

УДК 504.45(470.324)
DOI: 10.7868/S25000640250305

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ВОДОНОСНЫХ КОМПЛЕКСОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ДЛЯ ПИТЬЕВОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

© 2025 г. Т.И. Прожорина¹, О.В. Клепиков¹, С.А. Куролап¹, А.С. Боева¹

Аннотация. Задача обеспечения безопасности питьевой воды является актуальной в связи имеющимися экологическими рисками, связанными с ухудшением качества воды под воздействием техногенных и природных факторов, что отмечается в многочисленных зарубежных и отечественных исследованиях. Особенно остро эта проблема стоит в сельской местности при использовании для хозяйственно-питьевых нужд децентрализованных водоисточников, которые, как правило, не охвачены государственной системой мониторинга оценки качества воды.

Целью исследования являлась оценка безопасности по санитарно-химическим показателям воды из децентрализованных источников Воронежской области.

Отбор проб воды (302 образца) из децентрализованных источников (родников, колодцев, отдельных водозаборных скважин) осуществлялся в период с 2024 по 2025 г. Исследования включали определение показателя общей жесткости титриметрическим методом, минерализации – кондуктометрическим, содержания общего железа и нитратов – колориметрическим. Результаты анализов воды сравнивались с действующими гигиеническими нормами.

Показатели общего содержания железа и жесткости соответствуют санитарно-гигиеническим нормам. Тем не менее большинство проб воды относится к категории «жесткие». Средние показатели минерализации вод в зависимости от используемого водоносного комплекса варьируют от 517,2 мг/л (верхнемеловой) до 586,0 мг/л (неоген-четвертичный) и оцениваются как повышенные. Выявлены факты превышения гигиенических норм содержания нитратов от 1,1 раза в водах смешанного типа до 1,25 раза в водах неоген-четвертичного комплекса.

По результатам исследования обоснованы предложения по совершенствованию системы мониторинга качества питьевой воды в части включения в нее контроля качества вод децентрализованных источников, а также по информированию населения о необходимости использования бытовых фильтров очистки воды.

Ключевые слова: децентрализованные источники водоснабжения, водоносные комплексы, качество воды, Воронежская область.

ASSESSMENT OF THE ECOLOGICAL CONDITION OF AQUIFER COMPLEXES USED FOR DRINKING WATER IN VORONEZH REGION

T.I. Prozhorina¹, O.V. Klepikov¹, S.A. Kurolap¹, A.S. Boeva¹

Abstract. The task of ensuring the safety of drinking water use is relevant due to the existing environmental risks associated with the deterioration of water quality under the influence of man-made and natural factors, which is noted in numerous foreign and domestic studies. This problem is especially acute in rural areas when using decentralized water sources for household and drinking needs, which, as a rule, are not covered by the state system for monitoring water quality assessment.

¹ Воронежский государственный университет (Voronezh State University, Voronezh, Russian Federation), Российская Федерация, 394018, г. Воронеж, пл. Университетская, 1, e-mail: skurolap@mail.ru

The purpose of the study was to assess the safety of drinking water use of the population of the Voronezh region from decentralized sources based on sanitary and chemical indicators of water quality.

Sampling of water from decentralized sources (springs, wells, separate water intake wells) was carried out in the period from 2024 to 2025 (total 302 samples). The research included the determination of total hardness by titrimetric method, mineralization by conductometric method, total iron and nitrate content by colorimetric method. The results of the water analyses were compared with current hygiene standards.

It is established that the indicators of the total iron content and hardness meet sanitary and hygienic standards. However, most water samples are classified as “hard”. The average indicators of water mineralization, depending on the aquifer complex used, range from 517.2 mg/l (Upper Cretaceous) to 586.0 mg/l (Neogene-Quaternary) and are assessed as elevated. The facts of exceeding the hygroscopic standards of nitrate content from 1.1 times in mixed-type waters to 1.25 times in waters of the Neogene-quaternary complex have been revealed.

Based on the results of the study, proposals have been substantiated to improve the drinking water quality monitoring system in terms of including water quality control from decentralized sources, as well as informing the public about the need to use household water purification filters.

Keywords: non-centralized sources of water use, aquifers, water quality, Voronezh Region.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Corso M., Galey C., Seux R., Beaudou P. 2018. An assessment of current and past concentrations of trihalomethanes in drinking water throughout France. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 15(8): 1669. doi: 10.3390/ijerph15081669
2. Eslami F., Yaghmaeian K., Mohammadi A., Salari M., Faraji M. 2019. An integrated evaluation of groundwater quality using drinking water quality indices and hydrochemical characteristics: a case study in Jiroft, Iran. *Environmental Earth Sciences*. 78: 314. doi: 10.1007/s12665-019-8321-1
3. Levêque J.G., Burns R.C. 2018. Drinking water in West Virginia (USA): tap water or bottled water – what is the right choice for college students? *Journal of Water and Health*. 16(5): 827–838. doi: 10.2166/wh.2018.129
4. Saydan Kanberoglu G., Yilmaz E., Soylak M. 2020. Fabrication and characterization of $\text{SiO}_2@\text{Fe}_3\text{O}_4$ @nanodiamonds for vortex-assisted magnetic solid-phase extraction of lead in cigarette samples prior to FAAS detection. *Journal of the Iranian Chemical Society*. 17: 1627–1634. doi: 10.1007/s13738-020-01882-6
5. Механтьев И.И. 2020. Риск здоровью населения Воронежской области, обусловленный качеством питьевой воды. *Здоровье населения и среда обитания*. 4: 37–42. doi: 10.35627/2219-5238/2020-325-4-37-42
6. Механтьев И.И., Клепиков О.В., Куролап С.А., Попова Л.В. 2021. Современные гигиенические проблемы питьевого водоснабжения населения Воронежской области. *Тенденции развития науки и образования*. 79-1: 28–32. doi: 10.18411/trnio-11-2021-09
7. Прожорина Т.И., Куролап С.А., Преснякова Ю.А. 2020. Геоэкологическая оценка качества источников хозяйственно-питьевого водоснабжения урбанизированных и сельских территорий Воронежской области. *Вестник Удмуртского университета. Серия Биология. Науки о Земле*. 30(1): 53–63. doi: 10.35634/2412-9518-2020-30-1-53-63
8. Боева А.С. 2023. Оценка экологических рисков для здоровья населения, связанных с качеством питьевой воды источников децентрализованного водопользования Воронежской области. *Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология*. 3: 90–97. doi: 10.17308/geo/1609-0683/2023/3/90-97
9. *О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Воронежской области в 2023 году*. 2024. Воронеж, Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Воронежской области: 199 с.
10. Смирнова А.Я., Позднякова Н.И. 2013. Пресные подземные воды. Распространение водоносных горизонтов и комплексов. В кн.: *Эколого-географический атлас-книга Воронежской области*. Воронеж, изд-во Воронежского государственного университета: 104–107.
11. Бочаров В.Л., Строгонова Л.Н., Овчинникова Е.С. 2010. Проблемы изучения и использования ресурсов подземных питьевых вод Воронежской области. *Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Геология*. 1: 243–251.
12. Трубицын Д.С., Дешевых Г.Ю. 2017. Распространение водоносных горизонтов верхнедевонского возраста и перспективы их использования для целей питьевого водоснабжения в северо-западной части Воронежской области. В кн.: *Современные проблемы инженерных изысканий на территории Центрально-Черноземного региона: материалы I региональной научно-практической конференции (Воронеж, 10–11 февраля 2017 г.)*. Воронеж, Научная книга: 26–29.
13. Белозеров Д.А., Летникова А.С., Курышев А.А. 2018. Эколого-гидрогеохимическая оценка состояния неоген-четвертичного водоносного комплекса юго-восточной части города Воронежа. *Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Геология*. 2: 143–150.
14. *Справка о состоянии и перспективах использования минерально-сырьевой базы Воронежской области на 15.06.2020 г.* 2020. URL: <https://rosnedra.gov.ru/data/Fast/Files/202011/ce97bed523fc36e33e24ac3a52199e72.pdf> (дата обращения: 12.04.2025).
15. Об утверждении санитарных правил и норм СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» (с изменениями на 30 декабря 2022 года). III. Нормативы качества и безопасности воды. *Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов*. URL: <https://docs.cntd.ru/document/573500115/titles/7EC0KG> (дата обращения: 09.06.2025).

16. Прожорина Т.И., Баскакова А.Г., Боева А.С. 2021. Анализ загрязнения питьевых вод нитратами и оценка риска для здоровья населения Воронежской области. *Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Серия «Естественные и точные науки»*. 15(1): 89–95. doi: 10.31161/1995-0675-2021-15-1-89-95

REFERENCES

1. Corso M., Galey C., Seux R., Beaudou P. 2018. An assessment of current and past concentrations of trihalomethanes in drinking water throughout France. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 15(8): 1669. doi: 10.3390/ijerph15081669
2. Eslami F., Yaghmaeian K., Mohammadi A., Salari M., Faraji M. 2019. An integrated evaluation of groundwater quality using drinking water quality indices and hydrochemical characteristics: a case study in Jiroft, Iran. *Environmental Earth Sciences*. 78: 314. doi: 10.1007/s12665-019-8321-1
3. Levêque J.G., Burns R.C. 2018. Drinking water in West Virginia (USA): tap water or bottled water – what is the right choice for college students? *Journal of Water and Health*. 16(5): 827–838. doi: 10.2166/wh.2018.129
4. Saydan Kanberoglu G., Yilmaz E., Soylak M. 2020. Fabrication and characterization of $\text{SiO}_2@\text{Fe}_3\text{O}_4$ nanodiamonds for vortex-assisted magnetic solid-phase extraction of lead in cigarette samples prior to FAAS detection. *Journal of the Iranian Chemical Society*. 17: 1627–1634. doi: 10.1007/s13738-020-01882-6
5. Mehantiev I.I. 2020. [Health risks for the population of the Voronezh Region related to drinking water quality]. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya*. 4: 37–42. (In Russian). doi: 10.35627/2219-5238/2020-325-4-37-42
6. Mehantiev I.I., Klepikov O.V., Kurolap S.A., Popova L.V. 2021. [Modern hygienic problems of drinking water supply to the population of Voronezh Region]. *Tendentsii razvitiya nauki i obrazovaniya*. 79-1: 28–32. (In Russian). doi: 10.18411/trnio-11-2021-09
7. Prozhorina T.I., Kurolap S.A., Presnyakova Yu.A. 2020. [Geoecological assessment of the quality of drinking water sources in urban and rural areas of Voronezh Region]. *Bulletin of Udmurt University. Series Biology. Earth Sciences*. 30(1): 53–63. (In Russian). doi: 10.35634/2412-9518-2020-30-1-53-63
8. Boeva A.S. 2023. [Assessment of environmental risks to public health associated with the quality of drinking water from decentralised water sources in the Voronezh Region]. *Proceedings of Voronezh State University. Series: Geography. Geoecology*. 3: 90–97. (In Russian). doi: 10.17308/geo/1609-0683/2023/3/90-97
9. *O sostoyanii sanitarno-epidemiologicheskogo blagopoluchiya naseleniya v Voronezhskoy oblasti v 2023 godu*. [On the state of sanitary and epidemiological well-being of the population in Voronezh Region in 2023]. 2024. Voronezh, Office of the Federal Service for Supervision of Consumer Rights Protection and Human Wellbeing in Voronezh Region: 199 p. (In Russian).
10. Smirnova A.Ya., Pozdnyakova N.I. 2013. [Fresh groundwater. Distribution of aquifers and aquifer complexes.] In: *Ekologo-geograficheskiy atlas-kniga Voronezhskoy oblasti*. [Ecological and geographical atlas-book of Voronezh Region]. Voronezh, Voronezh State University: 104–107. (In Russian).
11. Bocharov V.L., Strogonova L.N., Ovchinnikova E.S. 2010. [Problems of studying and using of underground potable water resources of Voronezh Region]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Geologiya*. 1: 243–251. (In Russian).
12. Trubitsyn D.S., Deshevykh G.Yu. 2017. [Distribution of aquifers of Upper Devonian age and prospects of their use for drinking water supply in the north-western part of Voronezh Region]. In: *Sovremennye problemy inzhenernykh izyskaniy na territorii Tsentral'no-Chernozemnogo regiona: materialy I regional'noy nauchno-prakticheskoy konferentsii*. [Modern problems of engineering surveys in the Central Black Earth region: materials of the 1st regional scientific and practical conference (Voronezh, Russia, 10–11 February 2017)]. Voronezh, Nauchnaya kniga: 26–29. (In Russian).
13. Belozеров D.A., Letnikova A.S., Kuryshv A.A. 2018. [Ecological-hydrogeochemical estimation of the condition of the neogene-quaternary waterfall complex of the south-eastern part of Voronezh city]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Geologiya*. 2: 143–150. (In Russian).
14. *Spravka o sostoyanii i perspektivakh ispol'zovaniya mineral'no-syr'evoy bazy Voronezhskoy oblasti na 15.06.2020 g*. [Reference on the state and prospects of using the mineral resource base of Voronezh Region as of 15.06.2020]. 2020. Available at: <https://rosnedra.gov.ru/data/Fast/Files/202011/ce97bed523fc36e33e24ac3a52199e72.pdf> (accessed 12 April 2025). (In Russian).
15. [On approval of sanitary rules and regulations SanPiN 1.2.3685-21 “Hygienic standards and requirements for ensuring safety and (or) harmlessness of environmental factors for humans” (as amended on December 30, 2022). III. Norms of water quality and safety]. *Elektronnyy fond pravovykh i normativno-tekhnicheskikh dokumentov*. Available at: URL: <https://docs.cntd.ru/document/573500115/titles/7EC0KG> (accessed 9 June 2025). (In Russian).
16. Prozhorina T.I., Baskakova A.G., Boeva A.S. 2021. [Analysis of drinking water pollution with nitrates and risk assessment to the population's health in the Voronezh Region]. *Izvestiya Dagestanskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta. Seriya “Estestvennye i tochnye nauki”*. 15: 89–95. (In Russian). doi: 10.31161/1995-0675-2021-15-1-89-95

Поступила 02.06.2025

Принята 20.06.2025