

АКТУАЛЬНЫЕ НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ МЕЛИОРАЦИИ И ГИДРОТЕХНИКИ

Научная статья

УДК 631.67.03

Оценка пригодности коллекторно-дренажных вод для орошения, их влияние на почвенно-мелиоративное состояние рисовой оросительной системы

Дарья Вячеславовна Мильченкова

Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск,
Российская Федерация, milchenkova.darya@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0001-7665-1366>

Аннотация. **Цель:** оценка пригодности коллекторно-дренажных вод (КДВ) для орошения, их влияние на почвенно-мелиоративное состояние рисовой оросительной системы. **Материалы и методы.** Объект исследования – коллекторно-дренажные воды из отводящего коллектора рисовой оросительной системы, а также КДВ, разбавленные водой из оросительного канала в соотношении 1:1000 соответственно. Почвенно-мелиоративная оценка пригодности вод на орошение проводилась по показателям: общая минерализация, ирригационные свойства по коэффициенту Стеблера, степень опасности засоления, индекс потенциальной солёности, величина SAR, опасность возникновения магниевого и натриевого осолонцевания. **Результаты и обсуждение.** Минерализация КДВ составила 3146 мг/дм³, что характеризует их как полностью непригодные для орошения. Эколого-мелиоративная оценка показала, что при поливе такой водой в почве начнут развиваться процессы засоления, натриевого осолонцевания, накопления токсичных солей. Разбавление КДВ оросительной водой в соотношении 1:1000 приведет к снижению минерализации в 4,15 раза. Коэффициент Стеблера возрастает в 3,5 раза, что свидетельствует об улучшении качества воды. Однако даже при тысячекратном разбавлении исследуемой коллекторно-дренажной воды пресной оросительной водой нельзя однозначно утверждать о ее пригодности для орошения. Оценка разбавленной воды по показателю «степень опасности засоления» свидетельствует об ее ограниченной пригодности для орошения, а по показателю «индекс потенциальной опасности» – о полной непригодности. **Выводы.** Проведенная почвенно-мелиоративная оценка показала непригодность коллекторно-дренажных вод из отводящего канала рисовой оросительной системы для повторного использования на орошение. При тысячекратном смешении исследуемых КДВ с пресной оросительной водой достаточный эффект разбавления не достигается, что свидетельствует о необходимости разработки и внедрения технологии их очистки.

Ключевые слова: рисовая оросительная система, коллекторно-дренажные воды, оросительная вода, почвенно-мелиоративная оценка, разбавление

Апробация результатов исследования: основные положения статьи доложены на Международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов «Актуальные научные исследования в области мелиорации и гидротехники» (г. Новочеркасск, 30 мая 2025 г.).

Для цитирования: Мильченкова Д. В. Оценка пригодности коллекторно-дренажных вод для орошения, их влияние на почвенно-мелиоративное состояние рисовой оросительной системы // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2025. Т. 96, № 2. С. 83–93.

CURRENT SCIENTIFIC RESEARCH IN THE FIELD OF LAND RECLAMATION AND HYDRAULIC ENGINEERING

Original article

Assessment of the collector-drainage water suitability for irrigation, their impact on soil-reclamation state of the rice irrigation system

Darya V. Milchenkova

Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novocherkassk,
Russian Federation, milchenkova.darya@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0001-7665-1366>

Abstract. Purpose: to assess the suitability of collector-drainage water (CDW) for irrigation, its impact on the soil-reclamation state of the rice irrigation system. **Materials and methods.** The object of the study is collector-drainage water from the outlet collector of the rice irrigation system, as well as CDW diluted with water from the irrigation canal in a ratio of 1:1000, respectively. Soil-reclamation assessment of water suitability for irrigation was carried out by the following indicators: total mineralization, irrigation properties according to the Staebler coefficient, salinization hazard rate, potential salinity index, SAR value, risk of magnesium and sodium alkalization. **Results and discussion.** The mineralization of CDW was 3146 mg/dm³, which characterizes them as completely unsuitable for irrigation. The ecological and reclamation assessment showed that the processes of salinization, sodium alkalization, and accumulation of toxic salts began to develop in the soil when irrigated with such water. Dilution of CDW with irrigation water in a ratio of 1:1000 will lead to a decrease in mineralization by 4.15 times. The Staebler coefficient increases by 3.5 times, which indicates an improvement in water quality. However, even with a thousand-fold dilution of the studied collector-drainage water with fresh irrigation water, it is impossible to state its suitability for irrigation unambiguously. The assessment of diluted water by the indicator “salinization hazard rate” indicates its limited suitability for irrigation, and by the indicator “potential hazard index” – complete unsuitability. **Conclusions.** The conducted soil and reclamation assessment showed the unsuitability of collector-drainage water from the outlet canal of the rice irrigation system for reuse for irrigation. With a thousand-fold mixing of the studied CDW with fresh irrigation water, a sufficient dilution effect is not achieved, which indicates the need to develop and implement a technology for their purification.

Keywords: rice irrigation system, collector-drainage water, irrigation water, soil-reclamation assessment, dilution

Evaluation of the research results: the fundamental principles of the article were reported at the International Scientific and Practical Conference of Young Scientists and Specialists “Current Scientific Research in the Field of Land Reclamation and Hydraulic Engineering” (Novocherkassk, May 30, 2025).

For citation: Milchenkova D. V. Assessment of the collector-drainage water suitability for irrigation, their impact on soil-reclamation state of the rice irrigation system. *Ways of Increasing the Efficiency of Irrigated Agriculture*. 2025;96(2):83–93. (In Russ.).

Введение. Известно, что в технологии орошаемого земледелия образуются большие объемы коллекторно-дренажных вод (КДВ), отводимые в природные водные объекты без специальных приемов очистки. Многочисленными исследованиями установлено, что такие воды характеризуются

высокой минерализацией, большим содержанием солеобразующих ионов, тяжелых металлов, органических соединений, что усугубляет общее негативное воздействие на экологическое состояние почвенных и водных экосистем [1]. Одним из направлений утилизации огромных объемов КДВ может стать их повторное использование на орошение, что отчасти может решить проблему вододефицита в засушливых и полузасушливых районах [2, 3].

Внедрение таких водосберегающих технологий на оросительных системах позволит значительно сократить объемы потребляемой воды, предотвратить ее потери, а также обеспечить экологическую безопасность природных водных и земельных ресурсов. Данный эффект можно обеспечить за счет очистки и возвращения КДВ в оросительную сеть для использования на нужды орошения, что позволит избежать выноса загрязняющих веществ в естественные водоприемники, что положительно скажется на их экологическом состоянии. Обеспечение экологической безопасности почвенных ресурсов будет обеспечено за счет полива очищенной водой [4–6].

Для разработки технологии очистки коллекторно-дренажного стока, а также установления требуемого соотношения разбавления КДВ с пресной оросительной водой, необходимо проводить мониторинг качества как отводимых КДВ с орошаемых земель, так и оросительной воды. Это позволит рассчитать необходимое соотношение для разбавления, минимизирующее негативные последствия развития неблагоприятных процессов в орошаемых почвах. Исследование гидрохимических показателей КДВ необходимо проводить в динамике, так как их химический состав непостоянен и подвергается резким колебаниям в течение всего вегетационного периода [7].

С целью подтверждения безопасности воды для полива необходимо проводить эколого-мелиоративную оценку пригодности очищенной или разбавленной воды для орошения. Решение вышеуказанных проблем определяет актуальность проведенных исследований.

Соответственно, для экологически безопасного использования коллекторно-дренажных вод на нужды орошения необходимо применять ком-

плексный подход, заключающийся в соблюдении правил технической эксплуатации коллекторно-дренажной сети, определении пригодности коллекторно-дренажных вод на орошение в каждом конкретном случае, в размещении локальных очистных сооружений на отводящей сети, а также при необходимости разбавления КДВ пресной оросительной водой^{1, 2} [6].

Цель настоящих исследований – оценка пригодности коллекторно-дренажных вод (КДВ) для орошения, их влияние на почвенно-мелиоративное состояние рисовой оросительной системы.

Материалы и методы. Объектом исследования являлись коллекторно-дренажные воды из отводящего коллектора рисовой оросительной системы Багаевского района Ростовской области, а также КДВ, разбавленные водой из оросительного канала в соотношении 1:1000 соответственно. Предмет исследования – пригодность данных вод на орошение.

Для установления пригодности коллекторно-дренажных вод из отводящего коллектора рисовой оросительной системы на орошение выполнена почвенно-мелиоративная оценка по следующим показателям:

- общая минерализация, г/дм³;
- солевой состав (Ca, Mg, Na, SO₄, Cl, HCO₃)^{3, 4}, мг/дм³;
- индекс потенциальной солености⁵;
- ирригационные свойства по коэффициенту Стеблера;
- степень опасности засоления почвы (Cl/SO₄), опасность натриевого

¹Об утверждении правил эксплуатации мелиоративных систем и отдельно расположенных гидротехнических сооружений [Электронный ресурс]: Приказ Минсельхоза России от 31 июля 2020 г. № 438 (зарегистрирован М-вом юстиции РФ 30 сент. 2020 г. № 60169): по состоянию на 24.04.2025. Доступ из справ. системы «Техэксперт».

²ГОСТ 17.1.2.03-90 (СТ СЭВ6457-88). Охрана природы. Гидросфера. Критерии и показатели качества воды для орошения. Введ. 1991-07-01. М.: Изд-во стандартов, 1991.

³Костяков А. Н. Основы мелиораций. 6-е изд., доп. и перераб. М.: Сельхозгиз, 1960. 622 с.

⁴Антипов-Каратаев М. Н., Кадер Г. М. К методике мелиоративной оценки оросительной воды // Почвоведение. 1959. № 2. С. 96–101.

⁵Doneen L. D. Water quality for agriculture / Department of irrigation, University of California, Davis. 1964. P. 48.

осолонцевания, коэффициент адсорбции натрия (SAR)⁶, опасность магниевого осолонцевания⁷ [7–10].

Для определения гидрохимических показателей коллекторно-дренажных вод из отводящего коллектора рисовой оросительной системы были отобраны пробы воды во время поливного сезона (август) и по окончании поливного сезона (октябрь). Природные и антропогенные факторы в течение вегетационного периода оказывают существенное влияние на химический состав исследуемых вод, поэтому гидрохимические показатели претерпевают значительные колебания в течение всего исследуемого периода. Для проведения почвенно-мелиоративной оценки пригодности таких вод на орошение полученные результаты гидрохимических исследований усреднили (таблица 1).

Таблица 1 – Гидрохимические показатели коллекторно-дренажных вод из отводящего коллектора

В мг/дм³

Table 1 – Hydrochemical parameters of collector-drainage water from the outlet collector

In mg/dm³

Показатель	Значение показателя		
	Август	Октябрь	Среднее
Сухой остаток	2040	3680	2860
Хлориды	223	450	336,5
Сульфаты	844	1797	1320,5
Гидрокарбонат-ион	304	424	364,0
Кальций	198	245	221,5
Магний	82,4	164	123,2
Натрий + калий	311	739	525,0

Результаты и обсуждение. В таблице 2 представлен солевой состав коллекторно-дренажных вод из отводящего коллектора рисовой оросительной системы.

⁶Richards L. A. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils: Agriculture Handbook / United State Department of Agriculture, Washington, DC. USA. 1954. Vol. 78, № 60. P. 160.

⁷Безднина С. Я. Качество воды для орошения. Принципы и методы оценки / под ред. Б. Б. Шумакова. М.: Рома, 1997. 185 с.

**Таблица 2 – Солевой состав коллекторно-дренажного стока
из отводящего коллектора**

**Table 2 – Salt composition of collector-drainage runoff from
the outlet collector**

Характеристика воды			
Минерализация, мг/дм ³	Класс	Группа	Тип по Алекину
3146	Сульфатный	Na	II

Установлено, что основными компонентами, не удовлетворяющими требованиям к качеству оросительной воды, являются солеобразующие ионы. При смешении оросительной и коллекторно-дренажных вод происходит их разбавление. Согласно полученным от Багаевского филиала ФГБУ «Управление «Ростовмелиоводхоз» данным, расход воды в подводящем канале в 1000 раз превышает расход КДВ в отводящем коллекторе. Рассчитали концентрации солеобразующих ионов в воде, полученной смешением КДВ с оросительной водой в соотношении 1:1000 соответственно. Результаты приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Гидрохимические показатели исследуемых вод

В мг/дм³

Table 3 – Hydrochemical parameters of the studied water

In mg/dm³

Показатель	Значение показателя		
	Оросительная вода	КДВ	КДВ + оросительная вода
Сухой остаток	682,0	2860	684,08
Хлориды	113,0	336,5	113,21
Сульфаты	232,0	1320,5	233,04
Гидрокарбонат-ион	151,0	364,0	151,2
Кальций	67,1	221,5	67,2
Магний	35,2	123,2	35,3
Натрий + калий	100,0	525,0	100,4

Почвенно-мелиоративная оценка коллекторно-дренажных вод показала неудовлетворительное их качество практически по всем исследуемым показателям, за исключением отсутствия возможности развития магниевого осолонцевания почв. Результаты почвенно-мелиоративной оценки КДВ и вод после смешения представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Результаты почвенно-мелиоративной оценки пригодности вод на орошение

Table 4 – Results of soil-reclamation assessment of water suitability for irrigation

Показатель	Оценка		Характеристика	
	КДВ	Смешанные воды	Коллекторно-дренажные воды	Оросительная вода и КДВ
Общая минерализация	> 3, IV класс опасности (опасный)	< 1, II класс опасности (малоопасный)	Неудовлетворительная, может вызвать засоление и/или осолонцевание почв	Положительная, возможно использование для всех культур на любых типах почвогрунтов
Ирригационные свойства по коэффициенту Стеблера	4,73	16,81	Неудовлетворительная, обязательно устройство искусственного дренажа	Удовлетворительная, может применяться для орошения, однако все еще могут накапливаться щелочи
Степень опасности засоления	$Cl^{-}/SO_4^{2-} = 0,35$ IV класс 2 группа	$Cl^{-}/SO_4^{2-} = 0,66$ III класс 3 группа	Условно пригодная, возможно использование для орошения культур средней и сильной солеустойчивости на песчаных почвах	Ограниченно пригодная, возможно использование на песках и средне-дренированных почвах для культур средней и сильной солеустойчивости
Индекс потенциальной солености	23,25	5,61	Неудовлетворительная, возможно накопление в почве токсичных солей	Непригодна, возможно накопление в почве токсичных солей
Величина SAR	7,01	2,47	Удовлетворительная, средняя опасность осолонцевания почв	Низкая опасность осолонцевания почв
Натриевое осолонцевание	51,87 III класс 12 группа	41,03 II класс	Вызывает осолонцевание почв и снижение урожайности на 20–50 %. Использование такой воды возможно только после разбавления, опреснения и химической мелиорации	Пригодна для большинства почв и культур. При длительном использовании возможно слабое осолонцевание почвы и снижение урожайности до 10 % в связи с накоплением в почве Na-ионов
Магниевое осолонцевание	0,91 I класс	0,87 I класс	Безопасна, отсутствует угроза магниевое осолонцевания почв	Безопасна, отсутствует угроза магниевое осолонцевания почв
Методика Антипова-Каратаева	0,91	1,38	Вода непригодна для орошения	Вода пригодна для орошения

Согласно проведенной почвенно-мелиоративной оценке, применение исследуемых коллекторно-дренажных вод на орошение недопустимо. Основным фактором, ограничивающим оборотное применение КДВ на орошение, является повышенная минерализация и количество растворенных солей. Использование таких вод на орошение даже в краткосрочной перспективе приведет к накоплению ионов натрия в почве, что впоследствии вызовет натриевое осолонцевание почв и снижение урожайности культур.

Однако в случае дефицита пресной оросительной воды возможно использование таких КДВ для орошения культур, обладающих слабой и средней солеустойчивостью. При этом следует учитывать, что негативный эффект для орошаемых почв сохранится, а урожайность культур снизится по сравнению с орошением пресной водой.

Следовательно, использовать такие воды на орошение можно только либо после разбавления с пресными, либо после предварительной очистки и деминерализации.

Расчеты показали, что даже при тысячекратном разбавлении исследуемой коллекторно-дренажной воды пресной оросительной водой нельзя однозначно утверждать о ее пригодности для орошения. Оценка разбавленной воды по показателю «степень опасности засоления» свидетельствует об ее ограниченной пригодности для орошения, а по показателю «индекс потенциальной опасности» – о полной непригодности. Для получения окончательно достоверных результатов необходимо провести агротехнические исследования в натурных условиях.

Использование таких вод предпочтительнее для орошения культур средней и сильной солеустойчивости и на преимущественно песчаных почвах. Результаты почвенно-мелиоративной оценки пригодности коллекторно-дренажных вод из отводящего коллектора рисовой оросительной системы однозначно указали на ее полную непригодность для орошения.

Выводы. Применение исследуемых коллекторно-дренажных вод на орошение может привести к засолению, осолонцеванию и защелачиванию почв, а при многолетнем воздействии привести к значительному ухудшению эколого-мелиоративного состояния орошаемых земель и вывести их из мелиоративного комплекса.

Проведенная почвенно-мелиоративная оценка показала непригодность коллекторно-дренажных вод из отводящего канала рисовой оросительной системы на нужды орошения в связи с высокой опасностью засоления и осолонцевания почв. При тысячекратном смешении исследуемых КДВ с пресной оросительной водой достаточный эффект разбавления не достигается, что свидетельствует о необходимости разработки и внедрения технологии их очистки для возможности повторного использования на орошение.

Список источников

1. Atakanov A. J., Karabaev N. A., Khalimov D. P. Prospects for reuse of collector-drainage water for crop irrigation // Theoretical & Applied Science. 2020. № 3(83). P. 458–463. DOI: 10.15863/TAS.2020.03.83.86. EDN: DRGCCF.
2. Исаев С. Х., Хайдаров Б. Использование коллекторно-дренажных вод для орошения в маловодные годы // EUROPEAN RESEARCH: сб. ст. XVI Междунар. науч.-практ. конф., г. Пенза, 14 авг. 2018 г. В 2 ч. Ч. 1. Пенза: Наука и Просвещение (ИП Гуляев Г. Ю.), 2018. С. 114–117. EDN: UVUELA.
3. Использование коллекторно-дренажных вод для орошения сельскохозяйственных культур [Электронный ресурс] / А. Е. Дуанбекова, П. С. Султанбекова, Е. С. Саркынов, Г. Каримова // Техническое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве: сб. науч. ст. Междунар. науч.-практ. конф., г. Минск, 24–25 нояб. 2022 г. Минск: БГАТУ, 2022. С. 477–481. URL: <https://rep.bsatu.by/handle/doc/18006> (дата обращения: 24.04.2025).
4. Кирейчева Л. В., Супрун В. А. Очистка дренажных вод — важное направление водосбережения в орошаемом земледелии // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2023. № 2(70). С. 65–71. DOI: 10.32786/2071-9485-2023-02-07. EDN: MXNYVU.
5. Кирейчева Л. В. Дренажные воды как альтернативные водные ресурсы для орошения // Мелиорация и водное хозяйство. 2018. № 4. С. 13–18. EDN: XYTKNN.
6. Жапаркулова Е. Д., Набиоллина М. С., Калиева К. Влияние минерализации коллекторно-дренажных вод на долю их участия в оросительной норме // Наука и мир. 2019. № 7–1(71). С. 51–55. EDN: OBOLQB.
7. Дрововозова Т. И., Паненко Н. Н., Манжина С. А. Оценка пригодности воды из открытых коллекторов Семикаракорского района Ростовской области для орошения // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. 2020. № 3(39). С. 154–169. DOI: 10.31774/2222-1816-2020-3-154-169. EDN: JXWLRU.

8. Подовалова С. В., Волкова Н. Е., Иванютин Н. М. Комплексная оценка пригодности водных ресурсов для орошения // Природообустройство. 2023. № 5. С. 13–19. DOI: 10.26897/1997601120235-13-19. EDN: AKCDHW.

9. Анализ методик оценки пригодности воды для целей орошения / С. В. Подовалова, Н. Е. Волкова, В. В. Попович, В. В. Терлеев // Агрофизика. 2023. № 4. С. 57–66. DOI: 10.25695/AGRP.2023.04.08. EDN: BNAPJX.

10. Бабаева К. С. Оценка качества оросительной воды [Электронный ресурс]. URL: <https://direct.farm/content/257/2575d1f6d94d4a2cbce53b774b1c75531041898.pdf> (дата обращения: 24.04.2025).

References

1. Atakanov A.J., Karabaev N.A., Khalimov D.P., 2020. Prospects for reuse of collector-drainage water for crop irrigation. ISJ Theoretical & Applied Science, no. 3(83), pp. 458-463, DOI: 10.15863/TAS.2020.03.83.86, EDN: DRGCCF.

2. Isaev S.Kh., Khaidarov B., 2018. *Ispol'zovanie kollektorno-drenazhnykh vod dlya orosheniya v malovodnye gody* [Collector-drainage water use for irrigation in dry years]. *EUROPEAN RESEARCH: sb. statey XVI Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. V 2 ch. Ch. 1* [EUROPEAN RESEARCH: Coll. Art. of the XVI International Scientific Practical Conference. In 2 parts. part 1]. Penza, Science and Education (IP Gulyaev G.Yu.) Publ., pp. 114-117, EDN: UVUELA. (In Russian).

3. Duanbekova A.E., Sultanbekova P.S., Sarkynov E.S., Karimova G., 2022. *Ispol'zovanie kollektorno-drenazhnykh vod dlya orosheniya sel'skokhozyaystvennykh kul'tur* [Collector-drainage water use for crop irrigation]. *Tekhnicheskoe obespechenie innovatsionnykh tekhnologiy v sel'skom khozyaystve: sb. nauch. st. Mezhdunaodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Technical Support of Innovative Technologies in Agriculture: Coll. Art. of International Scientific Practical Conference]. Minsk, BSATU, pp. 477-481, available: <https://rep.bsatu.by/handle/doc/18006> [accessed 24.04.2025] (In Russian).

4. Kireycheva L.V., Suprun V.A., 2023. *Ochistka drenazhnykh vod – vazhnoe napravlenie vodosberezheniya v oroshaemom zemledelii* [Drainage water treatment is an important area of water conservation in irrigated agriculture]. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie* [Proceed. of the Lower Volga Agro-University Complex: Science and Higher Education], no. 2(70), pp. 65-71, DOI: 10.32786/2071-9485-2023-02-07, EDN: MXNYVU. (In Russian).

5. Kireycheva L.V., 2018. *Drenazhnye vody kak al'ternativnye vodnye resursy dlya orosheniya* [Drainage water as an alternative water resource for irrigation]. *Melioratsiya i vodnoe khozyaystvo* [Land Reclamation and Water Management], no. 4, pp. 13-18, EDN: XYTKNN. (In Russian).

6. Zhaparkulova E.D., Nabiollina M.S., Kalieva K., 2019. *Vliyanie mineralizatsii kollektorno-drenazhnykh vod na dolyu ikh uchastiya v orositel'noy norme* [The effect of mineralization of collector-drainage waters on share of its participation in irrigation norm]. *Nauka i mir* [Science and World], no. 7-1(71), pp. 51-55, EDN: OBOLQB. (In Russian).

7. Drovovozova T.I., Panenko N.N., Manzhina S.A., 2020. *Otsenka prigodnosti vody iz otkrytykh kollektorov Semikarakorskogo rayona Rostovskoy oblasti dlya orosheniya* [Assessment of the suitability of water from open collectors of the Semikarakorsk district Rostov region for irrigation]. *Nauchnyy zhurnal Rossiyskogo NII problem melioratsii* [Scientific Journal of the Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems], no. 3(39), pp. 154-169, DOI: 10.31774/2222-1816-2020-3-154-169, EDN: JXWLRU. (In Russian).

8. Podovalova S.V., Volkova N.E., Ivanyutin N.M., 2023. *Kompleksnaya otsenka prigodnosti vodnykh resursov dlya orosheniya* [Comprehensive assessment of the suitability

of water resources for irrigation]. *Prirodoobustroystvo* [Environmental Engineering], no. 5, pp. 13-19, DOI: 10.26897/1997601120235-13-19, EDN: AKCDHW. (In Russian).

9. Podovalova S.V., Volkova N.E., Popovich V.V., Terleev V.V., 2023. *Analiz metodik otsenki prigodnosti vody dlya tseley orosheniya* [Analysis of methods for assessing the suitability of water for irrigation purposes]. *Agrofizika* [Agrophysics], no. 4, pp. 57-66, DOI: 10.25695/AGRPH.2023.04.08, EDN: BNAPJX. (In Russian).

10. Babaeva K.S. *Otsenka kachestva orositel'noy vody* [Assessment of Irrigation Water Quality], available: https://direct.farm/content/257/2575d1f6d94d4a2cbce53b774_b1c75531041898.pdf [accessed 04.24.2025] (In Russian).

Информация об авторе

Д. В. Мильченкова — научный сотрудник, Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск, Российская Федерация, milchenkova.darya@mail.ru, AuthorID: 1062539, ORCID ID: 0009-0001-7665-1366.

Information about the author

D. V. Milchenkova — Researcher, Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novocherkassk, Russian Federation, milchenkova.darya@mail.ru, AuthorID: 1062539, ORCID ID: 0009-0001-7665-1366.

Автор несет ответственность за нарушения в сфере этики научных публикаций.
The author is responsible for violation of scientific publication ethics.

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.
The author declares no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 30.04.2025; одобрена после рецензирования 10.06.2025; принята к публикации 24.07.2025.
The article was submitted 30.04.2025; approved after reviewing 10.06.2025; accepted for publication 24.07.2025.