

## ИНТЕГРАЛЬНАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ В ЖИЛЫХ РАЙОНАХ Г. РЯЗАНИ

А. А. Гаврикова, А. А. Дементьев, Д. А. Соловьев<sup>✉</sup>, А. М. Цурган, В. А. Парамонова, Е. П. Коршунова

Рязанский государственный медицинский университет имени академика И. П. Павлова, Рязань, Россия

Качество питьевой воды является одним из ключевых факторов, определяющих здоровье населения. Рискоориентированный подход является одним из наиболее эффективных инструментов количественной оценки и управления качеством питьевой воды. Целью исследования было выполнить сравнительную интегральную оценку качества питьевой воды централизованной системы водоснабжения в жилых районах г. Рязани по показателям химической безвредности. Проведена сравнительная оценка органолептических, неканцерогенных и канцерогенных рисков, а также интегральная оценка питьевой воды централизованной системы водоснабжения в жилых районах г. Рязани по показателям химической безвредности на основании МР 2.1.4.0032-11. Для оценки рисков использовали данные мониторинга качества питьевой воды санитарно-химической лаборатории ФБУЗ «Центра гигиены и эпидемиологии в Рязанской области» за 2017–2022 гг. На стадии идентификации опасности в ходе исследования использовали показатели качества питьевой воды, полученные в течение указанного периода и когда-либо превышавшие гигиенические нормативы. Для расчета органолептических рисков использовали максимальные показатели 98%-й вероятностной обеспеченности, тогда как неканцерогенный и канцерогенный риски рассчитывали по средним многолетним концентрациям 95%-й вероятностной обеспеченности по беспороговым моделям. К неопределенностям оценки риска следует отнести ограниченный перечень показателей, контролируемых в питьевой воде. Во всех жилых районах города Рязани интегральный показатель (ИП) опасности питьевой воды централизованной системы водоснабжения превышает приемлемые значения, при этом наибольшей опасностью характеризуется питьевая вода в жилом районе Солотча (ИП = 8,8), а наименьшей — в районе Канищево (ИП = 5,6). При этом основной вклад в формирование ИП опасности питьевой воды во всех районах города вносит высокий органолептический риск, что свидетельствует о необходимости реализации мероприятий по его снижению.

**Ключевые слова:** риск, питьевая вода, централизованное водоснабжение, интегральный показатель, химическая безвредность

**Вклад авторов:** А. А. Дементьев — разработка концепции исследования, редактирование текста; А. А. Гаврикова — сбор и обработка результатов исследования, написание текста; Д. А. Соловьев — редактирование текста; А. А. Цурган — обработка результатов; Е. П. Коршунова — сбор и обработка первичного материала; В. А. Парамонова — статистическая обработка данных.

✉ **Для корреспонденции:** Давид Андреевич Соловьев  
ул. Чапаева, д. 57, г. Рязань, 390000, Россия; soldos1@yandex.ru

**Статья получена:** 28.10.2024 **Статья принята к печати:** 12.01.2025 **Опубликована онлайн:** 16.03.2025

**DOI:** 10.24075/rbh.2025.119

## INTEGRAL ASSESSMENT OF DRINKING WATER QUALITY IN RESIDENTIAL DISTRICTS OF RYAZAN

Gavrikova AA, Dementiev AA, Solovyov DA<sup>✉</sup>, Tsurgan AM, Paramonova VA, Korshunova EP

Pavlov Rязан State Medical University, Rязан, Russia

The quality of drinking water is one of the key factors defining the health of the population. The risk-based approach is one of the most effective drinking water quality assessment and control tools. This study aimed to make a comparative integral assessment of the quality of drinking water from a centralized water supply system in residential areas of Rязан based on chemical safety indicators. We have considered organoleptic, non-carcinogenic and carcinogenic risks, and compiled an integral assessment based on MR 2.1.4.0032-11. The drinking water quality monitoring data used for the assessment came from the Center for Hygiene and Epidemiology in the Rязан Region, and covered years 2017 through 2022. Identifying the hazards, we relied on the above-norm spikes in drinking water quality indicator values registered during the specified period. The maximum figures used to calculate the organoleptic risks had 98% confidence interval, while that for the data enabling non-carcinogenic and carcinogenic risk assessments was 95% (nonthreshold models), the said data reflecting the average long-term concentrations. The uncertainties inherent in the risk assessment stem from the limited list of indicators controlled in drinking water. In all residential districts of the city of Rязан, the integral indicator (II) of the level of hazard of drinking water from the centralized water supply system exceeds the acceptable values, with the said level being the highest in Solotcha (II = 8.8) and Kanishchevo (II = 5.6). In all districts of the city, the indicator is largely shaped by the high organoleptic risk, which points to the need for respective mitigation measures.

**Keywords:** risk, drinking water, centralized water supply, integral indicator, chemical safety

**Author contribution:** Dementiev AA — study concept, text editing; Gavrikova AA — data collection, processing of the results, text authoring; Solovyov DA — text editing; Tsurgan AM — processing of the results; Korshunova EP — collection and processing of primary material; Paramonova VA — statistical data processing.

✉ **Correspondence should be addressed:** David A. Solovyov  
ul. Chapaeva, 57, Rязан, 390000, Russia; soldos1@yandex.ru

**Received:** 28.10.2024 **Accepted:** 12.01.2025 **Published online:** 16.03.2025

**DOI:** 10.24075/rbh.2025.119

Качество питьевой воды является одним из ключевых факторов, определяющих здоровье населения. В развивающихся странах отклонения в ее качественном составе формирует в основном высокие эпидемиологические риски для здоровья, тогда как в индустриально развитых районах на первое место по гигиенической значимости выходят показатели химической безвредности [1–3]. По имеющимся данным, 87% населения обеспечены качественной питьевой водой, тогда как основные цели Федерального проекта «Чистая вода» полностью достигнуты только на трех четвертых территории Российской Федерации

[4]. К часто встречающимся проблемам питьевой воды централизованных систем водоснабжения, использующих для питания поверхностные и подземные источники водоснабжения, можно отнести избыточную жесткость, повышенное содержание железа, бора, кадмия и свинца [5–9]. Причем на качество питьевой воды влияют не только санитарно-гигиенические и гидрологические особенности источника водоснабжения, но и используемые методы водоподготовки, такие как вторичное образование хлорфенольных соединений в результате обеззараживания вод, загрязненных фенолом методом хлорирования [3].

При этом одним из наиболее эффективных инструментов количественной оценки и управления качеством питьевой воды является методология оценки риска, которая позволяет не только ранжировать химические угрозы по степени влияния на здоровье населения, но и выделить приоритетные научно обоснованные мероприятия, направленные на снижение риска для здоровья до приемлемых величин [5, 10, 11].

Особый интерес представляет сравнительная оценка жилых районов центра субъекта федерации по интегральному показателю химической безвредности питьевой воды централизованной системы водоснабжения, имеющей смешанное питание, которая позволит научно обосновать приоритетные направления улучшения качества питьевой воды на отдельных селитебных территориях.

Целью исследования было выполнить сравнительную интегральную оценку качества питьевой воды централизованной системы водоснабжения в жилых районах г. Рязани по показателям химической безвредности.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследование проводили на территории г. Рязани — административного центра Рязанской области, численность населения которого на 1 января 2024 г. составляла 520,5 тыс. человек. В областном центре организовано централизованное водоснабжение населения с помощью муниципального водопровода кольцевого типа. Для его питания используются поверхностные воды р. Оки (55–60%) и артезианские воды Подольского, Окского и Каширского водоносных горизонтов (40–45%). На всех источниках водоснабжения были организованы зоны санитарной охраны. Во всех районах города, за исключением Солотча, для водоснабжения населения используется смесь поверхностной и артезианской воды, тогда как в Солотче — только артезианская вода.

Для исследования использовали результаты оценки качества питьевой воды в мониторинговых точках водоразводящей сети за период с 2017 по 2022 г. В каждом жилом районе города, за исключением Октябрьского, было расположено по одной мониторинговой точке, в Октябрьском — две точки, отбор проб воды из которых осуществлялся ежемесячно (12 раз в год). Всего в исследовании использовали результаты 3440 анализов качества питьевой воды, полученных из 720 проб. Сравнительную интегральную оценку питьевой воды централизованной системы водоснабжения в жилых районах г. Рязани по показателям химической безвредности проводили в соответствии с МР 2.1.4.0032-11 [12].

На стадии идентификации опасности в исследование были включены показатели качества питьевой воды, для которых в 2017–2022 гг. были зарегистрированы значения выше соответствующих гигиенических нормативов. Для расчета органолептических рисков использовали максимальные показатели 98%-й вероятностной обеспеченности. Неканцерогенный и канцерогенный риски рассчитывали по средним многолетним концентрациям 95%-й вероятностной обеспеченности по беспороговым моделям [12, 13]. К неопределенностям оценки риска следует отнести ограниченный перечень показателей, контролируемых в питьевой воде в рамках санитарно-гигиенического мониторинга (СГМ).

Статистическую обработку базы первичных данных проводили методом однофакторного дисперсионного анализа при целевом уровне значимости  $p < 0,05$  с помощью пакета прикладных программ STADIA 8.0 (НПО «Информатика и компьютеры»; Россия).

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Максимальные значения 98%-й вероятностной обеспеченности запаха и привкуса питьевой воды в рассматриваемых районах города находились в пределах 2,9–3,4 балла и превышали гигиеническую норму (табл. 1). При этом цветность воды на всех сравниваемых территориях соответствовала нормативным значениям (20°).

Из представленных в таблице данных следует, что максимальные значения мутности ( $p = 0,98$ ) в жилых районах Солотча и Строитель превышали гигиеническую норму в 2,1 и 1,8 раза соответственно, тогда как на остальных территориях были в пределах гигиенической нормы и колебались в пределах 1,7–2,5 мг/л. При этом максимальная концентрация железа ( $Fe^{2+}$ ) в питьевой воде централизованной системы водоснабжения поселка Солотча была наибольшей относительно территорий сравнения и превышала соответствующую ПДК (0,3 мг/л) в 7,6 раза. В жилых районах Железнодорожный, Строитель и Октябрьский вышеназванный показатель в 3,5–5,2 раза превышал ПДК, тогда как на остальных селитебных территориях был выше ПДК в 1,1 – 2,8 раза. Разовые концентрации алюминия в питьевой воде районов Дягилево, Московский, Солотча и Строитель были ниже порога определения (нпо), тогда как его максимальные концентрации на остальных территориях не превышали ПДК (0,2 мг/л).

Исследование показало, что во всех районах города органолептический риск питьевой воды по показателям запаха (при 20°) и привкуса в пять раз превышал

**Таблица 1.** Максимальные значения показателей, влияющих на органолептические свойства питьевой воды в жилых районах г. Рязани ( $C_{98}$  +  $t_{98}$ , при  $p = 0,98$ )

Район	Запах (20 °С), балл	Привкус, балл	Цветность, °	Мутность, мг/л (по каолину)	Fe <sup>2+</sup> , мг/л	Al <sup>3+</sup> , мг/л
Дашково-Песочня	3,4	3,4	11	2,5	0,7	0,2
Дягилево	2,9	2,9	11	1,7	0,8	нпо
Канищево	3,3	3,4	10,8	1,7	0,8	0,2
Московский	3,1	3,1	10,4	1,8	0,3	нпо
Октябрьский	3,3	3,3	11,1	1,9	1,6	0,1
Солотча	2,9	2,9	16,6	5,3	2,3	нпо
Советский	3,4	3,4	10,9	1,9	0,5	0,2
Строитель	3,3	3,4	12,4	4,6	1,4	нпо
Железнодорожный	3,3	3,4	11,9	1,8	1	0,2

**Примечание:** нпо — ниже порога определения.

Таблица 2. Органолептический риск (РО) питьевой воды в жилых районах г. Рязани

Район	Запах (20 °С)	Привкус	Цветность	Мутность	Fe <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	РО сумм.
Дашково-Песочня	0,5	0,5	0,005	0,009	0,2	0,043	0,5
Дягилево	0,5	0,5	0,005	0,005	0,3	0	0,5
Канищево	0,5	0,5	0,005	0,005	0,3	0,008	0,5
Московский	0,5	0,5	0,004	0,005	0,03	0	0,5
Октябрьский	0,5	0,5	0,005	0,006	0,6	0,002	0,6
Солотча	0,5	0,5	0,013	0,048	0,8	0	0,8
Советский	0,5	0,5	0,005	0,006	0,1	0,028	0,5
Строитель	0,5	0,5	0,006	0,032	0,6	0	0,6
Железнодорожный	0,5	0,5	0,006	0,005	0,4	0,028	0,5

приемлемые значения (0,1) и составлял 0,5 (табл. 2). При этом органолептический риск, обусловленный содержанием железа (Fe<sup>2+</sup>) в питьевой воде, в большинстве районов города, за исключением Московского и Советского, превышал приемлемый в 2–8 раз и был наибольшим в жилом районе Солотча (0,821). В Октябрьском районе и поселке Строитель его значения были в шесть раз, а на остальных территориях — в 2–3 раза выше приемлемого. Следует отметить, что органолептические риски питьевой воды, связанные с содержанием в ней ионов алюминия и показателем мутности, на всех рассматриваемых территориях были незначительными. При суммарной оценке органолептический риск питьевой воды в жилых районах Солотча, Октябрьский и Строитель определялся содержанием двухвалентного железа, тогда как на остальных сельских территориях города — запахом и привкусом, которые могли быть обусловлены разными причинами (повышенное содержание железа, коррозия металлических труб, образование микробных пленок железобактерий на внутренних стенках водопровода, образование хлорированных углеводородов, застывание воды и др.) [14–20].

Средние многолетние концентрации 95%-й вероятностной обеспеченности основных загрязняющих веществ в питьевой воде централизованной системы водоснабжения жилых районов г. Рязани не превышали соответствующие ПДК для питьевой воды (табл. 3). Суммарный неканцерогенный риск ни в одном из рассматриваемых районов города не превышал приемлемые значения (0,05) и находился в пределах между 0,013 (Московский) и 0,021 (Строитель).

Из представленных в табл. 3 химических веществ канцерогенным действием обладают только кадмий (Cd) и свинец (Pb), относящиеся к группам канцерогенности МАИР 1 и 2В соответственно [13]. Исследование показало, что только в жилом районе Дашково-Песочня индивидуальный

канцерогенный риск питьевой воды превышал приемлемое значение ( $1 \times 10^5$ ) и составлял 1,25E-05, тогда как на остальных территориях его значения находились в пределах между 3,19E-06 в районе Канищево и 6,09E-06 в районе Строитель (табл. 4). Следует отметить, что основной вклад в суммарный канцерогенный риск питьевой воды централизованной системы водоснабжения во всех районах города вносил кадмий, вклад которого в районе Дашково-Песочня был наибольшим и составлял 93,2%, а в Советском районе — наименьшим (66,8%).

Результаты интегральной оценки опасности питьевой воды централизованной системы водоснабжения в жилых районах г. Рязани представлены в (табл. 5).

Исследование показало, что во всех жилых районах города Рязани интегральный показатель (ИП) опасности питьевой воды централизованной системы водоснабжения превышает приемлемые значения, при этом наибольшей опасностью характеризуется питьевая вода в жилом районе Солотча (ИП = 8,8), а наименьшей — в Канищево (ИП = 5,6). При этом основной вклад в формирование ИП опасности питьевой воды во всех районах города вносит высокий органолептический риск.

## ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Высокие максимальные концентрации железа в питьевой воде жилых районов Солотча, Строитель и Октябрьский, формирующие неприемлемые органолептические риски (0,6–0,8), могут быть обусловлены более высокой долей артезианских вод Подольского и Касимовского сети на этих территориях, так как для них характерно высокое содержание этого элемента [21, 22]. Отмечено, что увеличение содержания железа в питьевой воде нарастает с увеличением длительности ее пребывания в водопроводной сети за счет коррозии труб,

Таблица 3. Средние многолетние концентрации 95%-й вероятностной обеспеченности загрязняющих веществ, в питьевой воде жилых районов г. Рязани ( $C_{95} + t_m$ , при  $p = 0,95$ )

Район	Бор (ПДК = 0,5 мг/л)	Кадмий (ПДК = 0,001 мг/л)	Никель (ПДК = 0,02 мг/л)	Свинец (ПДК = 0,01 мг/л)
Дашково-Песочня	0,133	0,0007	0,011	0,0024
Дягилево	0,108	0,0002	0,005	0,0038
Канищево	0,1	0,0001	0,008	0,0024
Московский	0,095	0,0002	0,005	0,0029
Октябрьский	0,102	0,0002	0,008	0,0018
Солотча	0,091	0,0002	0,012	0,0034
Советский	0,128	0,0002	0,009	0,0037
Строитель	0,259	0,0003	0,005	0,0047
Железнодорожный	0,106	0,0003	0,008	0,0036

Таблица 4. Индивидуальный канцерогенный риск (РК) питьевой воды в жилых районах г. Рязани

Район	Кадмий	Свинец	РК сумм.
Дашково-Песочня	1,16E-05	8,54E-07	1,25E-05
Дягилово	3,23E-06	1,38E-06	4,60E-06
Канищево	2,30E-06	8,90E-07	3,19E-06
Московский	3,24E-06	1,08E-06	4,31E-06
Октябрьский	3,84E-06	6,70E-07	4,50E-06
Солотча	2,78E-06	1,25E-06	4,03E-06
Советский	2,74E-06	1,36E-06	4,10E-06
Строитель	4,39E-06	1,70E-06	6,09E-06
Железнодорожный	4,71E-06	1,30E-06	6,01E-06

Таблица 5. Интегральный показатель (ИП) опасности питьевой воды в отдельных районах г. Рязани

Район	РО/ПЗ <sub>о</sub>	РН/ПЗ <sub>н</sub>	РК/ПЗ <sub>к</sub>	ИП
Дашково-Песочня	5	0,4	1,2	6,6
Дягилово	5	0,3	0,5	5,8
Канищево	5	0,3	0,3	5,6
Московский	5	0,3	0,4	5,7
Октябрьский	6	0,3	0,5	6,8
Солотча	8	0,4	0,4	8,8
Советский	5	0,4	0,4	5,8
Строитель	6	0,4	0,6	7
Железнодорожный	5	0,3	0,6	5,9

**Примечание:** РО — суммарный риск рефлекторно-ольфакторных эффектов; РН — суммарный неканцерогенный риск; РК — суммарный канцерогенный риск; ПЗ<sub>о</sub> — приемлемое значение риска рефлекторно-ольфакторных эффектов; ПЗ<sub>н</sub> — приемлемое значение неканцерогенного риска; ПЗ<sub>к</sub> — приемлемое значение канцерогенного риска.

при этом повышаются цветность, мутность и появляется характерный металлический привкус питьевой воды. Также ухудшение органолептических свойств воды может происходить вследствие размножения железобактерий внутри водопроводных труб [9, 14–17, 23]. Питьевая вода с высоким содержанием железа повышает риск заболеваний кожи и подкожно-жировой клетчатки у детей и подростков [11]. По другим данным, повышенные концентрации железа в питьевой воде могут оказывать неблагоприятное действие на кроветворную и иммунную системы [14, 15].

Выявленные высокие органолептические риски питьевой воды, обусловленные максимальными значениями запаха и привкуса, также могут быть обусловлены образованием хлорорганических соединений в результате хлорирования, поэтому при обеззараживании следует отдавать предпочтение комбинированным методам [18–20]. Однако существующая неопределенность в виде ограниченного перечня веществ для контроля их содержания в питьевой воде централизованной системы водоснабжения не позволяет нам подтвердить или опровергнуть вышеназванную причину в настоящем исследовании.

Индивидуальный канцерогенный риск выше приемлемого был характерен только для жилого района Канищево и на 93,2% был обусловлен ионами кадмия, что может быть связано с антропогенным загрязнением р. Оки [24, 25]. Полученные результаты в целом согласуются с данными других авторов, отмечающих неприемлемый уровень

канцерогенного риска, обусловленного поступлением свинца и кадмия с питьевой водой в г. Рязани [26, 27].

## ВЫВОДЫ

Исследование показало, что суммарный органолептический риск питьевой воды централизованной системы водоснабжения в жилых районах г. Рязани в 5–8 раз превышал приемлемые значения в районах Солотча, Октябрьский и Строитель и определялся высоким содержанием двухвалентного железа, тогда как на остальных селитебных территориях — запахом и привкусом.

Суммарный неканцерогенный риск не превышал приемлемые значения (0,05) ни в одном из рассматриваемых районов города и находился в пределах между 0,013 (Московский) и 0,021 (Строитель).

Только в жилом районе Дашково-Песочня индивидуальный канцерогенный риск питьевой воды превышал приемлемое значение ( $1 \times 10^5$ ) и составлял 1,25E-05. Основной вклад в его формирование на всех городских территориях вносило содержание кадмия в питьевой воде.

Во всех жилых районах города Рязани интегральный показатель опасности питьевой воды централизованной системы водоснабжения превышал приемлемые значения, в основном за счет высокого органолептического риска, что требует разработки и реализации профилактических мероприятий, направленных на его снижение.

## Литература

- Лапшин А. П., Ванькова А. Н. Интегральная оценка качества питьевой воды. Анализ риска здоровью — 2020: совместно с международной встречей по окружающей среде и здоровью RISE-2020 и круглым столом по безопасности питания. Материалы X Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. В 2-х томах, Пермь, 13–15 мая 2020 года. Том 1. Пермь: Пермский национальный исследовательский политехнический университет, 2020; 129–36.
- 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): 1158–66.
- Вождаева М. Ю., Холова А. Р., Вагнер Е. В., Труханова Н. В., Мельницкий И. А., Муллоджанов Т. Т. и др. Изменение показателей химической безвредности питьевой воды Уфы при ее транспортировке потребителям. Гигиена и санитария. 2021; 100 (4): 396–405. DOI: 10.47470/0016-9900-2021-100-4-396-405.
- Зайцева Н. В., Клейн С. В., Май И. В., Савочкина А. А., Кирьянов Д. А., Камалудинов М. Р. и др. Риск для здоровья населения и эффективность мероприятий по повышению качества питьевой воды централизованных систем водоснабжения. Гигиена и санитария. 2022; 101 (11): 1403–11. DOI: 10.47470/0016-9900-2022-101-11-1403-1411.
- Тихонова Н. А., Новикова Ю. А., Мясников И. О., Федоров В. Н., Сергеев А. А., Дмитриевская С. В. Интегральная оценка качества питьевой воды населенных пунктов Мурманской области. Российская Арктика. 2023; 5 (3-22): 57–66. DOI: 10.24412/2658-42552023-3-57-66.
- Тихонова Н. А., Мясников И. О., Новикова Ю. А., Федоров В. Н., Ковшов А. А. Оценка качества питьевой воды городских поселений Российской Арктики. Здоровье — основа человеческого потенциала: проблемы и пути их решения. 2022; 17 (1): 407–13.
- Артемьева А. А. Оценка уровней общетоксического риска для здоровья населения Удмуртии от потребления питьевой воды из подземных источников с повышенным содержанием железа, бора и фтора. Вестник Удмуртского университета. Серия Биология. Науки о Земле. 2021; 31 (4): 394–403. DOI: 10.35634/2412-9518-2021-31-4-394-403.
- Кострова Ю. С., Ефремов Н. В. Оценка риска здоровью населения Рязанской области, связанная с загрязнением питьевой воды. Международный научно-исследовательский журнал. 2022; 12 (126). DOI: 10.23670/IRJ.2022.126.29.
- Литвинова А. А., Деметьев А. А., Цурган А. М., Коршунова Е. П., Бульчева Г. Н. Сравнительная гигиеническая оценка качественного состава питьевой воды централизованной системы водоснабжения в отдельных районах г. Рязани. Наука молодых (Eruditio Juvenium). 2023; 11 (4): 505–18. DOI: 10.23888/HMJ2023114505-518.
- Степанова Н. В., Валеева Э. Р., Фомина С. Ф., Зиятдинова А. И. Оценка риска для здоровья детского населения при потреблении питьевой воды. Гигиена и санитария. 2016; 95 (11): 1079–83.
- Закирова О. М., Кузнецова Е. П., Степанова Н. В., Фомина С. Ф. Влияние качества питьевой воды на здоровье населения на примере города Казани. Актуальные проблемы естественных наук: Материалы международной научно-практической конференции, Петропавловск-Сургут-Баку-Ташкент, 12 апреля 2024 года. Петропавловск: Северо-Казахстанский университет им. М. Козыбаева, 2024; 196–200.
- MP 2.1.4.0032-11. Интегральная оценка питьевой воды централизованных систем водоснабжения по показателям химической безвредности: методические рекомендации. М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2012; 31 с.
- Р 2.1.10.3968-23. Руководство по оценке риска здоровью населения при воздействии химических веществ, загрязняющих среду обитания. М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2023; 221 с.
- Богданова В. Д., Кику П. Ф., Кислицына Л. В. Гигиеническая оценка питьевой воды из подземных источников централизованных систем водоснабжения острова Русский. Анализ риска здоровью. 2020; (2): 28–37. DOI: 10.21668/health.risk/2020.2.03.
- Кику П. Ф., Кислицына Л. В., Богданова В. Д., Сабирова К. М. Оценка риска санитарно-химических показателей воды для населения Хасанского района Приморского края. Экология человека. 2018; (6): 12–7.
- Pierce G, Gonzalez SR, Roquemore P, Ferdman R. Sources of and solutions to mistrust of tap water originating between treatment and the tap: Lessons from Los Angeles County. Science of The Total Environment. 2019; 1 (694): 1336–46. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2019.133646.
- Baig SA, Lou Z, Baig MA, Qasim M, Shams DF, Mahmood Q, et al. Assessment of tap water quality and corrosion scales from the selected distribution systems in northern Pakistan. Environmental monitoring and assessment. 2017; 189 (4): 194. DOI: 10.1007/s10661-017-5907-5.
- Быкова П. Г., Палагин Е. Д., Нестеренко О. И., Тульговец А. М. Вторичные загрязнения воды, образованные в процессе ее обработки хлорреагентами. Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Строительные технологии: сборник статей. Самара: Самарский государственный технический университет, 2019; 213–9.
- Кириленко В. И., Сорокин А. А., Сениукович М. А., Самсонов А. А. Влияние обеззараживания воды способом хлорирования на организм человека. Актуальные проблемы военно-научных исследований. 2019; 2 (2): 255–62.
- Гранкина В. О., Усатова М. С., Трошина Е. А. Сравнительная характеристика методов обеззараживания воды для питьевого водоснабжения. Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов: сборник материалов XV Международной конференции аспирантов и обучающихся: посвящается 100-летию Донецкого национального технического университета, 95-летию Заповедника «Хомутовская степь», Донецк, 13–15 апреля 2021 года. Донецк: Донецкий национальный технический университет, 2021; 3–5.
- Лукина Д. С., Сластя И. В. Оценка качества подземных вод Подольско-Мячковского и Касимовского и водоносных горизонтов в районе деревни Пирогово городского округа Мытищи Московской области. Теория и практика современной аграрной науки: сборник IV национальной (всероссийской) научной конференции с международным участием, Новосибирск, 26 февраля 2021 года. Новосибирск: Издательский центр Новосибирского государственного аграрного университета «Золотой колос», 2021; 345–8.
- Соловьев Д. А., Деметьев А. А., Ключникова Н. М., Прохоров Н. И. Гигиеническая характеристика химического состава воды подземных водоисточников Рязанской области. Вестник РГМУ. 2018; (5): 48–54. DOI: 10.24075/vrgmu.2018.055.
- Петрова И. В., Овчинников Д. К. Состояние питьевой воды систем централизованного хозяйственного водоснабжения Омской области. Мировая наука в эпоху социально-политических трансформаций: новые возможности, пути развития: материалы IX Международной научно-практической конференции в 2-х частях, Ставрополь, 30 ноября 2022 года. Часть 1. Ставрополь: ООО «Ставропольское издательство «Параграф», 2022; 225–8.
- Галимова А. Р., Тунакова Ю. А. Поступление, содержание и воздействие высоких концентраций металлов в питьевой воде на организм. Вестник Казанского технологического университета. 2013; (20): 165–9.
- Орешкин В. Н., Хрисанов В. Р. Изменчивость концентрации кадмия и свинца в воде крупной равнинной реки за 30-летний период наблюдений. Жизнь Земли. 2021; 43 (4): 461–71.
- Аброськина Н. В., Зубарева О. В., Князев Д. К. Оценка рисков влияния химических характеристик питьевой воды на здоровье населения Волгоградской области. Анализ риска здоровью — 2023: совместно с международной встречей по окружающей среде и здоровью RISE-2023. Материалы XIII Всероссийской научно-практической конференции с

международным участием, Пермь, 17–19 мая 2023 года. Том 1. Пермский национальный исследовательский политехнический университет, 2023; 81–3.

27. Парамонов В. Ю., Кирюшин В. А., Паненкова Е. А., Кучумов В. В., Моталова Т. В. Результаты оценки риска для здоровья населения Рязанской области при употреблении воды из систем хозяйственно-питьевого водоснабжения.

Фундаментальные и прикладные аспекты анализа риска здоровью населения: материалы Всероссийской научно-практической интернет-конференции молодых ученых и специалистов Роспотребнадзора с международным участием, Пермь, 05–09 октября 2020 года. Пермь: Пермский национальный исследовательский политехнический университет, 2020; 60–7.

## References

- Lapshin AP, Vankova AN. Integral'naja ocenka kachestva pit'evoy vody. Analiz riska zdorov'ju — 2020: sovmestno s mezhdunarodnoj vstrechej po okruzhajushhej srede i zdorov'ju RISE-2020 i kruglym stolom po bezopasnosti pitanija. Materialy X Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii s mezhdunarodnym uchastiem. V 2-h tomah, Perm', 13–15 maja 2020 goda. Tom 1. Perm': Permskij nacional'nyj issledovatel'skij politehnicheskij universitet, 2020; 129–36 (in Rus.).
- Rahmanin JuA, Onishhenko GG. Gigienicheskaja ocenka pit'evogo vodoobespechenija naselenija Rossijskoj Federacii: problemy i puti racional'nogo ih reshenija. *Gigiena i sanitarija*. 2022; 101 (10): 1158–66 (in Rus.).
- Vozhdaeva MJu, Holova AR, Vagner EV, Truhanova NV, Melnickij IA, Mulloodzhanov TT, et al. Izmenenie pokazatelej himicheskoy bezvrednosti pit'evoy vody Ufy pri ee transportirovke potrebiteljam. *Gigiena i sanitarija*. 2021; 100 (4): 396–405 (in Rus.). DOI: 10.47470/0016-9900-2021-100-4-396-405.
- Zajceva NV, Klejn SV, Maj IV, Savochkina AA, Kirjanov DA, Kamaltdinov MR, et al. Risk dlja zdorov'ja naselenija i jeffektivnost' meroprijatij po povysheniju kachestva pit'evoy vody centralizovannyh sistem vodosnabzhenija. *Gigiena i sanitarija*. 2022; 101 (11): 1403–11 (in Rus.). DOI: 10.47470/0016-9900-2022-101-11-1403-1411.
- Tihonova NA, Novikova JuA, Mjasnikov IO, Fedorov VN, Sergeev AA, Dmitrievskaja SV. Integral'naja ocenka kachestva pit'evoy vody naselennyh punktov Murmanskoy oblasti. *Rossijskaja Arktika*. 2023; 5 (3-22): 57–66 (in Rus.). DOI: 10.24412/2658-42552023-3-57-66.
- Tihonova NA, Mjasnikov IO, Novikova JuA, Fedorov VN, Kovshov AA. Ocenka kachestva pit'evoy vody gorodskih poselenij Rossijskoj Arktiki. *Zdorov'e — osnova chelovecheskogo potenciala: problemy i puti ih reshenija*. 2022; 17 (1): 407–13 (in Rus.).
- Artemeva AA. Ocenka urovnej obshhetoksicheskogo riska dlja zdorov'ja naselenija Udmurtii ot potreblenija pit'evoy vody iz podzemnyh istochnikov s povyshennym soderzhanijem zheleza, bora i ftora. *Vestnik Udmurtskogo universiteta. Serija Biologija. Nauki o Zemle*. 2021; 31 (4): 394–403 (in Rus.). DOI: 10.35634/2412-9518-2021-31-4-394-403.
- Kostrova JuS, Efremov NV. Ocenka riska zdorov'ju naselenija Rjazanskoj oblasti, svjazannaja s zagrazneniem pit'evoy vody. *Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal*. 2022; 12 (126). (In Rus.). DOI: 10.23670/IRJ.2022.126.29.
- Litvinova AA, Dementev AA, Curgan AM, Korshunova EP, Bulycheva GN. Sravnitel'naja gigienicheskaja ocenka kachestvennogo sostava pit'evoy vody centralizovannoj sistemy vodosnabzhenija v otdel'nyh rajonah g. Rjazani. *Nauka molodyh (Eruditio Juvenium)*. 2023; 11 (4): 505–18 (in Rus.). DOI: 10.23888/HMJ2023114505-518.
- Stepanova NV, Valeeva JeR, Fomina SF, Zijatdinova AI. Ocenka riska dlja zdorov'ja detskogo naselenija pri potreblenii pit'evoy vody. *Gigiena i sanitarija*. 2016; 95 (11): 1079–83 (in Rus.).
- Zakirova OM, Kuznecova EP, Stepanova NV, Fomina SF. Vlijanie kachestva pit'evoy vody na zdorov'e naselenija na primere goroda Kazani. *Aktual'nye problemy estestvennyh nauk: Materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, Petropavlovsk-Surgut-Baku-Tashkent, 12 aprelja 2024 goda*. Petropavlovsk: Severo-Kazhastanskij universitet im. M. Kozybaeva, 2024; 196–200 (in Rus.).
- MR 2.1.4.0032-11. Integral'naja ocenka pit'evoy vody centralizovannyh sistem vodosnabzhenija po pokazateljam himicheskoy bezvrednosti: metodicheskie rekomendacii. M.: Federal'nyj centr gigieny i jepidemiologii Rospotrebnadzora, 2012; 31 p. (in Rus.).
- R 2.1.10.3968-23. *Rukovodstvo po ocenke riska zdorov'ju naselenija pri vozdeystvii himicheskikh veshhestv, zagraznjajushhih sredu obitanija*. M.: Federal'nyj centr gigieny i jepidemiologii Rospotrebnadzora, 2023; 221 p. (in Rus.).
- Bogdanova VD, Kiku PF, Kislicyna LV. Gigienicheskaja ocenka pit'evoy vody iz podzemnyh istochnikov centralizovannyh sistem vodosnabzhenija ostrova Russkij. *Analiz riska zdorov'ju*. 2020; (2): 28–37 (in Rus.). DOI: 10.21668/health.risk/2020.2.03.
- Kiku PF, Kislicyna LV, Bogdanova VD, Sabirova KM. Ocenka riska sanitarno-himicheskikh pokazatelej vody dlja naselenija Hasanskogo rajona Primorskogo kraja. *Jekologija cheloveka*. 2018; (6): 12–7 (in Rus.).
- Pierce G, Gonzalez SR, Roquemore P, Ferdman R. Sources of and solutions to mistrust of tap water originating between treatment and the tap: Lessons from Los Angeles County. *Science of The Total Environment*. 2019; 1 (694): 1336–46. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2019.133646.
- Baig SA, Lou Z, Baig MA, Qasim M, Shams DF, Mahmood Q, et al. Assessment of tap water quality and corrosion scales from the selected distribution systems in northern Pakistan. *Environmental monitoring and assessment*. 2017; 189 (4): 194. DOI: 10.1007/s10661-017-5907-5.
- Bykova PG, Palagin ED, Nesterenko OI, Tulgovec AM. Vtorichnye zagraznenija vody, obrazovannye v processe ee obrabotki hlorreagentami. *Tradicii i innovacii v stroitel'stve i arhitekture. Stroitel'nye tehnologii: sbornik statej*. Samara: Samarskij gosudarstvennyj tehniceskij universitet, 2019; 213–9 (in Rus.).
- Kirilenko VI, Sorokin AA, Senjukovich MA, Samonov AA. Vlijanie obezrazhivaniya vody sposobom hlorigovaniya na organizm cheloveka. *Aktual'nye problemy voenno-nauchnyh issledovanij*. 2019; 2 (2): 255–62 (in Rus.).
- Grankina VO, Usatova MS, Troshina EA. Sravnitel'naja charakteristika metodov obezrazhivaniya vody dlja pit'evogo vodosnabzhenija. *Ohrana okruzhajushhej srede i racional'noe ispol'zovanie prirodnyh resursov: sbornik materialov HV Mezhdunarodnoj konferencii aspirantov i obuchajushhihsja: posvjashaetsja 100-letiju Doneckogo nacional'nogo tehniceskogo universiteta, 95-letiju Zapovednika "Homutovskaja step"*, Doneck, 13–15 aprelja 2021 goda. Doneck: Doneckij nacional'nyj tehniceskij universitet, 2021; 3–5 (in Rus.).
- Lukina DS, Slastja IV. Ocenka kachestva podzemnyh vod Podol'sko-Mjachkovskogo i Kasimovskogo i vodonosnyh gorizontov v rajone derevni Pirogovo gorodskogo okruga Mytishhi Moskovskoj oblasti. *Teorija i praktika sovremennoj agrarnoj nauki: sbornik IV nacional'noj (vserossijskoj) nauchnoj konferencii s mezhdunarodnym uchastiem, Novosibirsk, 26 fevralja 2021 goda*. Novosibirsk: Izdatel'skij centr Novosibirskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta "Zolotoj kolos", 2021; 345–8 (in Rus.).
- Solovjev DA, Dementiev AA, Kluchnikova NM, Prokhorov NI. Hygienic characteristics of the chemical composition of groundwater in Ryzan region. *Bulletin of RSMU*. 2018; (5): 40–4. DOI: 10.24075/brsmu.2018.055.
- Petrova IV, Ovchinnikov DK. Sostojanie pit'evoy vody sistem centralizovannogo hozjajstvennogo vodosnabzhenija Omskoj oblasti. *Mirovaja nauka v jepohu social'no-politicheskikh transformacij: novye vozmozhnosti, puti razvitiya: materialy IX Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii v 2-h chastjah, Stavropol', 30 nojabrja 2022 goda. Chast' 1*. Stavropol': OOO "Stavropol'skoe izdatel'stvo "Paragraf", 2022; 225–8 (in Rus.).
- Galimova AR, Tunakova JuA. Postuplenie, soderzhanie i vozdeystvie vysokih koncentracij metallov v pit'evoj vode na

- organizm. Vestnik Kazanskogo tehnologicheskogo universiteta. 2013; (20): 165–9 (in Rus.).
25. Oreshkin VN, Hrisanov VR. Izmenchivost' koncentracii kadmija i svinca v vode krupnoj ravninnoj reki za 30-letnij period nabljudenij. Zhizn' Zemli. 2021; 43 (4): 461–71 (in Rus.).
26. Abroskina NV, Zubareva OV, Knjazev DK. Ocenka riskov vlijanija himicheskikh harakteristik pit'evoy vody na zdorov'e naselenija Volgogradskoj oblasti. Analiz riska zdorov'ju — 2023: sovmestno s mezhdunarodnoj vstrechej po okruzhajushhej srede i zdorov'ju RISE-2023. Materialy XIII Vserossijskoj nauchno-prakticheskoi konferencii s mezhdunarodnym uchastiem, Perm', 17–19 maja 2023 goda. Tom 1. Perm': Permskij nacional'nyj issledovatel'skij politehnicheskij universitet, 2023; 81–3 (in Rus.).
27. Paramonov VJu, Kirjushin VA, Panenkova EA, Kuchumov VV, Motalova TV. Rezul'taty ocenki riska dlja zdorov'ja naselenija Rjazanskoj oblasti pri upotreblenii vody iz sistem hozjajstvenno-pit'evogo vodosnabzhenija. Fundamental'nye i prikladnye aspekty analiza riska zdorov'ju naselenija: materialy Vserossijskoj nauchno-prakticheskoi internet-konferencii molodyh uchenyh i specialistov Rospotrebnadzora s mezhdunarodnym uchastiem, Perm', 05–09 oktjabrja 2020 goda. Perm': Permskij nacional'nyj issledovatel'skij politehnicheskij universitet, 2020; 60–7 (in Rus.).