

РОЛЬ МЕЛИОРАЦИИ И ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА В ОБЕСПЕЧЕНИИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Научная статья

УДК 631.674.3

К вопросу оценки качества дренажных вод с орошаемых земель Калужской 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 анализа гидрохимических показателей качества поверхностных и подземных природных вод, а также коллекторно-дренажных вод с оросительных систем Калужской области с целью установления корреляции содержания в них загрязняющих веществ. **Материалы и методы.** Материалы для исследований взяты с информационного портала Всероссийского научно-исследовательского института систем орошения и сельхозводоснабжения «Радуга», а также предоставлены федеральным государственным бюджетным учреждением «Управление мелиорации земель и сельскохозяйственного водоснабжения по Калужской области», осуществляющим сброс дренажных вод в природные водные объекты с осушительных и оросительных систем, находящихся в его оперативном управлении. **Результаты.** Массовая концентрация железа в водах, сбрасываемых в р. Жиздру и Оку, превышает нормативы качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения в 4,3 и 2,1 раза соответственно, однако она в 1,3 и 1,05 раза меньше фоновой концентрации железа в этих реках. Массовая концентрация сульфатов в дренажно-сбросных водах меньше норматива в 4,3 и 2,6 раза, а в природной воде она в 1,3 и 1,6 раза больше. Поэтому дренажно-сбросные воды по перечисленным показателям не ухудшают качество природной воды р. Жиздры и Оки. Концентрация полифосфатов и БПК₅ в сбрасываемых водах превышают не только нормативы качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, но и соответствующие показатели природных вод, что указывает на необходимость планирования и проведения природоохранных мероприятий и мероприятий инженерно-экологической защиты рек, позволяющих снизить концентрацию полифосфатов и БПК₅. **Выводы:** на всех наблюдаемых водных объектах Калужской области средняя концентрация железа, полифосфатов и БПК₅ превышают нормативы качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, поэтому при планировании сельскохозяйственной деятельности и проведении водоохранных мероприятий именно на эти показатели необходимо обращать особое внимание.

Ключевые слова: дренажно-сбросные воды, оросительные системы, качественные показатели дренажно-сбросных вод, качественные показатели поверхностных 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, 19 февраля 2025 г.).

Для цитирования: Власов М. В. К вопросу оценки качества дренажных вод с орошаемых земель Калужской области // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2025. Т. 95, № 1. С. 197–210.

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

Original article

On issue of assessing the drainage water quality from irrigated lands in Kaluga 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 analyze hydrochemical indicators of surface and underground natural waters quality, as well as collector-drainage waters from irrigation systems in Kaluga Region in order to establish a correlation between the content of pollutants in them. **Materials and methods.** The research materials were taken from the information portal of the All-Russian Research Institute of Irrigation Systems and Agricultural Water Supply “Raduga” and provided by the Federal State Budgetary Institution “Land Reclamation and Agricultural Water Supply Department for the Kaluga Region”, which discharges drainage waters into natural water bodies from drainage and irrigation systems under its operational management. **Results.** The mass concentration of iron in the waters discharged into the Zhizdra and Oka rivers exceeds the water quality standards for water bodies of fishery importance by 4.3 and 2.1 times, respectively, but it is 1.3 and 1.05 times less than the background concentration of iron in these rivers. The mass concentration of sulfates in drainage and waste water is 4.3 and 2.6 times lower than the standard, while in natural water it is 1.3 and 1.6 times higher. Therefore, drainage and waste water do not worsen the quality of natural water in the Zhizdra and Oka rivers according to the listed indicators. The concentration of polyphosphates and BOD₅ in discharged waters exceeds not only the water quality standards for water bodies of fishery importance, but also the corresponding indicators of natural waters, which indicates the need for planning and implementing environmental measures and engineering and environmental protection measures for rivers that can reduce the concentration of polyphosphates and BOD₅. **Conclusions:** in all observed water bodies of the Kaluga Region, the average concentration of iron, polyphosphates and BOD₅ exceeds the water quality standards for water bodies of fishery importance, therefore, when planning agricultural activities and implementing water protection measures, it is these indicators that need special attention.

Keywords: drainage and waste water, irrigation systems, quality indicators of drainage and waste water, quality indicators of surface 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 19, 2025).

For citation: Vlasov M. V. On issue of assessing the drainage water quality from irrigated lands in Kaluga region. *Ways of Increasing the Efficiency of Irrigated Agriculture*. 2025;95(1):197–210. (In Russ.).

Введение. В современных геополитических условиях, после введения ограничительных экономических мер в отношении нашей страны, одним из ключевых направлений повышения продовольственной безопасно-

сти является наращивание темпов сельскохозяйственного производства [1]. Вместе с этим необходимо стремиться к минимизации отрицательных последствий использования земельных и водных ресурсов, поэтому для исследования отрицательного воздействия сельскохозяйственной деятельности на природные водные объекты возникает необходимость перманентного мониторинга как естественных водотоков, так и оказывающих на них влияние гидромелиоративных систем.

Регистрация воздействия отводимых с мелиоративных систем вод осуществляется в соответствии с «Положением об осуществлении государственного мониторинга водных объектов», утвержденным Постановлением Правительства РФ от 10 апреля 2007 г. № 219¹. Согласно этому положению, мониторинг включает в себя, помимо сбора информации о состоянии водных объектов, наблюдения «за водохозяйственными системами, в том числе за гидротехническими сооружениями, а также за объемом вод при водопотреблении и сбросе вод, в том числе сточных, в водные объекты». Все необходимые методические указания и инструктивные материалы по вопросам осуществления всех видов мониторинга состояния компонентов окружающей среды и антропогенного воздействия на них утверждаются Министерством природных ресурсов и экологии Российской Федерации.

Известно, что к нормативам качества вод относят химические, физические и биологические, которые содержат перечень требований к составу и свойствам поверхностных вод для различных видов водопользования. Как показывает анализ публикаций [2–5], нормативно-правовой и методической документации, перечень регламентируемых и контролируемых показателей приведен для природных и оросительных вод, причем состав по-

¹Об 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.

казателей качества вод и концентрация загрязняющих веществ в природных водных объектах регламентируются экологическими требованиями, разработанными в соответствии с назначением использования водных объектов и приведенными: для нужд населения – в СанПиН 1.2.3685-21², для рыбохозяйственных нужд – в Приказе Минсельхоза России от 13 декабря 2016 г. № 552³, которые и определяют предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ, вместе с тем для сбросных коллекторно-дренажных вод такой перечень отсутствует.

Отсутствие единых требований, предъявляемых к данной категории вод, препятствует сохранению благоприятной окружающей среды и природно-ресурсного потенциала, особенно в части сохранения природных водных объектов, и, как следствие, обеспечению потребностей объектов агропромышленного комплекса в качественных водных ресурсах [6–8].

Особенно резко негативное влияние хозяйственной деятельности сказывается на состоянии малых рек, часть из которых превратилась в сточные канавы, многие из малых рек заросли, обмелели, русла их в значительной степени утратили пропускную и дренирующую способность [9, 10]. Для охраны водных объектов, предотвращения их загрязнения и засорения устанавливаются в соответствии с законодательством Российской Федерации согласованные с органами, осуществляющими федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор, нормативы предельно допустимых вредных воздействий на водные объекты, нормативы пре-

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 Рос. Федерации 28.01.21: введ. в действие с 01.03.21. Доступ из ИС «Техэксперт: 6 поколение» Интранет.

³Об 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 10 марта 2020 г. Доступ из ИС «Техэксперт: 6 поколение» Интранет.

дельно допустимых сбросов химических, биологических веществ и микроорганизмов в водные объекты⁴.

Материалы и методы. Материалы для исследований были предоставлены ФГБУ «Управление «Калугамелиоводхоз», которое осуществляет сброс дренажных вод (почвенно-грунтовых и поверхностных (ливневых или талых) вод) в природные водные объекты с осушительных и оросительных систем, находящихся в оперативном управлении учреждения.

Результаты и обсуждения. Согласно данным информационного портала ФГБНУ ВНИИ «Радуга»⁵, по состоянию на 2023 г. проектная площадь орошаемых земель в Калужской области составляет 2,23 тыс. га. Фактическая площадь сельхозугодий, обслуживаемая оросительными системами, составляет 2,23 тыс. га, из них 734 га находятся в неудовлетворительном состоянии. По причине неисправности оросительных систем не поливалось 2,23 тыс. га. Согласно данным о мелиоративном состоянии сельхозугодий, засолений нет. Фактический износ по балансу составляет 85 %, оценка технического состояния – ограниченно работоспособное. Дата последней реконструкции 1999 г. Обеспеченность машинами и механизмами – 75 %. Согласно данным, предоставленным ФГБУ «Управление «Калугамелиоводхоз», дренажно-сбросные воды с оросительных систем, находящихся в оперативном управлении ФГБУ «Управление «Калугамелиоводхоз», поступают в следующие природные водные объекты (рисунок 1):

- в р. Лохову, являющуюся притоком р. Ресеты, которая впадает в р. Жиздру;
- в р. Жиздру, являющуюся левым притоком р. Оки;
- в р. Оку.

⁴О порядке рассмотрения заявок на получение комплексных экологических разрешений, выдачи, пересмотра, отзыва комплексных экологических разрешений и внесения в них изменений [Электронный ресурс]: Постановление Правительства Рос. Федерации от 4 авг. 2022 г. № 1386. Доступ из ИС «Техэксперт: 6 поколение» Интранет.

⁵Мелиоративные системы и гидротехнические сооружения // Информационный портал ФГБНУ ВНИИ «Радуга» [Электронный ресурс]. URL: <https://inform-raduga.ru/gts> (дата обращения: 10.02.2025).



Рисунок 1 – Наиболее крупные реки Калужской области
Figure 1 – The largest rivers in Kaluga region

Остальные мелиоративные системы Калужской области являются осушительными, перераспределяющими природный сток воды и обеспечивающими его отвод.

Ниже приведены усредненные результаты многолетних исследований качественного состава проб природных и дренажно-сбросных вод с оросительных систем Калужской области, которые условно можно разбить на две репрезентативные выборки, характеризующие р. Жиздру с коллектором № 1 и р. Оку с коллектором № 2. Положительным результатом многолетних исследований поверхностных и дренажно-сбросных вод Калужской области в зоне влияния гидротехнических сооружений является то,

что такие гидрохимические показатели, как общая минерализация (сухой остаток), нефтепродукты (суммарно), поверхностно активные вещества, азот аммонийный, нитрит-анион, нитрат-анион, хлориды и химическое потребление кислорода, не превышают $\text{ПДК}_{\text{рх}}$ загрязняющих компонентов.

На рисунках 2–5 приведены усредненные за период с 2020 по 2023 г. значения концентраций загрязняющих веществ, превышающие нормативы качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения ($\text{ПДК}_{\text{рх}}$)³, обнаруженные в пробах воды из р. Жиздры и (или) дренажно-сбросных вод в точке сброса (коллекторе № 1) с оросительной системы, которые дополнительно сравнивались со средним уровнем загрязненности воды ($X_{\text{ср.}}$) в данном пункте, на участке и в бассейне реки, определенным Федеральной службой по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды⁶. Анализируя результаты анализа исследуемых вод, можно сделать вывод о том, что показатели качества дренажно-сбросных вод, за исключением представленных на рисунках 2–5: железо, сульфат-анионы, полифосфаты и БПК₅, не превышают $\text{ПДК}_{\text{рх}}$ загрязняющих компонентов.

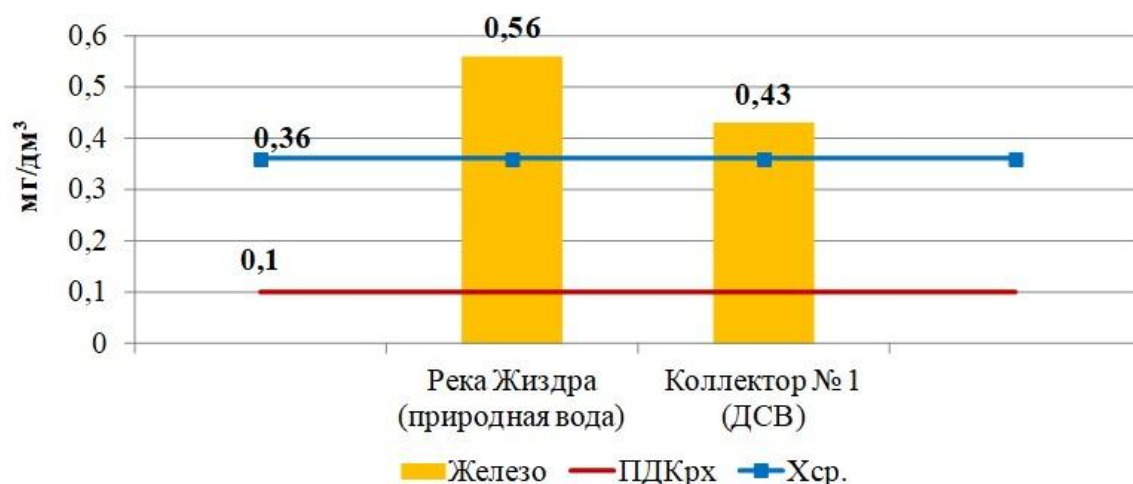


Рисунок 2 – Массовая концентрация железа
Figure 2 – Iron mass concentration

⁶Качество поверхностных вод Российской Федерации. Ежегодник. 2021 [Электронный ресурс] / гл. ред. М. М. Трофимчук. Ростов н/Д., 2022. 619 с. URL: https://gidrohim.com/sites/default/files/Ежегодник%202021_1.pdf (дата обращения: 11.02.2025).



Рисунок 3 – Массовая концентрация полифосфатов

Figure 3 – Polyphosphates mass concentration

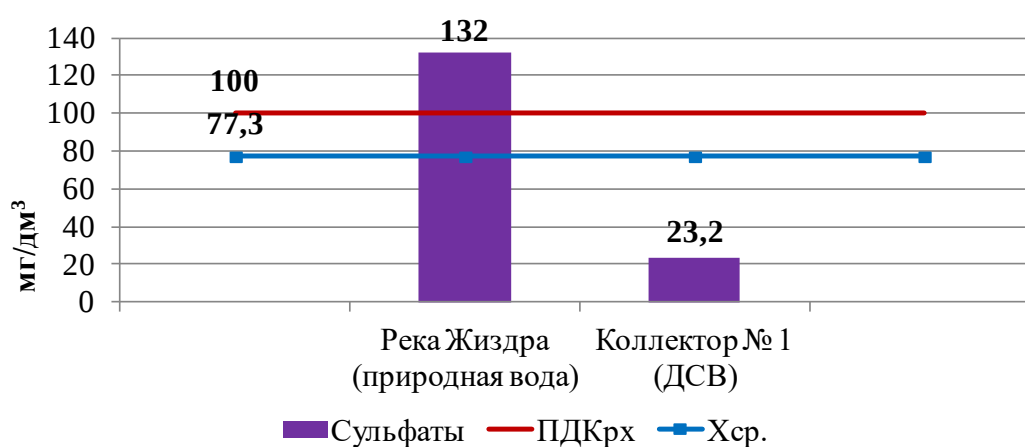


Рисунок 4 – Массовая концентрация сульфатов

Figure 4 – Sulfates mass concentration

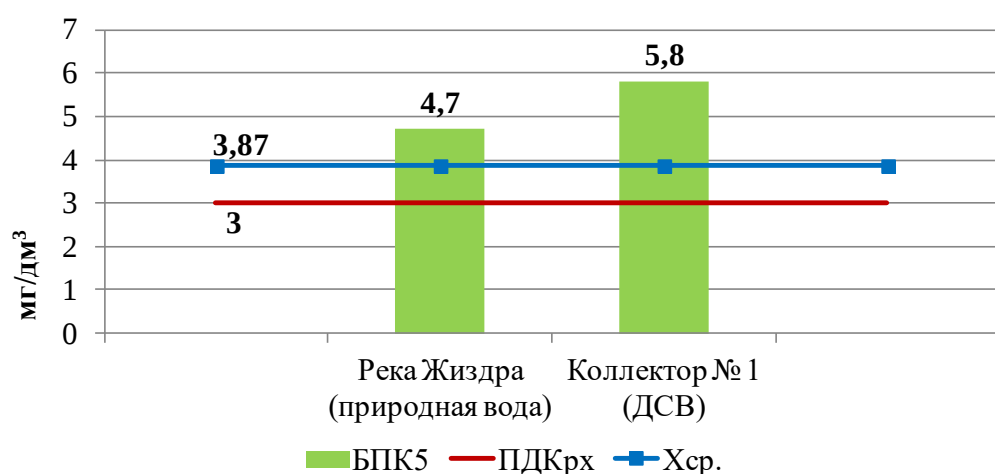


Рисунок 5 – Биохимическое потребление кислорода за 5 суток

Figure 5 – Biochemical oxygen consumption for 5 days

Важно обратить внимание на следующую сложившуюся ситуацию: массовая концентрация железа в дренажно-сбросных водах (коллекторе № 1)

превышает ПДК_{рх} в 4,3 раза, однако она в 1,3 раза меньше массовой концентрации железа в водоприемнике – природной воде (р. Жиздре), в которой превышение ПДК_{рх} по данному показателю составляет 5,6 раза. Массовая концентрация полифосфатов в дренажно-сбросных водах превышает ПДК_{рх} в 1,6 раза, однако она в 2,2 раза меньше массовой концентрации полифосфатов в природной воде, в которой превышение ПДК_{рх} по данному показателю составляет 3,4 раза. Массовая концентрация сульфатов в дренажно-сбросных водах меньше ПДК_{рх} в 4,3 раза, а в природной воде она в 1,3 раза больше. Поэтому дренажно-сбросные воды по перечисленным показателям не ухудшают качество природной воды бассейна р. Жиздры. Вместе с тем в пробах природной воды БПК₅ больше ПДК_{рх} в 1,6 раза, в пробах дренажно-сбросных вод БПК₅ больше ПДК_{рх} в 1,9 раза и в 1,2 раза больше, чем БПК₅ природной воды, что указывает на необходимость планирования и проведения природоохранных мероприятий и мероприятий инженерно-экологической защиты р. Жиздры, позволяющих снизить БПК₅ в зоне влияния коллектора № 1.

На рисунках 6–9 приведены усредненные за период с 2020 по 2023 г. значения концентраций загрязняющих веществ, превышающих ПДК_{рх}, обнаруженные в пробах дренажно-сбросных вод из коллектора № 2 и пробах поверхностных вод р. Оки – водоприемника этих дренажно-сбросных вод.

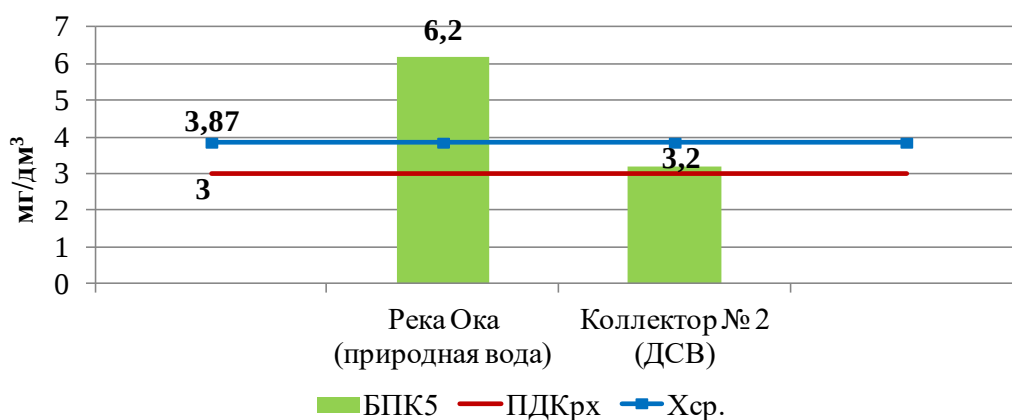


Рисунок 6 – Биохимическое потребление кислорода за 5 суток
Figure 6 – Biochemical oxygen consumption for 5 days

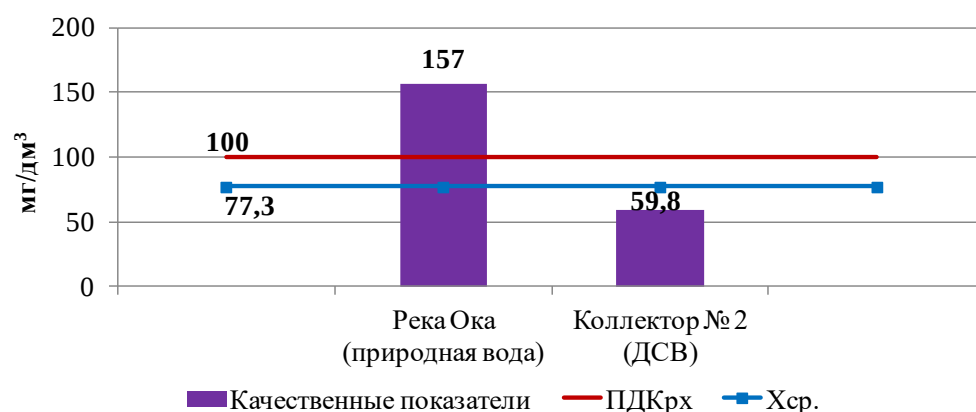


Рисунок 7 – Массовая концентрация сульфатов

Figure 7 – Mass concentration of sulphates

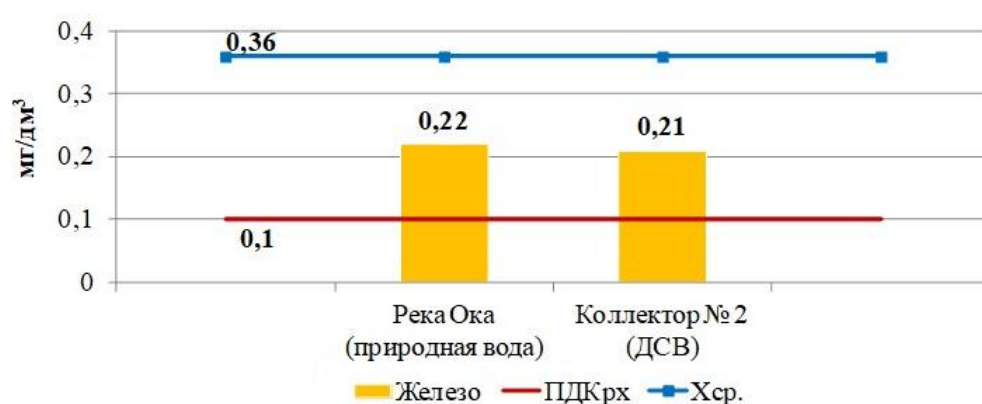


Рисунок 8 – Массовая концентрация железа

Figure 8 – Mass concentration of iron

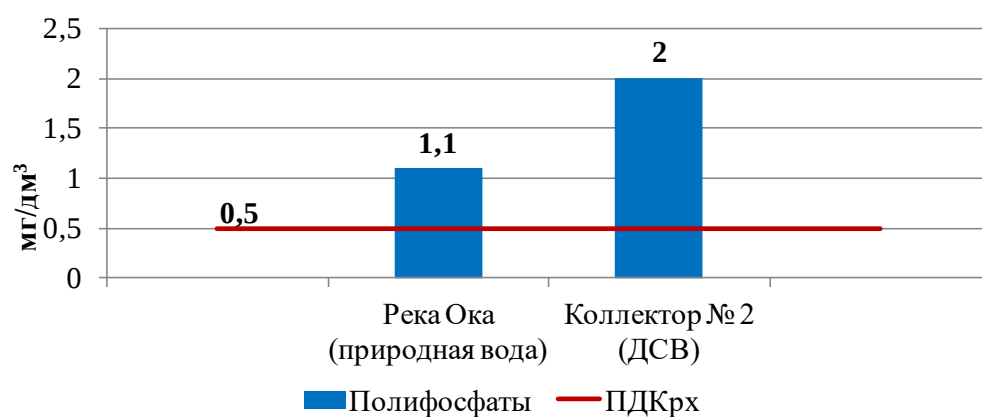


Рисунок 9 – Массовая концентрация полифосфатов

Figure 9 – Mass concentration of polyphosphates

Сравнительный анализ качественных показателей исследуемых вод показал, что БПК₅ в коллекторе № 2 хоть и превышает ПДК_{рх} в 1,1 раза, но меньше, чем в р. Оке, в 1,9 раза и в 1,2 раза меньше среднего уровня загрязненности по данному показателю вод на рассматриваемом участке

речного бассейна. Массовая концентрация сульфатов в дренажно-сбросных водах в 2,6 раза меньше, чем в природной воде, концентрация сульфатов в которой превышает ПДК_{рх} в 1,6 раза. Массовая концентрация железа в коллекторе № 2 хоть и превышает ПДК_{рх} в 2,1 раза, но меньше, чем в р. Оке, в 1,05 раза и в 1,7 раза меньше среднего уровня загрязненности по данному показателю вод бассейна р. Оки. Это указывает на то, что дренажно-сбросные воды, поступающие из коллектора № 2 в р. Оку, по показателям БПК₅, концентрации железа и сульфатов не ухудшают указанные фоновые показатели бассейна р. Оки. Вместе с тем массовая концентрация полифосфатов в пробах дренажно-сбросных вод в 4 раза больше ПДК_{рх} и в 1,8 раза больше, чем в пробах природных вод, что указывает на необходимость планирования и проведения природоохранных мероприятий и мероприятий инженерно-экологической защиты р. Оки, позволяющих снизить концентрацию полифосфатов в зоне влияния коллектора № 2.

Важным является и то, что на большей части территории Калужской области качество подземных вод не соответствует требованиям СанПиН 1.2.3685-21² по концентрации железа, фтора, бора, кремния, марганца, лития и стронция. Это несоответствие является природным, наблюдается с начала эксплуатации мелиоративных систем и по настоящее время, при этом значения показателей качества подземных вод достаточно стабильны по годам, с незначительным размахом гостируемых показателей.

Выводы. На всех наблюдаемых водных объектах Калужской области средняя концентрация железа и полифосфатов и БПК₅ превышают предельно допустимые. Общий анализ результатов мониторинга качества поверхностных вод позволяет сделать вывод о том, что при планировании сельскохозяйственной деятельности, проведении водоохранных мероприятий особое внимание необходимо уделять веществам, вносящим наибольший вклад в загрязнение водных объектов области: железу, полифосфатам, фтору, бору, кремнию, марганцу, литию и стронцию.

Водные ресурсы Калужской области России представляют собой совокупность большого числа водных объектов, требующих рационально действующей системы управления водным хозяйством региона, которая (посредством долгосрочного программно-целевого планирования и с учетом всех видов водопользования) должна осуществлять:

- контроль природных и антропогенных рисков загрязнения водных объектов;
- реабилитацию водных объектов посредством повышения качества воды за счет уменьшения и полного прекращения сброса вредных веществ в них;
- использование замкнутых циклов сельскохозяйственного водопользования с изъятием загрязняющих веществ;
- обеспечение четкого разделения обязанностей между государственными органами и водопользователями;
- планирование и регулирование различных видов водопользования;
- разработку научно обоснованной концепции экономически эффективного и экологически безопасного водопользования;
- совершенствование научного, нормативного и законодательного обеспечения дальнейшего развития водного хозяйства Калужской области.

Список источников

1. Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации. М.: Росинформагротех, 2020. 23 с.
2. Буйюктуна А. Н. Предоставление водного объекта в пользование, как одна из функций государственного управления водными ресурсами: правовое регулирование и анализ судебной практики // Право и экономика в современных реалиях: сб. ст. по результатам I Междунар. конф. М., 2023. С. 30–37. EDN: UDLMEP.
3. Ворохобин И. С. Состояние правового регулирования использования и охраны поверхностных пресноводных объектов в Российской Федерации и задачи прокурорского надзора за исполнением законов в данной сфере // Ученые записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского. Юридические науки. 2018. Т. 4(70), № 1. С. 88–99. EDN: XRTVAL.
4. Манжина С. А. Формирование системы наблюдений за водными объектами в зонах влияния сельскохозяйственного производства (на примере Ростовской области) // Чистая вода России – 2021: сб. материалов XVI Междунар. науч.-практ. симп. и выставки. Екатеринбург, 2021. С. 112–116. EDN: XUZDCJ.

5. Сухомлинова А. Г., Францева Т. П. Оценка воздействия сельскохозяйственного производства на поверхностные и грунтовые воды: монография / Куб. гос. аграр. ун-т. Краснодар, 2024. 151 с. EDN: MDFMAC.

6. Макеев И. А. Правовое регулирование охраны водных ресурсов в Российской Федерации // Научные исследования студентов и учащихся: сб. ст. II Междунар. науч.-практ. конф. Пенза, 2021. С. 114–116. EDN: SQMDPP.

7. Шевченко И. В., Росликов С. В. Правовое регулирование использования природных ресурсов в Российской Федерации // Роль аграрной науки в устойчивом развитии сельских территорий: сб. VIII Всерос. (нац.) науч. конф. с междунар. участием. Новосибирск, 2023. С. 941–945. EDN: CPOGOL.

8. Кадомцева М. Е. Проблемы экологизации российского аграрного производства // Стратегия развития экономики Беларуси: вызовы, инструменты реализации и перспективы: сб. науч. ст. Междунар. науч.-практ. конф. Минск, 2023. С. 181–186. EDN: GRWGBM.

9. Байраков И. А. Влияние основных видов хозяйственной деятельности на ландшафты Чеченской Республики и пути оптимизации природопользования // Экономический вестник Ростовского государственного университета. 2008. Т. 6, № 1-2. С. 28–34. EDN: PLTNVF.

10. Рзаев М. А. Проблемы охраны вод от негативного воздействия орошаемого земледелия и пути их решения в аридных зонах // Водные ресурсы. 2017. Т. 44, № 1. С. 103–112. DOI: 10.7868/S032105961701014X. EDN: XRBVHZ.

References

1. *Doktrina prodovol'stvennoy bezopasnosti Rossiyskoy Federatsii* [Doctrine of Food Security of the Russian Federation]. Moscow, Rosinformagrotech Publ., 2020, 23 p. (In Russian).

2. Buyuktuna A.N., 2023. *Predostavlenie vodnogo ob"ekta v pol'zovanie, kak odna iz funktsiy gosudarstvennogo upravleniya vodnymi resursami: pravovoe regulirovanie i analiz sudebnoy praktiki* [Provision of a water body for use as one of the functions of state water resources management: legal regulation and analysis of judicial practice]. *Pravo i ekonomika v sovremennykh realiyakh: sb. st. po rezul'tatam I Mezhdunarodnoy konferentsii* [Law and Economics in Modern Realities: Coll. Art. Based on the Results of the I International Conference]. Moscow, pp. 30-37, EDN: UDLMEP. (In Russian).

3. Vorokhobin I.S., 2018. *Sostoyanie pravovogo regulirovaniya ispol'zovaniya i okhrany poverkhnostnykh presnovodnykh ob"ektov v Rossiyskoy Federatsii i zadachi prokurorskogo nadzora za ispolneniem zakonov v dannoy sfere* [Legal regulation of execution and protection of surface freshwater bodies in the Russian Federation and the tasks of prosecution supervision over the implementation of laws in this sphere]. *Uchenye zapiski Krymskogo federal'nogo universiteta imeni V. I. Vernadskogo. Yuridicheskie nauki* [Scientific Notes of the V.I. Vernadsky Crimean Federal University. Juridical Sciences], vol. 4(70), no. 1, pp. 88-99, EDN: XRTVAL. (In Russian).

4. Manzhina S.A., 2021. *Formirovanie sistemy nablyudeniy za vodnymi ob"ektami v zonakh vliyaniya sel'skokhozyaystvennogo proizvodstva (na primere Rostovskoy oblasti)* [Formation of a system of observing water bodies in agricultural influence zones (on the example of Rostov region)]. *Chistaya voda Rossii – 2021: sb. materialov XVI Mezhdunar. nauch.-prakt. simp. i vystavki* [Clean Water of Russia – 2021: Proceed. of the XVI International Scientific-Practical Symp. and Exhibition]. Ekaterinburg, pp. 112-116, EDN: XUZDCJ. (In Russian).

5. Sukhomlinova A.G., Frantseva T.P., 2024. *Otsenka vozdeystviya sel'skokhozyaystvennogo proizvodstva na poverkhnostnye i gruntovye vody: monografiya* [Assessment of the impact of agricultural production on surface and groundwater: monograph]. Kuban State Agrarian University, Krasnodar, 151 p., EDN: MDFMAC. (In Russian).

6. Makeev I.A., 2021. *Pravovoe regulirovanie okhrany vodnykh resursov v Rossii-*

skoy Federatsii [Legal regulation of water protection in the Russian Federation]. *Nauchnye issledovaniya studentov i uchashchikhsya: sb. st. II Mezhdunarodnoy nauch.-prakt. konferentsii* [Scientific Research of Students and Pupils: Proceed. of the II International Scientific-Practical Conference]. Penza, pp. 114-116, EDN: SQMDPP. (In Russian).

7. Shevchenko I.V., Roslikov S.V., 2023. *Pravovoe regulirovanie ispol'zovaniya prirodnikh resursov v Rossiyskoy Federatsii* [Legal regulation of the use of natural resources in the Russian Federation]. *Rol' agrarnoy nauki v ustoychivom razvitii sel'skikh territoriy: sb. VIII Vserossiyskoy (nats.) nauchnoy konferentsii s mezhdunar. uchastiem* [The Role of Agricultural Science in Sustainable Development of Rural Areas: Proceed. of the VIII All-Russian (National) Scientific Conference with International Participation]. Novosibirsk, pp. 941-945, EDN: CPOGOL. (In Russian).

8. Kadomtseva M.E., 2023. *Problemy ekologizatsii rossiyskogo agrarnogo proizvodstva* [Problems of the Russian agricultural green production]. *Strategiya razvitiya ekonomiki Belarusi: vyzovy, instrumenty realizatsii i perspektivy: sb. nauch. st. Mezhdunarodnoy nauch.-prakt. konferentsii* [Strategy for the Development of the Economy of Belarus: Challenges, Implementation Tools and Prospects: Proceed. of the International Scientific and Practical Conference]. Minsk, pp. 181-186, EDN: GRWGBM. (In Russian).

9. Bairakov I.A., 2008. *Vliyanie osnovnykh vidov khozyaystvennoy deyatel'nosti na landshafty Chechenskoy Respubliki i puti optimizatsii prirodopol'zovaniya* [The impact of the main types of economic activity on the landscapes of the Chechen republic and the ways of optimizing nature management]. *Ekonomicheskiy vestnik Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta* [Economic Herald of Rostov State University], vol. 6, no. 1-2, pp. 28-34, EDN: PLTNVF. (In Russian).

10. Rzayev M.A., 2017. *Problemy okhrany vod ot negativnogo vozdeystviya oroshayemogo zemledeliya i puti ikh resheniya v aridnykh zonakh* [Problems of water protection against adverse impact of irrigated agriculture and approaches to their solution in arid zones]. *Vodnye resursy* [Water Resources], vol. 44, no. 1, pp. 103-112, DOI: 10.7868/S032105961701014X, EDN: XRBVHZ. (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, 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, 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 17.02.2025; одобрена после рецензирования 24.02.2025; принята к публикации 18.03.2025.
The article was submitted 17.02.2025; approved after reviewing 24.02.2025; accepted for publication 18.03.2025.*