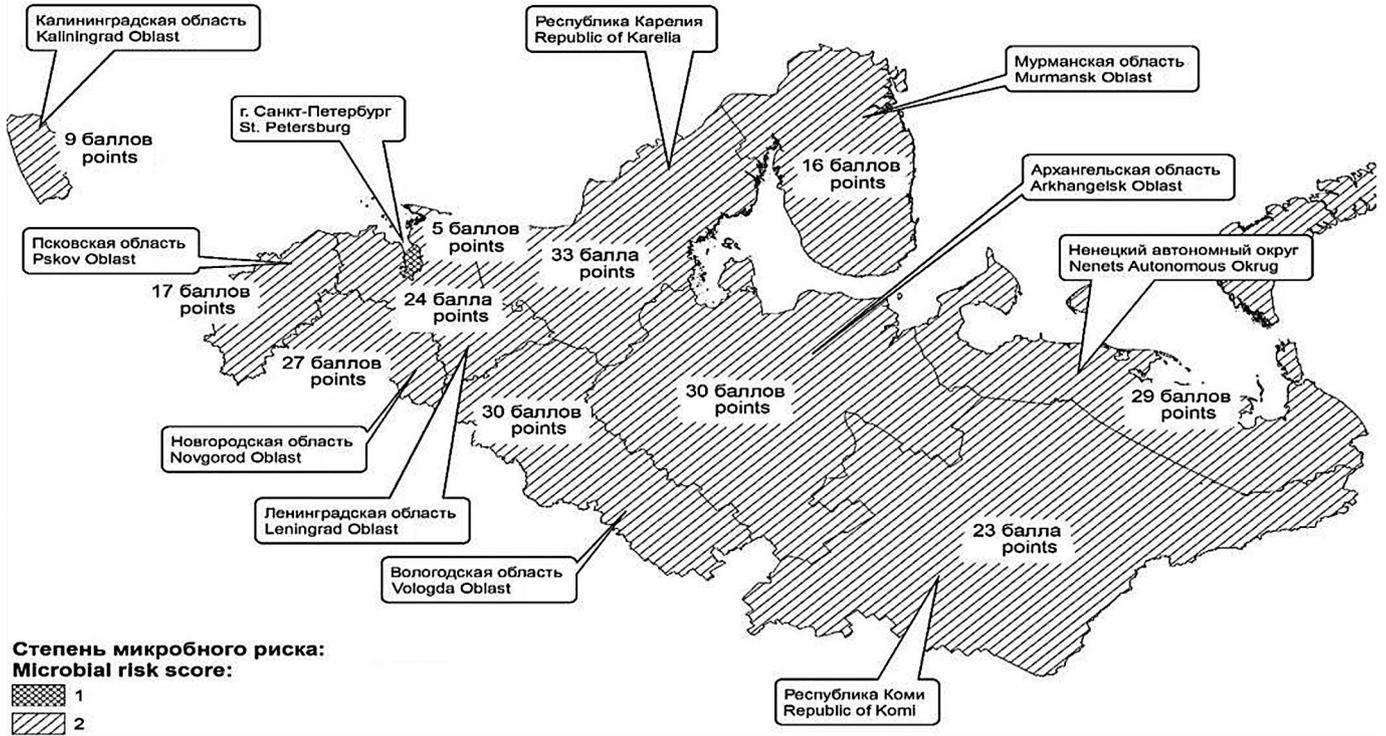


Рис. 2. Ранжирование микробного риска: вариант 1.

Fig. 2. Ranking of the microbial risk: option 1.

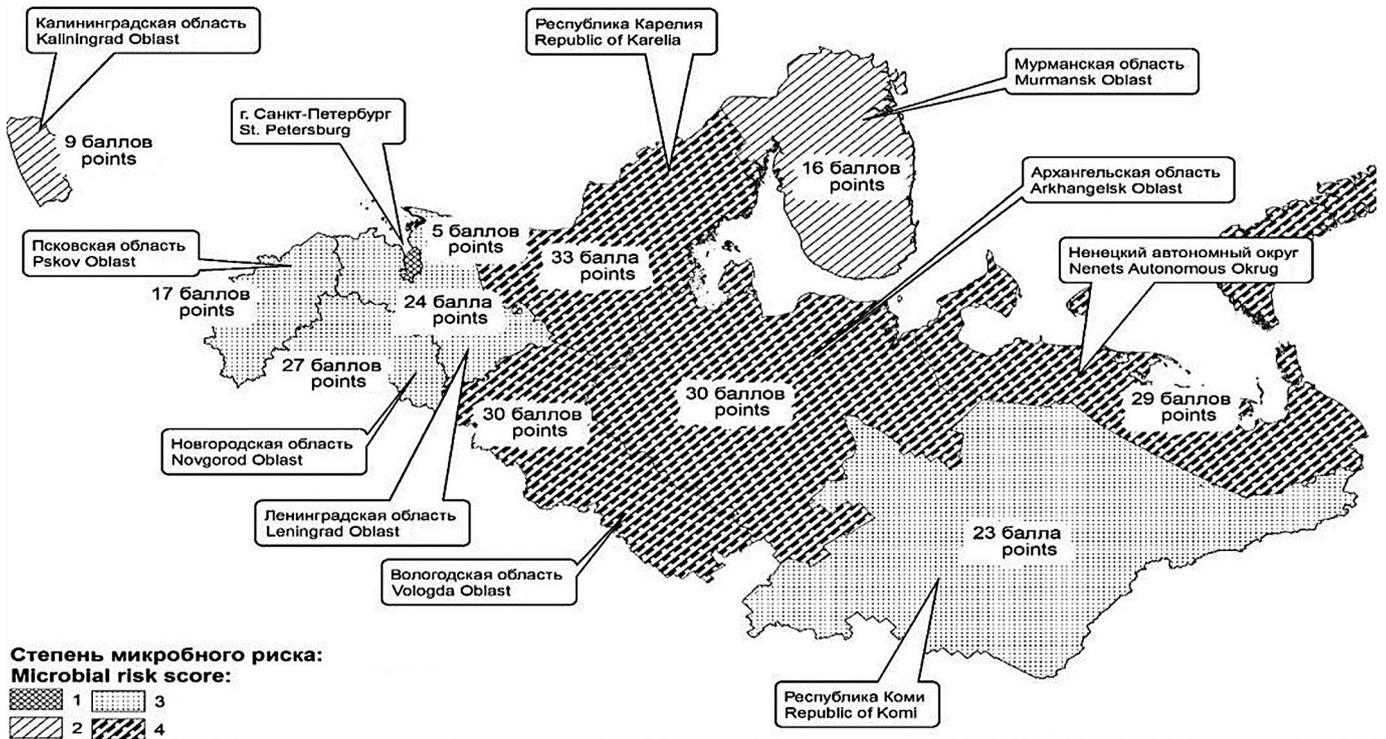


Рис. 3. Ранжирование микробного риска: вариант 2.

Fig. 3. Ranking of the microbial risk: option 2.

Республике Карелия. Кроме того, в связи с отсутствием данных о проведении исследований на содержание *E. coli* в распределительной сети на территориях Республики Коми и Ненецкого автономного округа удельный вес неудовлетворительных проб условно принят равным 2%, что соответствует высокой степени риска. Показатель проб воды распределительной сети, в которых ОМЧ превышает 50 КОЕ/мл, во всех анализируемых регионах не превышает 5%, что соответствует низкой степени микробного риска. Ни в одном из регионов в пробах воды не обнаружены условно патогенные и патогенные микроорганизмы, что также свидетельствует о низкой степени риска.

Наименьшая доля населения, обеспеченного качественной питьевой водой, которая соответствует высокой степени микробного риска, отмечается в Республике Карелия, Вологодской и Архангельской областях, Ненецком автономном округе. Самая низкая доля обеспеченного централизованным водоснабжением населения, соответствующая высокой степени риска, установлена в Ненецком автономном округе. Данный регион также характеризуется наиболее низким среднесуточным водопотреблением на одного жителя, однако величина 61,29 л на человека соответствует средней степени риска, при этом в данную категорию попадает большинство изучаемых регионов за исключением Санкт-Петербурга, Мурманской и Калининградской областей, которые отнесены к категории низкого риска.

Результаты ранжирования интегральной величины микробного риска по всем анализируемым показателям представлены на рис. 2, 3.

Ранжирование субъектов СЗФО с использованием подхода, отражённого в МР 2.1.10.0031–11, характеризует практически все анализируемые регионы, кроме Санкт-Петербурга, как территории со средней степенью микробного риска. Использование второго варианта, который предусматривает ранжирование территорий по пяти степеням риска, позволяет разделить субъекты СЗФО на четыре группы (регионов с высокой степенью микробного риска не выявлено) и выделить четыре наиболее неблагоприятные территории, характеризующиеся существенно повышенной (четвёртой) степенью микробного риска: Республика Карелия, Вологодская и Архангельская области, Ненецкий автономный округ. При этом для каждого из этих регионов имеется возможность выделить приоритетные показатели, формирующие существенно повышенную степень риска. Для Архангельской, Вологодской областей и Республики Карелия данная степень риска формируется высокой долей проб, в которых обнаружены *E. coli*, и численностью населения, обеспеченного качественной питьевой водой, а в Ненецком автономном округе наряду с указанными выше показателями также и небольшой долей населения, обеспеченного централизованным водоснабжением.

Обсуждение

Методика МР 2.1.10.0031–11 в части оценки эпидемической опасности, связанной с условиями централизованного питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения, содержит ряд санитарно-микробиологических показателей, которые характеризуют качество питьевой воды перед подачей в распределительную сеть. Данные показатели исследуются в рамках производственного контроля и отражены в материалах ФИФ СГМ, однако в контексте оценки микробного риска их учёт представляется избыточным, если данные показатели адекватно контролируются в распределительной сети, особенно с учётом того, что в распределительной сети качество питьевой воды может ухудшиться в силу разных причин [12–14]. Следует также обратить внимание на низкую информативность оценки ОМЧ, поскольку в рамках данного исследования все территории по этому показателю характеризуются низкой степенью микробного риска, тогда

как удельный вес проб питьевой воды, в которых обнаружены ОКБ, позволяет отнести к низкой степени риска семь регионов, а по содержанию *E. coli* – только три.

Информация о числе дней нерегулярной подачи воды потребителю (отношение числа дней нерегулярной подачи воды к общему количеству дней в году) может быть получена от водоснабжающих организаций³, однако учёт такого показателя на уровне региона будет некорректным, поскольку ограничение подачи воды затрагивает обычно отдельные дома или жилые кварталы. В то же время для снижения неопределённости следует учитывать долю населения, обеспеченного качественной питьевой водой. Несмотря на то что данный критерий характеризует не только санитарно-микробиологические, но и паразитологические, радиологические, обобщённые и санитарно-химические показатели, повышенные уровни ряда обобщённых и санитарно-химических показателей могут косвенно свидетельствовать о бактериальном загрязнении питьевой воды [24].

Требуется разработка особого подхода, если отдельные исследования, необходимые для оценки риска, не проводятся. С одной стороны, такие показатели можно было бы исключить из анализа и пересмотреть оценочную шкалу баллов, используемую для определения степени микробного риска, по аналогии с показателями качества питьевой воды перед подачей в распределительную сеть. С другой стороны, отсутствие ключевых для оценки микробного риска результатов исследований воды распределительной сети не является отрицательным результатом и не позволяет однозначно исключить высокую степень риска. Поэтому, исходя из наилучшего сценария, представляется целесообразным оценивать такой риск как априори высокий.

Необходимо обратить внимание и на низкую информативность традиционного подхода к ранжированию территорий по результатам комплексной оценки микробного риска лишь по трём категориям, поскольку в данном случае десять из одиннадцати анализируемых территорий СЗФО попадают в категорию средней степени риска. Разделение данной категории на три подгруппы (незначительно повышенная, повышенная и существенно повышенная степень риска) позволит обосновать приоритетность разработки противоэпидемических мероприятий, обеспечивающих безопасность водопользования, и повысить их эффективность.

Заключение

Установлено, что десять регионов СЗФО характеризуются средней степенью микробного риска, а Санкт-Петербург – низкой степенью риска. Использование разработанного авторами альтернативного варианта ранжирования по пяти категориям микробного риска позволило выделить четыре региона, характеризующихся существенно повышенной степенью риска, которые можно рассматривать как территории неблагоприятия.

Предлагается учитывать санитарно-микробиологические показатели, контролируемые в распределительной сети (ОКБ, *E. coli*, ОМЧ, условно патогенные и патогенные бактерии), численность населения, обеспеченного качественной питьевой водой, численность населения, обеспеченного централизованным водоснабжением, и среднесуточное водопотребление на одного жителя. Для территорий, где нет сведений об обнаружении в пробах воды распределительной сети ОКБ, *E. coli* и ОМЧ по причине отсутствия данных исследований, для расчёта риска в качестве условной величины рекомендуется использовать нижнюю границу показателя, соответствующую высокой степени риска.

Ранжирование территорий по пяти категориям микробного риска позволит повысить эффективность противоэпидемических мероприятий, обеспечивающих безопасность водопользования, и обосновать приоритетность их разработки.

Литература

(п.п. 6, 13–16, 21, 24 см. References)

1. Тихонова Н.А., Федоров В.Н., Новикова Ю.А., Ковшов А.А. Гигиеническая оценка водоснабжения населения города Приморска Ленинградской области. В кн.: *Фундаментальные и прикладные аспекты анализа риска здоровью населения: материалы всероссийской научно-практической интернет-конференции молодых ученых и специалистов Роспотребнадзора с международным участием*. Пермь; 2021: 84–8. <https://elibrary.ru/kjsho>
2. Рахманин Ю.А., Красовский Г.Н., Егорова Н.А., Михайлова Р.И. 100 лет законодательного регулирования качества питьевой воды. Ретроспектива, современное состояние и перспективы. *Гигиена и санитария*. 2014; 93(2): 5–18. <https://elibrary.ru/sbkjeh>
3. Эльпинер Л.И. Медико-экологические аспекты кризиса питьевого водоснабжения. *Гигиена и санитария*. 2013; 92(6): 38–44. <https://elibrary.ru/rubhwh>
4. Землянова М.А., Мазунина Д.Л., Рудакова Л.В. Оценка химического загрязнения питьевой воды централизованных источников водоснабжения токсичными металлами (на примере Пермского края). *Вода: химия и экология*. 2014; (10): 113–8. <https://elibrary.ru/tcsrgh>
5. Загайнова А.В., Рахманин Ю.А., Талаева Ю.Г., Иванов С.И., Артемова Т.З., Недачин А.Е. и др. Оценка микробного риска для установления зависимости между качеством воды и заболеваемостью населения кишечными инфекциям. *Гигиена и санитария*. 2010; (3): 28–31. <https://elibrary.ru/mucfwx>
7. Саканская-Грицай Е.И. Проблемы и перспективы совершенствования водоподготовки. *Технико-технологические проблемы сервиса*. 2014; (3): 88–95. <https://elibrary.ru/swncsr>
8. 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 – ЗНиСО*. 2020; (10): 4–8. <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2020-331-10-4-8> <https://elibrary.ru/bgoqun>
9. ВОЗ. Вопросы здравоохранения. Питьевая вода; 2022. Доступно: <https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water/>
10. Зайцева Н.В., Сбоев А.С., Клейн С.В., Веквшинина 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> <https://elibrary.ru/ebsbcs>
11. Васильева М.В., Натарова А.А., Мелихова Е.П. Гигиеническое значение питьевой воды в жизнедеятельности человека. *Символ науки: международный научный журнал*. 2016; (3–2): 180. <https://elibrary.ru/xgyrnn>
12. Загайнова А.В., Рахманин Ю.А. Разработка подходов к оценке риска возникновения бактериальных кишечных инфекций, распространяемых водным путем. *Мир науки, культуры, образования*. 2011; (4–2): 268–73. <https://elibrary.ru/pacjnz>
17. Байдакова Е.В., Унгурияну Т.Н., Михайлова Р.И. К количественной оценке микробного риска, связанного с экспозицией кишечных вирусов в питьевой воде. *Анализ риска здоровью*. 2019; (2): 108–14. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2019.2.12> <https://elibrary.ru/nctzcu>
18. Андреева Е.Е., Иваненко А.В., Силверстов В.А., Гареева И.Е. Актуальные проблемы организации контроля за качеством воды водозаборных источников и питьевой воды в городе Москве. *Профилактическая и клиническая медицина*. 2015; (2): 5–11. <https://elibrary.ru/vkrker>
19. Петров Е.Ю., Княгина О.Н., Липшиц Д.А., Марыхова Л.Б., Никитина Ю.А. Оценка особенностей риска для здоровья населения, обусловленного условиями санитарно-гигиенического обеспечения питьевой водой в Нижегородской области. *Медицинский альманах*. 2013; (2): 117–9. <https://elibrary.ru/qaxdlb>
20. Байдакова Е.В., Унгурияну Т.Н., Крутская К.В., Миненко И.А. Качество питьевого водоснабжения и степень эпидемической опасности возникновения кишечных инфекций в городах Архангельской области. *Экология человека*. 2019; (5): 15–20. <https://doi.org/10.33396/1728-0869-2019-5-15-20> <https://elibrary.ru/zdfczv>
22. Бобун И.И., Иванов С.И., Унгурияну Т.Н., Гудков А.Б., Лазарева Н.К. К вопросу о региональном нормировании химических веществ в воде на примере Архангельской области. *Гигиена и санитария*. 2011; (3): 91–5. <https://elibrary.ru/nwgpml>
23. Бuzinov Р.В., Кiku П.Ф., Унгурияну Т.Н., Ярыгина М.В., Гудков А.Б. *От Поморья до Приморья: социально-гигиенические и экологические проблемы здоровья населения*. Архангельск; 2016.

References

1. Tikhonova N.A., Fedorov V.N., Novikova Yu.A., Kovshov A.A. Hygienic assessment of water supply for the population of the city of Primorsk, Leningrad Region. In: *Fundamental and Applied Aspects of Public Health Risk Analysis: Proceedings of the All-Russian Scientific and Practical Internet Conference of Young Scientists and Specialists of Rosпотребнадзор with International Participation [Fundamentalnye i prikladnye aspekty analiza riska zdorov'yu naseleniya: materialy vsrossiyskoy nauchno-prakticheskoy internet-konferentsii molodykh uchenykh i spetsialistov Rosпотребнадzora s mezhdunarodnym uchastiem]*. Perm'; 2021: 84–8. <https://elibrary.ru/kjsho> (in Russian)
2. Rakhmanin Yu.A., Krasovskiy G.N., Egorova N.A., Mikhaylova R.I. 100 years of drinking water regulation. Retrospective review, current situation and prospects. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian Journal)*. 2014; 93(2): 5–18. <https://elibrary.ru/sbkjeh> (in Russian)
3. El'piner L.I. Medical and environmental aspects of the drinking water supply crisis. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian Journal)*. 2013; 92(6): 38–44. <https://elibrary.ru/rubhwh> (in Russian)
4. Zemlyanova M.A., Mazunina D.L., Rudakova L.V. Assessment of the chemical contamination of drinking water from centralized water sources with toxic metals (on the example of Perm Krai). *Voda: khimiya i ekologiya*. 2014; (10): 113–8. <https://elibrary.ru/tcsrgh> (in Russian)
5. Zagaynova A.V., Rakhmanin Yu.A., Talaeva Yu.G., Ivanov S.I., Artemova T.Z., Nedachin A.E., et al. Microbial risk assessment to establish water quality-enteric infection morbidity relationship. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian Journal)*. 2010; (3): 28–31. <https://elibrary.ru/mucfwx> (in Russian)
6. De Roos A.J., Gurian P.L., Robinson L.F., Rai A., Zakeri I., Kondo M.C. Review of epidemiological studies of drinking-water turbidity in relation to acute gastrointestinal illness. *Environ. Health Perspect.* 2017; 125(8): 086003. <https://doi.org/10.1289/ehp1090>
7. Sakanskaya-Gritsay E.I. Problems and prospects for improvement of water treatment. *Tekhniko-tekhnologicheskie problemy servisa*. 2014; (3): 88–95. <https://elibrary.ru/swncsr> (in Russian)
8. 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 – ZNiSO*. 2020; (10): 4–8. <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2020-331-10-4-8> <https://elibrary.ru/bgoqun> (in Russian)
9. WHO. Health Topics. Drinking-water; 2022. Available at: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>
10. Zaytseva N.V., Sboev A.S., Kleyn S.V., Vekovshina S.A. Drinking water quality: health risk factors and efficiency of control and surveillance activities by Rosпотребнадzor. *Analiz riska zdorov'yu*. 2019; (2): 44–55. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2019.2.05> <https://elibrary.ru/sqdxn>
11. Vasil'eva M.V., Natarova A.A., Melikhova E.P. Hygienic value of drinking water in human life. *Sимвол науки: mezhdunarodnyy nauchnyy zhurnal*. 2016; (3–2): 180. <https://elibrary.ru/xgyrnn> (in Russian)
12. Zagaynova A.V., Rakhmanin Yu.A. Development of approaches to an estimation of risk of occurrence of the bacterial intestinal infections distributed by a waterway. *Mir nauki, kul'tury, obrazovaniya*. 2011; (4–2): 268–73. <https://elibrary.ru/pacjnz> (in Russian)
13. Ebacher G., Besner M.C., Clément B., Prévost M. Sensitivity analysis of some critical factors affecting simulated intrusion volumes during a low pressure transient event in a full-scale water distribution system. *Water Res.* 2012; 46(13): 4017–30. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2012.05.006>
14. Lambertini E., Borchardt M.A., Kieke B.A. Jr., Spencer S.K., Loge F.J. Risk of viral acute gastrointestinal illness from nondisinfected drinking water distribution systems. *Environ. Sci. Technol.* 2012; 46(17): 9299–307. <https://doi.org/10.1021/es3015925>
15. Ford T.E. Microbiological safety of drinking water: United States and global perspective. *Environ. Health Perspect.* 1999; 107(Suppl. 1): 191–206. <https://doi.org/10.1289/ehp.99107s1191>
16. Hellard M.E., Sinclair M.I., Forbes A.B., Fairley C.K. A randomized, blinded, controlled trial investigating the gastrointestinal health effects of drinking water quality. *Environ. Health Perspect.* 2001; 109(8): 773–8. <https://doi.org/10.1289/ehp.01109773>
17. Baydakova E.V., Unguryanu T.N., Mikhaylova R.I. On quantitative assessment of microbe risk caused by exposure to enteric viruses in drinking water. *Analiz riska zdorov'yu*. 2019; (2): 108–14. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2019.2.12> <https://elibrary.ru/ksfhks>
18. Andreeva E.E., Ivanenko A.V., Siliverstov V.A., Gareeva I.E. Topical problems on the organization of water sources and drinking water quality control in Moscow. *Профилактическая и клиническая медицина*. 2015; (2): 5–11. <https://elibrary.ru/vkrker> (in Russian)
19. Petrov E.Yu., Knyagina O.N., Lipshits D.A., Marakhova L.B., Nikitina Yu.A. The assessment of the peculiarities of the risk for population health, stipulate by the condition of sanitary-hygienic provision with drinking water in Nizhny Novgorod region. *Meditsinskiy al'manakh*. 2013; (2): 117–9. <https://elibrary.ru/qaxdlb> (in Russian)
20. Baydakova E.V., Unguryanu T.N., Krutskaya K.V., Minenko I.A. Quality of drinking water and epidemic risk of water-born infections in towns of the Arkhangelsk region. *Экология человека*. 2019; (5): 15–20. <https://doi.org/10.33396/1728-0869-2019-5-15-20> <https://elibrary.ru/zdfczv> (in Russian)
21. Van Lieverloo J.H., Blokker E.J., Medema G. Quantitative microbial risk assessment of distributed drinking water using faecal indicator incidence and concentrations. *J. Water Health.* 2007; 5(Suppl. 1): 131–49. <https://doi.org/10.2166/wh.2007.134>
22. Bobun I.I., Ivanov S.I., Unguryanu T.N., Gudkov A.B., Lazareva N.K. Regional standardization of water chemical substances in case of the Arkhangelsk region. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian Journal)*. 2011; (3): 91–5. <https://elibrary.ru/nwgpml> (in Russian)
23. Buzinov R.V., Kiku P.F., Unguryanu T.N., Yarygina M.V., Gudkov A.B. *From Pomorie to Primorye: socio-hygienic and environmental problems of public health [От Поморья до Приморья: сoциaльнo-гигиенические и экологические проблемы здоровья населения]*. Arkhangel'sk; 2016. (in Russian)
24. WHO. Guidelines for drinking-water quality: fourth edition incorporating the first and second addenda. Geneva; 2022.