

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ МЕЛИОРАТИВНО- ВОДОХОЗЯЙСТВЕННОГО КОМПЛЕКСА И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

Научная статья

УДК 626.81:631.67

Анализ эффективности использования водных ресурсов на мелиоративных системах Ставропольского края

Анна Викторовна Бреева¹, Александр Анатольевич Кузьмичев²

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

¹ann22hp@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0001-5835-1231>

²rosniipmovpvapk@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0002-5478-8847>

Аннотация. **Цель:** выполнить оценку эффективности водораспределения за 2023 г. на мелиоративных системах Ставропольского края. **Материалы и методы.** Исходные данные для расчета показателей эффективности водораспределения получены на основе отчетных материалов, которые содержат информацию о фактическом выполнении планов водопользования. **Результаты.** Мелиоративный комплекс Ставропольского края включает 18 оросительно-обводнительных систем (ООС). Общая проектная площадь орошения составляет 600,1 тыс. га. В 2023 г. было полито 66,5 тыс. га. Помимо орошения осуществлялась подача воды для целей питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения, а также водоснабжения производственных участков и нужд рыбного хозяйства. Вода передавалась водохозяйственным организациям в Ростовскую область, Республику Дагестан и Калмыкию. Общий объем водоподачи в 2023 г. составил 937,8 млн куб. м. Потери при транспортировке составили 909,5 млн куб. м, что сопоставимо с объемом воды, переданной для нужд водопользователей. Оценка эффективности водораспределения на ООС Ставропольского края выполнена по следующим показателям: коэффициент полезного действия, коэффициент использования водных ресурсов и коэффициент перераспределения водных ресурсов. **Выводы.** Из 18 ООС пять не осуществляли водозабор. Невинномысская, Родниковская, Кумская ООС и Большой Ставропольский канал имеют высокую эффективность водораспределения. На них рекомендуется выполнение поддерживающих мероприятий. Право-Егорлыкская, Караногайская, Егорлыкская и Терско-Кумская ООС требуют первоочередных мероприятий по повышению эффективности водораспределения. Мероприятия по повышению эффективности водопользования на ООС Садово-Закумская, Левокумская, Прикумская, Междуречье Кубань-Егорлыкская и Плаксейская следует планировать только после достижения удовлетворительных показателей эффективности на первых двух группах систем.

Ключевые слова: водные ресурсы, оценка эффективности, водораспределение, мелиоративная система, показатели эффективности, Ставропольский край

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: Бреева А. В., Кузьмичев А. А. Анализ эффективности использования водных ресурсов на мелиоративных системах Ставропольского края // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2024. Т. 94, № 3. С. 125–138.

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

Original article

Analysis of the water resources use efficiency in reclamation systems of the Stavropol Territory

Anna V. Breeva¹, Alexandr A. Kuzmichev²

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

¹ann22hp@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0001-5835-1231>

²rosniipmoyvpapk@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0002-5478-8847>

Abstract. Purpose: to assess the efficiency of water distribution in 2023 in the reclamation systems of Stavropol Territory. **Materials and methods.** The initial data for calculating the efficiency indicators of water distribution were obtained on the basis of reporting materials that contain information on the actual implementation of water use plans. **Results.** The reclamation complex of Stavropol Territory includes 18 irrigation and water supply systems (IWS). The total design irrigation area is 600.1 thousand hectares. In 2023, 66.5 thousand hectares were irrigated. In addition to irrigation, water was supplied for drinking and domestic water supply, as well as water supply to production sites and the needs of the fisheries industry. Water was diverted to water management organizations in Rostov region, the Republic of Dagestan and Kalmykia. The total volume of water supplied in 2023 was 937.8 million cub. m. Losses during transportation amounted to 909.5 million cub. m, which is comparable with the volume of water transferred for the needs of water users. The assessment of the water distribution efficiency at the environmental protection systems of Stavropol Territory was performed on the basis of the following indicators: efficiency factor, water resources use factor, and water resources redistribution factor. **Conclusions.** Of the 18 environmental protection systems, five did not take water. The Nevinnomyssk, the Rodnikovskaya and the Kumskaya environmental protection systems and the Bolshoy Stavropol Canal have high water distribution efficiency. It is recommended for them to implement supporting measures. The Pravo-Egorlykская, the Karanogayskaya, the Egorlykская and the Tersko-Kumskaya environmental protection systems require priority measures to improve the efficiency of water distribution. Measures to improve the efficiency of water use at the Sadovo-Zakumskaya, the Levokumskaya, the Prikumskaya, the Mezhdurechye Kuban-Egorlykская and the Plakseykская environmental protection systems should be planned only after achieving satisfactory efficiency indicators at the first two groups of systems.

Keywords: water resources, efficiency assessment, water distribution, reclamation system, efficiency indicators, the Stavropol Territory

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: Breeva A. V., Kuzmichev A. A. Analysis of the water resources use efficiency in reclamation systems of the Stavropol Territory. *Ways of Increasing the Efficiency of Irrigated Agriculture*. 2024;94(3):125–138. (In Russ.).

Введение. В условиях внешнеэкономических санкционных давлений, а также для обеспечения продовольственной безопасности страны все

больше увеличивается значимость мелиоративного комплекса и потребность в его динамичном и стабильном развитии [1].

Ключевыми составляющими, которые могут гарантировать такое развитие, являются оросительные системы, способные обеспечить поставку воды конечным потребителям в требуемых объемах и в необходимые сроки [2, 3].

Ярким примером, где строительство обширной оросительно-обводнительной сети стало стимулом для развития аграрного сектора, является Ставропольский край.

На сегодняшний день практически все районы Ставропольского края интегрированы в систему распределения воды. Мелиоративный комплекс края включает 18 оросительно-обводнительных систем (ООС) и около 40 крупных гидротехнических сооружений, позволяющих перебрасывать воды рек Терек и Кубань в сухие и маловодные регионы. ООС имеют комплексное назначение и предназначены для орошения, питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения, рыборазведения, обеспечивают водными ресурсами промышленные предприятия, а также осуществляют подпитку водных объектов [3–5].

Однако одной из основных проблем мелиоративного комплекса Ставропольского края является нерациональное использование водных ресурсов. Большая часть воды теряется при транспортировке из-за устаревшей инфраструктуры и высоких технологических затрат. Это создает угрозу для устойчивого развития сельского хозяйства и экологического баланса региона [6–8].

Цель исследования: выполнить оценку эффективности водораспределения за 2023 г. на мелиоративных системах Ставропольского края.

Материалы и методы. Данное исследование проведено в соответствии с тематическим планом научных исследований ФГБНУ «Российский НИИ проблем мелиорации», утвержденным Минсельхозом России на 2024 г.

Объектом исследования являются мелиоративные системы Ставропольского края.

Для оценки эффективности водораспределения предлагается использовать такие показатели, как коэффициент полезного действия (КПД), а также коэффициенты использования и перераспределения водных ресурсов (КИВ, КПВ). Выбор данных показателей обусловлен их способностью обеспечить комплексную оценку эффективности распределения воды и выявить слабые места и процессы на мелиоративных системах [9].

Оценку технического состояния ООС можно дать исходя из значения КПД. Если КПД находится в диапазоне от 0,75 до 0,9, то система считается в хорошем техническом состоянии. В случае, когда КПД лежит в пределах от 0,5 до 0,74, техническое состояние системы оценивается как удовлетворительное, если же значение КПД ниже 0,5, то техническое состояние системы считается низким [10].

Показатель КИВ отражает количество воды, которое из общего объема водозабора передается непосредственно водопользователям. Высокое значение КИВ указывает на эффективное использование воды. Показатель КПВ показывает, сколько воды передается от одной системы к другой. Высокий КПВ свидетельствует о том, что система является важным источником воды для других систем. Бывают случаи, когда значения КИВ низкие, но система передает воду другим системам, и поэтому значение КПВ этой системы будет высоким, следовательно, ООС играет важную роль в распределении водных ресурсов.

Результаты и обсуждения. Эксплуатацию, содержание и ремонт государственных обводнительно-оросительных систем на территории Ставропольского края обеспечивает Федеральное государственное бюджетное учреждение «Управление мелиорации земель и сельскохозяйственного водоснабжения по Ставропольскому краю» (ФГБУ «Управление «Ставропольмелиоводхоз»). В его подчинении 7 филиалов, которые обслуживают

17 мелиоративных систем и крупнейший в России Большой Ставропольский канал.

Наименование ООС, проектная и фактическая площади орошения за 2023 г. приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Наименование и проектная площадь мелиоративных систем Ставропольского края

Table 1 – The name and design area of reclamation systems of Stavropol Territory

Наименование ООС	Проектная площадь, тыс. га	Фактически полито в 2023 г., тыс. га	Фактически полито, % от проектной площади
Большой Ставропольский канал	200,5	19,8	29,8
Терско-Кумская	85,5	4,3	6,5
Право-Егорлыкская	113,6	29,99	45,1
Лево-Егорлыкская	44,7	–	–
Егорлыкская	21,6	1,16	1,7
Караногайская	24,6	1,56	2,3
Левокумская	19,2	0,17	0,3
Кумская	20	4,39	6,6
Арзгирская	6,2	–	–
Садово-Закумская	15,2	0,08	0,1
Плаксейская	5,1	1,81	2,7
Зеленокумская	14,4	–	–
Архангельская	2	–	–
Прикумская	5,4	0,73	1,1
Междуречье Кубань-Егорлыкская	7,5	1,38	2,1
Наурско-Шелковская	4,8	–	–
Невинномысская	4,36	0,7	1,1
Родниковская	5,4	0,39	0,6
Итого	600,06	66,46	11

Общая проектная площадь орошения в Ставропольском крае составляет 600,1 тыс. га. Однако в 2023 г. фактически было полито 66,5 тыс. га, что составляет 11 % от проектной.

При этом на пяти оросительно-обводнительных системах (ООС) орошение не осуществлялось, на 11 ООС было полито менее 10 % от проектной площади, лишь на Право-Егорлыкской ООС и Большом Ставропольском канале было полито свыше 30 % от проектной площади орошения.

Таким образом, большинство ООС задействуют менее 10 % от сво-

его проектного потенциала для орошения, и следует изучить иные направления использования воды на них.

Помимо орошения, водные ресурсы оросительно-обводнительными системами Ставропольского края подавались на следующие цели: питьевое и хозяйственно-бытовое водоснабжение, нужды рыбного хозяйства, водоснабжение производственных участков, подпитка водных объектов, а также передачу водных ресурсов в другие регионы.

Всего для нужд водопользователей было подано 937,8 млн м³ воды, а число водопользователей составило 390. Объем использованных водных ресурсов по типам водопользования приведен на рисунке 1.



Рисунок 1 – Объем использованных водных ресурсов по видам водопользования, тыс. м³

Figure 1 – Volume of used water resources by water consumption types, thousand m³

Проанализировав данные, можно отметить, что более половины всей поданной воды идет на подпитку водных объектов. Вода подавалась для подпитки таких рек как Кума, Горькая Балка, Светлый Ерик, Томузловка, Егорлык, Калаус и Кура, а также двух озер Довсун, Балихино.

Таким образом, подача воды оросительно-обводнительными системами на подпитку водных объектов имеет решающее значение в поддер-

жании экологического баланса естественных водных объектов Ставропольского края.

Подача воды на орошение занимает второе место, однако она ненамного превышает объемы, используемые для целей питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения, а также передачи воды водохозяйственным организациям в другие регионы. На эти нужды оросительно-обводнительными системами Ставропольского края было подано примерно по 15 % от общего объема водоподачи. Стоит подчеркнуть, что водные ресурсы Ставропольского края передаются в Ростовскую область, а также в Республики Дагестан и Калмыкия. Общий объем переданной воды составил 118,8 млн м³, или 13 % от общего объема водоподачи.

Таким образом, ООС Ставропольского края играют важную роль не только в обеспечении орошения, но и в водоснабжении других регионов, передавая значительные объемы воды в соседние области и республики.

Для исполнения всех обязательств по поставке воды в полном объеме оросительным системам необходимы водные ресурсы на собственные технологические нужды. К таким расходным статьям относятся замочка и заполнение каналов, опробование насосных станций, а также технологические сбросы при регулировке. Важно также учитывать потери воды на фильтрацию и испарение при транспортировке до потребителей.

Объем использованных водных ресурсов на технологические нужды ООС приведен на рисунке 2.

Проанализировав данные, можно отметить, что более 80 % объема водных ресурсов, предназначенных для технологических нужд ООС, уходит на потери. Улучшение методов управления и внедрение современных технологий может существенно снизить эти потери и повысить общую эффективность использования водных ресурсов.



Рисунок 2 – Объем использованных водных ресурсов на технологические нужды оросительно-обводнительных систем, тыс. м³

Figure 2 – Volume of water resources used for technological needs of the environmental protection system, thousand m³

Зная объемы, используемые для нужд водопользователей, а также объемы, затраченные оросительно-обводнительными системами на технологические нужды, можно оценить эффективность распределения воды.

По значению КПД можно оценить техническое состояние ООС. Распределение ООС Ставропольского края по значению КПД представлено на рисунке 3.

Согласно представленным данным, оросительно-обводнительные системы с наивысшим значением КПД – Кумская (0,91) и Невинномысская (0,89). Это указывает на их хорошее техническое состояние.

Другие системы с высокими значениями КПД – БСК (0,74), Родниковская (0,67) и Право-Егорлыкскую (0,50), что свидетельствует об их удовлетворительном техническом состоянии.

Системы с наименьшими значениями КПД – Караногайская, Терско-Кумская, Егорлыкская, Междуречье Кубань-Егорлыкская, Прикумская, Левокумская, Плаксейская и Садово-Закумская, где значения колеблются от 0,41 до 0,28. Эти данные показывают, что некоторые системы работают менее эффективно и могут нуждаться в модернизации.



Рисунок 3 – Распределение оросительно-обводнительных систем Ставропольского края по значению коэффициента полезного действия

Figure 3 – Distribution of environmental protection systems in Stavropol Territory by efficiency coefficient

Распределение ООС Ставропольского края по значениям КИВ и КПВ представлено на рисунке 4.

Проанализировав данные, можно отметить, что к ООС с высоким значением КИВ (выше 0,6) относятся только две системы – Кумская и Родниковская. К ООС со средним показателем КИВ (от 0,3 до 0,6) относятся три системы – Большой Ставропольский канал, Право-Егорлыкская и Терско-Кумская. К ООС с низким показателем КИВ (меньше 0,3) относятся остальные восемь систем.

При этом из восьми ООС три системы (Егорлыкская, Караногайская и Невинномысская) играют важную роль в перераспределении воды между другими системами. Например, Невинномысская ООС передает почти всю воду, которую забирает из источника.

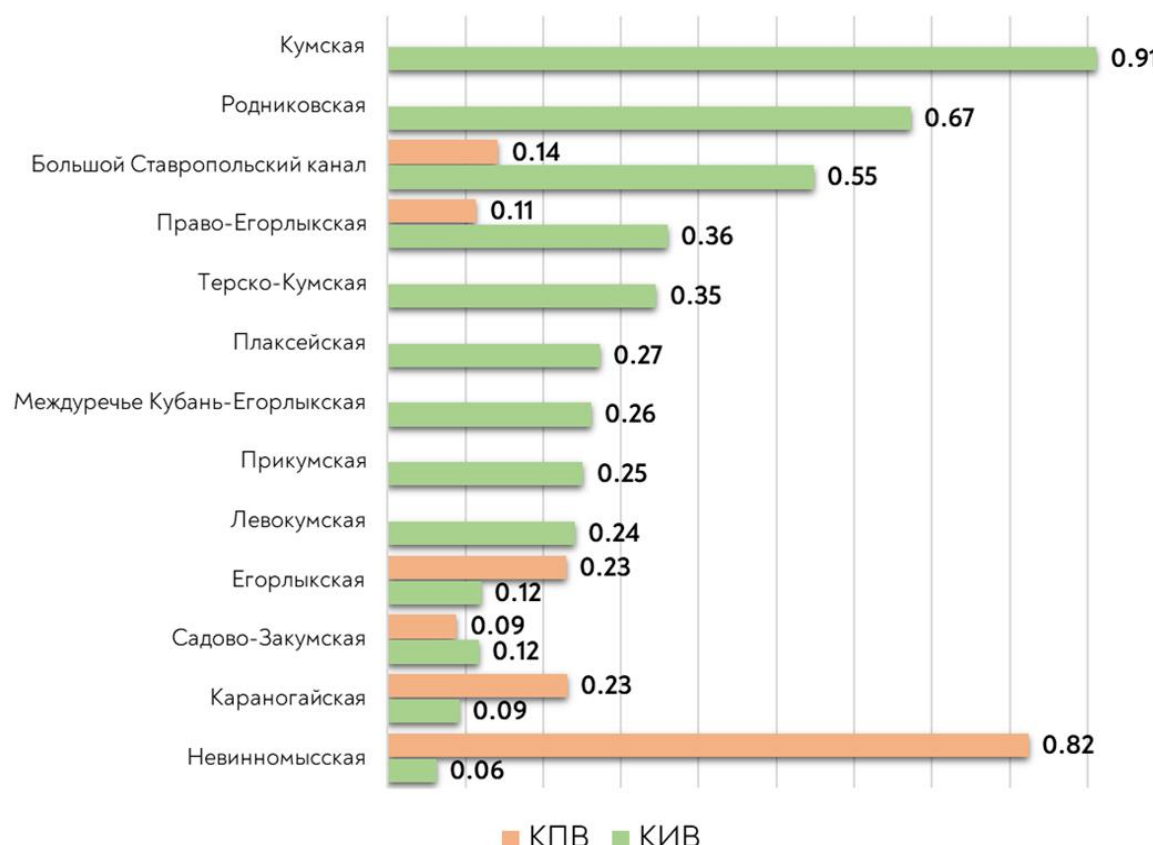


Рисунок 4 – Распределение оросительно-обводнительных систем Ставропольского края по значению коэффициента использования водных ресурсов и коэффициента перераспределения водных ресурсов

Figure 4 – Distribution of environmental protection systems in Stavropol Territory by water resources use factor and water resources redistribution factor

Таким образом, пять систем имеют невысокое значение для водопользователей – Садово-Закумская, Плаксейская, Междуречье Кубань-Егорлыкская, Прикумская и Левокумская ООС.

Выводы. Оросительно-обводнительные системы (ООС) Ставропольского края подают воду не только для орошения, но и для целей питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения, а также водоснабжения производственных участков и нужд рыбного хозяйства.

Значительная часть воды используется для пополнения природных водных объектов, что способствует сохранению экологического равновесия региона. В 2023 г. на подпитку водных объектов было передано 0,49 км³ воды.

Помимо водообеспечения местных территорий ООС Ставропольского края подают воду и в другие регионы, такие как Ростовская область, Республика Дагестан и Калмыкия, что определяет значимость мелиоративного комплекса Ставропольского края для соседних регионов.

Потери воды при транспортировке составляют $0,9 \text{ км}^3$, что сопоставимо с объемом воды, переданной для нужд водопользователей ($0,94 \text{ км}^3$). Это указывает на необходимость улучшения технического состояния оросительно-обводнительных систем в регионе.

Право-Егорлыкская, Караногайская, Егорлыкская и Терско-Кумская оросительно-обводнительные системы являются значимыми для водопользователей, однако их эффективность невысока. При планировании мероприятий по повышению эффективности водопользования в первую очередь необходимо обратить внимание на улучшение работы этих систем.

Невинномысская, Родниковская, Кумская оросительно-обводнительные системы и Большой Ставропольский канал имеют большое значение для водопользователей и для передачи воды, их эффективность также на высоком уровне, поэтому на этих системах рекомендуется проводить поддерживающие мероприятия.

Садово-Закумская, Левокумская, Прикумская, Междуречье Кубань-Егорлыкская и Плаксейская оросительно-обводнительные системы мало значимы для водопользователей и для передачи воды, значение КПД на этих системах также на низком уровне. Мероприятия по повышению эффективности водопользования на этих системах следует планировать только после достижения удовлетворительных показателей эффективности на первых двух группах оросительно-обводнительных систем.

Список источников

1. Гончаров В. Д., Сальников С. Г., Иванова З. А. Продовольственная безопасность России в условиях санкций. М.: Ким Л. А., 2023. 200 с. EDN: XLHIDO.
2. Масный Р. С., Сенчуков Г. А., Абраменко И. П. Актуальные вопросы эффективности водопользования в мелиоративном комплексе современной России // Экология и водное хозяйство. 2023. Т. 5, № 2. DOI: 10.31774/2658-7890-2023-5-2-1-13. EDN: ZPPDFK.

3. Бубер А. А., Раткович Е. Л., Хомутов Ю. А. Оросительные и обводнительные системы, расположенные в бассейне р. Кубани // Научно-методическое обеспечение развития мелиоративно-водохозяйственного комплекса: сб. науч. тр. М.: ФНЦ ВНИИГиМ им. А. Н. Костякова, 2020. С. 264–274. DOI: 10.37738/VNIIGiM.2020.25.51.035. EDN: QPFUKF.

4. Демочкина Я. И., Карпушкина Ю. Е., Орехова В. И. Водохозяйственный комплекс Ставропольского края // Теория и практика современной аграрной науки: сб. III Нац. (всерос.) науч. конф. с междунар. участием, г. Новосибирск, 28 февр. 2020 г. / Т. 1. Новосибирск: Издат. центр Новосиб. гос. аграр. ун-та «Золотой колос», 2020. С. 444–446. EDN: KKIMXL.

5. Марнопольская Ю. Т. Особенности орошаемых ландшафтов Ставропольского края // Время науки: актуальные вопросы, достижения и инновации: сб. ст. Междунар. науч.-практ. конф. В 2 ч. Ч. 1. г. Пенза, 23 мая 2024 г. Пенза: Междунар. центр науч. сотрудничества «Наука и Просвещение», 2024. С. 229–233. EDN: FJFTYQ.

6. Мелиоративный комплекс Российской Федерации: информ. изд. / Г. В. Ольгаренко [и др.]. М.: ФГБНУ Росинформагротех, 2020. 304 с.

7. Маркин В. Н., Маркова Е. С., Бенин Д. М. Оценка допустимых экологических воздействий на водные объекты Ставропольского края // Инновации. Наука. Образование [Электронный ресурс]. 2020. № 15. С. 407–412. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=43796688> (дата обращения: 05.10.2024). EDN: CFNDEF.

8. Копылов В. В. Комплексное использование водных ресурсов при мелиорации сельскохозяйственных земель в регионах Российской Федерации // Экономические науки. 2011. № 82. С. 92–94. EDN: OYUGIH.

9. Бреева А. В., Кузьмичев А. А. Оценка эффективности водораспределения на мелиоративных системах // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2024. № 2(93). С. 106–115. EDN: AKDXQM.

10. Поколения оросительных систем: прошлое, настоящее, будущее / В. Н. Щедрин, С. М. Васильев, Г. Т. Балакай [и др.]. Новочеркасск: Юж.-Рос. гос. политехн. ун-т (НПИ) им. М. И. Платова, 2012. 164 с. EDN: RHQPBV.

References

1. Goncharov V.D., Salnikov S.G., Ivanova Z.A., 2023. *Prodovol'stvennaya bezopasnost' Rossii v usloviyakh sanktsiy* [Food Security of Russia under Sanctions]. Moscow, Kim L.A. Publ., 200 p., EDN: XLHIDO. (In Russian).

2. Masny R.S., Senchukov G.A., Abramenko I.P., 2023. *Aktual'nye voprosy effektivnosti vodopol'zovaniya v meliorativnom komplekse sovremennoy Rossii* [Current issues of water use efficiency in the reclamation complex of contemporary Russia]. *Ekologiya i vodnoe khozyaystvo* [Ecology and Water Management], vol. 5, no. 2, DOI: 10.31774/2658-7890-2023-5-2-1-13, EDN: ZPPDFK. (In Russian).

3. Buber A.A., Ratkovich E.L., Khomutov Yu.A., 2020. *Orositel'nye i obvodnitel'nye sistemy, raspolzhenne v bassejne r. Kubani* [Irrigation and water supply systems located in the Kuban River basin]. *Nauchno-metodicheskoe obespechenie razvitiya meliorativno-vodokhozyaystvennogo kompleksa: sb. nauch. tr.* [Scientific and Methodological Support for the Development of the Reclamation and Water Management Complex: Proc.]. Moscow, Federal Scientific Center All-Russian Research Institute of Hydrometeorology and Mechanics named after A. N. Kostyakov, pp. 264-274, DOI: 10.37738/VNIIGiM.2020.25.51.035, EDN: QPFUKF. (In Russian).

4. Demochkina Ya.I., Karpushkina Yu.E., Orekhova V.I., 2020. *Vodokhozyaystvennyy kompleks Stavropol'skogo kraya* [Water management complex of the Stavropol Territory]. *Teoriya i praktika sovremennoy agrarnoy nauki: sb. III Natsionalnoy (vseros.) nauchnoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem* [Theory and Practice of Modern Agricultural Science:

Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2024. Т. 94, № 3. С. 125–138.
Ways of Increasing the Efficiency of Irrigated Agriculture. 2024. Vol. 94, no. 3. P. 125–138.

Coll. of the 3rd National (All-Russian) Scientific Conference with International Participation]. Novosibirsk, Novosibirsk State Agrarian University Publ. "Golden ear", pp. 444-446, EDN: KKIMXL. (In Russian).

5. Mamopolskaya Yu.T., 2024. *Osobennosti oroshaemykh landshaftov Stavropol'skogo kraya* [Features of irrigated landscapes of Stavropol Territory]. *Vremya nauki: aktual'nye voprosy, dostizheniya i innovatsii: sb. st. Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. V 2 ch. Ch. 1* [Time of Science: Current Issues, Achievements and Innovations: Proc. of International Scientific and Practical Conf. In 2 parts. Pt. 1]. Penza, International center for scientific cooperation "Science and Education", pp. 229-233, EDN: FJFTYQ. (In Russian).

6. Olgarenko G.V. [et al.], 2020. *Meliorativnyy kompleks Rossiyskoy Federatsii: inform. izd.* [Reclamation Complex of the Russian Federation: information pub.]. Moscow, FGBNU Rosinformagrotech, 304 p. (In Russian).

7. Markin V.N., Markova E.S., Benin D.M., 2020. *Otsenka dopustimyykh ekologicheskikh vozdeystviy na vodnye ob"ekty Stavropol'skogo kraya* [Assessment of permissible environmental impacts on water bodies of the Stavropol Territory]. *Innovatsii. Nauka. Obrazovanie* [Innovations. Science. Education], no. 15, pp. 407-412, available: <https://elibrary.ru/item.asp?id=43796688> [accessed 05.10.2024], EDN: CFNDEF. (In Russian).

8. Kopylov V.V., 2011. *Kompleksnoe ispol'zovanie vodnykh resursov pri melioratsii sel'skokhozyaystvennykh zemel' v regionakh Rossiyskoy Federatsii* [Integrated use of water resources in agricultural land reclamation in the regions of the Russian Federation]. *Ekonomicheskie nauki* [Economic Sciences], no. 82, pp. 92-94, EDN: OYUGIH. (In Russian).

9. Breeva A.V., Kuzmichev A.A., 2024. *Otsenka effektivnosti vodoraspredeleniya na meliorativnykh sistemakh* [Evaluation of water distribution efficiency in melioration systems]. *Puti povysheniya effektivnosti oroshaемого zemledeliya* [Ways of Increasing the Efficiency of Irrigated Agriculture], no. 2(93), pp. 106-115, EDN: AKDXQM. (In Russian).

10. Shchedrin V.N., Vasiliev S.M., Balakai G.T. [et al.], 2012. *Pokoleniya orositel'nykh sistem: proshloe, nastoyashchee, budushchee* [Generations of Irrigation Systems: Past, Present, Future]. Novocherkassk, South-Russian State Polytechnic University (NPI) named after M. I. Platov, 164 p., EDN: RHQPBV. (In Russian).

Информация об авторах

А. В. Бреева – младший научный сотрудник, Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск, Российская Федерация, ann22hp@mail.ru, AuthorID: 767310, ORCID ID: 0000-0001-5835-1231;

А. А. Кузьмичев – старший научный сотрудник, кандидат технических наук, Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск, Российская Федерация, rosnipmovpvapk@yandex.ru, AuthorID: 784962, ORCID ID: 0000-0002-5478-8847.

Information about the authors

A. V. Breeva – Junior Researcher, Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novocherkassk, Russian Federation, ann22hp@mail.ru, AuthorID: 767310, ORCID ID: 0000-0001-5835-1231;

A. A. Kuzmichev – Senior Researcher, Candidate of Technical Sciences, Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novocherkassk, Russian Federation, rosnipmovpvapk@yandex.ru, AuthorID: 784962, ORCID ID: 0000-0002-5478-8847.

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.

Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2024. Т. 94, № 3. С. 125–138.
Ways of Increasing the Efficiency of Irrigated Agriculture. 2024. Vol. 94, no. 3. P. 125–138.

*Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
The authors declare no conflicts of interests.*

*Статья поступила в редакцию 13.09.2024; одобрена после рецензирования 25.10.2024;
принята к публикации 18.11.2024.
The article was submitted 13.09.2024; approved after reviewing 25.10.2024; accepted for
publication 18.11.2024.*