

## Мелиорация, водное хозяйство и агрофизика

Оригинальная статья

УДК 631.6.03:628.3.034.3

<https://doi.org/10.26897/1997-6011-2026-1-6-14>



### НАПРАВЛЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИ СБАЛАНСИРОВАННОГО ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ НА МЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМАХ

Т.И. Дрововозова<sup>1✉</sup>, Д.В. Мильченкова<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации», г. Москва, Российская Федерация

<sup>1</sup> tid70.drovovozova@yandex.ru; ORCID: 0000-0002-8724-7799

<sup>2</sup> milchenkova.darya@mail.ru; ORCID: 0009-0001-7665-1366

**Аннотация.** Цель исследований – дать характеристику структуры использования воды и указать направления достижения экологически сбалансированного водопользования на мелиоративных системах на примере рисовой оросительной системы Ростовской области, изучить уровень загрязнения дренажно-сбросных вод с нее. В структуре сельскохозяйственного водопотребления орошаемое земледелие является одной из наиболее водоемких отраслей. Самой водоемкой культурой является рис. В структуре водопользования рисовой оросительной системы (РОС) доля расхода воды, затрачиваемой на обеспечение нормы водопотребности риса, составила 42,2%, потери воды во внутрихозяйственных сетях РОС – 35%. Одной из важнейших проблем при эксплуатации мелиоративных систем является отведение дренажно-сбросных вод без очистки в водные объекты. Исследования химического состава дренажно-сбросных вод в отводящем коллекторе показали высокий уровень загрязнения сульфатами (7-10 ПДК<sub>рх</sub>), марганцем (200 ПДК<sub>рх</sub>), фосфат-ионами (3-10 ПДК<sub>рх</sub>); минерализация ДСВ достигала 1800 мг/дм<sup>3</sup>. В донных отложениях отводящего коллектора с рисовой оросительной системы, являющихся источником вторичного загрязнения ДСВ, установили превышение фактических концентраций над фоновыми для реки Дон: марганца – в 1,87-4,0 раза; цинка – в 3,16-4,89 раза; меди – в 1,23-1,95 раза; минерализация донных отложений колебалась от 4000 до 5500 мг/дм<sup>3</sup>. В ФГБНУ «РосНИИПМ» ведется разработка ресурсосберегающей технологии очистки и кондиционирования дренажно-сбросных вод с рисовой оросительной системы и их оборотного использования, которая позволит минимизировать негативное воздействие на реку Дон.

**Ключевые слова:** экологически сбалансированное водопользование, мелиоративные системы, потери воды, охрана водных объектов

**Для цитирования:** Дрововозова Т.И., Мильченкова Д.В. Направления экологически сбалансированного водопользования на мелиоративных системах. Природообустройство. 2026;Т.19(1):6-14. <https://doi.org/10.26897/1997-6011-2026-1-6-14>

Scientific article

### DIRECTIONS OF ECOLOGICALLY BALANCED WATER USE ON RECLAMATION SYSTEMS

Drovovozova T.I.<sup>1✉</sup>, Milchenkova D.V.<sup>2</sup>

Federal State Budgetary Scientific Institution «Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems», Russian Federation

<sup>1</sup> tid70.drovovozova@yandex.ru; ORCID: 0000-0002-8724-7799

<sup>2</sup> milchenkova.darya@mail.ru; ORCID: 0009-0001-7665-1366

**Abstract.** The purpose of the work is to characterize the structure of water use and indicate the directions for achieving ecologically balanced water use in reclamation systems using the example of the rice irrigation system of the Rostov region, to study the level of pollution of drainage and discharge water from it. In the structure of agricultural water consumption, irrigated agriculture is one of the most water-intensive industries. Rice is the most water-intensive crop. In the structure of water use of the rice irrigation

system (RIS), the share of water consumption spent on ensuring the norm of rice water consumption amounted to 42.2%, and water losses in on-farm networks increased by 35%. One of the most important problems in the operation of reclamation systems is the discharge of drainage and waste water without treatment into water bodies. Studies of the chemical composition of drainage and discharge water in the outlet collector showed a high level of contamination with sulphates (7-10 MPC<sub>rech</sub>), manganese (200 MPC<sub>rch</sub>), phosphate ions (3-10 MPC<sub>rech</sub>), mineralization of DDW reached 1800 mg/dm<sup>3</sup>. In the bottom sediments of the outlet collector from the rice irrigation system, which are a source of secondary pollution of the DDW, the excess of actual concentrations over the background for the Don River for manganese was found to be 1.87-4.0 times, zinc – 3.16-4.89 times, copper – 1.23-1.95 times, the salinity of bottom sediments ranged from 4000 to 5500 mg/dm<sup>3</sup>. RosNIIPM is developing a resource-saving technology for the purification and conditioning of drainage and discharge waters from the rice irrigation system and their recycling, which will minimize the negative impact on the Don River.

**Keywords:** ecologically balanced water use, reclamation systems, water losses, protection of water bodies

**For citation:** Drovovozova T.I., Milchenkova D.V. Directions of ecologically balanced water use on reclamation systems. *Prirodoobustrojstvo*. 2026;19(1):6-14. (In Russ.) <https://doi.org/10.26897/1997-6011-2026-1-6-14>

**Введение.** Экологически сбалансированное водопользование на мелиоративных системах предполагает такое ведение водного хозяйства, которое позволяет, с одной стороны, удовлетворить потребность в водных ресурсах сельхозпроизводителей и прочих категорий сельскохозяйственных водопотребителей, а с другой стороны – максимально сохранить благоприятное состояние природных водных объектов, то есть сочетает интересы экономики и экологии [1, 2].

Экологически сбалансированное водопользование в мелиоративной отрасли предполагает не только эффективное использование поливной воды, но и сохранение, использование всех видов водных ресурсов: атмосферной и почвенной влаги, пресных водных ресурсов, а именно сохранение влаги в почве, поступающей с дождем, задержание влаги в почве при снеготаянии, предотвращение ирригационной эрозии. Данных эффектов можно достичь при проведении природоохранных мелиоративных мероприятий [3-5].

С 1 января 2025 г. по Указу Президента РФ запущен Федеральный проект «Вода России» в рамках национального проекта «Экологическое благополучие», основной целью которого является снижение объема сброса неочищенных сточных вод в основные водные объекты. Среди приоритетных водных объектов, в отношении которых реализуются программы Федеральных и национальных проектов, – реки Волга и Дон<sup>1</sup>.

Для ФГБУ «Управление „Ростовмелиоводхоз“» выполнение стратегии данного национального проекта становится первостепенной задачей,

поскольку Центральный орошаемый район находится в левобережье бассейна Нижнего Дона, изъятие воды на орошение производится из реки Дон, сброс коллекторно-дренажного стока осуществляется либо напрямую в реку Дон, либо в малые и средние реки бассейна Нижнего Дона.

**Цель исследований:** дать характеристику структуры водопользования на мелиоративных системах на примере Ростовской области и направлений достижения экологически сбалансированного водопользования.

**Материалы и методы исследований.** Предметом исследований являлись структура водопользования на мелиоративных системах Ростовской области и направления экологически сбалансированного водопользования. Объект исследований – рисовая оросительная система Ростовской области, непосредственно воздействующая на реку Дон. При проведении исследований осуществлялся анализ научной и нормативно-правовой документации, данных о водопользовании на территории Ростовской области, предоставленных ФГБУ «Управление „Ростовмелиоводхоз“». В работе использовались аналитический и логический методы исследований.

**Результаты и их обсуждение.** Структура водопользования на мелиоративных системах складывается из подачи воды непосредственно на орошение, заполнения каналов, поддержания горизонтов, опробования насосных станций, подпитки рек и водохранилищ, рыбохозяйственных нужд, сельскохозяйственного водоснабжения, а также потерь воды в водохозяйственных сетях [6].

Ресурсы пресной воды являются ресурсом стратегического значения, поэтому объемы изъятия и потери воды при транспортировке и использовании во всех сферах экономики являются проблемой, угрожающей национальной безопасности

<sup>1</sup> Об утверждении Правил охраны поверхностных водных объектов: Постановление Правительства Российской Федерации от 10 сентября 2020 г. № 1391. Доступ из справочной системы «Техэксперт».

государства. По данным Росводресурсов и Государственного доклада РФ за 2023 год, объем забора воды из природных источников на все цели составил 69131,6 млн м<sup>3</sup>. Общий объем забранной воды на нужды сельского хозяйства составил 17819,1 млн м<sup>3</sup>, из них на нужды орошения было использовано 6031,4 млн м<sup>3</sup> воды, что составило 11% от общего объема водозабора пресной воды в РФ и 33,85% от забора воды на нужды сельского хозяйства. Наибольший объем воды на орошение был использован в Южном федеральном округе (ЮФО) и составил 53,83% от общего объема воды, забранной на нужды сельского хозяйства, при этом на Ростовскую область пришлось 23,97% от объемов по ЮФО<sup>2</sup>. Важным при этом является нормирование допустимого безвозвратного изъятия стока поверхностных вод, сохраняющего условия безопасного функционирования водных экосистем, регламентируемое приказом

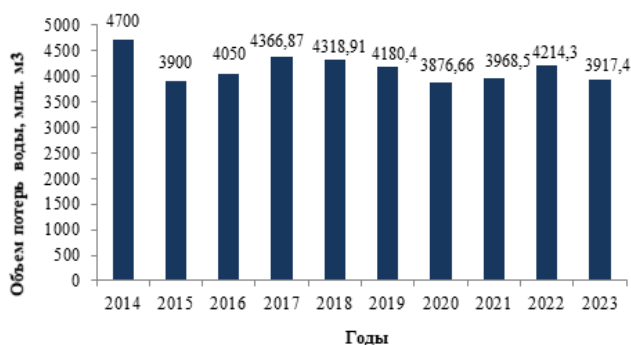


Рис. 1. Динамика потерь воды в сельскохозяйственной отрасли

Fig. 1. Dynamics of water losses in the agricultural sector



Рис. 2. Структура использования воды из Цимлянского водохранилища на мелиоративные системы Ростовской области

Fig. 2. The structure of water use from the Tsimlyansky Reservoir for the reclamation systems of the Rostov region

<sup>2</sup> О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2023 году: Государственный доклад. [Электронный ресурс]. М.: Минприроды России; ООО «Интеллектуальная аналитика»; ФГБУ «Дирекция НТП»; Фонд экологического мониторинга и международного технологического сотрудничества, 2024. 707 с. URL: <https://2023.ecology-gosdoklad.ru/>.

МПР РФ от 12 декабря 2007 г. № 328 и схемами КИОВО, утверждаемыми приказами региональных бассейновых управлений Федерального агентства водных ресурсов<sup>3</sup>.

Общие потери воды при транспортировке в 2023 г. составили 6890,0 млн м<sup>3</sup>, то есть 9,96% от общего водозабора из природных источников. На предприятиях, относящихся к такому виду экономической деятельности, как «Сельское, лесное хозяйство, охота, рыболовство и рыбоводство», потери воды в 2023 г. составили 3917,4 млн м<sup>3</sup>, или 56,85% от общего объема потерь воды по Российской Федерации<sup>2</sup>. Однако динамика потерь воды за 10-летний период 2014-2023 гг. имеет отрицательный тренд (рис. 1). Так, за рассматриваемый период потери воды в отрасли снизились на 16,65%.

В 2024 г. согласно данным ФГБУ «Управление „Ростовмелиоводхоз“» в Ростовской области общий водозабор на мелиоративные системы составил 1953,711 млн м<sup>3</sup>. При этом потери воды при транспортировке и использовании составили 30,89% от объема общего водозабора. Основным источником воды на мелиоративные системы в Ростовской области (РО) является река Дон (Цимлянское водохранилище или непосредственно створы реки Дон). Структура использования воды из Цимлянского водохранилища на мелиоративные системы РО представлена на рисунке 2.

Очевидно, что 70% забираемой воды используется на ее подачу в хозяйства-водопользователи, осуществляемую на основании плана водопользования на период производства поливов,

- Внутрихозяйственный и междухозяйственный транзит воды по магистральным каналам
- Подпитка рек и водохранилищ (Веселовское вдхр, р. Сал)
- Рыбное хозяйство
- Работа и заполнение насосных станций
- Потери при транспортировке в междухозяйственной сети

<sup>3</sup> Об утверждении методических указаний по разработке нормативов допустимого воздействия на водные объекты: приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 12 декабря 2007 г. № 328. Доступ из справочной системы «Техэксперт».

утверждаемого Региональным управлением мелиорации земель и сельскохозяйственного водоснабжения. Значительная доля в объемах потребляемой воды приходится на хозяйства, возделывающие рис, что связано с особенностью агротехнологии культуры. Так, в структуре водопользования Нижне-Маньчской рисовой оросительной системы (РОС) доля расхода воды, затрачиваемой на обеспечение нормы водопотребности риса, с учетом зональности по коэффициенту природной увлажненности и обеспеченности дефицита водопотребления 75%, составляет 42,2%. Потери воды во внутрихозяйственных сетях РОС составляют 35% (рис. 3).

Доля расхода воды, затрачиваемой на орошение всех сельскохозяйственных культур Нижне-Маньчской рисовой оросительной системы, приведена на рисунке 4. Из данных рисунка следует, что наибольший расход воды используется для возделывания риса (68,8% воды от общего объема орошаемой воды).

Представленная структура использования воды на рисовой оросительной системе указывает на необходимость перехода на экологически сбалансированное водопользование, которое сочетает в себе рациональное использование водных ресурсов, ужесточение экологических требований



Рис. 3. Структура водопользования Нижне-Маньчской рисовой оросительной системы

Fig. 3. The structure of water use of the Nizhne-Manych rice irrigation system

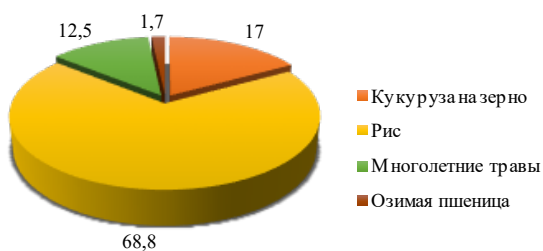


Рис. 4. Доля расхода воды, затрачиваемой на орошение сельскохозяйственных культур

Fig. 4. The share of water consumption used for irrigating agricultural crops

при эксплуатации мелиоративных систем, внедрение ресурсосберегающих технологий. Эффективным механизмом, побуждающим к природосберегающей деятельности, должно стать экономическое стимулирование рационального водопользования.

Для обеспечения рационального водопользования необходимо решить ряд следующих первоочередных задач:

- снизить потери воды на оросительных каналах;
- упорядочить и ужесточить систему водоучета оросительной воды и коллекторно-дренажных вод;
- утвердить план водоохраных мероприятий на мелиоративных системах, обеспечивающий поэтапное выполнение стратегии Федерального проекта «Вода России»;
- построить инженерные сооружения на каналах, отводящих коллекторно-дренажный сток непосредственно в реку Дон, обеспечивающих его очистку и возврат в оросительную систему.

Для контроля потерь воды при транспортировке и использовании необходимо устанавливать приборы водоучета на насосной станции в голове магистрального канала, на каждом вододеле и в устье отводящего коллектора.

Для минимизации потерь воды при транспортировке по оросительным каналам, большинство из которых выполнены в земляном русле, необходимо предотвратить их размыв, обрушение дамб и откосов под воздействием течения, а также фильтрационные потери. В первом случае необходимо разрабатывать новые или усовершенствовать существующие конструктивно-технические решения берегозащитных устройств, предотвращающие возникновение аварийных ситуаций и способствующие повышению уровня техногенной безопасности эксплуатируемых гидротехнических сооружений. Для предотвращения фильтрационных потерь, а также с целью укрепления откосов и дамб мелиоративных каналов необходимо применять современные полимерные синтетические материалы – такие, как геотекстиль [7-11].

Одной из важнейших проблем при эксплуатации мелиоративных систем является отведение дренажно-сбросных вод (ДСВ) без очистки в водные объекты. При осуществлении сброса сточных вод в водный объект необходимо исходить из соблюдения допустимой к отведению концентрации загрязняющего вещества. В решении этого вопроса на мелиоративных системах возникает правовая коллизия. Согласно Постановлению Правительства РФ

от 31 декабря 2020 г. № 2398 мелиоративные системы, отводящие дренажные воды с орошаемых земель в природные водные объекты, отнесены к объектам III категории (ст. 4.2 ч. 1 7-ФЗ). С 2021 г. для объектов III категории отменено обязательное требование расчета НДС, и на практике единственным требованием к качеству отводимых ДСВ является соблюдение нормативов ПДК<sub>рх</sub>. Для решения данной проблемы необходимо разработать методику, устанавливающую экологически безопасную, допустимую к отведению концентрацию загрязняющего вещества и не противоречащую экологическому законодательству, утвержденную нормативно-правовыми актами. В данной методике должен быть отражен подход расчета допустимой к отведению концентрации с учетом фонового состояния водного объекта и процессов разбавления.

При проведении внеплановых проверок надзорными органами регулярно устанавливаются факты нарушения экологического законодательства в части несоблюдения нормативов ПДК<sub>рх</sub> в створе выпуска ДСВ, за что начисляется административный штраф в размере вреда, оказываемого водному объекту. В последнее время для отдельных химических показателей в естественных водотоках наблюдается превышение фоновых концентраций по сравнению с ПДК<sub>рх</sub>. Например, в 2023 г. была проведена внеплановая проверка качества ДСВ в створе их сброса в реку Дон. Контроль осуществлялся по 13 гидрохимическим показателям. В результате анализа проб воды в фоновом створе реки были установлены превышения нормативов ПДК<sub>рх</sub> по показателям: БПК<sub>5</sub> 3,733 мг O<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>; фосфат-ион – 0,243 мг/дм<sup>3</sup>; сульфаты – 118,667 мг/дм<sup>3</sup>; АПАВ – 0,373 мг/дм<sup>3</sup>; медь – 0,01 мг/дм<sup>3</sup>. По остальным показателям фоновые концентрации были равны или меньше ПДК<sub>рх</sub>. Известно, что расход реки Дон является в сотни раз большим, чем в отводящем канале. Следовательно, в процессе разбавления вод концентрации веществ в контрольном створе будут сильно трансформироваться. Таким образом, экологически безопасную к отведению концентрацию вещества необходимо устанавливать по контрольному створу с учетом разбавления. Однако при исчислении размера вреда водному объекту для веществ, у которых фактические концентрации превышали ПДК<sub>рх</sub>, а фоновые соответствовали нормативам, разбавляющий эффект вообще не учитывался. Размер вреда рассчитали, исходя из разности фактической концентрации вещества в створе

выпуска коллекторно-дренажной воды и концентрации этого вещества в фоновом створе. Такой подход является ошибочным и требует пересмотра.

С целью соблюдения природоохранного законодательства в мелиоративной отрасли основными документами, регламентирующими вопросы водопользования, охраны окружающей среды, являются паспорт мелиоративной системы и Программа производственного экологического контроля (ПЭК). Также эффективными направлениями хозяйственной деятельности на мелиоративных системах с целью сохранения водных ресурсов являются планирование и проведение водоохраных мероприятий.

Сотрудниками ФГБНУ «РосНИИПМ» был проведен опрос ФГБУ управлений мелиорации земель и сельскохозяйственного водоснабжения о наличии и составе планов мероприятий по охране окружающей среды. На запрос были получены ответы 42 управлений из 81, что составило 51,8%. По результатам опроса было установлено, что почти в 70% случаев из опрошенных указанные планы не разрабатываются по следующим причинам:

– организация относится к четвертой категории объектов НВОС (имеет на балансе только осушительные системы), которые согласно российскому законодательству освобождены от разработки плана природоохранных мероприятий;

– организация относится к третьей категории объектов негативного воздействия на окружающую среду и по результатам мониторинга не превышает нормативы допустимых сбросов (при этом расчет НДС отменен 7-ФЗ), в связи с чем отсутствует необходимость в разработке планов природоохранных мероприятий.

В 21 организации, что составляет 50% из опрошенных, такие планы составляются и называются либо как планы природоохранных мероприятий, либо как планы водоохраных мероприятий, либо как планы водохозяйственных мероприятий и отличаются как по названию, так и по содержанию. Анализ данных, предоставленных управлениями мелиорации, показал отсутствие системного подхода к реализации мероприятий по охране поверхностных водных объектов.

Мероприятия по охране поверхностных водных объектов должны представлять собой комплекс мер, направленных на их оздоровление и реабилитацию, по видам работ включать в себя экологические, биологические и инженерные направления деятельности (рис. 5), что полностью согласуется с Постановлением Правительства РФ



Рис. 5. Направления деятельности по охране водных объектов

Fig. 5. Areas of activity for the protection of water bodies

от 10 сентября 2020 г. № 1391 и со ст. 65 Водного кодекса Российской Федерации<sup>4</sup>.

Мероприятия по охране поверхностных водных объектов должны быть отражены в договоре водопользования или в решении о предоставлении водного объекта в пользование, в соответствии с которыми юридическое или физическое лицо осуществляют водопользование.

В соответствии с вышеизложенным в сельскохозяйственных регионах, применяющих орошаемое земледелие, управления мелиорации земель и сельскохозяйственного водоснабжения и их филиалы должны в обязательном порядке разрабатывать планы мероприятий по охране поверхностных водных объектов, в которые осуществляется сброс коллекторно-дренажных вод без очистки.

Экономическим стимулированием проведения водоохранных мероприятий в настоящее время является установление штрафов за причинение вреда водному объекту, применение повышающих коэффициентов за сброс загрязняющих веществ сверх установленного норматива при расчете платы за негативное воздействие на окружающую среду. Реализация таких направлений экологически сбалансированного водопользования, как внедрение ресурсосберегающих технологий очистки загрязненного коллекторно-дренажного стока, позволит уйти от привлечения к ответственности за нарушение пользования водным объектом.

В настоящее время в большинстве случаев инженерные сооружения защиты водного объекта от сброса загрязненных коллекторно-дренажных вод отсутствуют вообще. Согласно данным Государственного доклада<sup>2</sup> по ЮФО общий объем сброса загрязненных и недостаточно-очищенных

сточных вод (СВ) в 2023 г. составил 601,7 млн м<sup>3</sup>. Распределение объемов сброса загрязненных СВ по субъектам ЮФО представлено на диаграмме (рис. 6).

Наибольший объем сброса загрязненных сточных вод приходится на Ростовскую область (33,75% от общего объема по ЮФО), из них на сельскохозяйственную отрасль пришлось примерно 11%. В сельскохозяйственной отрасли большая часть сточных вод представляет собой коллекторно-дренажные либо животноводческие стоки, которые сбрасываются в водные объекты без очистки<sup>2</sup>.

На мелиоративных системах Юга России наибольший объем сброса загрязненных коллекторно-дренажных вод приходится на рисовые оросительные системы. На рисовых оросительных системах Краснодарского края внедрены системы оборотного водопользования, обеспечивающие рациональное использование водных ресурсов [12, 13]. Такой подход является единственно верным решением, поскольку ежегодное водопотребление составляет от 2 до 3 км<sup>3</sup>. В Ростовской области годовой объем водоподачи на рисовые оросительные системы варьируется

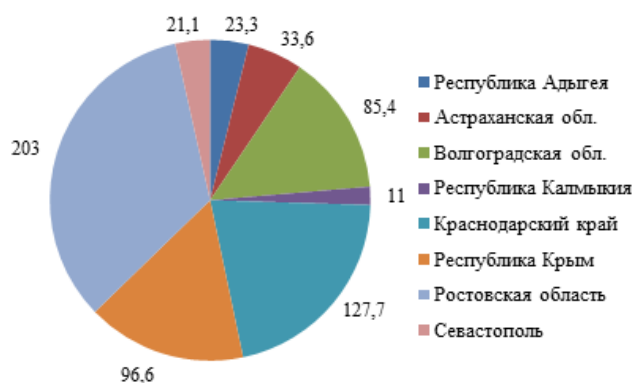


Рис. 6. Объемы сброса загрязненных СВ по субъектам ЮФО

Fig. 6. Discharge volumes of polluted DW by SFD subjects

<sup>4</sup> Водный кодекс Российской Федерации: Федеральный закон № 74, принят Государственной Думой 12 апреля 2006 г., с изм. на 2 июня 2021 г. Доступ из справочной системы «Техэксперт».

примерно от 590 до 665 млн м<sup>3</sup>, сброса ДСВ – 6-8 млн м<sup>3</sup>. Так, в Нижне-Маньчской рисовой оросительной системе доля объема сброса ДСВ в реку Дон составила 7,3% от объема водозабора по створам непосредственно из реки.

В результате проведенных исследований установлено, что в отводимом с рисовых оросительных систем стоке наблюдается регулярное превышение концентраций сульфатов, кальция, магния, железа, марганца, фосфат-ионов. При этом концентрации сульфатов превышают ПДК<sub>рх</sub> в 7-10 раз, марганца – до 200 раз, фосфат-ионов – от 3 до 10 раз. Минерализация отводимого стока по годам колеблется от 1200 до 1800 мг/дм<sup>3</sup> [14]. Регулярный сброс таких вод в реку Дон имеет накопительный эффект и может привести к необратимым изменениям водной экосистемы Нижнего Дона.

Также было установлено, что существенное вторичное загрязнение коллекторно-дренажного стока в открытых каналах в земляном русле приходится на донные отложения. Так, фактические концентрации тяжелых металлов в донных отложениях отводящего коллектора с рисовой оросительной системы превышали фоновые концентрации реки Дон для марганца в 1,87-4,0 раза, цинка – в 3,16-4,89 раза, меди – в 1,23-1,95 раза. Минерализация донных отложений колебалась от 4000 до 5500 мг/дм<sup>3</sup>. Оценка степени загрязнения донных отложений тяжелыми металлами с помощью различных экологических индексов показала, что экологическое состояние донных отложений характеризуется как умеренно загрязненное [15]. Соответственно расчистка отводящих каналов от донных отложений, размещение локальных очистных сооружений в устье канала, обеспечивающих очистку ДСВ, и возможность их возврата в оросительную сеть являются обязательными направлениями экологического водопользования на мелиоративных системах, способствующими предотвращению ущерба, наносимого водному объекту. В частности, в ФГБНУ «РосНИИПМ» ведется разработка ресурсосберегающей технологии очистки и кондиционирования дренажно-сбросных вод с Нижне-Маньчской рисовой оросительной системы, которая позволит, с одной стороны, минимизировать негативное воздействие на реку Дон, с другой – получить дополнительной ресурс поливной воды, сокращающий объем изъятия из природного водного объекта.

Таким образом, практическая реализация направлений экологически сбалансированного водопользования на мелиоративных системах обеспечит сохранение и рациональное использование водных ресурсов, реабилитацию водных

экосистем, а также будет способствовать повышению экономической эффективности сельскохозяйственного производства и улучшению качества жизни населения.

### Выводы

Изучение структуры водопотребления в сельском хозяйстве показало, что мелиоративные системы являются одними из крупных водопотребителей. Общий водозабор пресной воды на нужды орошения составил 11% от общего водозабора в Российской Федерации. При этом значительными остаются потери воды: в частности, по Ростовской области при транспортировке и использовании на мелиоративных каналах они составили 30,89% от объема общего водозабора. В структуре использования воды из Цимлянско-го водохранилища на мелиоративные системы в Ростовской области 69% воды подается на орошение, 12,7% составляют потери воды при транспортировке по сети.

Наиболее водоемкой культурой, возделываемой в Ростовской области, является рис. Годовой объем водоподдачи на рисовые оросительные системы варьируется примерно от 590 до 665 млн м<sup>3</sup>. На примере рисовой оросительной системы Ростовской области показаны проблемы, противоречащие основным направлениям экологически сбалансированного водопользования, а именно значительный объем изъятия водных ресурсов из реки Дон и сброс в него дренажно-сбросных вод с высоким уровнем загрязнения без очистки. Исследования химического состава дренажно-сбросных вод в отводящем коллекторе показали высокий уровень загрязнения сульфатами (7-10ПДК<sub>рх</sub>), марганцем (200ПДК<sub>рх</sub>), фосфат-ионами (3-10ПДК<sub>рх</sub>); минерализация ДСВ достигала 1800 мг/дм<sup>3</sup>. В донных отложениях отводящего коллектора с рисовой оросительной системы, являющихся источником вторичного загрязнения ДСВ, установили превышение фактических концентраций над фоновыми для реки Дон: марганца – в 1,87-4,0 раза; цинка – в 3,16-4,89 раза; меди – в 1,23-1,95 раза; минерализация донных отложений колебалась от 4000 до 5500 мг/дм<sup>3</sup>.

Действенными направлениями по достижению экологически сбалансированного водопользования на мелиоративных системах являются разработка и внедрение ресурсосберегающих технологий очистки и кондиционирования дренажно-сбросных вод и их оборотного использования, позволяющих минимизировать негативное воздействие на водные объекты и реализовывать принцип рационального использования водных ресурсов.

## Список использованных источников

1. Безднина С.Я. Экосистемное водопользование в мелиорации // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных мелиоративных технологий: Сборник научных трудов, посвященный 50-летию юбилею Мешчерского филиала Государственного научного учреждения ВНИИГиМ имени А.Н. Костякова / Под общ. ред. Ю.А. Мажайского. Рязань: Рязоблтипография, 2004. С. 409-411.
2. Исаева С.Д. Система методов реализации экосистемного водопользования // Основные результаты научных исследований института за 2017 год: Сборник научных трудов. М.: ВНИИГиМ имени А.Н. Костякова, 2018. С. 186-193. EDN: XTZOFF
3. Полуэктов Е.В., Балакай Г.Т., Кулаева Я.И. Потери почвы от дефляции на обыкновенных черноземах Ростовской области // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2020. № 4 (80). С. 52-59. EDN: DDICAD
4. Методические рекомендации по оценке эколого-экономической эффективности инвестиционных проектов мелиорации земель сельскохозяйственного назначения: Научное издание. Коломна: ИП Воробьев О.М., 2016. 97. EDN: XVOQXR
5. Ежова М.Г., Иматова И.А., Капралов А.В., Иманова Н.А. Экономические аспекты создания защитных лесных полос // Лесной вестник. 2008. № 3. С. 122-125. EDN: JKGTEV
6. 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. С. 1-13. <https://doi.org/10.31774/2658-7890-2023-5-2-1-13>.
7. Бакланова Д.В., Колганов А.В., Баев О.А. Расчетное исследование потерь воды из необлицованных каналов с учетом геолого-почвенных особенностей севера Калмыкии // Мелиорация и гидротехника. 2023. Т. 13, № 2. С. 281-298. <https://doi.org/10.31774/2712-9357-2023-13-2-281-298>
8. Жукова Т.Ю., Ханов Н.В., Черных О.Н., Редников С.Н. Экспериментальные исследования коэффициента шероховатости покрытия из композиционного геомата, заполненного щебнем // Мелиорация и гидротехника. 2024. Т. 14, № 2. С. 260-274. <https://doi.org/10.31774/2712-9357-2024-14-2-260-274>
9. Талалаева В.Ф., Склярченко Е.О. Исследование фильтрации из оросительного канала методом электрогидродинамических аналогий // Мелиорация и гидротехника. 2023. Т. 13, № 3. С. 256-273. <https://doi.org/10.31774/2712-9357-2023-13-3-256-273>
10. Tao R., Yang M., Li.S. Filtration of micro-particles within multi-fiber arrays by adhesive DEM-CFD simulation // Journal of Zhejiang University: Science A. 2018. Vol. 19 (1). Pp. 34-44. <https://doi.org/10.1631/jzus.A1700156>
11. Kieckhefen P., Pietsch S., Dosta M., Heinrich S. Possibilities and limits of computational fluid dynamics – discrete element method simulations in process engineering: a review of recent advancements and future trends // Annual Review of Chemical and Biomolecular Engineering. 2020. Vol. 11. Pp. 397-422. <https://doi.org/10.1146/annurev-chembioeng-110519-075414>
12. Бандурин М.А., Приходько И.А., Гераскина Т.В. Системная оптимизация природоподобной технологии сбалансированного водопользования на рисовых оросительных системах нижней Кубани // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. Наука и высшее профессиональное

## References

1. Bezdina S.Ya. Ecosystem water use in land reclamation // Ecological state of the natural environment and scientific and practical aspects of modern land reclamation technologies: Collection of scientific papers dedicated to the 50th anniversary of the Meshchersky branch of the State Scientific Institution of the All-Russian Scientific Research Institute of Hydraulic Engineering and Land Reclamation named after A.N. Kostyakov / Under the general editorship of Yu.A. Mazhaisky. Ryazan: Ryazobltipography, 2004. P. 409-411.
2. Isaeva S.D. System of methods for implementing ecosystem water use // Main results of scientific research of the Institute for 2017: Collection of scientific papers. Moscow: All-Russian Research Institute of Hydraulic Engineering and Land Reclamation named after A.N. Kostyakov, 2018. P. 186-193. EDN: XTZOFF
3. Poluektov E.V., Balakai G.T., Kulaeva Ya.I. Soil losses from deflation on ordinary chernozems of Rostov region // Ways to improve the efficiency of irrigated agriculture. 2020. № 4(80). P. 52-59. EDN: DDICAD
4. Methodological recommendations for assessing the environmental and economic efficiency of investment projects of land reclamation of agricultural land: scientific edition. – Kolomna: IP Vorobyev O.M., 2016. 97 p. EDN: XVOQXR
5. Ezhova M.G., Imatova I.A., Kapralov A.V., Imanova N.A. Economic aspects of creating protective forest strips // Lesnoy vestnik. 2008. № 3. P. 122-125.
6. Masny R.S., Senchukov G.A., Abramenko I.P. Actual issues of water use efficiency in the reclamation complex of modern Russia // Ecology and water management. 2023. Vol. 5, No. 2. P. 1-13. <https://doi.org/10.31774/2658-7890-2023-5-2-1-13>
7. Baklanova D.V., Kolganov A.V., Baev O.A. V., Baev O.A. Calculated study of water losses from unlined canals taking into account geological and soil features of the north of Kalmykia // Reclamation and Hydraulic Engineering. 2023. T. 13, № 2. P. 281-298. <https://doi.org/10.31774/2712-9357-2023-13-2-281-298>
8. Zhukova T.Yu. V., Chernykh O.N., Rednikov S.N. Experimental studies of the roughness coefficient of the composite geomat pavement filled with crushed stone // Reclamation and Hydraulic Engineering. 2024. T. 14, № 2. P. 260-274. <https://doi.org/10.31774/2712-9357-2024-14-2-260-274>
9. Talalaeva V.F., Sklyarenko E.O. Investigation of filtration from an irrigation canal by the method of electrohydrodynamic analogies // Reclamation and Hydraulic Engineering. 2023. T. 13, № 3. P. 256-273. <https://doi.org/10.31774/2712-9357-2023-13-3-256-273>
10. Tao R., Yang M., Li.S. Filtration of micro-particles within multi-fiber arrays by adhesive DEM-CFD simulation // Journal of Zhejiang University: Science A. 2018. Vol. 19(1). P. 34-44. <https://doi.org/10.1631/jzus.A1700156>
11. Kieckhefen P., Pietsch S., Dosta M., Heinrich S. Possibilities and limits of computational fluid dynamics – discrete element method simulations in process engineering: a review of recent advancements and future trends // Annual Review of Chemical and Biomolecular Engineering. 2020. Vol. 11. P. 397-422. <https://doi.org/10.1146/annurev-chembioeng-110519-075414>
12. Bandurin M.A., Prikhodko I.A., Geraskina T.V. System optimization of natural resources. V. System optimization of nature-like technology of balanced water use on rice irrigation systems of the lower Kuban. // Proceedings of the Lower Volga Agro-University Complex: Science and Higher

образование. 2024. № (74). С. 297-309. [Электронный ресурс]. <https://doi.org/10.32786/2071-9485-2024-02-36>

13. Островский Н.В., Шишкин В.О. Технология повторного использования дренажно-сбросного стока на внутрихозяйственном звене рисовых систем // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. Наука и высшее профессиональное образование. 2017. № 3 (47). С. 225-233.

14. Дрововозова Т.И., Мильченкова Д.В. Статистический анализ гидрохимических показателей дренажно-сбросных вод с рисовой оросительной системы // Мелиорация и гидротехника. 2025. Т. 15, № 2. С. 94-112. <https://doi.org/10.31774/2712-9357-2025-15-2-94-112>

15. Мильченкова Д.В., Дрововозова Т.И., Марьяш С.А. Экологическая и агромелиоративная оценка донных отложений с отводящего коллектора // Мелиорация и водное хозяйство – основа продовольственной и экологической безопасности: Материалы Юбилейной Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию образования ВНИИГиМ имени А.Н. Костякова, Москва, 9-11 октября 2024 г. Москва: ФГБНУ «ФНЦ ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова», 2024. С. 594-598. DOI: 10.37738/VNIIGIM.2024.51.66.102.

#### Об авторах

**Татьяна Ильинична Дрововозова**, д-р техн. наук, доцент; ведущий научный сотрудник; ORCID: 0000-0002-8724-7799, РИНЦ AuthorID: 314686; [tid70.drovovozova@yandex.ru](mailto:tid70.drovovozova@yandex.ru)

**Дарья Вячеславовна Мильченкова**, научный сотрудник; ORCID: 0009-0001-7665-1366, РИНЦ AuthorID: 1062539; [milchenkova.darya@mail.ru](mailto:milchenkova.darya@mail.ru)

#### Вклад авторов

Т.И. Дрововозова: формирование основной концепции, целей и задач исследований, формулирование выводов, написание статьи.

Д.В. Мильченкова: проведение гидрохимических исследований, обработка полученных результатов, формулирование выводов, написание статьи.

Авторы имеют на статью авторское право и несут ответственность за плагиат.

#### Конфликт интересов / Conflict of interests

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов / The authors declare that there are no conflicts of interests

Поступила в редакцию / Received 14.04.2025

Поступила после рецензирования / Received 23.01.2026

Принята к публикации / Accepted 23.01.2026

Professional Education. 2024;(2 (74)): P. 297-309. [Electronic resource] URL: <https://doi.org/10.32786/2071-9485-2024-02-36>

13. Ostrovsky N.V., Shishkin V.O.. Technology of drainage-discharge runoff reuse at the on-farm link of rice systems // Proceedings of the Lower Volga Agro-University Complex: Science and higher professional education. 2017. № 3(47). P. 225-233.

14. Drovovozova T.I., Mil'chenkova D.V. Statistical Analysis of Hydrochemical Indicators of Drainage and Discharge Water from the Rice Irrigation System // Melioration and Hydrotechnics. 2025. Vol. 15, No. 2. P. 94-112. <https://doi.org/10.31774/2712-9357-2025-15-2-94-112>

15. Milchenkova D.V., Drovovozova T.I., Maryash S.A. Ecological and agromeliorative assessment of bottom sediments from the diversion collector // Reclamation and water management – the basis of food and environmental security: Proceedings of the Anniversary International Scientific and Practical Conference dedicated to the 100th anniversary of the formation of VNIIGiM named after A.N. Kostyakov, Moscow, October 09-11, 2024. Moscow: FSBSI FNC «VNIIGiM named after A.N. Kostyakov», 2024. P. 594-598. DOI: 10.37738/VNIIGIM.2024.51.66.102.

#### About the authors

**Tatiana I. Drovovozova**, DSc (Eng), leading researcher, ORCID: 0000-0002-8724-7799, РИНЦ AuthorID: 314686; [tid70drovovozova@yandex.ru](mailto:tid70drovovozova@yandex.ru)

**Darya V Milchenkova**, scientific associate; ORCID: 0009-0001-7665-1366, РИНЦ AuthorID: 1062539; [milchenkova.darya@mail.ru](mailto:milchenkova.darya@mail.ru)

#### Authorship criteria

T.I. Drovovozova: development of the main concept, goals and objectives of the research, formulation of conclusions, writing the article;

D.V. Milchenkova: conducting hydrochemical studies, processing the obtained results, formulating conclusions, writing the article, hold copyright for the article and are responsible for plagiarism.