

Научная статья
УДК 631.95:626.81

Стратегия обеспечения экологической безопасности водных объектов, эксплуатируемых мелиоративной отраслью

Наталья Николаевна Красовская

Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск, Российская Федерация, panya-86@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4426-7762>

Аннотация. Цель: установление основных направлений стратегии обеспечения экологической безопасности водных объектов, находящихся в зоне влияния гидромелиоративных систем. **Материалы и методы.** Методы исследования основаны на анализе результатов натурных исследований качества отводимых дренажно-сбросных вод (ДСВ) с орошаемых земель Ростовской области, а также водных объектов в фоновых створах для установления степени влияния ДСВ на водную среду. Объектами исследования являлись ерик Бешеный, р. Соленая, уроч. Колодезьки, р. Дон, Сал, оз. Калмыцкое. Предметом исследования являлись экологические показатели – комбинаторный и удельный комбинаторный индексы загрязненности воды. **Результаты.** В течение всего поливного периода критическим показателем, по которому наблюдается устойчивая загрязненность воды среднего уровня, во всех створах являются сульфаты. По хлоридам, кальцию, магнию, фосфатам и железу характер загрязненности устойчивый среднего уровня. **Выводы.** Сульфаты и магний максимально превышают предельно допустимые концентрации (ПДК). Гидрохимический анализ фоновых створов и створов выпуска ДСВ показал аналогичную картину, из чего можно сделать вывод, что одним из основных направлений стратегии обеспечения экологической безопасности водоприемников ДСВ является разработка региональных ПДК для вышеуказанных компонентов для малых рек – приемников ДСВ.

Ключевые слова: дренажно-сбросные воды, гидрохимические показатели, коэффициент комплексности загрязненности воды, комплексная оценка

Апробация результатов исследования: основные положения статьи доложены на Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых и специалистов «Актуальные научные исследования в области мелиорации» (г. Новочеркасск, 19 мая 2023 г.).

Для цитирования: Красовская Н. Н. Стратегия обеспечения экологической безопасности водных объектов, эксплуатируемых мелиоративной отраслью // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2023. № 2(90). С. 106–112.

Original article

Strategy for ensuring ecological safety of water bodies operated by the reclamation industry

Natalia N. Krasovskaya

Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novocherkassk, Russian Federation, panya-86@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4426-7762>

Abstract. Purpose: to determine the main directions of the strategy for ensuring the environmental safety of water bodies located in the zone of reclamation systems influence. **Materials and methods.** The research methods are based on the analysis of field study results on the quality of drainage and waste water (DWW) discharged from irrigated lands of Rostov

region, as well as water bodies in the background sections to define the degree of influence of DWW on the aquatic environment. The objects of the study were Erik Beshenyi, the Salty River, isolated terrain feature Kolodez'ki, the Don and the Sal rivers, the Kalmyk lake. The subject of the study was environmental indicators – combinatorial and combinatorial specific water pollution indices. **Results.** During the entire irrigation period, sulfates are a critical indicator in all sections, according to which there is a stable water pollution at an average level. The nature of pollution is stable at an average level for chlorides, calcium, magnesium, phosphates and iron. **Conclusions.** Sulphates and magnesium exceed maximum permissible concentrations (MPC) as much as possible. The hydrochemical analysis of the background and DWW outlet section lines showed a similar picture, from which it can be concluded that one of the main directions of the strategy for ensuring the environmental safety of the DWW inlets is the development of regional MPCs for the above components for small rivers – DWW inlets.

Keywords: drainage and waste water, hydrochemical indicators, coefficient of water pollution complexity, comprehensive assessment

Evaluation of the research results: the fundamental principles of the article were reported at the All-Russian Scientific and Practical Conference of Young Scientists and Specialists “Current Scientific Research in the Field of Land Reclamation” (Novocherkassk, May 19, 2023).

For citation: Krasovskaya N. N. Strategy for ensuring ecological safety of water bodies operated by the reclamation industry. *Ways of Increasing the Efficiency of Irrigated Agriculture*. 2023;2(90):106–112. (In Russ.).

Введение. Указом Президента РФ от 19 апреля 2017 г. № 176 утверждена Стратегия экологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 года, которая является составной частью национальной безопасности. Стратегия регулирует проведение государственной политики, направленной на предотвращение угроз экологической безопасности¹.

К основным направлениям стратегии экологической безопасности относятся:

- обеспечение экологической безопасности на производственных объектах и сельскохозяйственных угодьях;
- обеспечение благоприятной окружающей среды на урбанизированных территориях;
- сохранение надлежащего качества водной среды в природных водных объектах;
- поддержание и сохранение качественного состояния земель и почв.

Согласно современным оценкам, текущее состояние экологической безопасности наиболее продуктивных сельскохозяйственных угодий, составляющих около 15 % территории страны, оценивается как неблагоприятное по экологическим параметрам [1, 2].

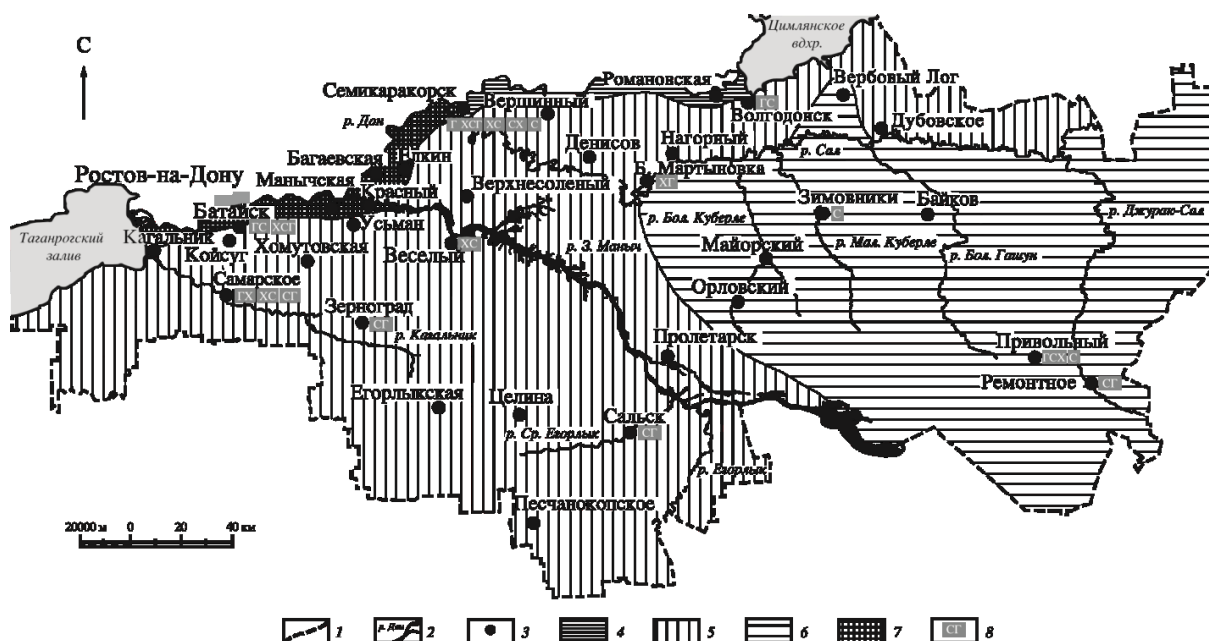
К внутренним угрозам экологической безопасности относятся высокая степень загрязнения и низкое качество воды значительной части водных объектов, деградация экосистем малых рек, техногенное загрязнение подземных вод в районах размещения крупных сельскохозяйственных предприятий.

Так, по данным В. С. Ковалевского, А. А. Коноплянцева, С. М. Семенова, А. М. Никанорова, О. Б. Барцева, Д. Н. Гарькуши, Е. А. Зубкова [1–3], химический состав грунтовых вод на сельскохозяйственных территориях Центрального орошаемого района Ро-

¹О Стратегии экологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 года [Электронный ресурс]: Указ Президента РФ от 19 апр. 2017 г. № 176. Доступ из ИС «Техэксперт: 6 поколение» Интранет.

стовской области характеризуется повышенной минерализацией, которая варьирует от 1,0 до 4,5 г/дм³. При среднегодовой величине общей минерализации грунтовых вод от 1000 до 3000 мг/дм³ сезонному увеличению сопутствует рост концентрации сульфат-ионов SO_4^{2-} и уменьшение роли гидрокарбонат-ионов HCO_3^- . Повышенное содержание сульфат-ионов в грунтовых водах главным образом обусловлено естественным выщелачиванием из водовмещающих пород [4, 5].

По характеру минерализации грунтовые воды Центрального орошаемого района можно подразделить на следующие основные типы: 1) гидрокарбонатно-сульфатный или сульфатно-гидрокарбонатный разного катионного состава; 2) сульфатный разного катионного состава; 3) хлоридно-сульфатный или сульфатно-хлоридный тип разного катионного состава; 4) смешанный тип грунтовых вод (рисунок 1) [6].



- 1 – административная граница области; 2 – водные объекты; 3 – ключевые участки;
4 – зона гидрокарбонатно-сульфатного или сульфатно-гидрокарбонатного типа грунтовых вод; 5 – зона сульфатного типа грунтовых вод; 6 – зона хлоридно-сульфатного или сульфатно-хлоридного типа грунтовых вод; 7 – зона смешанного типа грунтовых вод;
8 – присутствие нехарактерных по химическому составу грунтовых вод

Рисунок 1 – Гидрохимическая зональность грунтовых вод юга Ростовской области
Figure 1 – Hydrochemical zonality of groundwater in the south of Rostov region

Одной из важнейших отраслей сельского хозяйства, направленных на улучшение гидрологических, агроклиматических и почвенных условий земледелия, исключающих возможность дальнейшей деградации компонентов окружающей среды под действием загрязняющих веществ, является мелиоративная отрасль. Экономическая сущность мелиораций агроландшафтов заключается в инвестировании материальных и трудовых ресурсов в антропогенно преобразованный агроландшафт с целью улучшения состояния почв, водных ресурсов, устранения подтопления территории и т. п., т. е. обеспечения максимальной защиты от отрицательного техногенного воздействия. Тем не менее при всех положительных направлениях деятельности мелиоративной отрасли существует фактор негативного воздействия на водные объекты в виде отведения дренажных вод с орошаемых земель. Одно из направлений стратегии обеспечения экологической безопасности водных объектов – проведение регулярного мониторинга качества водной среды, в т. ч. водоприемников коллекторно-дренажных вод.

В связи с вышеизложенным целью работы являлось установление основных направлений стратегии обеспечения экологической безопасности водных объектов, находящихся в зоне влияния гидромелиоративных систем.

Материалы и методы. Методы исследования основаны на анализе результатов натурных исследований качества отводимых дренажных вод с орошаемых земель Ростовской области, а также водных объектов в фоновых створах для установления степени влияния дренажно-сбросных вод (ДСВ) на водную среду. Объекты исследования – ерик Бешеный, р. Соленая, уроч. Колодезьки, р. Дон, Сал, оз. Калмыцкое. Предмет исследования – гидрохимические и экологические показатели природной воды и ДСВ вышеуказанных водных объектов. Исходные данные – сведения из протоколов испытаний сточной (дренажной) воды, а также природной воды в фоновых створах, предоставленные гидролого-мелиоративной партией ФГБУ «Управление «Ростовмелиоводхоз». Для экологической оценки использовали данные 2020 г., как наименее водного (таблица 1).

Таблица 1 – Гидрохимические показатели в исследуемых водных объектах по данным 2020 г.

В мг/дм³
In mg/dm³

Водный объект	Значение гидрохимического показателя					
	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Fe _{общ}	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	PO ₄ ³⁻
Ерик Бешеный:						
- фоновый створ;	125,97	55,23	0,10	329,17	486,86	0,16
- створ выпуска ДСВ	135,7	52,81	0,10	328,17	526,83	0,18
Р. Соленая:						
- фоновый створ;	131,7	58,73	0,11	267,68	524,57	0,18
- створ выпуска ДСВ	135,7	54,88	0,12	225,87	531,43	0,17
Уроч. Колодезьки:						
- фоновый створ;	132,26	50,03	0,10	176,24	493,71	0,17
- створ выпуска ДСВ	143,71	51,83	0,11	184,34	521,83	0,16
Р. Сал:					680,23	
- фоновый створ;	158,03	70,87	0,11	412,24	1523,6	0,11
- створ выпуска ДСВ	299,46	81,66	0,11	312,97	5	0,14
Оз. Калмыцкое, 2,8 км к западу от х. Золотаревка:						
- фоновый створ;	150,58	62,54	0,10	271,03	675,43	0,10
- створ выпуска ДСВ	154,31	68,08	0,14	292,67	757,41	0,13
Предельно допустимая концентрация (ПДК _{рх})	180	40	0,1	300	100	0,05

Экологическая оценка качества воды в фоновых створах и створах выпуска ДСВ проводилась с помощью комбинаторного и удельного комбинаторного индексов загрязненности воды (КИЗВ, УКИЗВ) по методике РД 52.24.643-2002 «Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям»². Классификация качества воды водотоков по значению удельного комбинаторно-

²Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям: РД 52.24.643-2002: утв. Росгидрометом 03.12.02: введ. в действие с 03.12.02. Ростов н/Д., 2002. 55 с.

го индекса загрязненности воды проводилась на основании приложения К нормативно-го документа РД 52.24.643-2002.

Результаты и их обсуждение. В течение всего поливного периода критическим показателем, по которому наблюдается устойчивая загрязненность воды среднего уровня, во всех створах являются сульфаты. По хлоридам, кальцию, магнию, фосфатам и железу характер загрязненности устойчивый среднего уровня. Полученные количественные экологические показатели и общая характеристика качества воды свидетельствуют о том, что коллекторы и водные объекты, особенно малые, слились в единую гидрографическую сеть, на гидрохимический режим которой большое влияние оказывают грунтовые воды. Результаты расчетов представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Гидрохимическая и экологическая информация о загрязненности воды в фоновом створе и створе выпуска дренажно-сбросных вод в природные водоприемники

Table 2 – Hydrochemical and environmental information on water pollution in the background and the drainage and waste water output section lines into natural water inlets

Водный объект	Экологический показатель		Характеристика качества воды
	Комбинаторный индекс загрязненности вод КИЗВ	Удельный комбинаторный индекс загрязненности вод УКИЗВ	
Ерик Бешеный: - фоновый створ; - створ выпуска ДСВ	28,89 30,66	2,08 2,19	3-й класс, разряд «а», загрязненная
Р. Соленая: - фоновый створ; - створ выпуска ДСВ	27,49 26,17	1,96 1,87	3-й класс, разряд «а», загрязненная
Уроч. Колодезьки: - фоновый створ; - створ выпуска ДСВ	22,14 23,22	1,58 1,66	2-й класс, слабо за- грязненная
Р. Дон, 174,5 км от устья	12,84	0,92	условно чистая
Р. Сал, 56,7 км от устья (фоновый)	38,06	2,72	3-й класс, разряд «б», очень загрязненная
Р. Сал, 56,2 км от устья (выпуск ДСВ)	45,8	3,27	4-й класс, разряд «а», грязная
Оз. Калмыцкое, 2,8 км к западу от х. Золотаревка: - фоновый створ; - створ выпуска ДСВ	30,16 30,14	2,15 2,15	3-й класс, разряд «а», загрязненная

Становится очевидным, что для обеспечения экологической безопасности водных объектов необходимо продолжать регулярный мониторинг качества водной среды, проводить оценку уровня истощения водных объектов на оценочных участках в результате хозяйственной деятельности, в частности сброса коллекторно-дренажного стока.

Установлено, что качество воды в фоновых створах и створах выпуска ДСВ по ряду показателей сопоставимо, при этом концентрации показателей превышают установленные федеральные ПДК. В частности, по сульфат-ионам и катионам магния наблюдается повсеместное многократное превышение их ПДК_{рх}, следовательно, для

снижения экологической напряженности в регионе для этих показателей необходимо разрабатывать региональные ПДК.

Выводы. К оцениваемым показателям, максимальное количество раз превышающим ПДК_{рх}, относятся прежде всего сульфаты и магний. Гидрохимический анализ фоновых створов и створов выпуска ДСВ показал аналогичную картину, из чего можно сделать вывод, что основной стратегией обеспечения экологической безопасности водоприемников ДСВ является разработка региональных ПДК для вышеуказанных компонентов для малых рек – приемников ДСВ.

Список источников

1. Ковалевский В. С. Условия формирования и прогноза естественного режима подземных вод. М.: Недра, 1973. 152 с.
2. Ковалевский В. С., Коноплянцев А. А., Семенов С. М. Состояние, задачи, методы изучения и прогноза изменения гидрогеологических условий территорий городов // Геологические и инженерно-геологические условия территорий. М., 1989. С. 5–12.
3. Масштабы подтопления, режим и качество грунтовых вод застроенных территорий юга Ростовской области / А. М. Никаноров, О. Б. Барцев, Д. Н. Гарькуша, Е. А. Зубков // Вестник Южного научного центра РАН. 2015. Т. 11, № 3. С. 66–80.
4. Никаноров А. М., Иваник В. М. Словарь-справочник по гидрохимии и качеству вод суши (понятия и определения). Ростов н/Д.: Артартель, 2014. 548 с.
5. Качество поверхностных вод Российской Федерации. Ежегодник. 2011–2014 годы / под ред. А. М. Никанорова; ФГБУ «Гидрохимический институт». Ростов н/Д., 2012–2015.
6. Гидрохимический режим и загрязненность грунтовых вод на застроенных территориях юга Ростовской области / Е. А. Зубков, Д. Н. Гарькуша, О. Б. Барцев, А. М. Никаноров, Л. И. Минина // Экология. Экономика. Информатика: материалы II Междунар. конф. Ростов н/Д.: Изд-во ЮФУ, 2014. Т. 2. С. 247–251.

References

1. Kovalevsky V.S., 1973. *Usloviya formirovaniya i prognoza estestvennogo rezhima podzemnykh vod* [Conditions of Formation and Forecasts of the Natural Regime of Groundwaters]. Moscow, Nedra Publ., 152 p. (In Russian).
2. Kovalevsky V.S., Konoplyantsev A.A., Semenov S.M., 1989. *Sostoyanie, zadachi, metody izucheniya i prognoza izmeneniya gidrogeologicheskikh usloviy territoriy gorodov* [Status, tasks, methods of studying and forecasting changes in the hydrogeological conditions of urban areas]. *Geologicheskie i inzhenerno-geologicheskie usloviya territoriy* [Geological and Engineering-Geological Conditions of Territories]. Moscow, pp. 5-12. (In Russian).
3. Nikanorov A.M., Bartsev O.B., Garkusha D.N., Zubkov E.A., 2015. *Masshtaby podtopleniya, rezhim i kachestvo gruntovykh vod zaostroennykh territoriy yuga Rostovskoy oblasti* [Scales of flooding, regime and quality of groundwater of the built-up territories of the southern Rostov region]. *Vestnik Yuzhnogo nauchnogo tsentra RAN* [Bulletin of the Southern Scientific Center of the Russian Academy of Sciences], vol. 11, no. 3, pp. 66-80. (In Russian).
4. Nikanorov A.M., Ivanik V.M., 2014. *Slovar-spravochnik po gidrokhimii i kachestvu vod суши (ponyatiya i opredeleniya)* [Dictionary-Reference to the Hydrochemistry and Quality of Land Water (Concepts and Definitions)]. Rostov-on-Don, Artartel Publ., 548 p. (In Russian).
5. Nikanorov A.M. (ed.), 2012–2015. *Kachestvo poverkhnostnykh vod Rossiyskoy Federatsii. Ezhegodnik. 2011–2014 gody* [Quality of Surface Waters of the Russian Federation. Yearbook. 2011–2014]. FGBU “Hydrochemical Institute”, Rostov-on-Don. (In Russian).
6. Zubkov E.A., Garkusha D.N., Bartsev O.B., Nikanorov A.M., Minina L.I., 2014.

Gidrokhimicheskiy rezhim i zagryaznennost' gruntovykh vod na zastroennykh territoriyakh yuga Rostovskoy oblasti [Hydrochemical regime and groundwater pollution in the built-up territories in the southern Rostov region]. *Ekologiya. Ekonomika. Informatika: materialy II Mezhdunarodnoy konferentsii* [Ecology. Economy. Informatics: Proc. of the II International Conference]. Rostov-on-Don, Southern Federal University Publ., vol. 2, pp. 247-251. (In Russian).

Информация об авторе

Н. Н. Красовская – младший научный сотрудник.

Information about the author

N. N. Krasovskaya – Junior Researcher.

Автор несет ответственность за нарушения в сфере этики научных публикаций.

The author is responsible for ethical violations in scientific publications.

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

The author declares no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 15.05.2023; одобрена после рецензирования 21.06.2023; принята к публикации 26.06.2023.

The article was submitted 15.05.2023; approved after reviewing 21.06.2023; accepted for publication 26.06.2023.