

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ МЕЛИОРАТИВНО- ВОДОХОЗЯЙСТВЕННОГО КОМПЛЕКСА И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

Научная статья
УДК 628.171.033

Современные концепции водообеспечения малых сельских населенных пунктов

Сергей Александрович Марьяш¹, Татьяна Ильинична Дрововозова²,
Дарья Вячеславовна Мильченкова³

^{1, 2, 3}Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск,
Российская Федерация

¹smar-78@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5561-9714>

²tid70.drovovozova@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8724-7799>

³milchenkova.darya@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0001-7665-1366>

Аннотация. **Цель:** разработка концепции водообеспечения малых и средних населенных пунктов с численностью населения менее 500 человек. Удаленность сельских населенных пунктов, особенно малых и средних с численностью населения до 500 человек, от поверхностных водных объектов и систем централизованного водоснабжения определяет актуальность существующей проблемы их водообеспечения. **Материалы и методы.** Для финансовой оценки различных вариантов водообеспечения малых и средних сельских населенных пунктов использованы нормы водопотребления, строительная стоимость прокладки водовода, сооружения капитальной и контейнерной станций водоподготовки согласно СП 31.13330.2021 и приказу Минстроя РФ № 1470/пр. **Результаты и обсуждение.** Проведен расчет примерной стоимости прокладки водовода и строительства капитальной и контейнерной станций одинаковой комплектации для очистки воды производительностью в пересчете на численность населения малого и среднего населенных пунктов. Строительная стоимость прокладки 1 км водовода составила 1850 тыс. руб., строительство капитальной водоочистой станции (ВОС) для населенного пункта с численностью населения 200–1000 человек – примерно 55000 тыс. руб. Стоимость сооружения контейнерной станции варьируется от 5935 до 8360 тыс. руб. в зависимости от численности населения. **Выводы.** Сравнение стоимости капитальной и контейнерной очистной станции показало, что при численности населения 200 человек стоимость капитальных ВОС выше контейнерной станции в 9,3 раза, 500 человек – в 8,3 раза, 1000 человек – в 6,6 раз соответственно. Исходя из стоимости необходимого оборудования станции водоподготовки и прокладки одного километра водовода установлена рентабельная оптимальная протяженность прокладки водовода, составившая 4,5 км. При прокладке водовода большей протяженностью, что характерно для реальных условий, затраты будут превышать стоимость контейнерных очистных станций. Основная концепция водообеспечения малых сельских населенных пунктов заключается в сооружении контейнерных автоматизированных станций очистки воды.

Ключевые слова: концепция водообеспечения, малые сельские населенные пункты, контейнерная очистная станция

Апробация результатов исследования: основные положения статьи доложены на Всероссийской научно-практической конференции «Современные проблемы мелиоративно-водохозяйственного комплекса и пути их решения» (г. Новочеркасск, 11 октября 2024 г.).

Для цитирования: Марьяш С. А., Дрововозова Т. И., Мильченкова Д. В. Современные концепции водообеспечения малых сельских населенных пунктов // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2024. Т. 94, № 3. С. 51–61.



MODERN PROBLEMS OF THE RECLAMATION AND WATER MANAGEMENT COMPLEX AND WAYS TO SOLUTION THEM

Original article

Current concepts of water supply for small rural communities

Sergey A. Maryash¹, Tatyana I. Drovovozova², Darya V. Milchenkova³

^{1, 2, 3}Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novocherkassk,
Russian Federation

¹smar-78@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5561-9714>

²tid70.drovovozova@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8724-7799>

³milchenkova.darya@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0001-7665-1366>

Abstract. Purpose: to develop a concept of water supply for small and medium-sized communities with a population of less than 500 people. The remoteness of rural settlements, especially small and medium-sized ones with a population of up to 500 people, from surface water bodies and centralized water supply systems determines the relevance of the existing problem of their water supply. **Materials and methods.** For the financial assessment of various options for water supply to small and medium-sized rural communities, water consumption standards, construction costs of water pipeline laying, constructing a permanent and container-type water treatment station in accordance with SP 31.13330.2021 and Order of the Ministry of Construction of the Russian Federation No. 1470/pr were used. **Results and discussion.** The approximate cost of laying a water pipeline and constructing a permanent and container-type stations of the same configuration for water purification with a capacity based on the population of small and medium-sized communities was calculated. The construction cost of laying 1 km of the water pipeline was 1,850 thousand rubles, the construction of a permanent water treatment plant (PWTP) for a community with a population of 200–1,000 people is approximately 55,000 thousand rubles. The cost of constructing a container station varies from 5,935 to 8,360 thousand rubles depending on the population. **Conclusions.** Comparison of the cost of a permanent and container treatment plant showed that with a population of 200 people, the cost of a permanent PWTP is 9.3 times higher than that of a container station, 500 people – 8.3 times, 1,000 people – 6.6 times, respectively. Based on the cost of the necessary equipment for the water treatment plant and the construction of one kilometer of the water pipeline, a cost-effective optimal length of the water pipeline was established, amounting to 4.5 km. When laying a longer water pipeline, which is typical for real conditions, the costs will exceed the cost of container treatment plants. The basic concept of water supply for small rural communities is the construction of containerized automated water treatment plants.

Keywords: water supply concept, small rural communities, container-type treatment plant

Evaluation of the research results: the main provisions of the article were reported at the All-Russian scientific and practical conference “Modern Problems of Land Reclamation and Water Industrial Complex and Ways to Solve Them” (Novocherkassk, October 11, 2024).

For citation: Maryash S. A., Drovovozova T. I., Milchenkova D. V. Current concepts of water supply for small rural communities. *Ways of Increasing the Efficiency of Irrigated Agriculture*. 2024;94(3):51–61. (In Russ.).

Введение. В настоящее время существует проблема водообеспечения качественной питьевой водой средних и малых сельских населенных

пунктов, связанная с низким качеством воды в водоисточниках; удаленностью от городских поселений, имеющих станции водоподготовки; отсутствием достаточных финансовых средств на строительство собственных очистных сооружений; отсутствием квалифицированного персонала для обслуживания станции водоподготовки. Следовательно, разработка блочных автоматизированных станций водоподготовки позволит решить вышеуказанные проблемы с обеспечением качественной питьевой водой сельских населенных пунктов.

В соответствии с областным законом об административно-территориальном устройстве Ростовской области¹ все сельские населенные пункты можно распределить по следующим категориям:

- крупные – сельские населенные пункты с численностью населения более 3000 человек;
- большие – с численностью от 1000 до 3000 человек;
- средние – населенные пункты с числом жителей от 200 до 1000 человек;
- малые – с числом жителей менее 200 человек.

Анализ данных Росстата показал, что в Ростовской области на крупные сельские населенные пункты приходится 3,3 % от общего их количества, на большие – 10,3 %, на средние – 39,4 %, на малые – 47 %. Диаграмма процентного соотношения категорий сельских населенных пунктов представлена на рисунке 1.

Из данных рисунка 1 понятно, что на средние и малые сельские населенные пункты в Ростовской области приходится 87 % от их общего количества.

¹Об административно-территориальном устройстве Ростовской области [Электронный ресурс]: Обл. закон от 25 июля 2005 г. № 340-ЗС: принят Зак. Собранием РО 7 июля 2005 г.: по состоянию на 26 апр. 2022 г. URL: <https://www.donland.ru/documents/2676>.

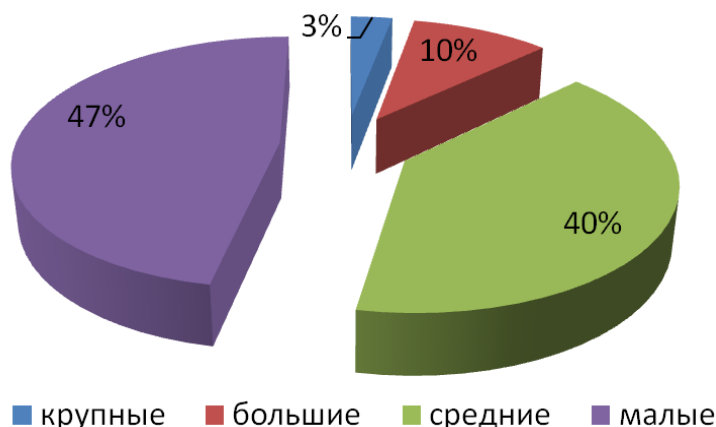


Рисунок 1 – Диаграмма процентного соотношения категорий сельских населенных пунктов Ростовской области
Figure 1 – Diagram of the percentage ratio of categories of rural communities in Rostov region

Согласно данным Экологического вестника Дона «О состоянии окружающей среды и природных ресурсов Ростовской области в 2022 году»² в 2022 г. на хозяйственно-питьевые нужды в Ростовской области было использовано всего 12,33 % от общего объема забора водных ресурсов, 55 % водных ресурсов направлено на нужды сельского хозяйства, включающие орошение, рыборазведение, сельскохозяйственное водоснабжение (рисунок 2).

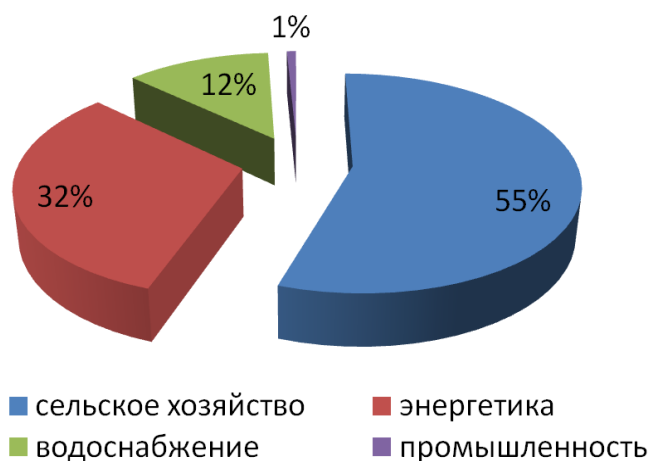


Рисунок 2 – Диаграмма распределения водопотребления по отраслям
Figure 2 – Water consumption distribution diagram by industries

²Экологический вестник Дона «О состоянии окружающей среды и природных ресурсов Ростовской области в 2022 году» [Электронный ресурс] / под общ. ред. М. В. Фишкина. 2022. URL: <https://xn--d1ahaoghbejbc5k.xn--p1ai>.

Из-за географического расположения крупных городских поселений основным источником их водообеспечения являются поверхностные водные объекты. Сельские населенные пункты, особенно средние и малые, характеризуются удаленностью от поверхностных водных объектов, основным источником их водообеспечения являются подземные воды (верховодка, артезианские воды). В средних сельских населенных пунктах с численностью населения свыше 500 человек основным источником водообеспечения являются артезианские воды, при меньшей численности – придомовые колодцы (верховодка), либо привозная вода [1, 2]. Среди всех сельских населенных пунктов Ростовской области централизованное водоснабжение имеют 1249, что составляет 55,2 %, среди которых в основном крупные, большие и частично средние сельские населенные пункты. В целом по Ростовской области не имеют доступа к питьевой воде около 100 тыс. человек, преобладающее большинство из которых составляют жители малых и средних (численность населения менее 500 чел.) населенных пунктов.

Все подземные воды Ростовской области распределены по пяти артезианским бассейнам. Гидрохимическая характеристика вод артезианских бассейнов позволила условно разделить подземную гидросферу области на две части: северная – с минерализацией до 1,5 г/дм³, южная – с минерализацией до 2,7 г/дм³ [3–5]. Очевидно, что все подземные воды области не соответствуют требованиям СанПиН 1.2.3685-21³ по показателю минерализации и требуют дополнительной водоподготовки [6].

Проблемой очистки воды для водообеспечения населения, в том числе сельского, оценкой качества подземных вод для питьевого водо-

³Об 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» [Электронный ресурс]: Постановление Гл. гос. санитар. врача Рос. Федерации от 28 янв. 2021 г. № 2: по состоянию на 30 декабря 2022 г. Доступ из ИС «Техэксперт: 6 поколение» Интранет.

снабжения в разное время занимались такие ученые, как С. В. Оводов, С. Н. Линевич, М. Г. Журба, Г. И. Николадзе, Л. Н. Фесенко, Г. Ю. Скляр-енко, В. Е. Закруткин, О. В. Назаренко, Д. А. Бутко, А. Ю. Черкесов, И. В. Пчельников и др. [3, 7–10].

В связи с ограниченным распространением на территории Ростовской области подземных вод, удовлетворяющих нормам питьевого качества, для централизованного водоснабжения допускается использовать подземные воды с минерализацией до 1,5 г/дм³. По другим гидрохимическим показателям подземные воды отдельных месторождений характеризуются повышенным содержанием железа, марганца, сульфатов, сероводорода и др. [5–7].

Современный концептуальный подход к водообеспечению сельских населенных пунктов заключается в том, что в крупных и больших сельских населенных пунктах сооружаются (либо реконструируются существующие) водоочистные станции (ВОС). В средние сельские населенные пункты с численностью населения свыше 700 человек, расположенные вблизи крупных и больших, прокладывается групповой водовод. Малые и средние с численностью менее 700 человек в большинстве своем остаются не обеспеченными качественной питьевой водой.

В связи с вышеизложенным цель работы: разработка концепции водообеспечения малых и средних населенных пунктов с численностью населения менее 500 человек.

Материалы и методы. Объект исследования – концепции водообеспечения сельских населенных пунктов на примере Ростовской области.

Исходными данными для определения концептуального подхода и проведения финансовой оценки различных вариантов водообеспечения малых и средних сельских населенных пунктов являлись нормы водопотребления, строительная стоимость прокладки водовода, сооружения капи-

тальной и контейнерной станций водоподготовки, согласно СП 31.13330.2021⁴ и приказу Минстроя РФ № 1470/пр⁵.

Результаты и обсуждение. Согласно СП 31.13330.2021 норма водопотребления на одного человека составляет 140–180 л/сут. Как правило, в малых и средних сельских населенных пунктах отсутствует канализация. При условии отсутствия канализации норма водопотребления может быть снижена до 125 л/сут. Следовательно, для малых и средних населенных пунктов с численностью населения до 500 человек норма водопотребления на питьевые нужды не будет превышать 125 м³/сут.

Проведен расчет примерной стоимости прокладки водовода и строительства капитальной и контейнерной станций одинаковой комплектации для очистки воды производительностью в пересчете на численность населения малого и среднего населенных пунктов. Результаты расчетов представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Примерная стоимость обеспечения водой средних и малых сельских населенных пунктов

Table 1 – Approximate cost of providing water to medium and small rural communities

Численность населения	Производительность водоочистки, м ³ /сут	Строительная стоимость, тыс. руб.		
		Прокладка 1 км водовода d = 100 мм	Капитальная станция водоподготовки	Контейнерная станция
1000	125	1850	55000	8360
500	62,5			6625
200	25			5935

Сравнительная оценка стоимости капитальной и контейнерной очистной станции показала, что при численности населения 200 человек стоимость капитальных ВОС выше контейнерной станции в 9,3 раза, 500 чело-

⁴Водоснабжение. Наружные сети и сооружения [Электронный ресурс]: СП 31.13330.2021; утв. М-вом стр-ва и жилищ.-коммун. хоз-ва Рос. Федерации 27.12.21; введ. в действие с 28.01.22. Доступ из ИС «Техэксперт: 6 поколение» Интранет.

⁵Об утверждении Порядка формирования и ведения федерального реестра сметных нормативов [Электронный ресурс]: Приказ Минстроя России от 24 окт. 2017 № 1470/пр: по состоянию на 17 мая 2018 г. Доступ из ИС «Техэксперт: 6 поколение» Интранет.

век – в 8,3 раза, 1000 человек – в 6,6 раза соответственно. Следовательно, в малых и средних сельских населенных пунктах целесообразно размещать контейнерные станции водоподготовки. Примем максимальную стоимость контейнерной станции водоочистки в 8360 тыс. руб. экономически оправданной для условий сельской местности. Тогда, исходя из стоимости необходимого оборудования станции водоподготовки и прокладки одного километра водовода диаметром 100 мм, рентабельная оптимальная протяженность прокладки водовода составит $8360/1850 = 4,5$ км. Следовательно, при прокладке водовода большей протяженностью, что характерно для реальных условий, затраты будут превышать стоимость контейнерных очистных станций.

Таким образом, строительство водовода и стационарной станции водоподготовки в средних с численностью населения менее 500 человек и малых сельских населенных пунктах является экономически нецелесообразным.

На основании вышесказанного следует, что для обеспечения водой малых и средних сельских населенных пунктов Ростовской области необходимо размещение малогабаритных автоматизированных контейнерных станций водоподготовки.

Помимо того, что контейнерные очистные станции характеризуются относительно невысокой стоимостью, к положительным сторонам следует отнести простоту в эксплуатации, отсутствие необходимости привлечения высококвалифицированного персонала.

Выводы. Проведен анализ статистических данных классификации сельских населенных пунктов Ростовской области по категориям в зависимости от количества жителей, показавший, что на средние и малые населенные пункты приходится 87 %.

Проведена оценка водопотребления секторами экономики Ростовской области, показавшая, что на водоснабжение городов и крупных населенных пунктов приходится 12,33 % от общего объема изъятия водных ресурсов,

более 50 % водопотребления приходится на сельское хозяйство, включающее орошение, рыборазведение и сельскохозяйственное водоснабжение.

Проведена сравнительная оценка примерной стоимости прокладки водовода и строительства стационарной и контейнерной станций. Установлено, что прокладка водовода протяженностью свыше 4,5 км не рентабельна. Затраты на строительство стационарных очистных станций в населенных пунктах с численностью менее 1000 человек превышают затраты на контейнерные в 6,6–9,3 раза, что указывает на целесообразность установки последних. Основная концепция водообеспечения малых сельских населенных пунктов заключается в сооружении автоматизированных контейнерных станций очистки воды.

Список источников

1. Исаева С. Д., Кизяев Б. М. Научное обеспечение управления водными ресурсами // Водоочистка. Водоподготовка. Водоснабжение. 2017. № 7(115). С. 4–9.
2. Иванченко А. М. Современное состояние и динамика показателей качества водных ресурсов Ростовской области // Степная Евразия – устойчивое развитие: сб. материалов междунар. форума, г. Ростов н/Д., 27–30 сент. 2022 г. / ЮФУ. Ростов н/Д., 2022. С. 131–133.
3. Складенко Г. Ю., Закруткин В. Е. Подземные воды Ростовской области: факторы загрязнения и оценка качества // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Естественные науки. 2019. № 4(204). С. 98–103. DOI: 10.23683/0321-3005-2019-4-98-103. EDN: QIQXRH.
4. Ганичева Л. З. Современное состояние подземных вод в районе промышленных городов Ростовской области // Инженерный вестник Дона. 2013. № 2(25). С. 128. EDN: QLISXD.
5. Дровозова Т. И., Марыгин В. О. Гидрохимическая и геологическая оценка подземных вод Ростовской области // Sciences of Europe. 2018. № 33. С. 39–44. EDN: YQNCРВ.
6. Дудолина В. А., Дудолина Д. А. Реализация федерального проекта «чистая вода» как фактор безопасного развития общества // Национальные и региональные особенности безопасности: вызовы и пути решения: сб. материалов V Всерос. конф. с междунар. участием, г. Архангельск, 18–19 дек. 2020 г. Архангельск: Типография А4, 2021. С. 169–178.
7. Назаренко О. В. Проблемы водоснабжения на территории Ростовской области // Теоретические и прикладные проблемы географической науки: демографический, социальный, правовой, экономический и экологический аспекты: материалы междунар. науч.-практ. конф. / под ред. Н. В. Яковенко. Т. 1. Воронеж: ВГУ, 2019. С. 290–293.
8. Сазонов А. Д., Комаров Р. С., Нижельский М. С. Оценка эффективности водопользования в Ростовской области // Экология родного края: проблемы и пути их решения: материалы XV Всерос. конф. с междунар. участием, г. Киров, 18 мая 2020 г. Т. 1. Киров: Вят. гос. ун-т, 2020. С. 8–12. EDN: FPAASF.

9. Скляренко Г. Ю., Закруткин В. Е. Подземные воды Ростовской области: факторы загрязнения и оценка качества // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Серия: Естественные науки [Электронный ресурс]. 2019. № 4(204). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/podzemnye-vody-rostovskoy-oblasti-factory-zagryazneniya-i-otsenka-kachestva> (дата обращения: 30.07.2024).

10. Михеева И. В. Водные объекты и состояние водоснабжения на территориях Южного федерального округа // Технологии очистки воды «Техновод-2019»: материалы XII Междунар. науч.-практ. конф., г. Москва, 22–23 окт. 2019 г. М.: Лик, 2019. С. 74–83.

References

1. Isaeva S.D., Kizyaev B.M., 2017. *Nauchnoe obespechenie upravleniya vodnymi resursami* [Scientific support for water resources management]. *Vodoochistka. Vodopodgotovka. Vodosnabzhenie* [Water Purification. Water Treatment. Water Supply], no. 7(115), pp. 4-9. (In Russian).

2. Ivanchenko A.M., 2022. *Sovremennoe sostoyanie i dinamika pokazateley kachestva vodnykh resursov Rostovskoy oblasti* [Current state and dynamics of water resources quality indicators in Rostov region]. *Stepnaya Yevraziya – ustoychivoe razvitie: sb. materialov mezhdunar. foruma* [Steppe Eurasia – Sustainable Development: collection of papers of the international forum]. Rostov-on-Don, pp. 131-133. (In Russian).

3. Sklyarenko G.Yu., Zakrutkin V.E., 2019. *Podzemnye vody Rostovskoy oblasti: factory zagryazneniya i otsenka kachestva* [Groundwater in the Rostov region: pollution factors and quality assessment]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Severo-Kavkazskiy region. Seriya: Yestestvennye nauki* [Bulletin of Higher Educational Institutions. North Caucasian Region. Natural Sciences], no. 4(204), pp. 98-103, DOI: 10.23683/0321-3005-2019-4-98-103, EDN: QIQXRH. (In Russian).

4. Ganicheva L.Z., 2013. *Sovremennoe sostoyanie podzemnykh vod v rayone promyshlennykh gorodov Rostovskoy oblasti* [Current status of groundwater in the area of industrial cities in Rostov region]. *Inzhenernyy vestnik Dona* [Engineering Bulletin of the Don], no. 2(25), p. 128, EDN: QLISXD. (In Russian).

5. Drovovozova T.I., Marygin V.O., 2018. *Gidrokhimicheskaya i geologicheskaya otsenka podzemnykh vod Rostovskoy oblasti* [Hydrochemical and geological assessment of groundwater in Rostov region]. *Sciences of Europe*, no. 33, pp. 39-44, EDN: YQNCPB. (In Russian).

6. Dudolina V.A., Dudolina D.A., 2021. *Realizatsiya federal'nogo proekta «chistaya voda» kak faktor bezopasnogo razvitiya obshchestva* [Implementation of the federal project «Clean water» as a factor in the safe development of society]. *Natsional'nye i regional'nye osobennosti bezopasnosti: vyzovy i puti resheniya: sb. materialov V Vserossiyskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem* [National and Regional Security Features: Challenges and Solutions: Proc. of the V All-Russian Conference with International Participation]. Arkhangelsk, Typography A4, pp. 169-178. (In Russian).

7. Nazarenko O.V., 2019. *Problemy vodosnabzheniya na territorii Rostovskoy oblasti* [Problems of water supply in Rostov region]. *Teoreticheskie i prikladnye problemy geograficheskoy nauki: demograficheskiy, sotsial'nyy, pravovoy, ekonomicheskoy i ekologicheskoy aspekty: materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Theoretical and Applied Problems of Geographical Science: Demographic, Social, Legal, Economic and Environmental Aspects: Proc. of the International Scientific Practical Conference]. Vol. 1, Voronezh, VSU, pp. 290-293. (In Russian).

8. Sazonov A.D., Komarov R.S., Nizhelsky M.S., 2020. *Otsenka effektivnosti vodopol'zovaniya v Rostovskoy oblasti* [Assessment of water use efficiency in Rostov Region]. *Ekologiya rodnogo kraya: problemy i puti ikh resheniya: materialy XV Vseros. konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem* [Ecology of the Native Land: Problems and Ways to Solve Them: Proc. of

the XV All-Russian Conference with International Participation]. Vol. 1, Kirov, Vyatka State University, pp. 8-12, EDN: FPAASF. (In Russian).

9. Sklyarenko G.Yu., Zakrutkin V.E., 2019. *Podzemnye vody Rostovskoy oblasti: faktory zagryazneniya i otsenka kachestva* [Groundwater of Rostov region: pollution factors and quality assessment]. *Izvestiya vuzov. Severo-Kavkazskiy region. Seriya: Yestestvennye nauki* [Bulletin of Higher Educational Institutions. North Caucasian Region. Natural Sciences], no. 4(204), available: <https://cyberleninka.ru/article/n/podzemnye-vody-rostovskoy-oblasti-faktory-zagryazneniya-i-otsenka-kachestva> [accessed 30.07.2024]. (In Russian).

10. Mikheeva I.V., 2019. *Vodnye ob"ekty i sostoyanie vodosnabzheniya na territoriyakh Yuzhnogo federal'nogo okruga* [Water bodies and the state of water supply in the territories of the Southern Federal District]. *Tekhnologii ochistki vody «Tekhnovod-2019»: materialy XII Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Water Purification Technologies “Tekhnovod-2019”: Proc. of the XII International Scientific-Practical Conference]. Moscow, Lik Publ., pp. 74-83. (In Russian).

Информация об авторах

С. А. Марьяш – научный сотрудник, Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск, Российская Федерация, smar-78@mail.ru, ORCID ID: 0000-0001-5561-9714;

Т. И. Дрововозова – ведущий научный сотрудник, доктор технических наук, доцент, Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск, Российская Федерация, tid70.drovovozova@yandex.ru, Web of Science ResearcherID: ABH-4873-2020, ORCID ID: 0000-0002-8724-7799;

Д. В. Мильченкова – научный сотрудник, Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск, Российская Федерация, milchenkova.darya@mail.ru, ORCID ID: 0009-0001-7665-1366.

Information about the authors

S. A. Maryash – Researcher, Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novocherkassk, Russian Federation, smar-78@mail.ru, ORCID ID: 0000-0001-5561-9714;

T. I. Drovovozova – Leading Researcher, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novocherkassk, Russian Federation, tid70.drovovozova@yandex.ru, Web of Science ResearcherID: ABH-4873-2020, ORCID ID: 0000-0002-8724-7799;

D. V. Milchenkova – Researcher, Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novocherkassk, Russian Federation, milchenkova.darya@mail.ru, ORCID ID: 0009-0001-7665-1366.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Все авторы в равной степени несут ответственность за нарушения в сфере этики научных публикаций.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.

All authors are equally responsible for ethical violations in scientific publications.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 23.08.2024; одобрена после рецензирования 17.09.2024; принята к публикации 24.10.2024.

The article was submitted 23.08.2024; approved after reviewing 17.09.2024; accepted for publication 24.10.2024.