

FACTORS INFLUENCING THE QUALITY OF DRINKING WATER IN VORONEZH

Kamenev VI ✉, Stepkin Yul, Melikhova EP

Burdenko Voronezh State Medical University, Voronezh, Russia

Making the supplied drinking water safe is one of the keys to keeping the population in good health. The Voronezh city water supply system is a complex that includes various facilities, from an underground water intake to distribution networks. The characteristics of the territory require relying on groundwater, the reserves of which are limited. Moreover, the same source is used by plants and factories for technological needs, although there is a special purpose-built pool in the city center. That pool also affects the structural composition of groundwater. This study aimed to assess the hygienic quality of water intended for future use, taking into account the characteristics of the underground aquifer. We retrospectively examined the epidemiological characteristics of drinking water based on standardized laboratory test results. The findings indicated compliance with hygienic standards, except for elevated concentrations of iron, manganese, nitrates, and total hardness. The growth of concentrations of these elements as well as the hardness have first been registered in 1972, which gives reason to associate this fact with artificial adjustment of the flow of the Voronezh River. The tests have shown that considering the condition of water, the specifics of its use, the anthropogenic interference with the natural status thereof should not be discounted. The changes influence each other in a complex way, with the hygienic requirements for the quality of drinking water taken into account.

Keywords: drinking water, features of groundwater formation, public health, hygienic requirements for drinking water quality, drinking water supply optimization

Author contribution: Kamenev VI — collection and analysis of material, statistical data processing, article authoring; Stepkin Yul — study concept and design, article editing; Melikhova EP — article writing, formatting, and editing.

✉ **Correspondence should be addressed:** Vladimir I. Kamenev
Studencheskaya, 10, Voronezh, 394036, Russia; vikamenev1961@yandex.ru

Received: 16.05.2025 **Accepted:** 12.06.2025 **Published online:** 23.09.2025

DOI: 10.24075/rbh.2025.137

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ КАЧЕСТВА ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ В Г. ВОРОНЕЖЕ

В. И. Каменев ✉, Ю. И. Стёпкин, Е. П. Мелихова

Воронежский государственный медицинский университет имени Н. Н. Бурденко, Воронеж, Россия

Безопасность питьевого водоснабжения является одним из основных направлений в сохранении здоровья населения. Система водоснабжения г. Воронежа представляет собой комплекс сложных сооружений — от поземного водозабора до распределительных сетей. Ее особенностью является использование подземных вод, запасы которых ограничены. При этом имеет место использование в большом объеме подземных вод для технологических нужд промышленными предприятиями, хотя в центре города находится предназначенное для промышленных нужд водохранилище. Само водохранилище влияет на структурный состав подземных вод. Целью работы было выполнить гигиеническую оценку условий формирования воды для дальнейшего использования с учетом особенностей подземного водоносного горизонта. Проведены ретроспективные эпидемиологические исследования качества питьевой воды по протоколам лабораторных исследований, которые показали отсутствие превышения гигиенических нормативов в пробах, подлежащих мониторингу, по большинству показателей, за исключением общей жесткости, железа, марганца, нитратов. Рост содержания указанных химических соединений впервые отмечен в 1972 г., что дает основание связать этот факт со временем зарегулирования стока р. Воронеж. Исследования показали, что состояние водопользования необходимо рассматривать, учитывая антропогенное вмешательство в природный, естественный статус. Наблюдается сложная структура взаимного влияния изменений с учетом гигиенических требований к качеству питьевой воды.

Ключевые слова: питьевая вода, особенности формирования подземных вод, здоровье населения, гигиенические требования к качеству питьевой воды, оптимизация питьевого водоснабжения

Вклад авторов: В. И. Каменев — сбор и анализ материала, статистическая обработка данных, написание текста статьи; Ю. И. Стёпкин — концепция и дизайн исследования, редактирование текста статьи; Е. П. Мелихова — написание, оформление и редактирование текста статьи.

✉ **Для корреспонденции:** Владимир Иванович Каменев
ул. Студенческая, д. 10, г. Воронеж, 394036, Россия; vikamenev1961@yandex.ru

Статья получена: 16.05.2025 **Статья принята к печати:** 12.06.2025 **Опубликована онлайн:** 23.09.2025

DOI: 10.24075/rbh.2025.137

Today, one of the urgent problems is contamination of drinking water due to the intensive development of industry and transport, which implies bringing ever-increasing amounts of harmful substances into the natural environment. A modern city is a complex source of anthropogenic strain on the environment, so the problem of drinking water quality is multidimensional, and it affects many aspects of human life [1–6]. The health of the population depends on the quality of water, on the daily intake of trace elements and minerals [7–9].

In general, the condition of water bodies, especially surface ones, is deteriorating. Rivers are one of the main sources of drinking water, but they are polluted, and purification of water from them requires multifunctional filters [10, 11]. For many years now, the government reports have been assessing the sanitary

and epidemiological condition of water bodies that are used for drinking purposes as polluted or even contaminated [6, 12, 13].

The hygienic standards that entered into force in 2021 (SanPiN 2.1.3684 "Sanitary and epidemiological requirements for the maintenance of urban and rural settlements, for water bodies, drinking water and drinking water supply, atmospheric air, soils, living quarters, operation of industrial and public premises, organization and conduct of sanitary and anti-epidemic (preventive) measures", SanPiN 1.2.3685-21 "Hygienic standards and requirements for ensuring the safety and (or) harmlessness of environmental factors for humans") impose stricter requirements on the organization of laboratory quality control of drinking water supplied to the population [14]. Improving the quality and reliability of drinking water supply

to the population is one of the urgent social problems, since the health of the population largely depends on how safe their drinking water is [7, 15].

There are several factors and conditions that, combined, bring about underground water supply sources, including intersecting aquifers and concave landforms, certain geological and structural features of the area, and filtration heterogeneity of the water-bearing material [16, 17].

Trace elements migrating from the soil into the water largely shape its composition. The conditions of such migration are one of the most difficult subjects: it is a continuous process the rate of which is determined by the thermodynamic environment [18]. It has always been believed that water is involved in all geochemical processes, including migration, destruction of rocks, and release of trace elements.

Unlike surface waters, groundwater is well protected from various kinds of anthropogenic pollution [19], but its closeness to artificial reservoirs can negatively affect water quality.

One of the key pollutants of groundwater is return water with its increased mineralization, high content of mineral fertilizers, pesticides, and industrial waste, which boosts the overall hardness of the aquifer [16, 17, 20]. The peculiarities of the formation of the qualitative composition of groundwater may require an integrated approach to the purification of water drawn therefrom before it is supplied to the public.

Violation of regulations concerning the sanitary and epidemiological well-being of the population creates a potential risk of harm to health, including various infectious and non-infectious diseases [21, 22].

The above supports the relevance of further investigation of the hygienic features of groundwater formation conditions.

This study aimed to assess the hygienic quality of water intended for future use, taking into account the characteristics of the underground aquifer.

METHODS

Through the lens of the hygienic properties, we assessed the priority risk factors of drinking water using statistical forms and reports that describe the sanitary and epidemiological state of the region.

The quality of water supplied in Voronezh was evaluated through retrospective epidemiological studies that factored in the changing anthropogenic and hydrogeological conditions. We analyzed samples of drinking water taken both at Voronezh water lifting stations and from the water supply network, and statistically processed 1200 water sample laboratory control protocols (samples from the supply network) and 850 protocols reflecting the quality of water collected at the lifting stations. The data were processed as prescribed in GOST R 59024-2020 "Water. General requirements for sampling", with estimation of the confidence interval and confidence probability. The studied parameters were graded against the requirements of SanPiN 1.2.3685-21 "Hygienic standards and requirements for safety and/or harmlessness of an individual's environment".

For statistical data analysis, we used Microsoft Excel (Microsoft, USA). We calculated the mean (M) and relative values, the standard error (m), and established the significance of differences using Student's t -test and the chi-square (χ^2) at $p < 0.05$.

RESULTS

In the context of implementation of the Clean Water Federal Project of the Housing and Urban Environment National Project,

Voronezh Region realizes the State Program "Provision of high-quality housing and communal services to the population of the Voronezh Region in 2025"; one of the key target indicators of this Program is "the proportion of the population provided with high-quality drinking water from the centralized drinking water supply system".

The main source of drinking water in Voronezh is the groundwater of the Neogene-Quaternary aquifer. Its water-bearing material is inequigranular sand. The thickness of these deposits is 40–50 m.

The depth of the exploited aquifer ranges from 10 to 80 m. Under the classification of water supply sources, this aquifer belongs to the upper zone. Consequently, exchanges water with other bodies actively and is poorly protected from anthropogenic pollution.

Analysis of the water showed that its mineralization ranged from 0.18 to 0.47 g/dm³. In the studied region, mineralization is determined by such components as sulfates, bicarbonates, calcium and magnesium. The role of chlorides is insignificant.

Based on the studied chemical composition of the drawn groundwater, four geochemical types of water have been identified:

- calcium-magnesium;
- calcium sulfate;
- mixed;
- calcium-sodium.

The analysis showed significant fluctuations in the concentration of iron and manganese throughout the year, season-dependent. The maximum content was registered from March to September (Fig.).

The most common well design in the region:

- depth from 74 to 80 m;
- working part 12 m;
- the mesh strainer with gravel filling.

All wells are equipped with hermetically sealed holes in the strainer column for measuring the dynamic water level, and a sampling tap for sanitary and chemical analysis. Pavilions protect the well heads from contamination; the heads themselves are in a sunken well. There are also designated sanitary protection zones, which contribute to the preservation of water quality.

The drinking water supplied to the population is purified by nonchemical deironization using simplified aeration followed by filtration and neutralization.

Laboratory tests conducted in recent years (2019–2023) revealed that the water meets hygiene standards for most indicators, except for total hardness, iron, manganese, and nitrates. Hardness is defined by a set of physical properties and chemical components related to the content of alkaline earth metal salts dissolved in the water, mainly calcium and magnesium. They are also called the "hardness salts." Water acquires calcium through the dissolution of limestone and gypsum. Magnesium enters the water during the dissolution of dolomites ($MgCO_3 + CaCO_3$) under the action of carbonic acid from the water itself.

Every year, the concentration of iron and manganese compounds in the water is registered as increased.

A retrospective analysis of the aquifer water quality showed that the levels of these compounds were first registered above the expected values in 1972, which gives reason to associate this fact with the adjustment of flow of the Voronezh River. The Voronezh Reservoir was built in 1972, and it affected the sanitary and hygienic conditions of water bodies. The area for the Reservoir is in the zone of high anthropogenic load, and its construction was accelerated. From the hydrotechnical viewpoint, the body has acquired the properties of a shallow lake with slow water exchange.

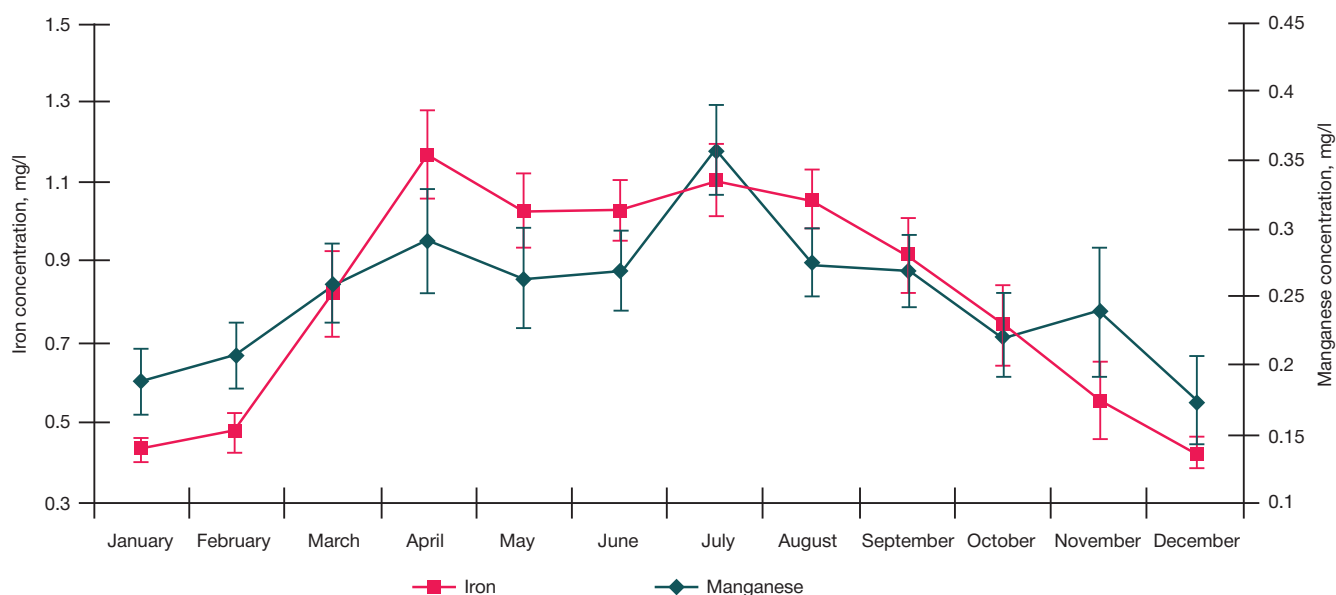


Fig. Seasonal dynamics of iron and manganese concentrations in water

The quality of water in this artificial reservoir deteriorated rapidly due to slow water exchange and purification, which translated into the increased deposition of sediments. These sediments have good conditions for accumulation of heavy metal salts.

The situation lead to the deterioration of the aquifer water used for drinking purposes.

The adverse effect of the reservoir on the quality of water supplied to the city's population was confirmed by the locations of the lifting stations: the further away from the reservoir they were, the better the water was.

Currently, the reservoir's water is partially used as process water, for irrigation and landscaping of the coastal recreation zone. However, there is still no solution that would allow rationally using groundwater for drinking purposes only and water from surface bodies — for industrial purposes.

DISCUSSION

The construction of an artificial reservoir within the city limits changed the natural geochemical background, which altered the volumes and the rate of migration of iron and manganese.

The reservoir, which was originally created to provide process water to industrial facilities in the region, has become a receiver for a huge amount of domestic, industrial and stormwater runoff.

The results of the study, the analysis of regulatory legal acts, and the data from the scientific literature [8, 11, 23, 24] show that the quality of drinking water and the general condition of domestic drinking water supply cannot be considered without taking into account anthropogenic interference with the natural status of the environment.

Microbiological monitoring of drinking water should also be continuous, since microorganisms are a direct indicator of environmental pollution and its sanitary and epidemiological condition.

Some of the priority areas related to the provision of the population of the regional center with adequate quality water could be:

- the use of such sources of water supply that would not be exposed to the reservoir;
- reconstruction of the existing sewage treatment plants, which collect both industrial and domestic wastewater for subsequent purification and discharge into the reservoir;
- improvement of the drinking water treatment system with its purification at the lifting stations;
- effective control over the establishment of sanitary protection zones for underground water supply sources;
- careful attitude to the preservation of the necessary volumes of drinking water, excluding its use for technological purposes;
- use of collective and individual household filters for additional cleaning;
- timely updating of the water pipeline transportation system from the intake to the distribution network.

CONCLUSIONS

The creation of the reservoir was a trigger for the accumulation of large amounts of pollutants (iron and manganese compounds) in the sediments, which requires an integrated approach to its protection as well as management decisions to ensure the sanitary and epidemiological well-being of the population.

In order to bring the water supplied to the population up to hygienic requirements, it is necessary to implement new approaches to water purification and disinfection using nanoreagents, synthetic and natural nanosorbents. To optimize the city's drinking water supply, the following measures will be appropriate: finding water supply sources that will not be affected by the reservoir; using the underground aquifer only for drinking purposes, excluding use for process needs; improving the reliability of the water supply system through the implementation of technological, water protection and sanitary measures.

References

- Vasileva MV, Skrebneva AV, Hatuaev RO. Sanitarno-gigienicheskie trebovaniya k kachestvu pit'evoy vody iz raspredelitel'noj seti centralizovannogo vodosnabzheniya. V sbornike: Problemy jekologicheskogo obrazovaniya v XXI veke: trudy III Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii (ochno-zaochnoj), posvjashhennoj 100-letiju Pedagogicheskogo instituta. Vladimir: Izd-vo Vladimirovskogo gosudarstvennogo universiteta, 2019; 266–9 (in Rus.).
- Gavrikova AA, Dementiev AA, Solovyev DA, Tsurgan AM, Paramonova VA, Korshunova EP. Integral assessment of drinking water quality in residential districts of Ryazan. Russian Bulletin of Hygiene. 2025; (1): 10–5.
- Sazonova OV, Tupikova DS, Ryazanova TK, Gavryushin MY, Frolova OV, Trubetskaya SR. Assessing quality of drinking water supply in different regions of the Russian Federation. Russian Bulletin of Hygiene. 2022; (2): 4–7.
- Mennanov JeJe, Borbot IN, Danilovich IV. Sovremennye problemy obespecheniya naseleniya Respubliki Krym kachestvennoj pit'evoy vodoj. Jekonomika stroitel'stva i prirodopol'zovaniya. 2022; 4 (85): 99–105 (in Rus.).
- Malozemova IA, Bykov MR, Skorobogatij AI. Opredelenie kachstva ochishhennoj vodoprovodnoj vody g. Rostova-na-Donu. V sbornike: Jekologija i zdorov'e. Materialy VI mezhregional'noj nauchno-prakticheskoy studencheskoj konferencii. M.: OOO «Sfera», 2019; 57–60 (in Rus.).
- Legostina VA, Kazanbaeva AV, Kustova AA. Sanitarno-gigienicheskaja ocenka kachstva pit'evoy vody iz raspredelitel'noj seti g. Permi. V sbornike: Molodaja nauka — prakticheskomu zdavoohraneniu. Materialy nauchno-prakticheskoy konferencii studentov, ordinatov, aspirantov, molodyh uchenyh (do 35 let) PGMU imeni akademika E. A. Vagnera. Perm': Izd-vo Permskogo nacional'nogo issledovatel'skogo politehnicheskogo universiteta, 2020; 106–8 (in Rus.).
- Solovev DA, Dementev AA, Ljapkalo AA, Kljuchnikova NM. Harakteristika kachstva pit'evoy vody i ee vlijanie na sostojanie zdorov'ja naselenija nekotoryh rajonov Rjazanskoj oblasti. Nauchno-medicinskij vestnik Central'nogo Chernozem'ja. 2019; (77): 54–60 (in Rus.).
- Mozzhuhina NA, Gribova KA, Sobolev VJa, Isaev DS, Eremin GB. Osobennosti ocenki riska zdorov'ju vzroslogo i detskogo naselenija pri obosnovanii vremennyh otstupenij kachstva pit'evoy vody. Aktual'nye voprosy gigieny. Sbornik nauchnyh trudov IX Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii s mezhdunarodnym uchastiem. SPb: Izd-vo Severo-Zapadnogo gosudarstvennogo medicinskogo universiteta im. I. I. Mechnikova, 2024; 157–66 (in Rus.).
- Zajceva NV, Klejn SV, Vekovshinina SA, Sboev AS, Cinker MJu. Ocenka rezul'tativnosti i jekonomicheskoy jeffektivnosti kontrol'no-nadzornoj dejatel'nosti Rospotrebnadzora v sfere vodosnabzheniya. Gigiena i sanitarija. 2020; 99 (11): 1188–95 (in Rus.).
- Harina EI, Bondar EV, Gandraburova NI, Begdaj IV. Ocenka jekologicheskogo sostojaniya rodnikovyh vod po mikrobiologicheskimi pokazateljam. Izvestija Dagestanskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta. 2023; 17 (4): 83–9 (in Rus.).
- Homenko TJu, Sigora GA. Integral'naja ocenka kachstva rodnikovyh vod Sevastopol'skogo regiona. Sovremennye tehnologii: problemy i perspektivy. Sbornik statej Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii dlja aspirantov, studentov i molodyh uchenyh. Sevastopol': Izd-vo Sevastopol'skogo gosudarstvennogo universiteta, 2022; 73–6 (in Rus.).
- Rozental OM, Aleksandrovskaia LN. Risk-orientirovannyj podhod k ocenke kachstva vody istochnikov pit'evogo vodosnabzheniya. Gigiena i sanitarija. 2019; 98 (5): 563–9 (in Rus.).
- Golovacheva NA, Kolosov NA, Ozov AJu, Golovacheva JuA. Ocenka kachstva prob vody na stancii vodopodgotovki na sootvetstvie GOST i normativam jekologicheskoy bezopasnosti vodopol'zovaniya. Tendencii razvitiya nauki i obrazovaniya. 2020; (62-1): 11–5 (in Rus.).
- Birjukov VV, Egorova JuA, Prasolov TK. Meroprijatija po obespečeniju Central'nogo i Komsomol'skogo rajonov g. Tol'jatti pit'evoy vodoj, soglasno sanitarno-gigienicheskim trebovanijam kachstva SanPiN 2.1.3684-21 i SanPiN 1.2.3685-21 iz vodozaborov podzemnyh vod Tol'jattinskogo mestorozhdeniya. Tradicii i innovacii v stroitel'stve i arhitekture. Sbornik statej 80-oj Jubilejnoj vsrossijskoj nauchno-tehnicheskoy konferencii. Samara: Izd-vo Samarskogo gosudarstvennogo tehnicheskogo universiteta, 2023; 498–507 (in Rus.).
- Zajceva NV, Klejn SV, Vekovshinina SA, Nikiforova NV. Prioritetnye faktory riska pit'evoy vody sistem centralizovannogo pit'evogo vodosnabzheniya, formirujushhie negativnye tendencii v sostojanii zdorov'ja naselenija. V sbornike: "Analiz riska zdorov'ju — 2020" sovmestno s mezhdunarodnoj vstrechej po okruzhajushhej sfere i zdorov'ju Rise-2020 i kruglym stolom po bezopasnosti pitaniya. Materialy X Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii s mezhdunarodnym uchastiem. Perm': Izd-vo Permskogo nacional'nogo issledovatel'skogo politehnicheskogo universiteta, 2020; 491–8 (in Rus.).
- Levchuk AA, Aleksandrova AV, Sidorkovich SA. Ocenka kachstva podzemnyh vod, ispol'zuemyh v hozjajstvenno-pit'evyh celjah. Vestnik Evrazijskoj nauki. 2019; 11 (4). (In Rus.). Available from: <https://esj.today/PDF/09NZVN419.pdf>.
- Ivaneha EV. Podzemnye vodoistochniki Taldomskogo rajona Podmoskov'ja. V sbornike: Doklady Rossijskogo nauchno-tehnicheskogo obshhestva radiotekhniki, jelektroniki i svjazi imeni A. S. Popova. Materialy Mezhdunarodnogo simpoziuma. Ser. "Nauchnye Mezhdunarodnye simpoziumy. Inzhenernaja jekologija". 2019; 259–62 (in Rus.).
- Hadzieva MH, Uzhahova LJ. Vlijanie gazovogo sostava vody na migraciju jelementov. Colloquium-Journal. 2021; 9-1 (96): 27–30 (in Rus.).
- Utamuratova N, Isanova Sh. Sanitarno-gigienicheskoe uluchshenie pit'evoy vody. MedicineProblems.uz — Topical Issues of Medical Sciences. 2024; 2 (1): 79–84 (in Rus.).
- Stepanjan AA, Shvarc AA, Eremin GB, Mjasnikov IO, Ganichev PA. Gigienicheskaja ocenka kachstva pit'evoy vody podzemnyh istochnikov pit'evogo i hozjajstvenno-bytovogo vodosnabzheniya v Luzhskom rajone Leningradskoj oblasti. V sbornike: Fundamental'nye i prikladnye aspekty analiza riska zdorov'ju naselenija. Materialy vserossijskoj nauchno-prakticheskoy internet-konferencii molodyh uchenyh i specialistov Rospotrebnadzora s mezhdunarodnym uchastiem. Perm': Izd-vo Permskogo nacional'nogo issledovatel'skogo politehnicheskogo universiteta, 2021; 89–93 (in Rus.).
- Klejn SV, Vekovshinina SA. Prioritetnye faktory riska pit'evoy vody sistem centralizovannogo pit'evogo vodosnabzheniya, formirujushhie negativnye tendencii v sostojanii zdorov'ja naselenija. Analiz riska zdorov'ju. 2020; (3): 49–60 (in Rus.).
- Klejn SV, Zajceva NV, Sboev AS, Vekovshinina SA. Gigienicheskij analiz potencial'nyh riskov prichineniya vreda zdorov'ju pri osushhestvlenii dejatel'nosti po centralizovannomu vodosnabzheniju naselenija. V sbornike: Aktual'nye voprosy analiza riska pri obespečenii sanitarno-jepidemiologicheskogo blagopoluchija naselenija i zashhity prav potrebitelej. Materialy IX Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii s mezhdunarodnym uchastiem. Perm': Izd-vo Permskogo nacional'nogo issledovatel'skogo politehnicheskogo universiteta, 2019; 138–46 (in Rus.).
- Dzholochieva MK, Sharshenova AA. Sravnitel'naja ocenka kachstva pit'evoy vody v Kyrgyzskoj Respublike. Mezhdunarodnyj zhurnal prikladnyh i fundamental'nyh issledovanij. 2020; (1): 23–9 (in Rus.).
- Bogdanov OJu, Chernyh TF. Mikrobiologicheskij analiz kachstva vodoprovodnoj i fil'trovannoj vody g. Sankt-Peterburga s uchetoj sovremennyh trebovanij. Formuly farmacii. 2022; 4 (1): 70–5 (in Rus.).

Литература

1. Васильева М. В., Скребнева А. В., Хатуаев Р. О. Санитарно-гигиенические требования к качеству питьевой воды из распределительной сети централизованного водоснабжения. В сборнике: Проблемы экологического образования в XXI веке: труды III Международной научной конференции (очно-заочной), посвященной 100-летию Педагогического института. Владимир: Изд-во Владимирского государственного университета, 2019; 266–9.
2. Гаврикова А. А., Дементьев А. А., Соловьев Д. А., Цурган А. М., Парамонова В. А., Коршунова Е. П. Гигиенические особенности качества питьевой воды централизованной системы водоснабжения областного центра по органолептическим показателям. Российский вестник гигиены. 2024; (4): 22–7.
3. Сазонова О. В., Туликова Д. С., Рязанова Т. К., Гаврюшин М. Ю., Фролова О. В., Трубецкая С. Р. К оценке качества питьевого водоснабжения различных регионов Российской Федерации. Российский вестник гигиены. 2022; (2): 4–7.
4. Меннанов Э. Э., Борбот И. Н., Данилович И. В. Современные проблемы обеспечения населения Республики Крым качественной питьевой водой. Экономика строительства и природопользования. 2022; 4 (85): 99–105.
5. Малоземова И. А., Быков М. Р., Скоробогатый А. И. Определение качества очищенной водопроводной воды г. Ростова-на-Дону. В сборнике: Экология и здоровье. Материалы VI межрегиональной научно-практической студенческой конференции. М.: ООО «Сфера», 2019; 57–60.
6. Легостина В. А., Казанбаева А. В., Кустова А. А. Санитарно-гигиеническая оценка качества питьевой воды из распределительной сети г. Перми. В сборнике: Молодая наука — практическому здравоохранению. Материалы научно-практической конференции студентов, ординаторов, аспирантов, молодых ученых (до 35 лет) ПГМУ имени академика Е. А. Вагнера. Пермь: Изд-во Пермского национального исследовательского политехнического университета, 2020; 106–8.
7. Соловьев Д. А., Дементьев А. А., Ляпкало А. А., Ключникова Н. М. Характеристика качества питьевой воды и ее влияние на состояние здоровья населения некоторых районов Рязанской области. Научно-медицинский вестник Центрального Черноземья. 2019; (77): 54–60.
8. Мозжухина Н. А., Грибова К. А., Соболев В. Я., Исаев Д. С., Еремин Г. Б. Особенности оценки риска здоровью взрослого и детского населения при обосновании временных отступлений качества питьевой воды. Актуальные вопросы гигиены. Сборник научных трудов IX Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. СПб.: Изд-во Северо-Западного государственного медицинского университета им. И. И. Мечникова, 2024; 157–66.
9. Зайцева Н. В., Клейн С. В., Вековщина С. А., Сбоев А. С., Цинкер М. Ю. Оценка результативности и экономической эффективности контрольно-надзорной деятельности Роспотребнадзора в сфере водоснабжения. Гигиена и санитария. 2020; 99 (11): 1188–95.
10. Харина Е. И., Бондарь Е. В., Гандрабура Н. И., Бегдай И. В. Оценка экологического состояния родниковых вод по микробиологическим показателям. Известия Дагестанского государственного педагогического университета. 2023; 17 (4): 83–9.
11. Хоменко Т. Ю., Сигора Г. А. Интегральная оценка качества родниковых вод Севастопольского региона. Современные технологии: проблемы и перспективы. Сборник статей Всероссийской научно-практической конференции для аспирантов, студентов и молодых ученых. Севастополь: Изд-во Севастопольского государственного университета, 2022; 73–6.
12. Розенталь О. М., Александровская Л. Н. Риск-ориентированный подход к оценке качества воды источников питьевого водоснабжения. Гигиена и санитария. 2019; 98 (5): 563–9.
13. Головачева Н. А., Колосов Н. А., Озов А. Ю., Головачева Ю. А. Оценка качества проб воды на станции водоподготовки на соответствие ГОСТ и нормативам экологической безопасности водопользования. Тенденции развития науки и образования. 2020; (62-1): 11–5.
14. Бирюков В. В., Егорова Ю. А., Прасолов Т. К. Мероприятия по обеспечению Центрального и Комсомольского районов г. Тольятти питьевой водой, согласно санитарно-гигиеническим требованиям качества СанПиН 2.1.3684-21 и СанПиН 1.2.3685-21 из водозаборов подземных вод Тольяттинского месторождения. Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Сборник статей 80-ой Юбилейной всероссийской научно-технической конференции. Самара: Изд-во Самарского государственного технического университета, 2023; 498–507.
15. Зайцева Н. В., Клейн С. В., Вековщина С. А., Никифорова Н. В. Приоритетные факторы риска питьевой воды систем централизованного питьевого водоснабжения, формирующие негативные тенденции в состоянии здоровья населения. В сборнике: «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: Изд-во Пермского национального исследовательского политехнического университета, 2020; 491–8.
16. Левчук А. А., Александрова А. В., Сидоркович С. А. Оценка качества подземных вод, используемых в хозяйственно-питьевых целях. Вестник Евразийской науки. 2019; 11 (4). URL: <https://esj.today/PDF/09NZVN419.pdf>.
17. Иванеха Е. В. Подземные водоисточники Талдомского района Подмоскovie. В сборнике: Доклады Российского научно-технического общества радиотехники, электроники и связи имени А. С. Попова. Материалы Международного симпозиума. Сер. «Научные Международные симпозиумы. Инженерная экология». 2019; 259–62.
18. Хадзиева М. Х., Ужахова Л. Я. Влияние газового состава воды на миграцию элементов. Colloquium-Journal. 2021; 9-1 (96): 27–30.
19. Утамуратова Н., Исанова Ш. Санитарно-гигиеническое улучшение питьевой воды. MedicineProblems.uz — Topical Issues of Medical Sciences. 2024; 2 (1): 79–84.
20. Степанян А. А., Шварц А. А., Еремин Г. Б., Мясников И. О., Ганичев П. А. Гигиеническая оценка качества питьевой воды подземных источников питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения в Лужском районе Ленинградской области. В сборнике: Фундаментальные и прикладные аспекты анализа риска здоровью населения. Материалы всероссийской научно-практической интернет-конференции молодых ученых и специалистов Роспотребнадзора с международным участием. Пермь: Изд-во Пермского национального исследовательского политехнического университета, 2021; 89–93.
21. Клейн С. В., Вековщина С. А. Приоритетные факторы риска питьевой воды систем централизованного питьевого водоснабжения, формирующие негативные тенденции в состоянии здоровья населения. Анализ риска здоровью. 2020; (3): 49–60.
22. Клейн С. В., Зайцева Н. В., Сбоев А. С., Вековщина С. А. Гигиенический анализ потенциальных рисков причинения вреда здоровью при осуществлении деятельности по централизованному водоснабжению населения. В сборнике: Актуальные вопросы анализа риска при обеспечении санитарно-эпидемиологического благополучия населения и защиты прав потребителей. Материалы IX Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Пермь: Изд-во Пермского национального исследовательского политехнического университета, 2019; 138–46.
23. Джолочиева М. К., Шаршенева А. А. Сравнительная оценка качества питьевой воды в Кыргызской Республике. Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2020; (1): 23–9.
24. Богданов О. Ю., Черных Т. Ф. Микробиологический анализ качества водопроводной и фильтрованной воды г. Санкт-Петербурга с учетом современных требований. Формулы фармации. 2022; 4 (1): 70–5.