

РОЛЬ МЕЛИОРАЦИИ И ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА В ОБЕСПЕЧЕНИИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Научная статья

УДК 631.95:504.4.054

Оценка состояния коллектора по источникам антропогенного воздействия

Татьяна Ильинична Дрововозова¹, Наталья Николаевна Красовская²

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

¹tid70.drovovozova@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8724-7799>

²panya-86@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4426-7762>

Аннотация. Цель: провести дифференцированную оценку состояния воды, донных отложений из коллектора и прилегающих к нему почв водосбора по источникам антропогенного воздействия по результатам исследований, проведенных в 2025 г. **Материалы и методы.** Объект исследования – отводящий коллекторный канал. Исследования коллектора проводились с марта по октябрь 2025 г., лабораторные испытания проводились в эколого-аналитической лаборатории Российского научно-исследовательского института проблем мелиорации (РосНИИПМ). **Результаты и обсуждение.** По экологическим показателям проведена оценка качества воды, донных отложений из коллектора и прилегающих к нему почв водосбора на участках, отличающихся источником антропогенного воздействия. Основными показателями степени загрязнения сред являлись тяжелые металлы, «минерализация», биогены. За исследуемый период повторяемость случаев, характеризующих качество воды в коллекторе как «грязная», составила 100 %, указывая на прямое антропогенное влияние сельскохозяйственной деятельности на формирование химического состава воды. Показана закономерность накопления загрязняющих веществ в воде на различных участках коллектора в зависимости от типа антропогенного воздействия. Установлен рост антропогенного воздействия на участках: орошаемое земледелие → богарное возделывание культур → населенный пункт. Донные отложения по виду тяжелого металла позволили косвенно установить антропогенный источник его поступления. В донных отложениях на участке в границах сельского населенного пункта установлено высокое накопление цинка, на участках в границах сельскохозяйственных земель (богарных, орошаемых) – меди и свинца. Оценка состояния прилегающих к коллектору почв по содержанию фосфора и калия показала их закономерное высокое содержание на участках в границах богарных и орошаемых земель. По степени засоления отчетливо видно ее снижение на участке в границах орошаемых земель. **Вывод.** Исследования показали необходимость интегрированного подхода к оценке влияния различных факторов сред на формирование химического состава коллекторно-дренажных вод, который позволит установить и выделить специфический источник антропогенного воздействия.

Ключевые слова: антропогенное воздействие, качество воды, комплексная оценка, коллекторно-дренажные воды, донные отложения, почва

Апробация результатов исследования: основные положения статьи доложены на Международной научно-практической конференции «Роль мелиорации и водного хозяйства в обеспечении устойчивого развития земледелия» (г. Новочеркасск, 18 февраля 2026 г.).

Для цитирования: Дрововозова Т. И., Красовская Н. Н. Оценка состояния коллектора по источникам антропогенного воздействия // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2026. Т. 98, № 1. С. 197–211.

THE ROLE OF LAND RECLAMATION AND WATER MANAGEMENT IN ENSURING THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF AGRICULTURE

Original article

Assessing the collector state based on the anthropogenic impact sources

Tatyana I. Drovovozova¹, Natalia N. Krasovskaya²

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

¹tid70.drovovozova@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8724-7799>

²panya-86@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4426-7762>

Abstract. Purpose: to conduct a differentiated assessment of the state of water, bottom sediments from a collector and adjacent soils of the catchment area based on the sources of anthropogenic impact, revealed by studies conducted in 2025. **Materials and methods.** The object of the study is a discharge collector canal. The collector studies were conducted from March to October 2025, laboratory tests were carried out in the ecological-analytical laboratory of the Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems. **Results and discussion.** Based on environmental indicators, an assessment of the quality of water, bottom sediments from a collector and adjacent soils of the catchment area in areas with different sources of anthropogenic impact was made. The main indicators of the degree of environmental pollution were heavy metals, “mineralization” and biogenes. During the study period, the recurrence of cases characterizing the water quality in the collector as “dirty” was 100 %, indicating a direct anthropogenic impact of agricultural activities on the formation of the chemical water composition. A pattern of pollutant accumulation in water at different sections of the collector depending on the type of anthropogenic impact is demonstrated. Anthropogenic impact increases in the following sections: irrigated agriculture → rainfed crop cultivation → settlement. Bottom sediment analysis, based on the type of heavy metal, allowed us to identify indirectly the anthropogenic source of its influx. High zinc accumulations were found in bottom sediments at the site within the boundaries of the rural settlement, while copper and lead were found at sites within the boundaries of agricultural lands (rainfed and irrigated). An assessment of the phosphorus and potassium content of soils adjacent to the collector revealed their consistently high levels at sites within the boundaries of rainfed and irrigated lands. A decrease in salinity is clearly evident at the site within the boundaries of irrigated lands. **Conclusion.** Research has demonstrated the need for an integrated approach to assessing the influence of various environmental factors on the chemical composition of collector-drainage waters, which will allow determining and identifying specific sources of anthropogenic impact.

Keywords: anthropogenic impact, water quality, comprehensive assessment, collector-drainage waters, bottom sediments, soil

Evaluation of the research results: the main provisions of the article were reported at the International scientific and practical conference “The role of land reclamation and water management in ensuring the sustainable development of agriculture” (Novocherkassk, February 18, 2026).

For citation: Drovovozova T. I., Krasovskaya N. N. Assessing the collector state based on the anthropogenic impact sources. *Ways of Increasing the Efficiency of Irrigated Agriculture*. 2026;98(1):197–211. (In Russ.).

Введение. В настоящее время в достаточной степени проработана нормативно-методическая база в сфере оценки качества природных водных объектов, позволяющая своевременно выявлять негативные процессы,

влияющие на качество воды и состояние водного объекта^{1, 2, 3}. Однако существующие подходы не учитывают комплекс факторов, позволяющих установить все источники антропогенного воздействия на водную среду и его последствий. В оросительной мелиорации основным фактором негативного воздействия на водные объекты является образование значительных объемов коллекторно-дренажного стока, характеризующегося сложным химическим составом и многообразием факторов его формирования [1, 2].

Коллекторно-дренажный сток образуется за счет инфильтрационного, подземного и поверхностного стоков с территории водосбора коллектора, в границах которого могут находиться и орошаемые, и богарные земли, в почвы которых вносятся удобрения, пестициды, мелиоранты [3, 4]. С атмосферными осадками из почв вымываются растворимые соли, содержащие минеральные ионы, фосфат-ионы, различные азотсодержащие формы ионов, подвижные ионы тяжелых металлов. В поливной период с орошаемых земель системой дрен отводится избыточная вода, которая также содержит вышеуказанные вещества. Кроме того, при орошении происходит подъем уровня грунтовых вод, влияющих на солесодержание воды в искусственном и естественном водотоках. В ряде случаев в границах поверхностного водосбора коллектора могут располагаться неканализованные сельские населенные пункты, являющиеся дополнительным источником поступления загрязняющих веществ в коллекторно-дренажные воды (КДВ) и их мигра-

¹Об утверждении Методических указаний по осуществлению государственного мониторинга водных объектов в части наблюдений за состоянием дна, берегов, состоянием и режимом использования водоохранных зон и изменениями морфометрических особенностей водных объектов или их частей» [Электронный ресурс]: Приказ М-ва природ. ресурсов и экологии Рос. Федерации от 8 окт. 2014 г. № 432 (с изм. на 13 нояб. 2024 г.). Доступ из ИС «Техэксперт: 6 поколение» Интранет.

²Об утверждении Положения об осуществлении государственного мониторинга водных объектов [Электронный ресурс]: Постановление Правительства Рос. Федерации от 10 апр. 2007 г. № 219. Доступ из ИС «Техэксперт: 6 поколение» Интранет.

³Организация и ведение мониторинга водных объектов за состоянием дна, берегов, изменениями морфометрических особенностей, состоянием и режимом использования водоохранных зон, водохозяйственных систем и гидротехнических сооружений [Электронный ресурс]: Р 52.24.788-2013: введ. в действие с 2013-11-02. Доступ из ИС «Техэксперт: 6 поколение» Интранет.

ции между сопредельными средами. Таким образом, для установления всех факторов и источников формирования химического состава КДВ необходимо рассматривать взаимосвязанную систему «почва – вода – донные отложения – грунтовые воды» (рисунок 1).

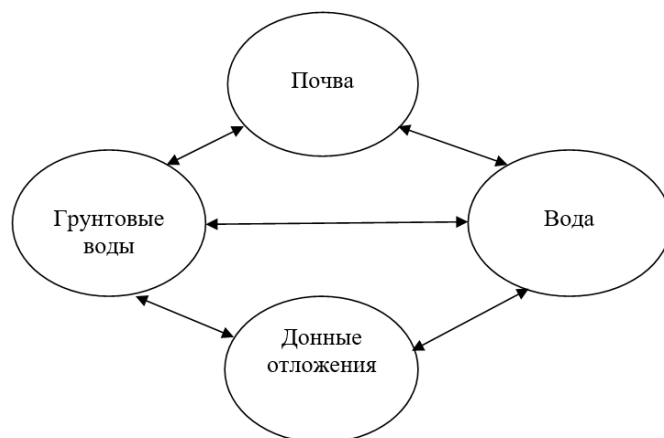


Рисунок 1 – Миграции загрязняющих веществ между сопредельными средами «почва – вода – донные отложения – грунтовые воды»

Figure 1 – Migration of pollutants between adjacent environments: soil – water – bottom sediments – groundwater

Регулярное антропогенное воздействие на сопредельные среды приводит к возникновению негативных экологических последствий. Связь причин, последствий и последствий антропогенного воздействия представлена на схеме рисунка 2.



Рисунок 2 – Экологические последствия антропогенного воздействия

Figure 2 – Environmental consequences of anthropogenic impact

Сложность химического состава и неоднородность источников загрязнения коллекторно-дренажных вод приводит к необходимости дифференцирования источников их поступления на всей протяженности канала. В настоящее время, согласно приказу № 903 Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации, ответственность за качество отводимых коллекторно-дренажных вод несут только ФГБУ управления мелиорации земель и сельскохозяйственного водоснабжения, несмотря на то, что источником формирования химического состава КДВ является не только орошаемое земледелие. Согласно п. 16 этого же приказа, состав и свойства сбрасываемых коллекторно-дренажных вод определяются в створе их выпуска в водные объекты без дифференцирования источников поступления загрязняющих веществ⁴.

В связи с вышеизложенным, цель работы – провести дифференцированную оценку состояния воды, донных отложений из коллектора и прилегающих к нему почв водосбора по источникам антропогенного воздействия по результатам исследований, проведенных в 2025 г.

Материалы и методы. Объект исследования – отводящий коллекторный канал. Предмет исследований – пробы воды, донных отложений в коллекторе и усредненной пробы прилегающих к нему почв, исследуемые с марта по октябрь 2025 г. Исследования проводились в эколого-аналитической лаборатории ФГБНУ «РосНИИПМ» по утвержденным нормативным методикам.

Натурными наблюдениями было установлено, что в течение года коллектор постоянно заполнен водой, но ее уровень колебался в зависимости от сезона года, т. е. коллектор служит для отведения не только дренаж-

⁴Об утверждении порядка ведения собственниками водных объектов и водопользователями учета объема забора (изъятия) водных ресурсов из водных объектов и объема сброса сточных, в том числе дренажных, вод, их качества [Электронный ресурс]: Приказ М-ва природ. ресурсов и экологии Рос. Федерации от 9 нояб. 2020 г. № 903 (с изм. от 13 нояб. 2024 г.). Доступ из ИС «Техэксперт: 6 поколение» Интранет.

ного стока с орошаемых земель, но и природной воды в пределах его водосбора. Соответственно, химический состав вод коллектора неоднороден по происхождению.

Для установления различия в факторах, влияющих на формирование химического состава коллекторно-дренажных вод, исследуемый коллектор поделили на участки по типам антропогенного воздействия: 1 участок – в границах населенного пункта, 2 участок – в границах орошаемых земель, 3 участок – в границах богарных земель. На каждом из участков были установлены точки, в которых проводили отбор проб воды и донных отложений из коллектора и усредненной пробы почв с прилегающего водосбора.

Результаты лабораторных исследований воды, донных отложений обработали с применением экологических показателей, позволяющих получить представление об их состоянии.

Качество КДВ оценивали по нескольким показателям: комбинаторному индексу загрязненности воды (КИЗВ)⁵, комплексному базовому показателю антропогенной нагрузки на качество воды (ПАН⁶)⁶ и коэффициенту предельной загрязненности ($K_{пз}$) [5].

Количественная оценка степени загрязнения и уровня аккумуляции донных отложений проводилась по методикам, изложенным в работах [6, 7], по коэффициенту донной аккумуляции⁷. Оценка степени их загрязнения проводилась по тяжелым металлам: марганец, медь, свинец, цинк [8].

Оценка почв поверхностного водосбора коллектора на исследуемых

⁵Методические указания «Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям»: РД 52.24.643–2002: разработан Гидрохимическим институтом (ГХИ) Федеральной службы России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет). – Ростов-на-Дону, 2002. 55 с.

⁶ГОСТ 58556-2019. Оценка качества воды с экологических позиций. Введ. 2019-27-09. М.: Стандартинформ, 2019. 12 с.

⁷Об утверждении Методических указаний по осуществлению государственного мониторинга водных объектов в части организации и проведения наблюдений за содержанием загрязняющих веществ в донных отложениях водных объектов [Электронный ресурс]: Приказ М-ва природ. ресурсов и экологии Рос. Федерации от 24 февр. 2014 г. № 112. Доступ из ИС «Техэксперт: 6 поколение» Интранет.

участках проводилась по трем критериям: содержанию азота и фосфора; общему солесодержанию и степени загрязнения тяжелыми металлами.

В настоящее время при интегральной оценке степени загрязнения почв используют несколько ориентировочных шкал, а именно: предельно допустимая концентрация, характеризующая общесанитарное состояние почв (ПДК_{общ}); ориентировочно допустимая концентрация (ОДК); предельно допустимое содержание подвижных форм тяжелых металлов (ПДС ПФ ТМ), экстрагируемых однонормальным раствором соляной кислоты; региональные фоновые концентрации ($C_{\text{рег. фон}}$) [9]. Последняя шкала рекомендована при оценке степени загрязнения почв СанПиНом 1.2.3685-2⁸.

Результаты и обсуждение. Установлено, что по индексу КИЗВ количество показателей, превышающих ПДК_{рх}⁹, за исследуемый период варьировалось от 3 до 10 из 14, среди которых восемь характеризовались регулярным превышением, а именно: сульфаты – в 100 % случаев, фосфат-ионы – в 92 %, марганец – в 83 %, нитрит-ионы – в 58 %, кальций, магний, железо и ионы меди – в 50 % случаев [10].

Расчеты показали, что за исследуемый период повторяемость случаев, характеризующих качество воды в коллекторе как «грязная», составила 100 %, указывая тем самым на прямое антропогенное влияние сельскохозяйственного ландшафта на формирование химического состава воды. Такая вода далее поступает в водный объект, вызывая регулярное его загрязнение.

Комплексный базовый показатель антропогенной нагрузки на качество воды (ПАН⁶) рассчитывали по следующим показателям: сухой оста-

⁸Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания [Электронный ресурс]: СанПиН 1.2.3685-21: введ. в действие с 2021-03-01. Доступ из ИС «Техэксперт: 6 поколение» Интранет.

⁹Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения [Электронный ресурс]: Приказ Росрыболовства от 26 мая 2025 г. № 296: по состоянию на 1 сент. 2025 г. Доступ из ИС «Техэксперт: 6 поколение» Интранет.

ток, взвешенные вещества, азот аммония, азот нитритов, азот нитратов, фосфор фосфатов, железо общее [11]. По результатам расчета среднее по трем точкам отбора проб значение ПАН^б равно 24,43, что характеризует КДВ как «загрязненные», IV класса.

Коэффициент предельной загрязненности ($K_{нз}$) рассчитывали по таким показателям, как БПК₅, хлориды, сульфаты, кальций, магний, ион аммония, нитрит-ион, нитрат-ион, фосфат-ион, железо, ион меди, анионные поверхностно-активные вещества, цинк и нефтепродукты [5]. Оценка качества воды в коллекторе показала закономерности накопления загрязняющих веществ (ЗВ) в воде на различных участках коллектора в зависимости от типа антропогенного воздействия (рисунок 3).



**Рисунок 3 – Динамика качества воды в коллекторе
по направлению движения воды**

**Figure 3 – Dynamics of water quality in the collector
in water motion direction**

До поливного периода вода в коллекторе набиралась за счет атмосферных осадков, поверхностного и инфильтрационного стоков с сельскохозяйственного ландшафта, питания грунтовыми водами. В этот период

происходило максимальное накопление химических веществ во всех исследуемых средах. В течение первой декады мая, когда происходило заполнение межхозяйственных и внутрихозяйственных оросительных каналов водой из Донского магистрального канала, проводили промывку коллекторных каналов. Именно в этот период происходил залповый выпуск загрязненных сбросных вод из коллекторов в водные объекты. В поливной период большая часть расхода воды в коллекторе приходится на дренажный сток с орошаемых земель, но поскольку коллектор протекает через богарные пахотные земли, сельские населенные пункты, асфальтированные автомобильные дороги, то в него поступает также поверхностный и инфильтрационный сток с вышеперечисленных антропогенно преобразованных территорий водосбора. Соответственно формирование химического состава воды в коллекторе обусловлено не только дренажным стоком с орошаемых полей, но и многочисленными антропогенными факторами, связанными с орошаемым земледелием.

Оценка качества воды в коллекторе к окончанию полива показала, что вода на участке в границах орошаемых земель характеризуется как чистая, заметно снизилась ее минерализация (меньше 1000 мг/дм^3), что объясняется применением промывных режимов орошения пресной донской водой. После поливного периода вода на всем протяжении коллектора характеризовалась как чистая за счет сброса избыточной пресной воды из сопряженного оросительного канала в коллектор.

Донные отложения (ДО) являются аккумулятором загрязняющих веществ в водной среде и индикатором экологического состояния искусственного водотока. В течение вегетационного периода на всех исследуемых участках наблюдалось высокое содержание тяжелых металлов (ТМ), за исключением марганца, что объясняется его высокой подвижностью. Также установлено высокое солесодержание в донных отложениях.

Исследование по накоплению того или иного вида металла донными

отложениями позволило дифференцировать источники их поступления. Так, установлен высокий уровень накопления меди, свинца и цинка на участках коллектора в границах богарных и орошаемых земель в течение всего наблюдаемого периода, что связано с их поступлением в КДВ с инфильтрационным и дренажным стоками, содержащими продукты вымывания минеральных солей ТМ из удобрений, и соответственно, осаждением их в ДО. На участке коллектора в границах населенного пункта наблюдали рост содержания цинка, но уменьшение содержания марганца, свинца и меди. На наш взгляд, это объясняется уменьшением удельного количества удобрений, вносимых на единицу площади, а следовательно, и примесей свинца и меди, а также практически полным отсутствием поверхностного стока в районе жилой застройки.

Солеобразующие ионы, характеризующиеся способностью накапливаться в донных отложениях, легко могут переходить в водную среду за счет высокой подвижности ионов и практически полной растворимости образуемых ими солей. Поэтому их концентрации высоки и в воде, и в донных отложениях. Тем не менее, концентрации солеобразующих ионов в ДО во всех исследуемых точках коллектора в течение вегетационного периода превышают таковые для водной среды, что свидетельствует о преобладании процесса сорбции солей иловыми отложениями. Таким образом, донные отложения можно рассматривать как источник вторичного загрязнения водной среды, что указывает на необходимость очистки от них коллекторов в земляном русле.

Экологическая оценка почв поверхностного водосбора позволила установить влияние типа сельскохозяйственного ландшафта на уровень поступления в коллектор биогенов. Установлено наибольшее содержание биогенов в границах неканализованного населенного пункта. На водосборе в границах орошаемого и богарного участков отмечалось очень высокое содержание подвижного фосфора и калия с началом поливного сезона, что

объясняется предшествующим внесением в почвы калийно-фосфорных удобрений и миграцией этих элементов с диффузным стоком. По степени засоления до начала поливного периода почвы поверхностного водосбора на всех исследуемых участках характеризовались как слабозасоленные. С началом поливного сезона и на всем его протяжении почвы участка в границах орошаемых земель характеризовались как незасоленные, что связано с интенсивным поливом пресной водой и применением промывных режимов орошения. На участках в границах населенного пункта и богарных земель степень засоления незначительно выросла. Содержание тяжелых металлов в прилегающих к коллектору почвах водосбора на всех исследуемых участках не превышало региональные фоновые концентрации. Полученный результат не позволяет судить о механизме миграции тяжелых металлов из почв в водную среду коллектора.

На основании исследований, проведенных в течение вегетационного периода, выполнены картографирование бассейна коллектора и ранжирование зон загрязнения исследуемых участков искусственного водотока и его поверхностного водосбора (рисунок 4).

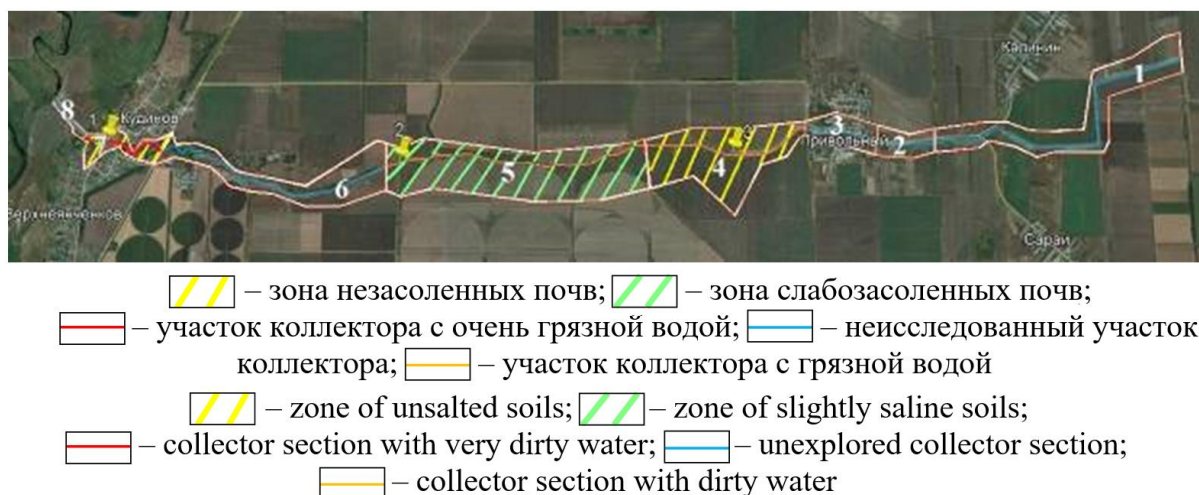


Рисунок 4 – Картографическая схема коллектора с ранжированием зон загрязнения воды и поверхностного водосбора

Figure 4 – Cartographic collector diagram with ranking water pollution zones and surface catchment areas

Полученные данные исследований позволили дифференцировать уровень воздействия населенных пунктов, орошаемого земледелия и сельскохозяйственного производства на химический состав КДВ. Установлено, что степень воздействия возрастает в ряду: орошаемое земледелие → сельскохозяйственное производство → сельский населенный пункт.

Для минимизации негативного воздействия КДВ на естественный водоприемник необходимо разрабатывать и реализовывать водоохранные мероприятия, частью которых является инженерно-экологическая защита как самого коллектора, так и природного водного объекта.

В настоящее время в нормировании и оценивании объектов окружающей среды применяется дифференцированный подход, а именно: качество воды оценивается в сравнении с ПДК_{рх}, почвы – с региональной фоновой концентрацией, донных отложений – с фоновой концентрацией водного объекта, не испытывающего антропогенное воздействие, однако к выбору такого фонового участка нет единого подхода. Следовательно, возникает необходимость разработки комплексной методики, позволяющей интегрировать результаты оценки сопредельных сред с учетом их взаимосвязи, что требует дальнейших исследований.

Вывод. Установлено, что наибольшее антропогенное воздействие на КДВ наблюдалось в границах населенного пункта. На участках коллектора в границах орошаемых и богарных земель степень загрязнения КДВ ниже, чем на участке в границах населенного пункта. В период интенсивного полива установлено уменьшение минерализации КДВ, что объясняется применением промывных режимов орошения пресной донской водой.

Донные отложения являются индикатором экологического состояния коллекторного канала, позволяющим судить об уровне негативного его воздействия на естественный водоприемник. По виду тяжелого металла в донных отложениях можно косвенно установить антропогенный источник его поступления. В донных отложениях на участке в границах сельского населенного пункта установлено высокое накопление цинка, на участках

в границах сельскохозяйственных земель (богарных, орошаемых) – меди и свинца.

Оценка состояния прилегающих к коллектору почв по содержанию фосфора и калия показала их закономерное высокое содержание на участках в границах богарных и орошаемых земель. По степени засоления отчетливо видно ее снижение на участке в границах орошаемых земель.

Исследования показали необходимость интегрированного подхода к оценке влияния различных факторов, сред на формирование химического состава коллекторно-дренажных вод, который позволит установить и выделить специфический источник антропогенного воздействия.

Список литературы

1. Кирейчева Л. В., Лентяева Е. А. Влияние сельскохозяйственного производства на загрязнение водных объектов // Природообустройство. 2020 № 5. С. 18–25. DOI: 10.26897/1997-6011/2020-5-18-27. EDN: OMUCXC.
2. Семененко С. Я. Техногенная оптимизация поверхностного стока в орошаемом земледелии // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2022. № 2(66). С. 388–396. DOI: 10.32786/2071-9485-2022-02-48. EDN: JLOIWL.
3. Эффективный способ внесения мелиорантов на почвы комплексного покрова степной зоны при орошении / В. Н. Щедрин, А. Н. Бабичев, Л. М. Докучаева, Р. Е. Юркова, А. А. Бабенко, В. А. Монастырский // Аграрная Россия. 2025. № 1. С. 3–7. EDN: MGOYSD.
4. Бабенко А. А., Бабичев А. Н. Влияние доз химических мелиорантов на степень засоления почвы и состав почвенного поглощающего комплекса // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2025. Т. 95, № 1. С. 265–281. EDN: SOUFPI.
5. Шабанов В. В., Маркин В. Н. Метод оценки качества вод и состояния водных экосистем. М.: МГУП, 2009. 154 с.
6. Дворникова В. С., Каверина Н. В. Геохимическое состояние донных отложений пойменных озер Подгоренского гидрографического участка р. Дон // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология. 2016. № 1. С. 71–74. EDN: VVSHTN.
7. Молев М. Д., Паскарелов С. И., Мирошниченко Д. Е. Оценка содержания тяжелых металлов в донных отложениях реки Дон // Дневник науки. 2023. № 5. DOI: 10.51691/2541-8327_2023_5_25. EDN: BSBIUG.
8. Kazberuk W., Szulc W., Rutkowska B. Use bottom sediment to agriculture – effect on plant and heavy metal content in soil // Agronomy. 2021. № 11(6). Article number: 1077. DOI: 10.3390/agronomy11061077. EDN: DPDQVF.
9. Коханистая Н. В., Шишкина Д. Ю., Закруткин В. Е. Биогеохимическая характеристика агроландшафтов Ростовской области // Успехи современного естествознания. 2022. № 11. С. 53–60. EDN: DNZDLU.
10. Красовская Н. Н., Власов М. В. Характеристика качества воды малой р. Под-

польная на участке сброса коллекторно-дренажных вод // Мелиорация и гидротехника. 2025. Т. 15, № 2. С. 113–127, DOI: 10.31774/2712-9357-2025-15-2-113-127, EDN: EVELBQ.

11. Красовская Н. Н. Оценка антропогенной нагрузки на исследуемый участок реки Подпольная // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2025. Т. 96, № 2. С. 53–63. EDN: EPLAHK.

References

1. Kireycheva L.V., Lentiaeva E.A., 2020. *Vliyanie sel'skokhozyaystvennogo proizvodstva na zagryaznenie vodnykh ob'yektov* [The impact of agricultural production on water bodies pollution]. *Prirodooobustroystvo* [Environmental Engineering], no. 5, pp. 18-25, DOI: 10.26897/1997-6011/2020-5-18-27, EDN: OMUCXC. (In Russian).

2. Semenenko S.Ya., 2022. *Tekhnogennaya optimizatsiya poverkhnostnogo stoka v oroshaemom zemledelii* [Technogenic optimization of surface runoff in irrigated agriculture]. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshye professional'noe obrazovanie* [Proceed. of the Lower Volga Agrarian University Complex: Science and Professional Education], no. 2(66), pp. 388-396, DOI: 10.32786/2071-9485-2022-02-48, EDN: JLOIWL. (In Russian).

3. Shchedrin V.N., Babichev A.N., Dokuchaeva L.M., Yurkova R.E., Babenko A.A., Monastyrsky V.A., 2025. *Effektivnyy sposob vneseniya meliorantov na pochvy kompleksnogo pokrova stepnoy zony pri oroshenii* [An effective method for applying ameliorants to the steppe soils of complex cover under irrigation]. *Agrarnaya Rossiya* [Agrarian Russia], no. 1, pp. 3-7, EDN: MGOYSD. (In Russian).

4. Babenko A.A., Babichev A.N., 2025. *Vliyanie doz khimicheskikh meliorantov na stepen' zasoleniya pochvy i sostav pochvennogo pogloshchayushchego kompleksa* [Impact of chemical ameliorant doses on the degree of salinity and soil absorption complex composition]. *Puti povysheniya effektivnosti oroshaemogo zemledeliya* [Ways of Increasing the Efficiency of Irrigated Agriculture], vol. 95, no. 1, pp. 265-281, EDN: SOUFPI. (In Russian).

5. Shabanov V.V., Markin V.N., 2009. *Metod otsenki kachestva vod i sostoyaniya vodnykh ekosistem* [Method for Assessing Water Quality and the State of Aquatic Ecosystems: monograph]. Moscow, Moscow State University of Printing Arts, 154 p. (In Russian).

6. Dvornikova V.S., Kaverina N.V., 2016. *Geokhimicheskoe sostoyanie donnykh otlozheniy poymennykh ozer Podgorenskogo gidrograficheskogo uchastka r. Don* [Geochemical condition of benthal deposits in flood plain lakes of Podgorenskiy hydrographic river reach Don]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Geografiya. Geoekologiya* [Bullet. of Voronezh State University. Series: Geography. Geoecology], no. 1, pp. 71-74, EDN: VVSHTN. (In Russian).

7. Molev M.D., Paskarelov S.I., Miroshnichenko D.E., 2023. *Otsenka soderzhaniya tyazhelykh metallov v donnykh otlozheniyakh reki Don* [Evaluation of the content of heavy metals in the bottom sediments of the Don river]. *Dnevnik nauki* [Science Diary], no. 5, DOI: 10.51691/2541-8327_2023_5_25, EDN: BSBIUG. (In Russian).

8. Kazberuk W., Szulc W., Rutkowska B., 2021. Use of Bottom Sediment to Agriculture – Effect on Plant and Heavy Metal Content in Soil. *Agronomy*, no. 11(6), article number: 1077, DOI: 10.3390/agronomy11061077, EDN: DPDQVF.

9. Kokhanistaya N.V., Shishkina D.Yu., Zakrutkin V.E., 2022. *Biogeokhimicheskaya kharakteristika agrolandshaftov Rostovskoy oblasti* [Biogeochemical characteristics of agricultural landscapes in the Rostov region]. *Uspekhi sovremennogo yestestvoznaniya* [Advances in Modern Natural Science], no. 11, pp. 53-60, EDN: DNZDLU. (In Russian).

10. Krasovskaya N.N., Vlasov M.V., 2025. *Kharakteristika kachestva vody maloy r. Podpol'naya na uchastke sbrosa kollektorno-drenaznykh vod* [Water quality features of the Podpolnaya small river at the collector-drainage water discharge]. *Melioratsiya i gidrotekhnika*

[Land Reclamation and Hydraulic Engineering], vol. 15, no. 2, pp. 113-127, DOI: 10.31774/2712-9357-2025-15-2-113-127, EDN: EVELBQ. (In Russian).

11. Krasovskaya N.N., 2025. *Otsenka antropogennoy nagruzki na issleduemyy uchastok reki Podpol'naya* [Assessment of anthropogenic load on the studied section of the Podpolnaya River]. *Puti povysheniya effektivnosti oroshaemogo zemledeliya* [Ways of Increasing the Efficiency of Irrigated Agriculture], vol. 96, no. 2, pp. 53-63, EDN: EPLANK. (In Russian).

Информация об авторах

Т. И. Дрововозова – ведущий научный сотрудник, доктор технических наук, доцент, Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск, Российская Федерация, tid70.drovovozova@yandex.ru, Author ID: 314686, ORCID: 0000-0002-8724-7799;

Н. Н. Красовская – научный сотрудник, кандидат технических наук, Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск, Российская Федерация, panya-86@mail.ru, Author ID: 1094614, ORCID: 0000-0003-4426-7762.

Information about the authors

T. I. Drovovozova – Leading Researcher, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novocherkassk, Russian Federation, tid70.drovovozova@yandex.ru, Author ID: 314686, ORCID: 0000-0002-8724-7799;

N. N. Krasovskaya – Researcher, Candidate of Technical Sciences, Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novocherkassk, Russian Federation, panya-86@mail.ru, Author ID: 1094614, ORCID: 0000-0003-4426-7762.

Вклад авторов: Т. И. Дрововозова – формирование основной концепции, целей и задач исследований, формулирование выводов, написание статьи. Н. Н. Красовская – проведение теоретических гидрохимических исследований, обработка полученных результатов, формулирование выводов, написание статьи.

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

Contribution of the authors: T. I. Drovovozova – developed the main concept, goals, and objectives of the research, formulated conclusions and wrote the article. N. N. Krasovskaya – conducted theoretical hydrochemical studies, processed the obtained results, formulated conclusions and wrote the article.

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

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 03.02.2026; одобрена после рецензирования 19.02.2026; принята к публикации 06.04.2026.

The article was submitted 03.02.2026; approved after reviewing 19.02.2026; accepted for publication 06.04.2026.