

РОЛЬ МЕЛИОРАЦИИ И ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА В ОБЕСПЕЧЕНИИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Научная статья

УДК 631.95:631.67

Оценка качества дренажных вод с орошаемых земель восточной части Ростовской области

Михаил Вячеславович Власов

Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск,
Российская Федерация, m_vlasov@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9103-1958>

Аннотация. **Цель:** проведение экологической оценки качественного состава дренажных вод, отводимых с оросительных систем, находящихся в восточной части Ростовской области. Решены следующие задачи: выявлены показатели, фактические концентрации которых превышают предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ, принятые для объектов рыбохозяйственного значения; проведено сравнение их с соответствующими показателями в водных объектах – приемниках дренажных вод. **Материалы и методы.** Исходными данными являлись предоставленные гидрогеолого-мелиоративной партией результаты гидрохимического анализа проб дренажных вод и воды природных водных объектов. **Результаты.** Качественный состав рассматриваемых дренажных вод обладает широкой вариабельностью, тем не менее такие показатели, как рН, гидрокарбонат, карбонат, нитрит-ионы и нитрат-ионы, ионы аммония, меди, хрома, фосфор фосфатов, цинк, взвешенные вещества, нефтепродукты, поверхностно-активные вещества, гербициды и инсектициды, не выходят за пределы предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ, принятых для объектов рыбохозяйственного значения. Концентрация сульфатов и кальция в коллекторно-дренажных водах почти всегда больше, чем в пробах, взятых в створе, расположенном на 500 м выше их выпуска (фоновом створе). Концентрация хлоридов и магния в створе выпуска регулярно ниже соответствующих концентраций в пробах, взятых в фоновом створе. Показатель биохимического потребления кислорода в створе выпуска дренажных вод во все месяцы, кроме июня, меньше нормативного значения, а в июне хоть и превышает его, но меньше, чем в фоновом створе. **Выводы.** Необходимо продолжить исследования в данном направлении для обоснования правомерности региональных корректировок ряда нормативов предельно допустимых концентраций веществ в соответствии с их фоновыми концентрациями, что позволит управлениям мелиорации земель и сельскохозяйственного водоснабжения снизить плату за негативное воздействие на водные объекты и исключить платежи за ущерб, причиненный водным объектам вследствие нарушения водного законодательства.

Ключевые слова: дренажные воды, оросительные системы, качественные показатели дренажных вод, негативное воздействие на окружающую среду

Апробация результатов исследования: основные положения статьи доложены на Всероссийской научно-практической конференции «Роль мелиорации и водного хозяйства в обеспечении устойчивого развития земледелия» (г. Новочеркасск, 21 февраля 2024 г.).

Для цитирования: Власов М. В. Оценка качества дренажных вод с орошаемых земель восточной части Ростовской области // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2024. Т. 92, № 1. С. 175–186.



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

Original article

Assessment of drainage water quality of irrigated lands in the eastern part of the Rostov region

Mikhail V. Vlasov

Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novocherkassk,
Russian Federation, m_vlasov@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9103-1958>

Abstract. Purpose: to carry out an environmental assessment of the qualitative composition of drainage water discharged from irrigation systems located in the eastern part of the Rostov region. To achieve this, the following tasks were solved: indicators whose actual concentrations exceed the maximum acceptable concentrations of pollutants adopted for objects of fishery importance; they were compared were identified with the corresponding indicators in water bodies – drainage water intakes. **Materials and methods.** The initial data for the research were the results of hydrochemical analysis of samples of drainage water and water from natural water bodies provided by the hydrogeological and reclamation party. **Results.** The qualitative composition of drainage water from irrigated lands in the eastern part of the Rostov region has wide variability, however, indicators such as pH, bicarbonate, carbonate, nitrite and nitrate ions, ammonium, copper, chromium ions, phosphorus phosphates, zinc, suspended substances, petroleum products, surfactants, herbicides and insecticides do not exceed the maximum acceptable concentrations of pollutants adopted for objects of fishery importance; the concentration of sulfates and calcium in collector-drainage waters is almost always higher than in samples taken at a site located 500 m above their outlet (background site). The concentration of chlorides and magnesium at the outlet site is regularly lower than the corresponding concentrations in samples taken at the background site. The indicator of biochemical oxygen consumption at the drainage water release site in all months except June is less than the standard value, and in June, although it exceeds it, it is less than at the background site. **Conclusions.** It is necessary to continue research in this direction to justify the legitimacy of regional adjustments to a number of standards for maximum acceptable concentrations of substances in accordance with their background concentrations, which will allow land reclamation and agricultural water supply departments reduce fees for negative impacts on water bodies and eliminate payments for damage caused to water bodies due to violation of water legislation.

Keywords: drainage water, irrigation systems, quality indicators of drainage water, negative impact on the environment

Evaluation of the research results: the main provisions of the article were reported at the All-Russian scientific and practical conference “The role of land reclamation and water management in ensuring the sustainable development of agriculture” (Novocherkassk, February 21, 2024).

For citation: Vlasov M. V. Assessment of drainage water quality of irrigated lands in the eastern part of the Rostov region. *Ways of Increasing the Efficiency of Irrigated Agriculture*. 2024;92(1):175–186. (In Russ.).

Введение. Основопологающий фактор экологического состояния водных объектов – интенсивное развитие в бассейнах рек различных отраслей промышленности, оно нарушает естественный гидрохимический

режим рек и приводит к изменениям состояния водных экосистем, так как сброс недостаточно очищенных сточных вод, к которым в том числе относятся и дренажные воды с орошаемых земель, является основной причиной негативного воздействия на экологическую обстановку [1–5]. В работе В. А. Шевченко и др. [6] предложены новые технические решения по развитию дренажно-ирригационных систем для Нечерноземной зоны России. В работе Л. В. Кирейчевой [7] описаны возможные риски при сбросе дренажных вод в водные объекты, предложены технические решения для их очистки и технология внутрисистемного использования дренажного стока для орошения, отмечено, что одной из причин, сдерживающих использование дренажных вод для орошения, является отсутствие нормативных документов в области оценки их качества. В работе Т. И. Дровозовой, Н. Н. Красовской [8] показано, что в настоящее время в разных регионах страны нет единообразия в гидрохимической оценке качества отводимых дренажных вод и размер платежей за негативное воздействие на природные водные объекты зависит от количества заявленных показателей. Вместе с тем в ряде регионов РФ, в т. ч. и в Ростовской области, некоторые показатели качественного состава дренажных вод с оросительных систем периодически не соответствуют требованиям к качеству вод природных водных объектов, установленным приказом № 552¹ и СанПиН 1.2.3685-21². В Ростовской области это влечет за собой со стороны проверяющих органов наложение штрафных санкций на ФГБУ «Управление «Ростовмелиоводхоз», как на организацию, осуществляющую транспортировку загрязненных вод.

¹Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения [Электронный ресурс]: приказ Минсельхоза России от 13 дек. 2016 г. № 552: по состоянию на 22 авг. 2023 г. Доступ из ИС «Техэксперт: 6 поколение» Интранет.

²Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания [Электронный ресурс]: СанПиН 1.2.3685-21: утв. Гл. гос. санитар. врачом РФ 28.01.21. Доступ из ИС «Техэксперт: 6 поколение» Интранет.

В работе автора данного исследования (в соавторстве с Т. И. Дровозовой, С. А. Манжиной) [9], в которой оценивается качество дренажных вод в Сибирском федеральном округе, показано, что дренажные воды с оросительных систем в этом регионе в основном не ухудшают фоновые показатели речных бассейнов объектов-представителей. Вместе с тем в следующей работе автора (уже в соавторстве с С. В. Куприяновой) [10], касающейся качества дренажных вод в Ростовской области, показано, что качественный состав дренажных вод с орошаемых земель юга области весьма неоднороден и такие показатели, как гидрокарбонат, карбонат, нитрит- и нитрат-ионы, ионы аммония, меди, хрома, фосфор фосфатов, цинк, взвешенные вещества, нефтепродукты, поверхностно-активные вещества, гербициды и инсектициды, не выходят за пределы предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ, принятых для объектов рыбохозяйственного значения (ПДК_{РХ}), однако концентрация железа общего, фосфат-ионов и кальция всегда лежит за этими пределами, ухудшая фоновые показатели водоприемников.

Цель данной работы – выявление и оценка показателей качественного состава дренажных вод с оросительных систем, находящихся в восточной части Ростовской области, превышающих ПДК_{РХ}, и сравнение их с соответствующими показателями качественного состава водных объектов – водоприемников.

Материалы и методы. Исходными данными для исследований являлись полученные гидрогеолого-мелиоративной партией результаты анализа проб дренажных вод с орошаемых земель и проб вод в природных водных объектах – водоприемниках.

Результаты и обсуждение. Во время проведения количественного анализа показателей качественного состава вод в коллекторах, расположенных в восточной части Ростовской области, установлено, что территориально эти показатели достаточно однородны, поэтому приведем оценку

качественного состава вод в одном из них, условно обозначив его как «коллектор № 1».

Качественный состав дренажных вод с орошаемых земель восточной части Ростовской области обладает широкой вариабельностью, вместе с этим следующие показатели: рН, гидрокарбонат, карбонат, нитрит- и нитрат-ионы; ионы: аммония, меди, хрома; фосфор фосфатов, цинк, взвешенные вещества, нефтепродукты, поверхностно-активные вещества, гербициды и инсектициды, не выходят за пределы ПДК_{РХ}. На рисунок 1 вынесена жесткость общая, превышающая ПДК гигиенических нормативов и требований к обеспечению безопасности и безвредности для человека факторов среды обитания, согласно СанПиН 1.2.3685-21, а на рисунки 2–10 – показатели качества проб воды, которые превышают ПДК_{РХ}. Согласно приказу Минприроды России № 1118³ отбор проб осуществлялся также на 500 м выше и на 500 м ниже выпуска коллектора № 1.

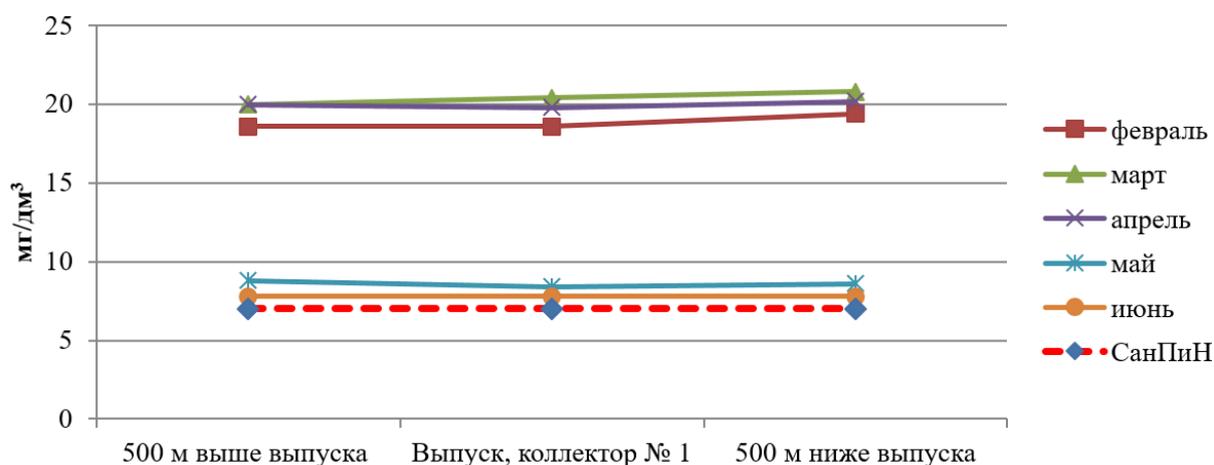


Рисунок 1 – Жесткость общая, 2022 г.

Figure 1 – Overall stiffness, 2022

³Об утверждении Методики разработки нормативов допустимых сбросов загрязняющих веществ в водные объекты для водопользователей [Электронный ресурс]: приказ Минприроды России от 29 дек. 2020 г. № 1118: по состоянию на 18 мая 2022 г. Доступ из ИС «Техэксперт: 6 поколение» Интранет.

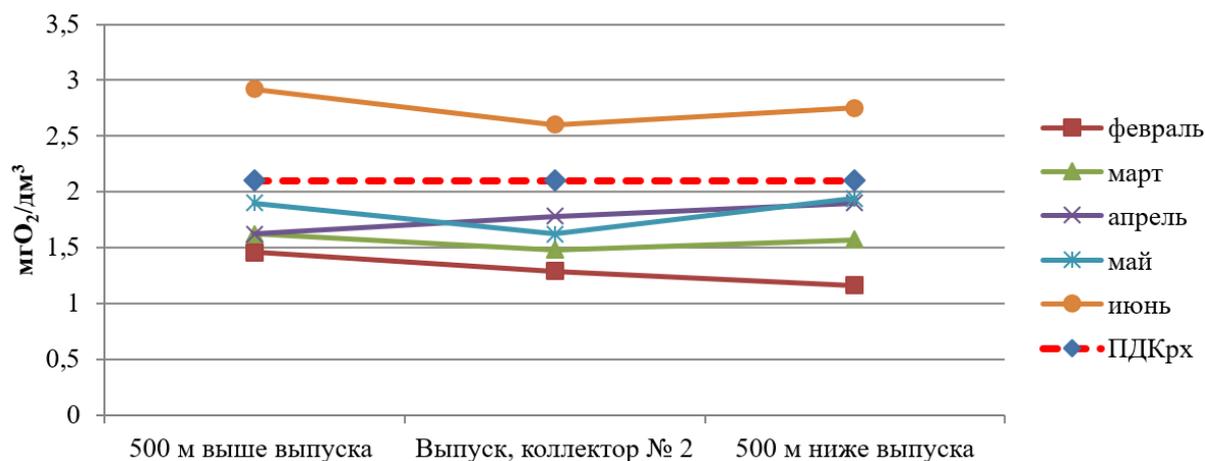


Рисунок 2 – Биохимическое потребление кислорода за 5 сут, 2022 г.

Figure 2 – Biochemical oxygen demand for 5 days, 2022

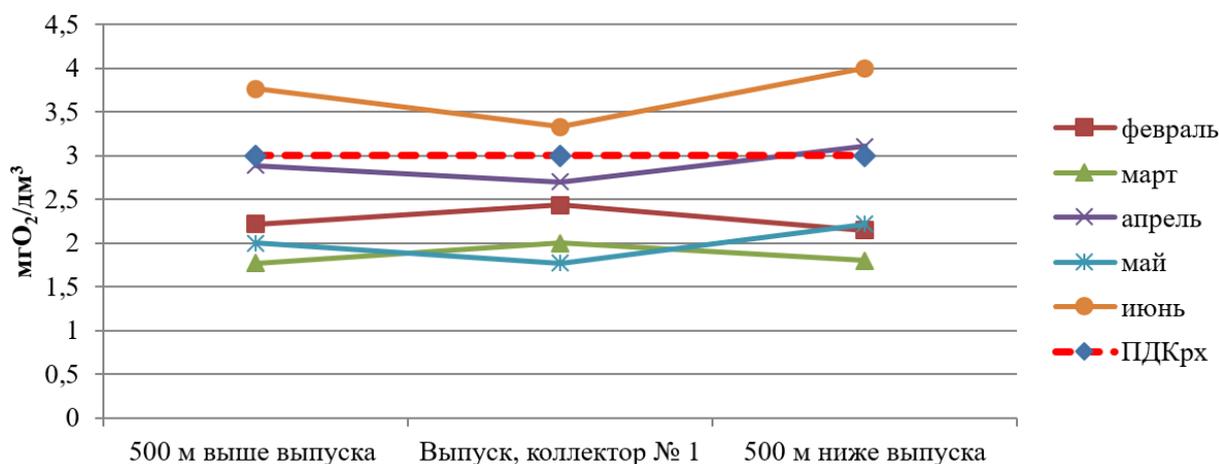


Рисунок 3 – Полное биохимическое потребление кислорода, 2022 г.

Figure 3 – Total biochemical oxygen demand, 2022

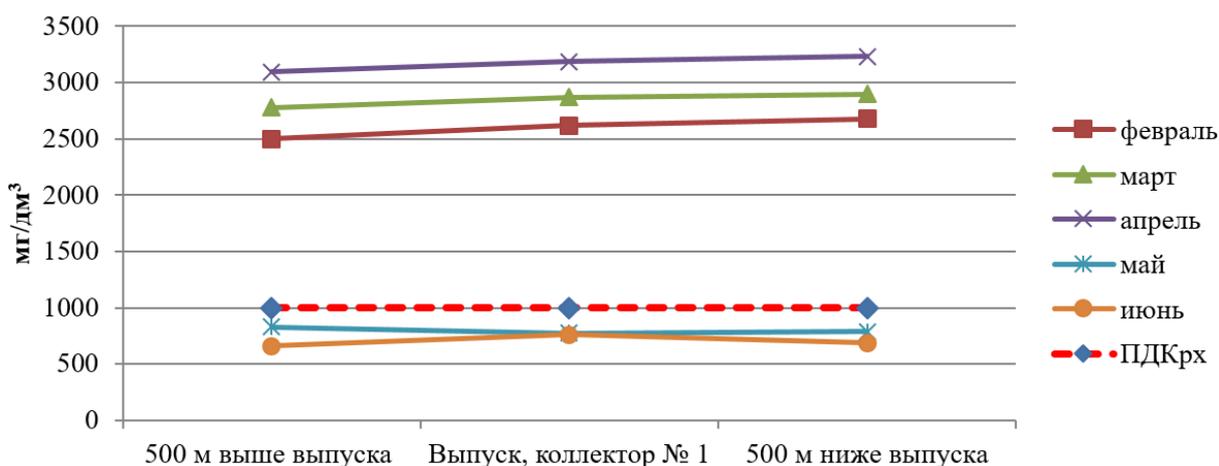


Рисунок 4 – Массовая концентрация сухого остатка, 2022 г.

Figure 4 – Mass concentration of dry residue, 2022

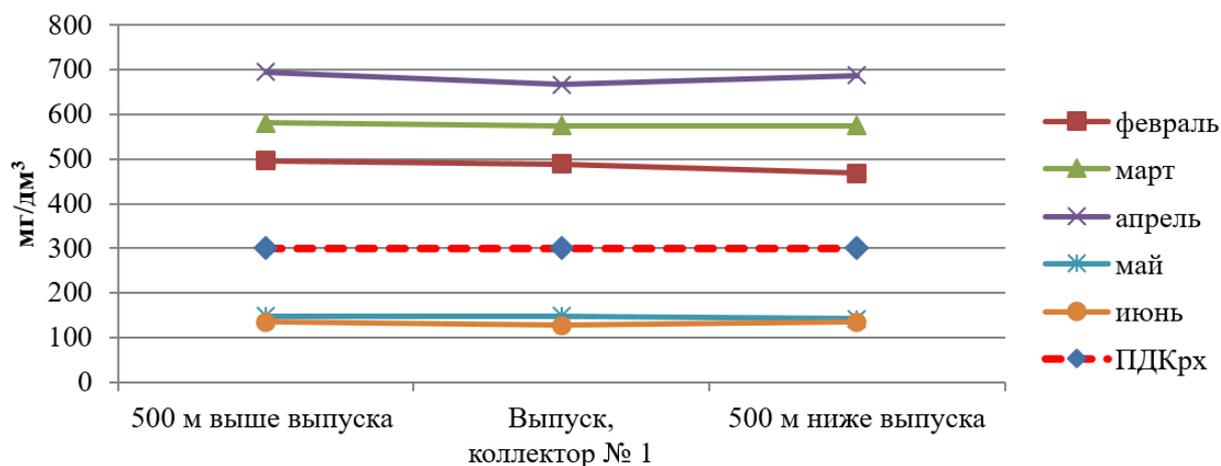


Рисунок 5 – Массовая концентрация хлоридов, 2022 г.

Figure 5 – Mass concentration of chloride, 2022

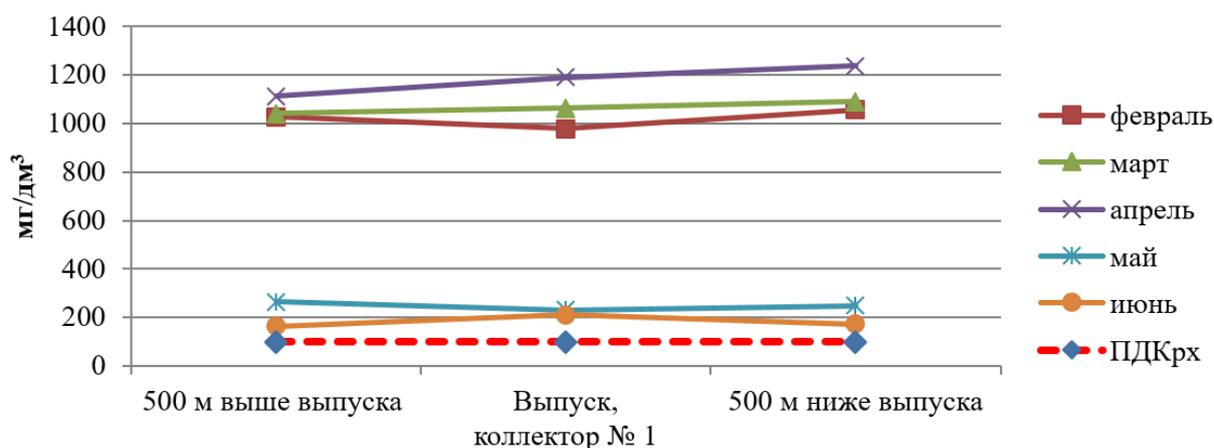


Рисунок 6 – Массовая концентрация сульфатов, 2022 г.

Figure 6 – Mass concentration of sulphates, 2022

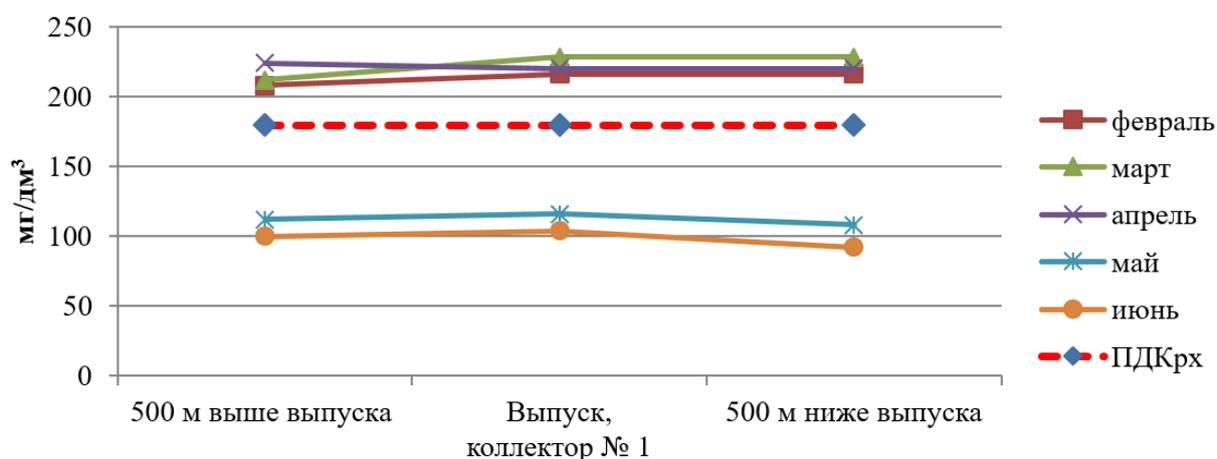


Рисунок 7 – Массовая концентрация кальция, 2022 г.

Figure 7 – Mass concentration of calcium, 2022

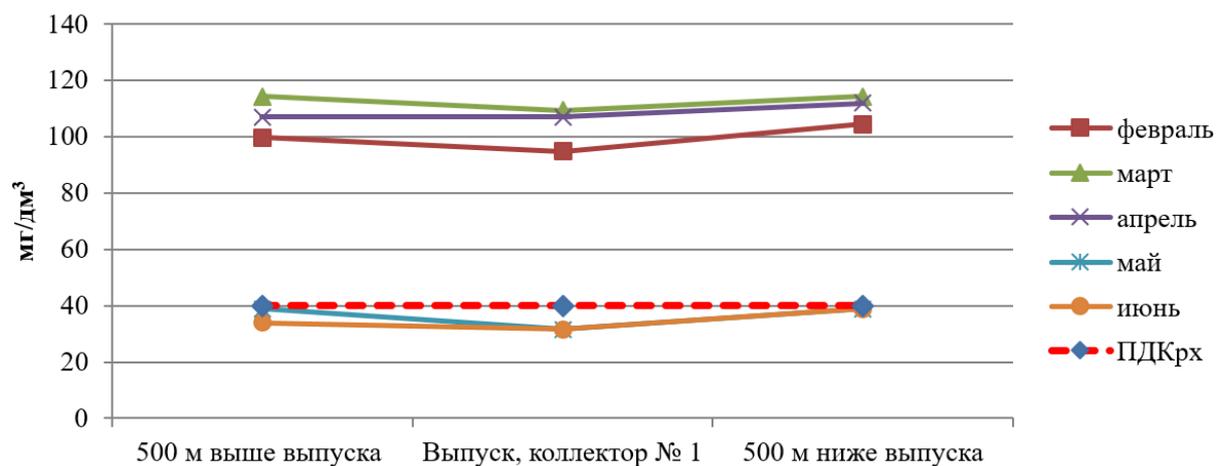


Рисунок 8 – Массовая концентрация магния, 2022 г.

Figure 8 – Mass concentration of magnesium, 2022

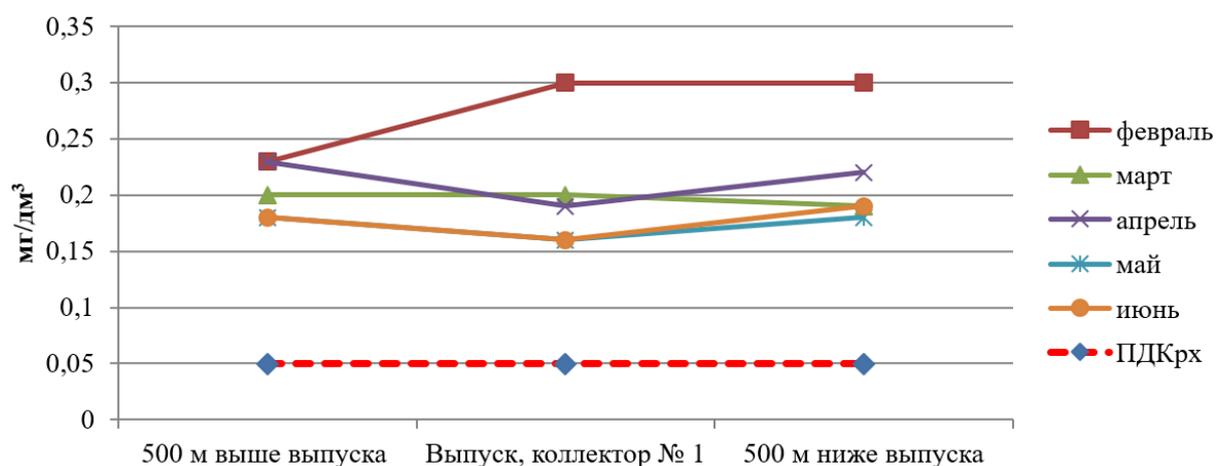


Рисунок 9 – Массовая концентрация фосфат-иона, 2022 г.

Figure 9 – Mass concentration of phosphate ion, 2022

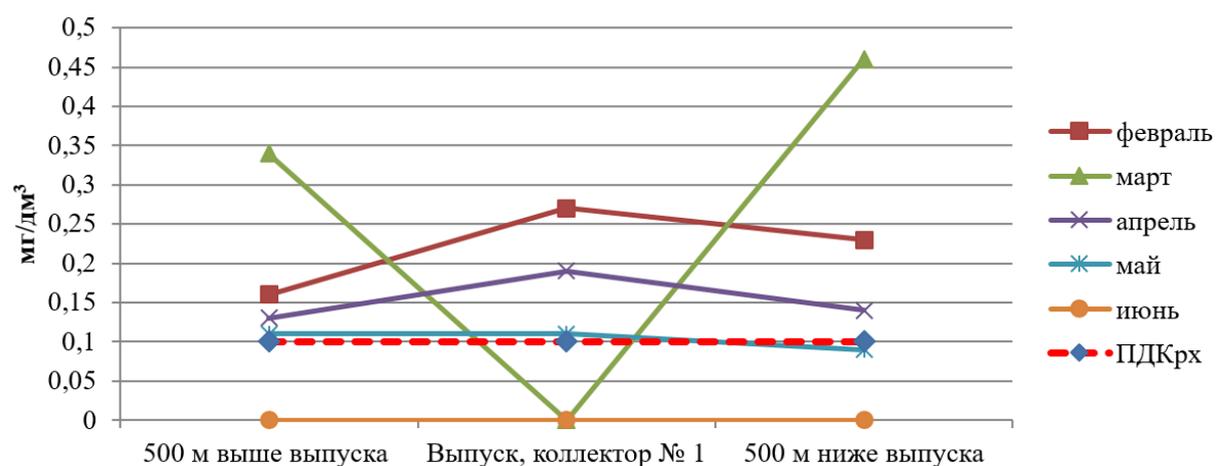


Рисунок 10 – Массовая концентрация железа общего, 2022 г.

Figure 10 – Mass concentration of common iron, 2022

Оценивая показатели качества дренажных вод с орошаемых земель восточной части Ростовской области, превышающие ПДК, отмечаем, что жесткость общая во всех точках отбора проб различается не более чем на 1–2 %, причем в выпуске коллектора она минимальна, что указывает на необходимость региональной корректировки норматива по этому показателю, согласно его фоновой концентрации. Показатели БПК₅ и БПК_{полн} в точке выпуска коллектора во все месяцы, кроме июня, меньше ПДК_{РХ}, а в июне хоть и превышают ПДК_{РХ}, тем не менее становятся на 13,2 % меньше, чем на 500 м выше точки выпуска коллектора, что указывает на необходимость региональной корректировки нормативов по этим показателям, согласно их фоновой концентрации. Наблюдается корреляция роста концентрации сухого остатка с расположением точек наблюдения: чем ниже по течению расположены точки наблюдения, тем выше концентрация сухого остатка, а это может означать лишь то, что на рост концентрации сухого остатка не влияют коллекторно-дренажные воды, а влияет лишь общая фоновая концентрация. Концентрация хлоридов на протяжении всего периода наблюдений в коллекторно-дренажных водах на 1–5 % меньше, чем на 500 м выше выпуска коллектора, а концентрация магния всегда в выпуске коллектора на 1–23 % ниже, чем в остальных исследованных точках отбора проб, что указывает на необходимость региональной корректировки нормативов по этим показателям, согласно их фоновой концентрации. Концентрация сульфатов в феврале и мае в коллекторно-дренажных водах на 5–15 % меньше, чем на 500 м выше выпуска коллектора, однако в остальные месяцы она на 2–30 % больше; концентрация кальция в точке выпуска коллектора лишь в апреле на 2 % меньше, чем на 500 м выше его выпуска, а в другие месяцы на 3–7 % больше, что указывает на необходимость разработки и организации способов и мероприятий для ее снижения. Концентрация фосфат-иона в выпуске коллектора в феврале на 23 % превышает фоновую, а в остальные месяцы ниже ее

на 12–21 %; железо общее в пробах из коллектора в марте и июне вообще не обнаружено, однако в феврале и апреле превышает фоновую концентрацию на 68 и 46 % соответственно, что указывает на необходимость продолжения исследований в данном направлении для достижения репрезентативных результатов.

Выводы. Качественный состав дренажных вод с орошаемых земель восточной части Ростовской области обладает широкой вариабельностью, однако следующие показатели: рН, гидрокарбонат, карбонат, нитрит- и нитрат-ионы; ионы: аммония, меди, хрома; фосфор фосфатов, цинк, взвешенные вещества, нефтепродукты, поверхностно-активные вещества, гербициды и инсектициды, не выходят за пределы ПДК_{РХ}. Концентрация сульфатов и кальция в коллекторно-дренажных водах почти всегда больше, чем в пробах, взятых на 500 м выше выпуска коллектора. Концентрация хлоридов и магния в выпуске коллектора всегда меньше соответствующих концентраций в пробах, взятых на 500 м выше выпуска коллектора. Показатели биохимического потребления кислорода в выпуске коллектора во все месяцы, кроме июня, меньше ПДК_{РХ}, а в июне хоть и превышают их, но остаются меньше, чем на 500 м выше точки выпуска коллектора. В связи с этим необходимо продолжить исследования в данном направлении для обоснования правомерности региональных корректировок ряда нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в соответствии с их фоновыми концентрациями, что позволит управлениям мелиорации земель и сельскохозяйственного водоснабжения снизить плату за негативное воздействие на водные объекты и исключить платежи за ущерб, причиненный водным объектам вследствие нарушения водного законодательства.

Список источников

1. Влияние антропогенных факторов на водные экосистемы / П. Я. Пукало, А. В. Базаева, А. В. Беспалый, М. А. Панчишный // Животноводство и ветеринарная медицина. 2020. № 3(38). С. 33–36. EDN: QYEEYR.
2. Заличева И. Н., Ганина В. С. Зональные факторы устойчивости пресноводных

экосистем к антропогенному загрязнению // Ученые записки Петрозаводского государственного университета. 2013. № 4(133). С. 14–19. EDN: QSWIQT.

3. Евтушенко Н. Ю., Хижняк М. И. Экологическое состояние водоемов рыбохозяйственного назначения // Биологический вестник Мелитопольского государственного педагогического университета имени Богдана Хмельницкого. 2013. № 3(9). С. 222–237. DOI: 10.7905/bbmspu.v0i3(6).544. EDN: RYCUZV.

4. Дурникин Д. А. Влияние природных и антропогенных факторов на гидрофильную флору водных экосистем юга Обь-Иртышского междуречья // Сибирский экологический журнал. 2010. Т. 17, № 4. С. 533–542. EDN: MVKBAF.

5. Конторович И. И. Дренажные воды с оросительных систем Волгоградской области // Плодородие. 2006. № 6(33). С. 31–32. EDN: HVVTZV.

6. New technical solutions for the development of drainage-irrigation systems for Non-Chernozem zone of Russia / V. A. Shevchenko, V. K. Gubin, L. V. Kudryavtseva, A. Yu. Alipichev // Agricultural Engineering. 2020. № 5(99). С. 32–37. DOI: 10.26897/2687-1149-2020-5-32-37. EDN: CIRRSC.

7. Кирейчева Л. В. Дренажные воды как альтернативные водные ресурсы для орошения // Мелиорация и водное хозяйство. 2018. № 4. С. 13–18. EDN: XYTKNN.

8. Дрововозова Т. И., Красовская Н. Н. Проблемы по установлению состава программы наблюдений по гидрохимическим показателям дренажных вод с орошаемых земель // Мелиорация и водное хозяйство. 2023. № 4. С. 19–23. DOI: 10.32962/0235-2524-2023-4-19-23. EDN: ZOFPFQ.

9. Дрововозова Т. И., Власов М. В., Манжина С. А. Оценка качества дренажных вод с оросительных систем Сибирского федерального округа // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2023. № 2(90). С. 113–120. EDN: QSWTUP.

10. Власов М. В., Куприянова С. В. К вопросу оценки качества дренажных вод с орошаемых земель юга Ростовской области // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия [Электронный ресурс]. 2023. Т. 91, № 3. С. 322–331. URL: <https://www.rosniipm-sm1.ru/article?n=259> (дата обращения: 15.02.2024). EDN: FYNYQL.

References

1. Pukalo P.Ya., Bazaeva A.V., Bepaly A.V., Panchishny M.A., 2020. *Vliyanie antropogennykh faktorov na vodnye ekosistemy* [The influence of anthropogenic factors on aquatic ecosystems]. *Zhivotnovodstvo i veterinarnaya meditsina* [Animal Husbandry and Veterinary Medicine], no. 3(38), pp. 33-36, EDN: QYEEYR. (In Russian).

2. Zalicheva I.N., Ganina V.S., 2013. *Zonal'nye faktory ustoychivosti presnovodnykh ekosistem k antropogennomu zagryazneniyu* [Zonal factors of freshwater ecosystems' resistance to anthropogenic pollution]. *Uchenye zapiski Petrozavodskogo gosudarstvennogo universiteta* [Scientific Notes of Petrozavodsk State University], no. 4(133), pp. 14-19, EDN: QSWIQT. (In Russian).

3. Evtushenko N.Yu., Khizhnyak M.I., 2013. *Ekologicheskoe sostoyanie vodoemov rybokhozyaystvennogo naznacheniya* [Ecological state of reservoirs for fishing]. *Biologicheskiy vestnik Melitopol'skogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta imeni Bogdana Khmel'nitskogo* [Biological Bulletin of Melitopol State Pedagogical University named after Bohdan Khmelnytsky], no. 3(9), pp. 222-237, DOI: 10.7905/bbmspu.v0i3(6).544, EDN: RYCUZV. (In Russian).

4. Durnikin D.A., 2010. *Vliyanie prirodnykh i antropogennykh faktorov na gidrofil'nuyu floru vodnykh ekosistem yuga Ob'-Irtyskogo mezhdurech'ya* [Influence of natural and anthropogenic factors on the hydrophilic flora of aquatic ecosystems in the southern part of the Ob-Irtysh interfluve]. *Sibirskiy ekologicheskiy zhurnal* [Siberian Ecological Journal], vol. 17, no. 4, pp. 533-542, EDN: MVKBAF. (In Russian).

5. Kontorovich I.I., 2006. *Drenazhnye vody s orositel'nykh sistem Volgogradskoy oblasti* [Drainage waters from irrigation systems of the Volgograd region]. *Plodorodie* [Fertility], no. 6(33), pp. 31-32, EDN: HVVTZV. (In Russian).

6. Shevchenko V.A., Gubin V.K., Kudryavtseva L.V., Alipichev A.Yu., 2020. New technical solutions for the development of drainage-irrigation systems for non-chernozem zone of Russia. *Agricultural Engineering*, no. 5(99), pp. 32-37, DOI: 10.26897/2687-1149-2020-5-32-37, EDN: CIRRSK.

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

8. Drovovozova T.I., Krasovskaya N.N., 2023. *Problemy po ustanovleniyu sostava programmy nablyudeniy po gidrokhimicheskim pokazatelyam drenazhnykh vod s oroshaemykh zemel'* [Problems in establishing the composition of the observation program for hydrochemical indicators of drainage waters from irrigated lands]. *Melioratsiya i vodnoe khozyaystvo* [Land Reclamation and Water Management], no. 4, pp. 19-23, DOI: 10.32962/0235-2524-2023-4-19-23, EDN: ZOPPFQ. (In Russian).

9. Drovovozova T.I., Vlasov M.V., Manzhina S.A., 2023. *Otsenka kachestva drenazhnykh vod s orositel'nykh sistem Sibirskogo federal'nogo okruga* [Assessment of drainage water quality from irrigation systems of the Siberian Federal District]. *Puti povysheniya effektivnosti oroshaemogo zemledeliya* [Ways of Increasing the Efficiency of Irrigated Agriculture], no. 2(90), pp. 113-120, EDN: QSWTUP. (In Russian).

10. Vlasov M.V., Kupriyanova S.V., 2023. [On issue of assessing the drainage water quality from irrigated lands in the south of Rostov region]. *Puti povysheniya effektivnosti oroshaemogo zemledeliya*, vol. 91, no. 3, pp. 322-331, available: <https://www.rosniipm-sm1.ru/article?n=259> [assessed 15.02.2024], EDN: FYNYQL. (In Russian).

Информация об авторе

М. В. Власов – ведущий научный сотрудник, кандидат физико-математических наук, Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск, Российская Федерация, m_vlasov@bk.ru, AuthorID: 632423, ORCID ID: 0000-0002-9103-1958.

Information about the author

M. V. Vlasov – Leading Researcher, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novocherkassk, Russian Federation, m_vlasov@bk.ru, AuthorID: 632423, ORCID ID: 0000-0002-9103-1958.

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

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

*Статья поступила в редакцию 06.03.2024; одобрена после рецензирования 19.03.2024; принята к публикации 01.04.2024.
The article was submitted 06.03.2024; approved after reviewing 19.03.2024; accepted for publication 01.04.2024.*