

**ISSN 2313-2248**

**ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ  
ЭФФЕКТИВНОСТИ  
ОРОШАЕМОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ**

**Научно-практический журнал**

**Выпуск № 2(90)/2023**

**Новочеркасск**

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение  
«РОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ МЕЛИОРАЦИИ»  
(ФГБНУ «РосНИИПМ»)

**ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ  
ОРОШАЕМОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ**

Научно-практический журнал  
ФГБНУ «РосНИИПМ»  
Издается с июня 1978 года  
Выходит четыре раза в год

**Выпуск № 2(90)/2023**

Апрель – июнь 2023 г.

**РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:**

**Главный редактор, председатель редакционной коллегии** – доктор сельскохозяйственных наук  
А. Н. Бабичев

**Заместитель главного редактора** – кандидат технических наук Д. В. Бакланова

**Редакторы:** доктор сельскохозяйственных наук, профессор Г. Т. Балакай; доктор сельскохозяйственных наук, доцент И. В. Гурина, кандидат технических наук О. А. Баев; кандидат физико-математических наук М. В. Власов; кандидат сельскохозяйственных наук О. В. Воеводин; кандидат сельскохозяйственных наук, доцент В. Д. Гостищев; кандидат сельскохозяйственных наук Л. М. Докучаева; кандидат технических наук А. Л. Кожанов; кандидат сельскохозяйственных наук В. А. Монастырский; кандидат технических наук В. Иг. Ольгаренко; кандидат сельскохозяйственных наук С. А. Селицкий; кандидат технических наук В. В. Слабунов; кандидат технических наук А. А. Чураев; кандидат технических наук А. С. Штанько; кандидат сельскохозяйственных наук Р. Е. Юркова

**Ответственный секретарь** – Л. И. Юрина

**Технический редактор, выпускающий** – Е. А. Бабичева

**Литературный редактор** – А. И. Литовченко

**Переводчик** – В. В. Кульгавюк

**Адрес редакции и издателя:**

346421, Ростовская область,  
г. Новочеркасск, пр. Баклановский, д. 190

**Тел.:** (8635) 26-65-00, 26-02-02

<http://www.rosniipm.ru/journal/ppeoz>  
e-mail: transfer-rosniipm@yandex.ru

**Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи,  
информационных технологий и массовых коммуникаций  
Свидетельство ПИ № ФС 77-82276 от 10 ноября 2021 г.**

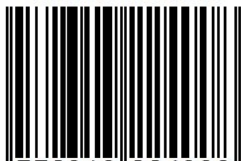
Подписано в печать 30.06.2023. Формат 60×84/8.

Усл. печ. л. 13,96. Тираж 500 экз. Заказ № 11

ФГБНУ «РосНИИПМ»  
346421, Ростовская область,  
г. Новочеркасск, пр. Баклановский, д. 190

Отпечатано ИП Белоусов А. Ю.  
346421, Ростовская область,  
г. Новочеркасск, пр. Баклановский, д. 186

ISSN 2313-2248



9 772313 224008

Дата выхода в свет 21.07.2023

Свободная цена

© ФГБНУ «РосНИИПМ», 2023

## СОДЕРЖАНИЕ

### АКТУАЛЬНЫЕ НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ МЕЛИОРАЦИИ

- Волкова Е. А., Прочий Д. В., Коржов В. И.** Автоматизация расчетов режимов и графиков работы дождевальных машин с использованием мобильных средств информационно-технологической поддержки ..... 5–13
- Косиченко Ю. М., Бакланова Д. В.** Оценка эффективности использования водных ресурсов обводнительно-оросительными системами Калмыкии ..... 14–25
- Кириленко А. А.** Эффективность ионообменной очистки возвратных вод при орошении и размер предотвращенного вреда при их сбросе в водоприемник ..... 26–32
- Монастырский В. А., Тищенко Я. С.** Влияние норм внесения зеленой массы сидерата на урожайность кукурузы на зерно ..... 33–40
- Слабунов В. В., Кожанов А. Л.** Нормативно-правовое обеспечение реконструкции гидромелиоративных объектов ..... 41–50
- Мыратбердиев Я., Аманов М. Э., Тайлиев Я. Г.** Мелиорация низменностей ..... 51–57
- Рыжаков А. Н., Кузьмичев А. А.** Анализ структуры взаимодействия управлений мелиорации земель и сельскохозяйственного водоснабжения ..... 58–66
- Шевченко А. В., Шкура В. Н.** Головные регуляторы для рыбоходных (рыбоходно-нерестовых) каналов с полигональным поперечным сечением тракта ..... 67–74
- Атаева Б. Х., Дурдымурадов М. К.** Экономические и управленческие стратегии оптимизации в сфере мелиорации: текущее состояние и перспективы развития ..... 75–81
- Монастырский В. А., Тищенко Я. С.** Подбор перспективных гибридов кукурузы на зерно для условий орошения ..... 82–90
- Хатхоху Е. И.** Анализ проблем перехода сельскохозяйственной отрасли Краснодарского края к экологически безопасному рисоводству ..... 91–97
- Верчик Т. А., Ольгаренко В. И.** Принципы выбора сортов моркови для высокопродуктивного сельскохозяйственного производства на юге России ..... 98–105
- Красовская Н. Н.** Стратегия обеспечения экологической безопасности водных объектов, эксплуатируемых мелиоративной отраслью ..... 106–112

### МЕЛИОРАЦИЯ, ВОДНОЕ ХОЗЯЙСТВО И АГРОФИЗИКА

- Дрововозова Т. И., Власов М. В., Манжина С. А.** Оценка качества дренажных вод с оросительных систем Сибирского федерального округа ..... 113–120

## CONTENT

### CURRENT SCIENTIFIC RESEARCH IN THE FIELD OF LAND RECLAMATION

|  |         |
|--|---------|
| <b>Volkova E. A., Prochey D. V., Korzhov V. I.</b> Computation automation of modes and schedules of sprinkling machine operation using mobile means of IT support.....             | 5–13    |
| <b>Kosichenko Yu. M., Baklanova D. V.</b> Assessment of water resources use efficiency by watering and irrigation systems of Kalmykia.....   | 14–25   |
| <b>Kirilenko A. A.</b> The efficiency of ion-exchange treatment of return water under irrigation and the prevented damage extent during their discharge into the water intake..... | 26–32   |
| <b>Monastyrskiy V. A., Tishchenko Ya. S.</b> The impact of green manure basis application rates on grain maize yield.....  | 33–40   |
| <b>Slabunov V. V., Kozhanov A. L.</b> Regulatory support for the reconstruction of reclamation facilities.....   | 41–50   |
| <b>Myratberdiyev Ya., Amanov M. E., Tayliev Ya. G.</b> Lowland reclamation.....  | 51–57   |
| <b>Ryzhakov A. N., Kuzmitchev A. A.</b> Analysis of the interaction structure between departments of land reclamation and agricultural water supply .....                          | 58–66   |
| <b>Shevchenko A. V., Shkura V. N.</b> Head regulators for fish passage (fish passage and spawning) channels with a conduit polygonal cross section.....                            | 67–74   |
| <b>Atayeva B. H., Durdymuradov M. K.</b> Economic and managerial optimization strategies in the field of land reclamation: current state and development prospects .....           | 75–81   |
| <b>Monastyrskiy V. A., Tishchenko Ya. S.</b> Selection of promising grain maize hybrids for irrigation conditions.....   | 82–90   |
| <b>Khatkhokhu E. I.</b> Problem analysis of the transition of agricultural sector of the Krasnodar Territory to environmentally friendly rice farming .....                        | 91–97   |
| <b>Verchik T. A., Olgarenko V. I.</b> Principles of selection of carrot varieties for high yielding agricultural industry in the south of Russia .....                             | 98–105  |
| <b>Krasovskaya N. N.</b> Strategy for ensuring ecological safety of water bodies operated by the reclamation industry.....   | 106–112 |

### LAND RECLAMATION, WATER MANAGEMENT AND AGROPHYSICS

|   |         |
|---|---------|
| <b>Drovovozova T. I., Vlasov M. V., Manzhina S. A.</b> Assessing the quality of drainage water from irrigation systems in Siberian Federal District ..... | 113–120 |
|---|---------|

**АКТУАЛЬНЫЕ НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ  
В ОБЛАСТИ МЕЛИОРАЦИИ**

**CURRENT SCIENTIFIC RESEARCH  
IN THE FIELD OF LAND RECLAMATION**

---

---

Научная статья

УДК 631.171:631.674.5

**Автоматизация расчетов режимов и графиков работы  
дождевальных машин с использованием мобильных средств  
информационно-технологической поддержки**

**Екатерина Александровна Волкова<sup>1</sup>, Данил Владимирович Прочий<sup>2</sup>,  
Виктор Иванович Коржов<sup>3</sup>**

<sup>1, 2, 3</sup>Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт имени А. К. Кортунова –  
филиал Донского государственного аграрного университета, Новочеркасск,  
Российская Федерация

<sup>1</sup>katerina7tomashevich7@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0007-6471-4490>

<sup>2</sup>prochiy77@gmail.com

<sup>3</sup>kvi.vi@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0001-3634-1806>

**Аннотация. Цель:** разработка научного и инженерно-технического обеспечения мобильных средств информационно-технологической поддержки задач эксплуатации мелиоративных систем и объектов. **Материалы и методы.** В качестве объекта исследований, для которого были продемонстрированы возможности автоматизации расчета и построения графиков работы дождевальных машин с применением средств информационно-технологической поддержки, был использован проект шестипольного орошаемого участка. Основу используемых средств информационно-технологической поддержки составили разработки авторов, реализованные на базе широкодоступных и популярных компьютерных средств. **Результаты.** Разработаны компьютерные приложения, обеспечивающие автоматизацию расчетов режимов и графиков работы дождевальных машин на орошаемом участке, ориентированные на работу в составе мобильных компьютерных средств и гаджетов. Разработана методика их использования для решения конкретных производственных задач. Приведен пример расчета режимов и графиков работы дождевальных машин для шестипольного севооборота с разными площадями полей и расходами дождевальных машин. **Выводы.** Использование мобильных средств информационно-технологической поддержки задач эксплуатации мелиоративных объектов позволяет: снизить уровень выполняемых специалистами-производственниками расчетно-емких и рутинных работ, повысить качество и оперативность принимаемых ими инженерно-технических решений, создать единую информационную базу для обеспечения более эффективного управления всем мелиоративным комплексом.

**Ключевые слова:** мелиоративные системы, дождевальные машины, режимы работы, графики работы, информационные технологии, автоматизация

**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:** Волкова Е. А., Прочий Д. В., Коржов В. И. Автоматизация расчетов режимов и графиков работы дождевальных машин с использованием мобиль-

ных средств информационно-технологической поддержки // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2023. № 2(90). С. 5–13.

\*\*\*\*\*

Original article

### **Computation automation of modes and schedules of sprinkling machine operation using mobile means of IT support**

**Ekaterina A. Volkova<sup>1</sup>, Danil V. Prochey<sup>2</sup>, Viktor I. Korzhov<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup>Novocherkassk Engineering and Land Reclamation Institute – branch of the Don State Agrarian University, Novocherkassk, Russian Federation

<sup>1</sup>katerina7tomashevich7@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0007-6471-4490>

<sup>2</sup>prochey77@gmail.com

<sup>3</sup>kvi.vi@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0001-3634-1806>

**Abstract. Purpose:** to develop the scientific and engineering support for mobile means of IT support for the tasks of operating reclamation systems and facilities. **Materials and methods.** The project of a six-field irrigated area was used as an object of research, for which the possibilities of computation automation and scheduling of the sprinkling machines operation using the IT support tools were demonstrated. The basis of the IT support tools used was the authors' development, implemented on the basis of widely available and popular computer tools. **Results.** The computer applications ensuring the calculation automation of the operation modes and schedules for sprinkling machines on an irrigated area, oriented to work as part of mobile computer tools and gadgets have been developed. A technique for their use for solving specific production tasks has been developed. An example of calculating the modes and schedules of sprinkling machine operation for a six-field crop rotation with different areas of fields and costs of sprinkling machines is given. **Conclusions.** The use of mobile means of IT support for the tasks of reclamation facilities operation allows: reducing the level of calculation-intensive and routine work performed by production specialists, improving the quality and efficiency of their engineering and technical solutions, creating a unified information base for ensuring more efficient management of the entire reclamation complex.

**Keywords:** reclamation systems, sprinkling machines, operating modes, operating schedules, information technology, automation

**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:** Volkova E. A., Prochey D. V., Korzhov V. I. Computation automation of modes and schedules of sprinkling machine operation using mobile means of IT support. *Ways of Increasing the Efficiency of Irrigated Agriculture*. 2023;2(90):5–13. (In Russ.).

**Введение.** В процессе эксплуатации мелиоративных систем персоналу приходится решать целый комплекс задач разных уровней сложности [1]. При этом ряд таких задач требует проведения типовых инженерно-технических расчетов, выполнения рутинных операций и т. п. Очевидно, что все это отвлекает специалиста-эксплуатационника от выполнения его прямых обязанностей – управления технологическим процессом. Автоматизация этих расчетов и операций позволяет повысить качество и оперативность принимаемых технических решений, а значит, эффективность эксплуатации орошаемых земель в целом [2].

Имеющиеся сейчас практически у каждого специалиста мобильные компьютер-

ные средства (ноутбуки, планшеты, смартфоны и т. п.) позволяют использовать их возможности для решения не только бытовых задач, но и специальных задач, в т. ч. задач, связанных с их производственной деятельностью [3]. Однако при этом возникает потребность в разработке специальных программных приложений, ориентированных на решение таких задач в составе этих мобильных компьютерных средств.

В связи с этим целью настоящих исследований являлась разработка научных и инженерно-технических решений, направленных на создание мобильных средств информационно-технологической поддержки задач эксплуатации мелиоративных систем, и в частности задач автоматизации расчетов режимов и графиков работы дождевальных машин при организации и проведении эксплуатации орошаемых участков.

**Материалы и методы.** Основу используемых средств информационно-технологической поддержки задач эксплуатации дождевальных машин на орошаемом участке составили разработки авторов, реализованные на базе широкодоступных и популярных программных средств [4, 5].

Экранная форма компьютерной программы, используемой для обеспечения информационно-технологической поддержки задач автоматизации расчетов режимов и графиков работы дождевальных машин на орошаемом участке, а также поясняющие работу с ней комментарии представлены на рисунке 1.

|       |            | Исходные данные, вводимые пользователем |              |                                   | Управление режимами работы ДМ |                     |                      | Данные, рассчитываемые автоматически |        | Управление сроками работы ДМ |        |
|-------|------------|---|--------------|-----------------------------------|-------------------------------|---------------------|----------------------|--------------------------------------|--------|------------------------------|--------|
| № п/п | Номер поля | Поливная площадь га                     | Номер полива | Поливная норма м <sup>3</sup> /га | Расход воды, л/с              | Средняя дата полива | Продолж. полива, сут | Расчётные сроки работы ДМ            |        | Принятые сроки работы ДМ     |        |
|       |            |   |              |                                   |                               |                     |                      | от                                   | до     | от                           | до     |
| 1     | Поле №1    | 66.1                                    | 1            | 500                               | 90                            | 1 май               | 6                    | 28 апр                               | 4 май  | 29 апр                       | 4 май  |
|       |            | 66.1                                    | 2            | 600                               | 90                            | 25 май              | 7                    | 21 май                               | 28 май | 21 май                       | 27 май |
|       |            | 66.1                                    | 3            | 700                               | 90                            | 15 июн              | 8                    | 11 июн                               | 19 июн | 13 июн                       | 20 июн |
|       |            | 66.1                                    | 4            | 700                               | 90                            | 5 июл               | 8                    | 1 июл                                | 9 июл  | 3 июл                        | 10 июл |
|       |            | 66.1                                    | 5            | 700                               | 90                            | 5 авг               | 8                    | 1 авг                                | 9 авг  | 28 июл                       | 5 авг  |
|       |            | 66.1                                    | 6            | 700                               | 90                            | 5 сен               | 8                    | 1 сен                                | 9 сен  | 4 сен                        | 11 сен |
| 2     | Поле №2    | 66.1                                    | 1            | 500                               | 90                            | 1 май               | 6                    | 28 апр                               | 4 май  | 30 апр                       | 5 май  |
|       |            | 66.1                                    | 2            | 600                               | 90                            | 25 май              | 7                    | 21 май                               | 28 май | 24 май                       | 30 май |
|       |            | 66.1                                    | 3            | 700                               | 90                            | 15 июн              | 8                    | 11 июн                               | 19 июн | 7 июн                        | 14 июн |
|       |            | 66.1                                    | 4            | 700                               | 90                            | 5 июл               | 8                    | 1 июл                                | 9 июл  | 4 июл                        | 11 июл |
|       |            | 66.1                                    | 5            | 700                               | 90                            | 5 авг               | 8                    | 1 авг                                | 9 авг  | 8 авг                        | 12 авг |
|       |            | 66.1                                    | 6            | 600                               | 90                            | 5 сен               | 7                    | 1 сен                                | 8 сен  | 4 сен                        | 10 сен |
| 3     | Поле №3    | 74.9                                    | 1            | 400                               | 90                            | 5 май               | 6                    | 2 май                                | 8 май  | 5 май                        | 11 май |
|       |            | 74.9                                    | 2            | 500                               | 90                            | 5 июн               | 7                    | 1 июн                                | 8 июн  | 1 июн                        | 7 июн  |
|       |            | 74.9                                    | 3            | 600                               | 90                            | 5 июл               | 8                    | 1 июл                                | 9 июл  | 28 июн                       | 6 июл  |
|       |            | 74.9                                    | 4            | 500                               | 90                            | 15 авг              | 7                    | 11 авг                               | 18 авг | 13 авг                       | 20 сен |
|       |            | 74.9                                    | 5            | 500                               | 90                            | 15 сен              | 7                    | 11 сен                               | 18 сен | 9 сен                        | 15 сен |
| 4     | Поле №5    | 66.1                                    | 1            | 600                               | 80                            | 15 май              | 8                    | 11 май                               | 19 май | 10 май                       | 18 май |
|       |            | 66.1                                    | 2            | 600                               | 80                            | 5 июн               | 8                    | 1 июн                                | 9 июн  | 5 июн                        | 13 июн |
|       |            | 66.1                                    | 3            | 600                               | 80                            | 25 июн              | 8                    | 21 июн                               | 29 июн | 21 июн                       | 29 июн |
|       |            | 66.1                                    | 4            | 700                               | 80                            | 15 июл              | 9                    | 10 июл                               | 19 июл | 11 июл                       | 20 июл |
|       |            | 66.1                                    | 5            | 700                               | 80                            | 5 авг               | 9                    | 31 июл                               | 9 авг  | 1 авг                        | 10 авг |
| 5     | Поле №6    | 66.1                                    | 1            | 600                               | 90                            | 15 май              | 7                    | 11 май                               | 18 май | 17 май                       | 23 май |
|       |            | 66.1                                    | 2            | 600                               | 90                            | 5 июн               | 7                    | 1 июн                                | 8 июн  | 12 июн                       | 18 июн |
|       |            | 66.1                                    | 3            | 600                               | 90                            | 25 июн              | 7                    | 21 июн                               | 28 июн | 8 июл                        | 14 июл |
|       |            | 66.1                                    | 4            | 700                               | 90                            | 15 июл              | 8                    | 11 июл                               | 19 июл | 28 июл                       | 4 авг  |
|       |            | 66.1                                    | 5            | 700                               | 90                            | 5 авг               | 8                    | 1 авг                                | 9 авг  | 19 авг                       | 25 авг |
| 6     | Поле №6    | 82.6                                    | 1            | 500                               | 90                            | 25 май              | 8                    | 21 май                               | 29 май | 22 май                       | 30 май |
|       |            | 82.6                                    | 2            | 600                               | 90                            | 25 июн              | 9                    | 20 июн                               | 29 июн | 19 июн                       | 28 июн |
|       |            | 82.6                                    | 3            | 600                               | 90                            | 5 авг               | 9                    | 31 июл                               | 9 авг  | 27 июл                       | 5 авг  |
|       |            | 82.6                                    | 4            | 500                               | 90                            | 5 сен               | 8                    | 1 сен                                | 9 сен  | 30 авг                       | 7 сен  |

Рисунок 1 – Экранная форма программы поддержки задач автоматизации расчетов режимов работы дождевальных машин на орошаемом участке

Figure 1 – Screen form of the support program for automation tasks calculation of operation modes of sprinkling machines on an irrigated area

В качестве объекта исследований, для которого были продемонстрированы возможности использования средств информационно-технологической поддержки, был использован проект шестипольного орошаемого участка. Количественные характеристики этого участка приведены в составе экранной формы программы (см. рисунок 1).

В качестве нормативных и справочных материалов использовались нормативно-правовые и методические документы РФ, публикации специалистов в области мелиорации, сведения о достижениях в сфере применения дождевальной техники и информационных технологий [6–9].

**Результаты и обсуждение.** Методика автоматизации расчетов режимов и графиков работы дождевальных машин на орошаемом участке с использованием средств информационно-технологической поддержки представлена на рисунке 2.

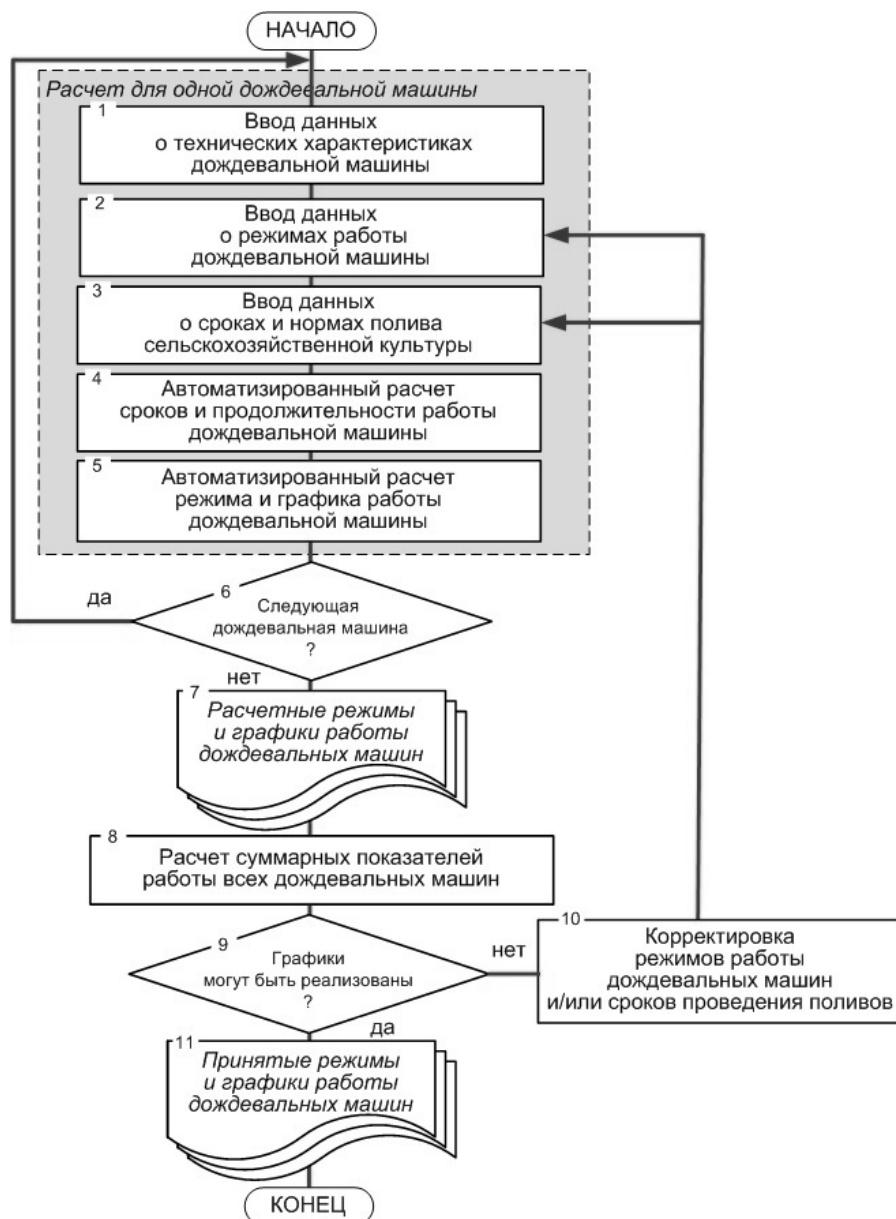


Рисунок 2 – Методика автоматизации расчетов режимов работы дождевальных машин с использованием средств информационно-технологической поддержки

Figure 2 – Methodology for calculation automation of the operating modes of sprinkling machines using IT support tools



Эта методика сводится к следующему.

1 Вводятся данные о технических характеристиках (блок 1) и возможных режимах работы (блок 2) дождевальной машины на поливаемом поле.

2 Вводятся данные о планируемых сроках и нормах полива сельскохозяйственной культуры, выращиваемой на поливаемом поле (блок 3).

3 Производится *автоматический расчет* следующих показателей (блок 4):

- продолжительности работы дождевальной машины для обеспечения заданной поливной нормы;

- срока начала работы дождевальной машины;

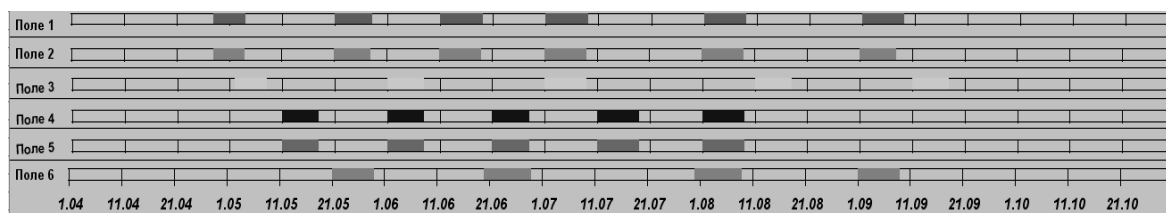
- срока окончания работы дождевальной машины.

4 На основе рассчитанных данных автоматически рассчитывается режим и график работы дождевальной машины на поле в течение оросительного сезона (блок 5).

5 Аналогичным образом определяются режимы и графики работы дождевальных машин на всех полях орошаемого участка (блок 6).

6 После того, как проведены расчеты для всех дождевальных машин, они выводятся для анализа специалисту, обеспечивающему их эксплуатацию (блок 7).

Пример расчетных графиков, соответствующих данным, приведенным на экранной форме программы (см. рисунок 1, графы «Расчетные сроки работы дождевальных машин»), представлен на рисунке 3.

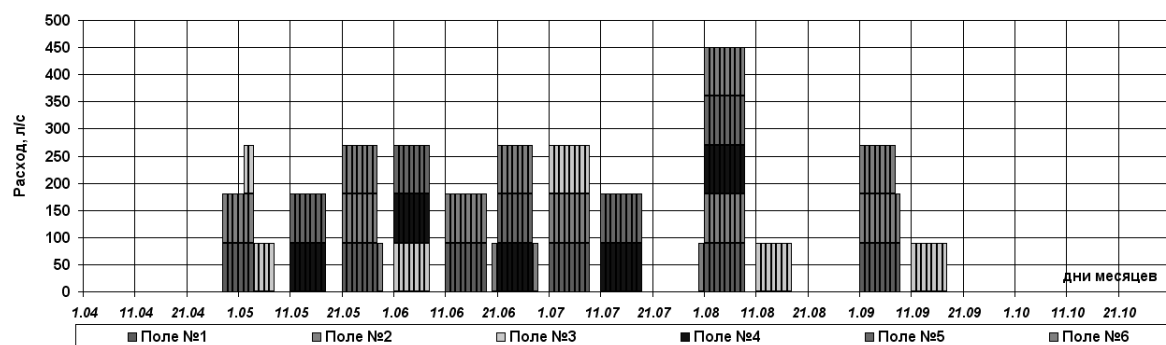


**Рисунок 3 – Пример расчетных графиков работы дождевальных машин на орошаемом участке в течение оросительного сезона**

**Figure 3 – An example of design operation schedules for sprinkling machines on an irrigated area during the irrigation season**

7 Осуществляется расчет суммарных показателей работы всех дождевальных машин, и в частности расходов воды, необходимых для обеспечения расчетных графиков их работы в течение всего оросительного сезона (блок 8).

Пример расчета суммарных заборов воды, соответствующий данным, приведенным на рисунке 3, представлен на рисунке 4.



**Рисунок 4 – Пример расчета суммарных заборов воды, необходимых для обеспечения расчетных графиков работы дождевальных машин**

**Figure 4 – An example of calculating the total water withdrawals required to ensure the design operation schedule of sprinkling machine**

8 Проводится анализ фактической реализации рассчитанных режимов и графиков работы дождевальных машин, исходя из имеющихся технических и эксплуатационных характеристик участка (блок 9).

В состав таких характеристик могут входить: расходы насосной станции, пропускная способность водопроводящей сети, установленный лимит на воду и т. п.

Примечание – В частности, на приводимом нами примере (см. рисунок 4) в период оросительного сезона с 1 по 8 августа наблюдается явное превышение суммы одновременно забираемых дождевальными машинами расходов (450 л/с) по отношению к максимальной производительности насосной станции (270 л/с).

9 Если по результатам анализа определено, что рассчитанные режимы и графики работы дождевальных машин не могут быть реализованы, то производится соответствующая корректировка исходных данных (блок 10) и осуществляется их перерасчет (от блока 2 и (или) блока 3 до блока 9).

В простейшем случае процедура корректировки сводится:

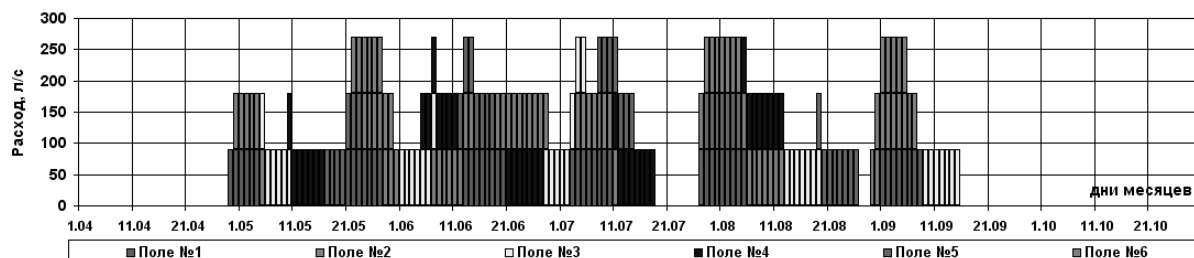
- к изменению режимов работы дождевальных машин, если это позволяют их технические характеристики (блок 2);

- смещению сроков поливов, осуществляемых дождевальными машинами, таким образом, чтобы обеспечить выполнение условий, обозначенных в п. 8 (блок 3).

Примечание – В первую очередь это применяется для дождевальных машин, осуществляющих полив менее зависимых от влаги культур (люцерна, травы и т. п.).

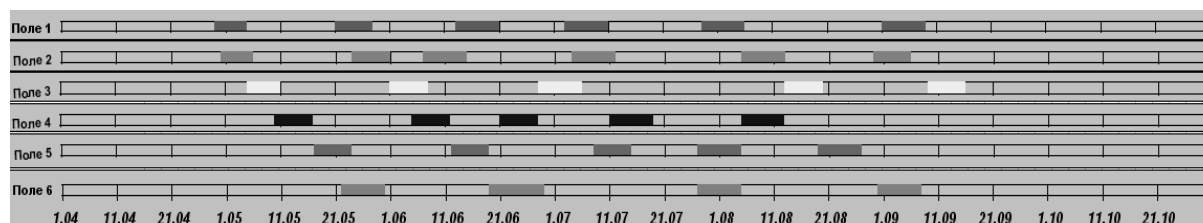
После этого снова производится анализ фактической реализации рассчитанных режимов и графиков работы дождевальных машин (блок 9), и так до тех пор, пока не будут соблюдены условия его фактического выполнения в соответствии с реально складывающейся эксплуатационной обстановкой на орошаемом участке.

Примеры полученных таким образом расчетов (удовлетворяющие заданным условиям рассматриваемого нами выше примера) приведены на рисунках 5 и 6.



**Рисунок 5 – Пример расчета суммарных заборов воды дождевальными машинами, удовлетворяющий заданным условиям**

**Figure 5 – An example of calculating the total water withdrawals by sprinkling machines, that satisfies the specified conditions**



**Рисунок 6 – Пример принятых графиков работы дождевальных машин на орошаемом участке, удовлетворяющий заданным условиям**

**Figure 6 – An example of the adopted operation schedule for sprinkling machines on an irrigated plot that satisfies the specified conditions**

10 Полученные режимы и графики работы дождевальных машин принимаются за основу (блок 11) и являются документом, используемым для дальнейшей эксплуатации как дождевальных машин (см. рисунок 1, графы «Принятые сроки работы дождевальных машин»), так и всего орошаемого участка и его элементов в целом.

**Выводы.** Продемонстрированные возможности автоматизации инженерно-технических расчетов, используемых при организации эксплуатации мелиоративных систем и их элементов, позволяют сделать вывод, что применение для этих целей мобильных средств информационно-технологической поддержки позволяет:

- снизить уровень расчетно-емких и рутинных работ, выполняемых специалистами-производственниками, и за счет этого обеспечить условия для решения ими более важных и творческих инженерно-технических и производственных задач;
- повысить качество и оперативность принимаемых инженерно-технических решений, связанных с организацией и проведением эксплуатационных мероприятий;
- создать единую информационную базу, содержащую сведения не только о крупных мелиоративных и водохозяйственных объектах, но и об элементах внутрихозяйственной сети, и обеспечить тем самым условия для более эффективного управления всем мелиоративным комплексом в целом.

#### Список источников

1. Правила эксплуатации мелиоративных систем и отдельно расположенных гидротехнических сооружений / В. Н. Щедрин, С. М. Васильев, В. В. Слабунов, О. В. Воеводин, А. Л. Кожанов, А. С. Штанько, С. Л. Жук. Новочеркасск: РосНИИПМ, 2014. 171 с.
2. Юрченко И. Ф. Системы поддержки принятия решений как фактор повышения эффективности управления мелиорацией // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации [Электронный ресурс]. 2017. № 2(26). С. 195–209. URL: <http://www.rosniipm-sm.ru/article?n=325> (дата обращения: 01.05.2023).
3. Волкова Е. А., Коржов В. И., Евсюков С. И. Мобильный калькулятор для расчета режимов полива растений // Мелиорация и водное хозяйство: материалы Всерос. науч.-практ. конф. (Шумаковские чтения), посвящ. 120-летию со дня рождения учен. в обл. гидравлики Скибы Михаила Матвеевича, г. Новочеркасск, 1–3 нояб. 2022 г. / Новочеркас. инж.-мелиоратив. ин-т им. А. К. Картунова. Новочеркасск: Лик, 2022. Вып. 20. С. 13–17.
4. Коржов В. И. Использование средств информационно-технологической поддержки на мелиоративных системах. Новочеркасск: Лик, 2022. 167 с.
5. Свидетельство о гос. регистрации прогр. для ЭВМ № 2022612280 Российская Федерация. Программа моделирования режимов водоподачи на орошаемый участок путем согласования работы дождевальных машин и насосных агрегатов / О. В. Сорокина [и др.]; заявитель Дон. гос. аграр. ун-т. № 2022611315; заявл. 02.02.22; опубли. 09.02.22.
6. Мелиорация и водное хозяйство. Орошение: справочник / под ред. Б. Б. Шумакова. М.: Колос, 1999. 432 с.
7. Ольгаренко Г. В., Турапин С. С. Аналитические исследования перспектив развития техники орошения в России: информ.-аналит. изд. Коломна: ИП Лавренов А. В., 2020. 128 с.
8. Снопич Ю. Ф., Челахов В. Ц., Козинская О. В. Исследование качества полива новой дождевальной машиной кругового действия // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации [Электронный ресурс]. 2019. № 4(36). С. 43–54. URL: <http://www.rosniipm-sm.ru/article?n=1015> (дата обращения: 01.05.2023). DOI: 10.31774/2222-1816-2019-4-43-54.
9. Подходы к формированию информационной системы «Цифровая мелиора-

ция» / В. Н. Щедрин, С. М. Васильев, В. В. Слабунов, А. В. Слабунова, А. А. Завалин // Информационные технологии и вычислительные системы. 2020. № 1. С. 53–64. DOI: 10.14357/20718632200106.

### References

1. Shchedrin V.N., Vasiliev S.M., Slabunov V.V., Voevodin O.V., Kozhanov A.L., Shtan'ko A.S., Zhuk S.L., 2014. *Pravila ekspluatatsii meliorativnykh sistem i otdel'no raspolozhennykh gidrotekhnicheskikh sooruzheniy* [Rules of Operation of Land Reclamation Systems and Separately Located Hydraulic Structures]. Novochoerkassk, RosNIIPM, 171 p. (In Russian).
2. Yurchenko I.F., 2017. [Decision support system as a factor for improving reclamation management efficiency]. *Nauchnyy zhurnal Rossiyskogo NII problem melioratsii*, no. 2(26), pp. 195-209, available: <http://www.rosniipm-sm.ru/article?n=325> [accessed 01.05.2023]. (In Russian).
3. Volkova E.A., Korzhov V.I., Evsyukov S.I., 2022. *Mobil'nyy kal'kulyator dlya rascheta rezhimov poliva rasteniy* [Mobile calculator for calculating plant irrigation regimes]. *Melioratsiya i vodnoe khozyaystvo: materialy Vseros. nauch.-prakt. konf. (Shumakovskie chteniya), posvyashch. 120-letiyu so dnya rozhdeniya uchen. v obl. gidravliki Skiby Mikhaila Matveyevicha* [Land Reclamation and Water Management: Proc. of All-Russian Scientific-Practical Conference (Shumakov Readings), dedicated to the 120<sup>th</sup> anniversary of the birth of the scientist Skiba M. M.]. Novochoerkassk Reclamation Engineering Institute named after A. K. Kortunov, Novochoerkassk, Lik Publ., iss. 20, pp. 13-17. (In Russian).
4. Korzhov V.I., 2022. *Ispol'zovanie sredstv informatsionno-tekhnologicheskoy podderzhki na meliorativnykh sistemakh* [Use of Information Technology Support on Reclamation Systems]. Novochoerkassk, Lik Publ., 167 p. (In Russian).
5. Sorokina O.V. [et al.], 2022. *Programma modelirovaniya rezhimov vodopodachi na oroshaemyy uchastok putem soglasovaniya raboty dozhdaval'nykh mashin i nasosnykh agregatov* [Program for modeling water supply regimes to an irrigated area by coordinating the operation of sprinkling machines and pumping units]. Certificate of RF of state software registration for computer, no. 2022612280. (In Russian).
6. Shumakov B.B. (ed.), 1999. *Melioratsiya i vodnoe khozyaystvo. Oroshenie: spravochnik* [Land Reclamation and Water Management. Irrigation: a Reference Book]. Moscow, Kolos Publ., 432 p. (In Russian).
7. Olgarenko G.V., Turapin S.S., 2020. *Analiticheskie issledovaniya perspektiv razvitiya tekhniki orosheniya v Rossii: inform.-analit. izd.* [Analytical Studies of the Prospects for the Development of Irrigation Technology in Russia: Information-Analytical Ed.]. Kolomna, IP Lavrenov A.V., 128 p. (In Russian).
8. Snipich Yu.F., Chelakhov V.Ts., Kozinskaya O.V., 2019. [Research of irrigation quality of a new center-pivot sprinkling machine]. *Nauchnyy zhurnal Rossiyskogo NII problem melioratsii*, no. 4(36), pp. 43-54, available: <http://www.rosniipm-sm.ru/article?n=1015> [accessed 01.05.2023], DOI: 10.31774/2222-1816-2019-4-43-54. (In Russian).
9. Shchedrin V.N., Vasiliev S.M., Slabunov V.V., Slabunova A.V., Zavalin A.A., 2020. *Podkhody k formirovaniyu informatsionnoy sistemy "Tsifrovaya melioratsiya"* [Approaches to the Information System Formation "Digital Land Reclamation"]. *Informatsionnye tekhnologii i vychislitel'nye sistemy* [Information Technologies and Computer Systems], no. 1, pp. 53-64, DOI: 10.14357/20718632200106. (In Russian).

### Информация об авторах

**Е. А. Волкова** – аспирант;

**Д. В. Прочий** – аспирант;

**В. И. Коржов** – кандидат технических наук, профессор.

***Information about the authors***

**E. A. Volkova** – Postgraduate Student;

**D. V. Prochey** – Postgraduate Student;

**V. I. Korzhov** – Candidate of Technical Sciences, Professor.

*Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.*

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

*Contribution of the authors: the authors contributed equally to this 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 12.05.2023; одобрена после рецензирования 30.05.2023; принята к публикации 07.06.2023.*

*The article was submitted 12.05.2023; approved after reviewing 30.05.2023; accepted for publication 07.06.2023.*

Научная статья  
УДК 504.4.062.2

### Оценка эффективности использования водных ресурсов обводнительно-оросительными системами Калмыкии

Юрий Михайлович Косиченко<sup>1</sup>, Дарья Викторовна Бакланова<sup>2</sup>

<sup>1, 2</sup>Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск,  
Российская Федерация

<sup>1</sup>kosichenko-11@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9648-6441>

<sup>2</sup>d.baklanova@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6149-5073>

**Аннотация.** Цель: оценка и анализ показателей использования водных ресурсов обводнительно-оросительными системами (ООС) Калмыкии на основе данных о водозаборе, водоподаче потребителям и структуре водораспределения. **Материалы и методы.** Материалами послужили данные мелиоративного кадастра (2020 г.), технические отчеты службы эксплуатации (2021 г.), паспорта каналов Черноземельской (2023 г.) и Сарпинской ООС (2015 г.), технико-эксплуатационные карты вышеуказанных систем за период с 2013 по 2022 г. **Результаты и обсуждение.** Были определены совокупные значения потерь воды при транспортировке и установлено, что в пределах Сарпинской ООС максимальные значения потерь достигали 37–37,5 % от общего объема забора воды в систему; для Черноземельской ООС максимальные значения потерь составили 40,85–41,78 %. В среднем за 10-летний период в системах теряется 31–34 % подаваемой в них воды. Результаты натурных обследований Сарпинской ООС подтвердили низкое техническое состояние водопроводящей сети и гидротехнических сооружений на отдельных участках системы. Расчетные значения коэффициента шероховатости для исследуемого створа магистрального канала составили 0,0360–0,0370, что в 1,6–1,64 раза больше нормативного значения данного показателя, рекомендованного СП 100.13330.2016. **Выводы.** Для повышения эффективности работы рассмотренных ООС Калмыкии, обеспечения водоснабжения предприятий-сельхозтоваропроизводителей, снижения локального водodefицита, улучшения экологической обстановки необходима реконструкция ООС региона с внедрением ресурсосберегающих технологий полива кормовых и других культур. Для обеспечения стабильной пропускной способности каналов необходима реализация противофильтрационных мероприятий, которые позволят снизить шероховатость русел, непроизводительные потери воды и поспособствуют введению в сельскохозяйственный оборот новых земель. Комплекс вышеперечисленных мер позволит реализовать принципы рационального водопользования в условиях рассматриваемого региона.

**Ключевые слова:** водные ресурсы, дефицит воды, потери воды, водозабор, канал, обводнительно-оросительная система, коэффициент водообеспеченности, КПД, засоление земель, уровень грунтовых вод

**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:** Косиченко Ю. М., Бакланова Д. В. Оценка эффективности использования водных ресурсов обводнительно-оросительными системами Калмыкии // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2023. № 2(90). С. 14–25.

\*\*\*\*\*

Original article

### Assessment of water resources use efficiency by watering and irrigation systems of Kalmykia

**Yuriy M. Kosichenko<sup>1</sup>, Darya V. Baklanova<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup>Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novocherkassk, Russian Federation

<sup>1</sup>kosichenko-11@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9648-6441>

<sup>2</sup>d.baklanova@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6149-5073>

**Abstract. Purpose:** assessment and analysis of water resources use indicators by Kalmykia watering and irrigation systems based on data on water intake, consumer water supply and water distribution structure. **Materials and methods.** The data on the land reclamation cadastre (2020), technical reports of the operation service (2021), channel passports of the Chernozemelskaya (2023) and Sarpinskaya (2015) watering and irrigation systems, technical and operational maps of the above systems for the period from 2013 to 2022. **Results and discussion.** The cumulative values of water losses during transportation were determined and it was found that within the Sarpinskaya watering and irrigation system, the maximum values of losses reached 37–37.5 % of the bulk volume of water withdrawal into the system; for the Chernozemelskaya watering and irrigation system, the maximum losses were to 40.85–41.78 %. On average, over a 10-year period, systems lose 31–34 % of the water supplied to them. The results of field surveys of the Sarpinskaya watering and irrigation system confirmed the low technical condition of the water supply network and waterworks in certain sections of the system. The calculated values of the roughness coefficient for the studied section of the main canal were 0.0360–0.0370, which is 1.6–1.64 times higher than the standard value of this indicator recommended by Sanitary Regulations 100.13330.2016. **Conclusions.** To increase the efficiency of the considered Kalmykia watering and irrigation systems, to ensure water supply to agricultural producers, to reduce local water shortage and to improve the environmental situation, it is necessary to reconstruct the regional watering and irrigation systems with the introduction of resource-saving technologies for irrigating fodder and other crops. To ensure a stable canal conveying capacity, it is necessary to implement impervious measures that will reduce the channel roughness, inefficient water losses and contribute to the introduction of new lands into agricultural circulation. The complex of the above measures will make it possible to implement the principles of rational water use under the conditions of the region under consideration.

**Keywords:** water resources, water shortage, water losses, water withdrawal, canal, watering and irrigation system, water supply coefficient, efficiency, land salinization, water table

**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:** Kosichenko Yu. M., Baklanova D. V. Assessment of water resources use efficiency by watering and irrigation systems of Kalmykia. *Ways of Increasing the Efficiency of Irrigated Agriculture*. 2023;2(90):14–25. (In Russ.).

**Введение.** Вода является одним из ценных природных ресурсов, интенсивно расходуемых в народном хозяйстве. От степени водообеспеченности отдельно взятого региона зависит развитие любого водоемкого сельхозпроизводства, сосредоточенного в его пределах. В некоторых южных районах нашей страны уже сейчас наблюдается дефицит пресной воды (Республика Крым, Республика Калмыкия, Ростовская область, Ставропольский край и другие субъекты РФ). Его преодоление возможно за счет организации рационального расходования данного ресурса с применением водосберегающих технических решений и технологий, что особенно актуально для сельского хозяйства, которое является одним из основных потребителей воды.

Ежегодно с наступлением поливного сезона дефицит воды становится особо важной проблемой в южных засушенных районах Калмыкии, где базовой отраслью является сельское хозяйство, ориентированное на животноводство и воспроизводство кормовой базы [1–4].

По данным исследований Г. Э. Настиновой и др. [5], Калмыкия ограничена в водных ресурсах, реки региона в большинстве своем являются малыми, пересыхающими, а их вода сильно минерализована, ввиду этого они непригодны для водообеспечения населения и водопоя скота. Также к ключевым проблемам водохозяйственного комплекса Калмыкии относятся:

- изношенность действующей оросительной сети<sup>1</sup>, построенной в 60–80-е гг. прошлого века, без дренажа, с каналами в земляном русле [6–8];
- подтопление приканальных территорий и населенных пунктов (4 шт.) [6, 9];
- засоление орошаемых угодий [10].

Так, по данным мелиоративного кадастра [11] (на начало 2020 г.), из общей площади орошаемых земель Калмыкии (80,9 тыс. га) только 12,655 тыс. га (или 15,6 %) обеспечены дренажем, а 43,2 тыс. га (или 53,4 %) не поливалось по причине неисправности оросительной сети. Также отмечено, что для повышения технического уровня обводнительно-оросительных систем (ООС) региона требуется комплексная реконструкция оросительных сетей на площади до 48,866 тыс. га.

По материалам того же кадастра [11], 60 % орошаемых земель республики в результате интенсивного строительства и эксплуатации ирригационных систем с каналами в земляном русле находятся в неудовлетворительном состоянии (таблица 1). Отсутствие противофильтрационных одежд на каналах ООС, а также низкая дренированность междуречья Терека, Дона и Волги<sup>2</sup>, где расположена Республика Калмыкия, способствовало подъему уровня грунтовых вод (УГВ), подтоплению, заболачиванию, засолению земель (рисунок 1), а также ухудшению экологической ситуации в зоне действия системы.

**Таблица 1 – Оценка мелиоративного состояния орошаемых угодий Республики Калмыкия по уровню грунтовых вод и засолению [11]**

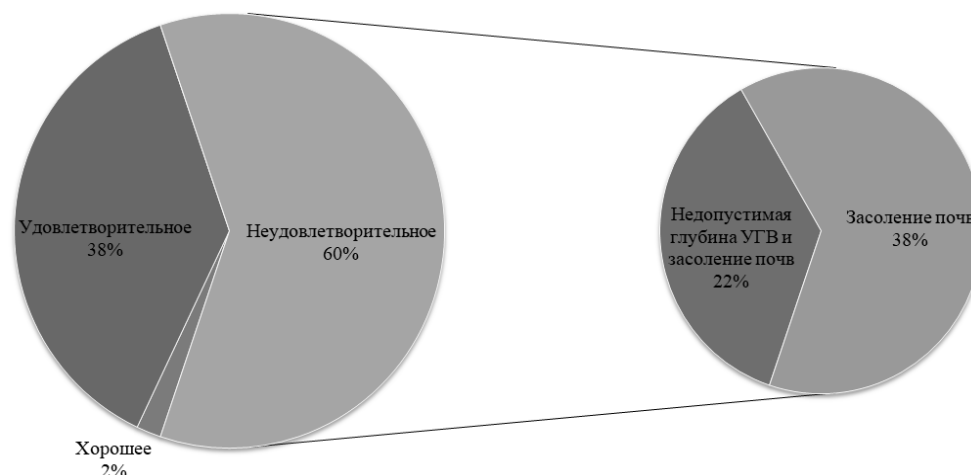
**Table 1 – Assessment of the reclamation state of irrigated lands of the Republic Kalmykia in terms of water table and salinity [11]**

| Оценка мелиоративного состояния орошаемых угодий по УГВ и засолению | Единица измерения |       |
|---|-------------------|-------|
|   | тыс. га           | %     |
| Хорошее   | 1,503             | 1,86  |
| Удовлетворительное  | 30,531            | 37,74 |
| Неудовлетворительное, в т. ч.:                                      | 48,866            | 60,40 |
| недопустимая глубина УГВ и засоление почв                           | 17,847            | –     |
| засоление почв  | 31,019            | –     |
| Всего   | 80,9              | 100   |

<sup>1</sup>Схема комплексного использования и охраны водных объектов бессточных районов междуречья Терека, Дона и Волги. Приложение 8. Пояснительная записка к книге 6 [Электронный ресурс]. URL: <http://zkbvu.ru/upload/medialibrary/956/95605f5015dc815c2703e65761436f2e.pdf> (дата обращения: 17.01.2023).

<sup>2</sup>Александров В. А. Методы регионального контроля мелиоративного состояния орошаемых земель Калмыкии на основе комплексного использования наземной и аэрокосмической информации: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 06.01.02. М., 1995. 27 с.





**Рисунок 1 – Оценка мелиоративного состояния орошаемых угодий по УГВ и засолению**

**Figure 1 – Assessment of the reclamation state of irrigated land by water table and salinity**

Ввиду того, что ведение сельскохозяйственного производства в Калмыкии осложняется природно-климатическими условиями – жарким и сухим климатом [12], слабо развитой гидрографией региона [13–15] и пр., его устойчивое развитие невозможно без эффективной работы действующих в регионе ООС. Поэтому целью настоящей работы определены оценка и анализ показателей использования водных ресурсов в ООС на севере и юге региона на основе данных о водозаборе, водоподаче потребителям и структуре водораспределения.

**Материалы и методы.** Для достижения поставленной цели были использованы материалы, предоставленные службой эксплуатации ООС Калмыкии, и в частности: технические отчеты, паспорта каналов Черноземельской и Сарпинской ООС, технико-эксплуатационные карты вышеуказанных систем за период с 2013 по 2022 г., а также ранее опубликованные результаты исследований.

В качестве объектов исследований определены две наиболее крупные ООС Республики Калмыкия:

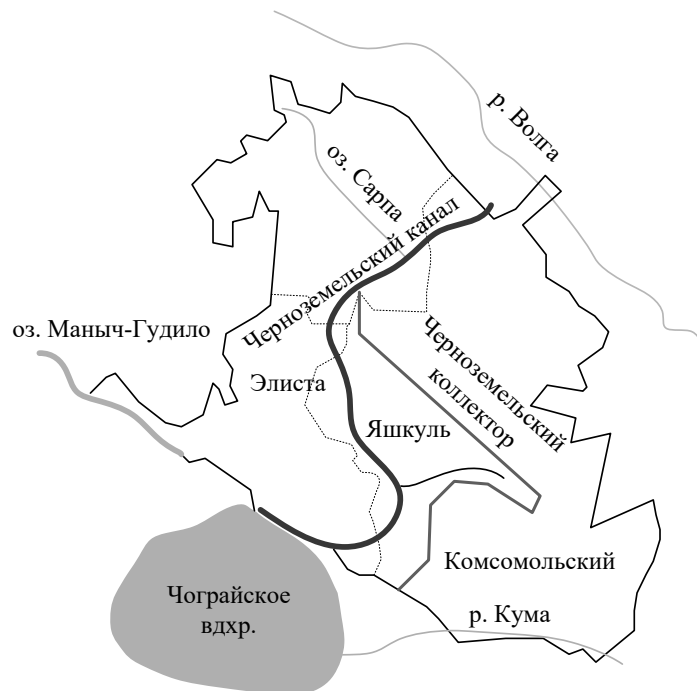
- Сарпинская ООС, которая введена в эксплуатацию в 1960 г., водоподача в систему осуществляется из р. Волги. Система расположена на светло-каштановых и бурых полупустынных почвах в комплексе с солонцами [7]. Анализ локальной экологической обстановки в пределах Сарпинской низменности показывает, что только 43 % орошаемых рисовых угодий находятся в удовлетворительном почвенно-мелиоративном состоянии, 57 % земель подвержены вторичному засолению и осолонцеванию [10]. Физический износ системы, по данным службы эксплуатации, составляет 98,71 %, КПД – 0,64<sup>3</sup>, что значительно меньше нормативного значения (не менее 0,9) данного показателя, рекомендуемого СП 100.13330.2016<sup>4</sup>;

- Черноземельская ООС, эксплуатируется с 1969 г. Она расположена на стыке

<sup>3</sup>Технико-эксплуатационная карта мелиоративной системы [2022] // Информационный портал ФГБНУ ВНИИ «Радуга» [Электронный ресурс]. URL: [https://inform-raduga.ru/gts/93439?report=tek&current\\_id=144697](https://inform-raduga.ru/gts/93439?report=tek&current_id=144697) (дата обращения: 27.03.2023).

<sup>4</sup>Мелиоративные системы и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.06.03-85: СП 100.13330.2016 (с изм. № 1): утв. М-вом стр-ва и жилищ.-комму. хоз-ва Рос. Федерации 16.12.16: введ. в действие с 17.06.17. М.: Стандартинформ, 2017. 231 с.

сухостепной, полупустынной и пустынной почвенно-географических зон [7]. Почвы в зоне действия системы представлены солонцеватыми бурыми и частично светло-каштановыми почвами в комплексе с солонцами. Источник системы – воды р. Кума и Терек, сосредоточенные в Чограйском водохранилище (рисунок 2). В 2022 г. был проведен капитальный ремонт участков каналов УС-4, 1-Х-1, а также Яшкульского распределительного канала. Однако физический износ и КПД системы в настоящее время составляют соответственно 77,3 % и 0,66<sup>5</sup>.



**Рисунок 2 – Схема Черноземельской обводнительно-оросительной системы [16]**  
**Figure 2 – Scheme of the Chernozemelskaya watering and irrigation system [16]**

Структура водораспределения по Сарпинской ООС представлена регулярным, лиманным орошением и прочими нуждами; по Черноземельской ООС, помимо вышеперечисленных статей расходования, водоподача осуществляется на обводнение и рыбозаведение. Технические характеристики рассматриваемых систем (с учетом данных монографии В. Н. Щедрина и др. [16], паспортов систем и их технико-эксплуатационных карт за 2022 г.) систематизированы в таблице 2.

**Таблица 2 – Основные характеристики Сарпинской и Черноземельской обводнительно-оросительных систем**

**Table 2 – Main characteristics of the Sarpinskaya and Chernozemelskaya watering and irrigation systems**

| Наименование показателя                 | Значение       |                     |
|---|----------------|---------------------|
|   | Сарпинская ООС | Черноземельская ООС |
| 1                                       | 2              | 3                   |
| Проектная мощность, тыс. м <sup>3</sup> | 343900         | 593600              |
| Русло оросительной сети                 | Земляное       | Земляное            |

<sup>5</sup>Технико-эксплуатационная карта мелиоративной системы [2022] // Информационный портал ФГБНУ ВНИИ «Радуга» [Электронный ресурс]. URL: [https://inform-raduga.ru/gts/78728?report=tek&current\\_id=143891](https://inform-raduga.ru/gts/78728?report=tek&current_id=143891) (дата обращения: 27.03.2023).

Продолжение таблицы 2

Table 2 continued

| 1   | 2      | 3      |
|---|--------|--------|
| Протяженность магистральных каналов, км       | 128,8  | 140,2  |
| Протяженность межхозяйственной сети, км       | 285,3  | 305,1  |
| Всего мелиорируемых земель (наличие), тыс. га | 31,064 | 40,393 |
| Полито в 2022 г., тыс. га                     | 11,814 | 14,457 |

**Результаты и обсуждение.** В целях оценки эффективности использования водных ресурсов данными ООС были определены совокупные значения потерь воды при транспортировке из необлицованных русел каналов (таблица 3).

**Таблица 3 – Основные показатели водозабора и водоподачи потребителям по Сарпинской и Черноземельской обводнительно-оросительным системам**

**Table 3 – Main indicators of water withdrawal and water supply to consumers for the Sarpinskaya and Chernozemelskaya watering and irrigation systems**

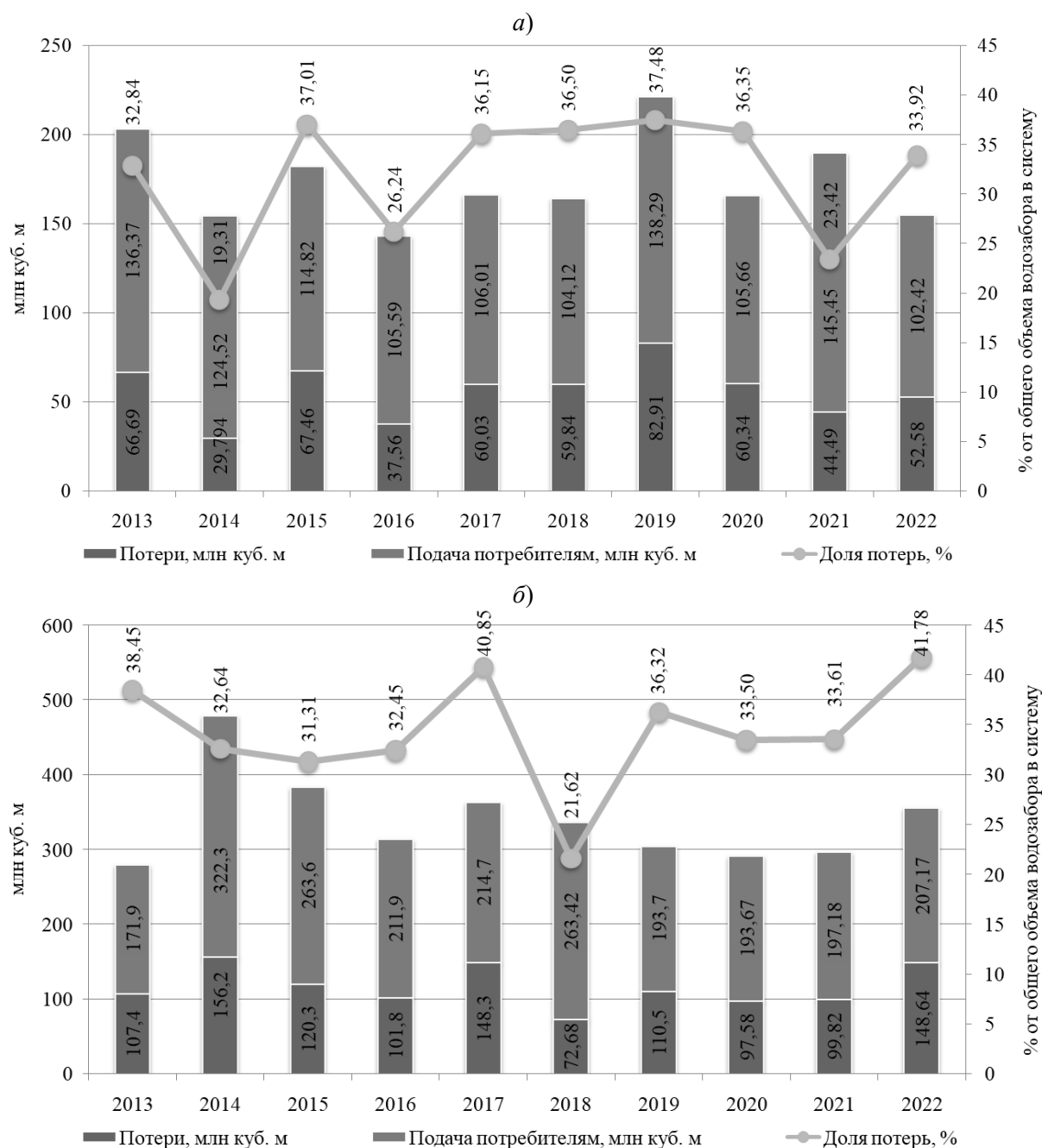
| Год  | Сарпинская ООС                        |                         |                            |            | Черноземельская ООС                   |                         |                            |            |
|------|---------------------------------------|-------------------------|----------------------------|------------|---------------------------------------|-------------------------|----------------------------|------------|
|      | фактический объем, млн м <sup>3</sup> |                         |                            | потери в % | фактический объем, млн м <sup>3</sup> |                         |                            | потери в % |
|      | водозабора                            | водоподачи потребителям | потерь при транспортировке |            | водозабора                            | водоподачи потребителям | потерь при транспортировке |            |
| 2013 | 203,06                                | 136,37                  | 66,69                      | 32,84      | 279,3                                 | 171,9                   | 107,4                      | 38,45      |
| 2014 | 154,31                                | 124,52                  | 29,794                     | 19,31      | 478,5                                 | 322,3                   | 156,2                      | 32,64      |
| 2015 | 182,28                                | 114,82                  | 67,46                      | 37,01      | 383,9                                 | 263,6                   | 120,3                      | 31,34      |
| 2016 | 143,15                                | 105,59                  | 37,56                      | 26,24      | 313,7                                 | 211,9                   | 101,8                      | 32,45      |
| 2017 | 166,04                                | 106,01                  | 60,03                      | 36,15      | 363                                   | 214,7                   | 148,3                      | 40,85      |
| 2018 | 163,96                                | 104,12                  | 59,84                      | 36,50      | 336,1                                 | 263,42                  | 72,68                      | 21,62      |
| 2019 | 221,2                                 | 138,29                  | 82,91                      | 37,48      | 304,2                                 | 193,7                   | 110,5                      | 36,32      |
| 2020 | 166                                   | 105,66                  | 60,34                      | 36,35      | 291,25                                | 193,67                  | 97,58                      | 33,50      |
| 2021 | 189,94                                | 145,45                  | 44,49                      | 23,42      | 297                                   | 197,18                  | 99,82                      | 33,61      |
| 2022 | 155                                   | 102,42                  | 52,58                      | 33,92      | 355,81                                | 207,17                  | 148,64                     | 41,78      |

Установлено, что в пределах Сарпинской ООС наибольшие значения потерь зафиксированы в 2015 и 2019 гг. и достигали 37–37,5 % от значения общего объема забора воды в систему (рисунок 3а). Для Черноземельской ООС максимальные значения доли потерь составили 40,85 % в 2017 г. и 41,78 % в 2022 г. (рисунок 3б). В среднем за рассматриваемый период в системах теряется от 31 до 34 % подаваемой в них воды.

Для оценки эффективности функционирования данных систем на мелиорируемых землях и анализа выполнения плана водопользования были определены коэффициенты водообеспеченности с учетом данных М. В. Вердыша [17] для каждого года в рассматриваемом периоде (таблица 4).

Анализируя данные таблицы 4, можно заключить, что за последние 10 лет эксплуатации Сарпинской ООС значения водоподачи потребителям только дважды дости-

гали плановых показателей (в 2016 и 2021 гг.), о чем свидетельствуют значения коэффициентов водообеспеченности. На Черноземельской ООС коэффициент водообеспеченности практически во все годы превышает 1, за исключением 2013, 2015 и 2019 гг. Снижение коэффициента водообеспеченности рассматриваемых систем может быть результатом низкой водности года, уточнения площади орошаемых угодий, повышения платы за водные ресурсы, корректировки норм орошения, значительных непроектируемых потерь воды из необлицованных русел каналов различного порядка.



а – в Сарпинской ООС; б – в Черноземельской ООС

**Рисунок 3 – Потери воды при транспортировке**

**Figure 3 – Water losses during transportation**

**Таблица 4 – Коэффициенты водообеспеченности по Сарпинской и Черноземельской обводнительно-оросительным системам**

**Table 4 – Water availability coefficients for the Sarpinskaya and Chernozemelskaya watering and irrigation systems**

| Год  | Сарпинская ООС   |                      |                                      | Черноземельская ООС  |                      |                                      |
|------|--|----------------------|--------------------------------------|--|----------------------|--------------------------------------|
|      | Годовой объем водоподдачи потребителям, млн м <sup>3</sup> |                      | Коэффициент водообеспеченности $K_B$ | Годовой объем водоподдачи потребителям, млн м <sup>3</sup> |                      | Коэффициент водообеспеченности $K_B$ |
|      | Плановое значение  | Фактическое значение |                                      | Плановое значение  | Фактическое значение |                                      |
| 2013 | 193,64   | 136,37               | 0,70                                 | 184,90   | 171,90               | 0,93                                 |
| 2014 | 214,61   | 124,52               | 0,58                                 | 263,37   | 322,30               | 1,22                                 |
| 2015 | 195,10   | 114,82               | 0,59                                 | 279,53   | 263,60               | 0,94                                 |
| 2016 | 78,73  | 105,59               | 1,34                                 | 211,00   | 211,90               | 1,00                                 |
| 2017 | 111,06   | 106,01               | 0,95                                 | 183,95   | 241,70               | 1,31                                 |
| 2018 | 116,25   | 104,12               | 0,90                                 | 206,56   | 263,42               | 1,27                                 |
| 2019 | 139,86   | 138,29               | 0,99                                 | 201,42   | 193,70               | 0,96                                 |
| 2020 | 116,25   | 105,66               | 0,91                                 | 193,92   | 193,67               | 1,00                                 |
| 2021 | 116,25   | 145,45               | 1,25                                 | 193,77   | 197,18               | 1,02                                 |
| 2022 | 116,25   | 102,42               | 0,88                                 | 193,81   | 207,17               | 1,07                                 |

По результатам натурных обследований магистральных и межхозяйственных каналов Сарпинской ООС, проведенных авторами в 2021 г. [18], подтверждено низкое техническое состояние водопроводящей сети и гидротехнических сооружений на ней. На отдельных участках зафиксировано оплывание откосов дамб каналов, их разрушение, фильтрационные явления в виде подтопления приканальных территорий. С началом поливного сезона и увеличением водоподдачи эти территории, а также русла каналов интенсивно зарастают водной растительностью. Для расчетного створа на магистральном канале ВР-1 Сарпинской ООС были определены значения коэффициента шероховатости на уровне 0,0360–0,0370 [19], которые превышают нормативное значение коэффициента шероховатости в 1,6–1,64 раза, что негативно сказывается на эффективности работы данного объекта.

**Выводы.** Для повышения эффективности работы рассмотренных ООС Калмыкии, обеспечения бесперебойного водоснабжения предприятий-сельхозтоваропроизводителей водой в требуемом количестве, снижения локального водodefицита, существующего в регионе, улучшения экологической обстановки необходима реконструкция функционирующих в составе водохозяйственного комплекса республики оросительных сетей с внедрением ресурсосберегающих технологий полива кормовых и других культур.

В целях обеспечения нормативного состояния проводящей сети ООС и стабильной пропускной способности каналов необходима реализация противофильтрационных мероприятий, которые позволят снизить шероховатость русел, непроизводительные потери воды (на фильтрацию и транспортировку) и поспособствуют введению в сельскохозяйственный оборот новых земель.

В экологическом аспекте модернизация ООС должна включать мероприятия по регулированию УГВ путем устройства дренажа.

Комплекс вышеперечисленных мер позволит реализовать основные принципы рационального (эффективного) водопользования в условиях рассматриваемого региона.

### Список источников

1. Петрулевич И. А. Управление межэтническими взаимодействиями в современной Калмыкии: социально-экономический и политический контекст // Теория и практика общественного развития. 2014. № 21. С. 34–40.
2. Намруева Л. В. Экологическая ситуация в современной Калмыкии: междисциплинарный анализ // Новые исследования Тувы. 2022. № 2. С. 102–114. DOI: 10.25178/nit.2022.2.7.
3. Оконов М. М., Смыков А. В. Потенциал орошаемого земледелия Калмыкии и приемы оптимизации режимов орошения, применения удобрений в посевах кормовых культур // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2015. № 3(39). С. 74–79.
4. Адьяев С. Б., Гольдварг Б. А. Основные направления создания кормовой базы в засушливых условиях Калмыкии // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2021. № 1(61). С. 123–135. DOI: 10.32786/2071-9485-2021-01-12.
5. Настинова Г. Э., Сангаджиев М. М. Состояние водных ресурсов Республики Калмыкия как важнейший фактор здоровья населения // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 11: Естественные науки. 2014. № 4(10). С. 33–39.
6. Проблемы водопользования и функционирования водохозяйственного комплекса Республики Калмыкия / Э. Б. Дедова, А. А. Дедов, В. И. Иванова, Т. Н. Манджиева // Основные результаты научных исследований института за 2018 г.: сб. науч. тр. М.: ВНИИГиМ им. А. Н. Костякова, 2019. С. 64–73.
7. Кадаева А. Г. К вопросу о качестве оросительных вод в Калмыкии // Oriental Studies. 2013. № 6(1). С. 158–160.
8. Балакай Г. Т., Щедрин В. Н. Состояние и перспективы развития мелиорации земель на юге России // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации [Электронный ресурс]. 2014. № 3(15). С. 1–15. URL: <http://www.rosniipm-sm.ru/article?n=729> (дата обращения: 31.03.2023).
9. К проблеме подтопления земель на юге европейской части России / В. В. Разумов, Э. Н. Молчанов, А. Я. Глушко, Н. В. Разумова // Бюллетень Почвенного института им. В. В. Докучаева. 2014. Вып. 73. С. 3–28.
10. Бородычев В. В., Дедова Э. Б., Сухарев Ю. И. Ресурсно-экологическая оценка рисовых агроландшафтов Сарпинской низменности // Природообустройство. 2016. № 2. С. 55–61.
11. Мелиоративный комплекс Российской Федерации: информ. изд. М.: Росинформагротех, 2020. 304 с.
12. Шумова Н. А. Водохозяйственные аспекты землепользования в Республике Калмыкия в современных климатических условиях // Степи Северной Евразии: материалы IX Междунар. симп. 2021. С. 880–887. DOI: 10.24412/c1-36359-2021-880-887.
13. Воеводина Л. А. Анализ рациональности использования водных ресурсов Чограйского водохранилища Черноземельской обводнительно-оросительной системой // Мелиорация и гидротехника [Электронный ресурс]. 2021. Т. 11, № 4. С. 122–140. URL: <http://www.rosniipm-sm.ru/article?n=1241> (дата обращения: 09.02.2022). DOI: 10.31774/2712-9357-2021-11-4-122-140.
14. Шумова Н. А. Изменение структуры землепользования и орошения в современных климатических условиях в Республике Калмыкия // Экосистемы: экология и динамика. 2021. Т. 5, № 1. С. 113–131. DOI: 10.24411/2542-2006-2021-10080.
15. Мониторинг водных ресурсов Республики Калмыкия и проблемы экосистем-

ного водопользования в агропромышленном комплексе / А. С. Овчинников, В. В. Боро-  
дычев, Э. Б. Дедова, М. А. Сазанов // Известия Нижневолжского агроуниверситетского  
комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2015. № 3(39). С. 9–19.

16. Оросительные системы России: от поколения к поколению: монография. В 2 ч.  
Ч. 1 / В. Н. Щедрин, А. В. Колганов, С. М. Васильев, А. А. Чураев. Новочеркасск:  
РосНИИПМ, 2013. 283 с.

17. Вердыш М. В. Анализ планового водопользования на Каховской ороситель-  
ной системе // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2017. № 4(68).  
С. 11–19.

18. Колганов А. В., Баев О. А., Бакланова Д. В. Результаты натурных исследова-  
ний магистрального канала в Республике Калмыкия // Природообустройство. 2022.  
№ 3. С. 108–114. <https://doi.org/10.26897/1997-6011-2022-3-108-114>.

19. Бакланова Д. В., Баев О. А. Оценка гидравлической шероховатости русла ма-  
гистрального канала // Природообустройство. 2023. № 1. С. 76–81. <https://doi.org/10.26897/1997-6011-2023-1-76-81>.

### References

1. Petrulevich I.A., 2014. *Upravlenie mezhetnicheskimi vzaimodeystviyami v sovremennoy Kalmykii: sotsial'no-ekonomicheskii i politicheskii kontekst* [Management of inter-ethnic interactions in modern Kalmykia: socio-economic and political context]. *Teoriya i praktika obshchestvennogo razvitiya* [Theory and Practice of Social Development], no. 21, pp. 34-40. (In Russian).

2. Namrueva L.V., 2022. *Ekologicheskaya situatsiya v sovremennoy Kalmykii: mezhdistsiplinarnyy analiz* [Environmental situation in contemporary Kalmykia: interdisciplinary study]. *Novye issledovaniya Tuvy* [The New research of Tuva], no. 2, pp. 102-114, DOI: 10.25178/nit.2022.2.7. (In Russian).

3. Okonov M.M., Smykov A.V., 2015. *Potentsial oroshaemogo zemledeliya Kalmykii i priemy optimizatsii rezhimov orosheniya, primeneniya udobreniy v posevakh kormovykh kul'tur* [Potential of irrigated agriculture of Kalmykia and the methods of optimization of irrigation, application of fertilizers in fodder crops]. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie* [Proceedings of Lower Volga Agro-University Complex: Science and Higher Education], no. 3(39), pp. 74-79. (In Russian).

4. Adyaev S.B., Goldvarg B.A., 2021. *Osnovnye napravleniya sozdaniya kormovoy bazy v zasushlivykh usloviyakh Kalmykii* [The main directions of creating a forage base in arid conditions of Kalmykia]. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie* [Proceedings of Lower Volga Agro-University Complex: Science and Higher Education], no. 1(61), pp. 123-135, DOI: 10.32786/2071-9485-2021-01-12. (In Russian).

5. Nastinova G.E., Sangadzhiev M.M., 2014. *Sostoyanie vodnykh resursov Respubliki Kalmykiya kak vazhneyshiy faktor zdorov'ya naseleniya* [The condition of water resources of the Republic of Kalmykia as an important factor of the population health]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya 11: Estestvennye nauki* [Bulletin of Volgograd State University. Series 11: Natural Sciences], no. 4(10), pp. 33-39. (In Russian).

6. Dedova E.B., Dedov A.A., Ivanova V.I., Mandzhieva T.N., 2019. *Problemy vodopol'zovaniya i funktsionirovaniya vodokhozyaystvennogo kompleksa Respubliki Kalmykiya* [Problems of water use and water management complex operation of the Republic of Kalmykia]. *Osnovnye rezul'taty nauchnykh issledovaniy instituta za 2018 g.: sb. nauch. tr.* [Main Results of Scientific Research of the Institute for 2018: Collection of Scientific Works]. Moscow, VNIIGiM named after A. N. Kostyakov, pp. 64-73. (In Russian).

7. Kadaeva A.G., 2013. *K voprosu o kachestve orositel'nykh vod v Kalmykii* [Towards the question of a quality of irrigation water in Kalmykia]. *Oriental Studies*, no. 6(1), pp. 158-160. (In Russian).

8. Balakai G.T., Shchedrin V.N., 2014. [State and prospects for the development of land reclamation in the south of Russia]. *Nauchnyy zhurnal Rossiyskogo NII problem melioratsii*, no. 3(15), pp. 1-15, available: <http://www.rosniipm-sm.ru/article?n=729> [accessed 31.03.2023]. (In Russian).

9. Razumov V.V., Molchanov E.N., Glushko A.Ya., Razumova N.V., 2014. *K probleme podtopleniya zemel' na yuge evropeyskoy chasti Rossii* [To the problem of land flooding in the south of the European part of Russia]. *Byulleten' Pochvennogo instituta im. V. V. Dokuchaeva* [Dokuchaev Soil Institute Bulletin], iss. 73, pp. 3-28. (In Russian).

10. Borodychev V.V., Dedova E.B., Sukharev Yu.I., 2016. *Resursno-ekologicheskaya otsenka risovykh agrolandshtov Sarpinskoy nizmennosti* [Resource ecological assessment of rice agrolandscapes of the Sarpinskaya lowland]. *Prirodoobustroystvo* [Environmental Engineering], no. 2, pp. 55-61. (In Russian).

11. *Meliorativnyy kompleks Rossiyskoy Federatsii: inform. izd.* [Land Reclamation Complex of the Russian Federation: inform. ed.]. Moscow, Rosinformagrotekh Publ., 2020, 304 p. (In Russian).

12. Shumova N.A., 2021. *Vodokhozyaystvennye aspekty zemlepol'zovaniya v Respublike Kalmykiya v sovremennykh klimaticheskikh usloviyakh* [Water management aspects of land use in the Republic of Kalmykia under modern climatic conditions]. *Stepi Severnoy Evrazii: materialy IX Mezhdunar. simp.* [Steppes of Northern Eurasia: Proc. of the IX International Symposium], pp. 880-887, DOI: 10.24412/cl-36359-2021-880-887. (In Russian).

13. Voevodina L.A., 2021. [The analysis of the rational use of water resources of the Chogray reservoir in the Cherozemelsky watering-irrigation system]. *Melioratsiya i gidrotekhnika*, vol. 11, no. 4, pp. 122-140, available: <http://www.rosniipm-sm.ru/article?n=1241> [accessed 09.02.2022], DOI: 10.31774/2712-9357-2021-11-4-122-140. (In Russian).

14. Shumova N.A., 2021. *Izmenenie struktury zemlepol'zovaniya i orosheniya v sovremennykh klimaticheskikh usloviyakh v Respublike Kalmykiya* [Change in structure of land use and irrigation under modern climatic conditions in the Republic of Kalmykia]. *Ekosistemy: ekologiya i dinamika* [Ecosystems: Ecology and Dynamics], vol. 5, no. 1, pp. 113-131, DOI: 10.24411/2542-2006-2021-10080. (In Russian).

15. Ovchinnikov A.S., Borodychev V.V., Dedova E.B., Sazanov M.A., 2015. *Monitoring vodnykh resursov Respubliki Kalmykiya i problemy ekosistemnogo vodopol'zovaniya v agropromyshlennom komplekse* [Monitoring of water resources of the Republic of Kalmykia and problems of ecosystemic water use in the agro-industrial complex]. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie* [Proceedings of Lower Volga Agro-University Complex: Science and Higher Education], no. 3(39), pp. 9-19. (In Russian).

16. Shchedrin V.N., Kolganov A.V., Vasiliev S.M., Churaev A.A., 2013. *Orositel'nye sistemy Rossii: ot pokoleniya k pokoleniyu: monografiya* [Irrigation Systems of Russia: from Generation to Generation: monograph]. Novochoerkassk, Helikon Publ., pt. 1, 307 p. (In Russian).

17. Verdysh M.V., 2017. *Analiz planovogo vodopol'zovaniya na Kakhovskoy orositel'noy sisteme* [Analysis of planned water use on the Kakhovskaya irrigation system]. *Puti povysheniya effektivnosti oroshaemogo zemledeliya* [Ways of Increasing the Efficiency of Irrigated Agriculture], no. 4(68), pp. 11-19. (In Russian).

18. Kolganov A.V., Baev O.A., Baklanova D.V., 2022. *Rezul'taty naturnykh issledovaniy magistral'nogo kanala v Respublike Kalmykiya* [Results of field studies of the main ca-



nal in the Republic of Kalmykia]. *Prirodoobustroystvo* [Environmental Engineering], no. 3, pp. 108-114, <https://doi.org/10.26897/1997-6011-2022-3-108-114>. (In Russian).

19. Baklanova D.V., Baev O.A., 2023. *Otsenka gidravlicheskoj sherokhovatosti rusla magistral'nogo kanala* [Assessment of the hydraulic roughness of the main canal bed]. *Prirodoobustroystvo* [Environmental Engineering], no. 1, pp. 76-81, <https://doi.org/10.26897/1997-6011-2023-1-76-81>. (In Russian).

#### ***Информация об авторах***

**Ю. М. Косиченко** – главный научный сотрудник, доктор технических наук, профессор;  
**Д. В. Бакланова** – ведущий научный сотрудник, кандидат технических наук.

#### ***Information about the authors***

**Yu. M. Kosichenko** – Chief Researcher, Doctor of Technical Sciences, Professor;  
**D. V. Baklanova** – Leading Researcher, Candidate of Technical Sciences.

*Вклад авторов: Д. В. Бакланова собирала данные, участвовала в проведении натурных обследований и обработке их результатов, выполняла расчеты потерь и шероховатости русел, подготовила иллюстративный материал. Ю. М. Косиченко анализировал результаты, участвовал в написании статьи.*

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

*Contribution of the authors: Baklanova D. V. has collected data, participated in field surveys and processing their results, calculated losses and roughness of channels, and prepared the supporting data. Kosichenko Yu. M. has analyzed the results and participated in writing 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 05.05.2023; одобрена после рецензирования 30.05.2023; принята к публикации 13.06.2023.*

*The article was submitted 05.05.2023; approved after reviewing 30.05.2023; accepted for publication 13.06.2023.*

Научная статья  
УДК 631.95:631.67

### **Эффективность ионообменной очистки возвратных вод при орошении и размер предотвращенного вреда при их сбросе в водоприемник**

**Андрей Андреевич Кириленко**

Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск, Российская Федерация, andreykirilenko96@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2868-3774>

**Аннотация.** **Цель:** оценка эффективности ионообменной очистки возвратных вод при орошении и расчет размера предотвращенного вреда при их сбросе в естественный водоприемник. **Материалы и методы.** Объект исследования – возвратные воды открытого коллектора МКЛ-7 Нижне-Донской оросительной системы Ростовской области, сбрасываемые в природный водный объект. В работе использовались результаты химического анализа возвратных вод до и после очистки с использованием ионообменных смол КУ-2-8 и АВ-17-8. Данные анализа принимались для расчета потенциального предотвращенного размера вреда, причиненного водному объекту вследствие сброса неочищенных возвратных вод. Для этого также привлекались сводки результатов химических измерений проб сточной (в коллекторе) и природной (в водоприемнике) воды за поливной сезон. **Результаты.** При прохождении возвратной воды последовательно через катионитовый и анионитовый фильтрующие материалы достигается очистка по  $\text{Ca}^{2+}$  на 84,9 %,  $\text{Mg}^{2+}$  – 55,4 %,  $\text{Na}^+$  – 72 %,  $\text{Cl}^-$  – 69,7 %,  $\text{SO}_4^{2-}$  – 69,7 %,  $\text{HCO}_3^-$  – 100 %, изменение рН не происходит. За поливной сезон масса сброшенных веществ в составе возвратных вод коллектора составила 155 т по хлоридам, 34 т – по натрию, 0,5 т – по взвешенным веществам. При очистке возвратных вод соответствующего химического состава и объема методом ионного обмена общий потенциальный предотвращенный размер вреда, причиненный водному объекту сбросом вредных (загрязняющих) веществ, составил 2076,806 тыс. руб. **Выводы.** Проведены лабораторные испытания по очистке возвратных вод методом ионного обмена посредством фильтрующих материалов катионита КУ-2-8 и анионита АВ-17-8. Установлена степень очистки по основным солеобразующим ионам и отдельно для взвешенных веществ. Рассчитан потенциальный предотвращенный размер вреда, причиненный водному объекту в результате сброса вредных (загрязняющих) веществ в составе возвратных вод открытого коллектора, в случае водоочистки методом ионного обмена.

**Ключевые слова:** возвратные воды, оросительные системы, водоочистка, ионный обмен, катионит, анионит, солеобразующие ионы, расчет вреда

**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:** Кириленко А. А. Эффективность ионообменной очистки возвратных вод при орошении и размер предотвращенного вреда при их сбросе в водоприемник // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2023. № 2(90). С. 26–32.

\*\*\*\*\*

Original article

### **The efficiency of ion-exchange treatment of return water under irrigation and the prevented damage extent during their discharge into the water intake**

**Andrey A. Kirilenko**

Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novocherkassk,  
Russian Federation, andreykirilenko96@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2868-3774>

**Abstract. Purpose:** to assess the efficiency of ion-exchange treatment of return water under irrigation and calculation of the prevented damage extent when they are discharged into a natural water intake. **Materials and methods.** The object of the research is the return water of an open collector MKL-7 of the Lower-Don irrigation system of Rostov region, discharged into a natural water body. The results of return water chemical analysis before and after treatment using ion-exchange resins KU-2-8 and AV-17-8 were used. The analysis data for calculating the potential prevented damage caused to the water body due to the untreated return water discharge were taken. For this purpose, summary reports of chemical measurements of waste (in the collector) and natural (in the water intake) water samples for the irrigation season were also used. **Results.** When the return water passes successively through the cation and anion exchangers, a purification of water in  $\text{Ca}^{2+}$  by 84.9 %,  $\text{Mg}^{2+}$  by 55.4 %,  $\text{Na}^+$  by 72 %,  $\text{Cl}^-$  by 69.7 %,  $\text{SO}_4^{2-}$  by 69.7 %,  $\text{HCO}_3^-$  by 100 % is reached, but pH hasn't changed. During the irrigation season, the bulk of discharged substances in the collector return water was 155 tons for chlorides, 34 tons for sodium, and 0.5 tons for suspended solids. When treating return waters of the appropriate chemical composition and volume by the ion exchange method, the total potential prevented damage extent to the water body caused by the discharge of harmful (polluting) substances was 2076.806 thousand rubles. **Conclusions.** Laboratory tests on return water treatment by ion exchange using filter materials of the KU-2-8 cation exchanger and the AV-17-8 anion exchanger were carried out. The degree of purification for the main salt-forming ions and separately for suspended solids was determined. The potential prevented damage to a water body as a result of the discharge of harmful (polluting) substances as part of the return waters of an open collector, in the case of water treatment by the ion exchange method, has been calculated.

**Keywords:** return water, irrigation systems, water treatment, ion exchange, cation exchanger, anion exchanger, salt-forming ions, damage calculation

**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:** Kirilenko A. A. The efficiency of ion-exchange treatment of return water under irrigation and the prevented damage extent during their discharge into the water intake. *Ways of Increasing the Efficiency of Irrigated Agriculture*. 2023;2(90):26–32. (In Russ.).

**Введение.** На орошаемых территориях сложность утилизации возвратного стока с повышенной минерализацией в последние годы становится все более очевидной [1–4], доступность инженерно-технических решений в этом аспекте для практического применения весьма ограничена. Прежде всего, оправданность использования конкретного решения обуславливается объемом и химическим составом стока.

В орошаемой зоне объем возвратного стока составляет более 1 тыс. м<sup>3</sup>/сут, а его минерализация может достигать 3–6 г/л, на исходно засоленных землях – 10 г/л и более. В подобных условиях сток либо пускают на внутрисистемное использование, перед этим предварительно очищая или подготавливая посредством специальных высокотехнологичных установок, таких как обратноосмотические опреснители, многокамерные диализаторы, ступенчатые дистилляторы и др., для эксплуатации которых требуется значительный объем расходных материалов и энергетических затрат, а также

наличие квалифицированного персонала, либо отводят в водные объекты, что влечет за собой нарушение экологического законодательства в части превышения нормативов предельно допустимых концентраций для водных объектов, в частности, рыбохозяйственного назначения [5].

Поскольку возвратный сток оросительных систем децентрализован на относительно большой территории, имеет непостоянный объем и химический состав, оправданным решением видится устройство технологических узлов очистки в местах непосредственного формирования стока, вместо его полного сосредоточения и последующей очистки [6–8]. Это, в свою очередь, отвечает требованиям технической и финансовой доступности в масштабах отдельного водопользователя или водопотребителя. Так, одна из основных тенденций развития схем водоочистки связана с инженерно-техническим совершенствованием локальных сорбционно-фильтрующих узлов в виде специальных сооружений и устройств в составе гидромелиоративных систем [9–11], что способствует снижению загрязненности дренажного стока, обеспечивает возможность его внутрисистемного использования или отведения в природные водные объекты со снижением негативного воздействия на их экологическое состояние.

Выбор определенной конструкции сорбционно-фильтрующих узлов продиктован в первую очередь видом и характеристиками сорбционного материала, который принимается с учетом его дефицитности, стоимости и возможности для регенерации. Способ фильтрования воды через иониты следует считать одним из перспективных, поскольку высокая обменная емкость позволяет создавать относительно компактные автономные технические решения, селективное удаление ионов дает возможности для гибкого реагирования на изменения химического состава стока, а способность ионитов к регенерации обеспечивает возможность их многократного использования.

На этой основе целью настоящего исследования является оценка эффективности ионообменной очистки возвратных вод при орошении и расчет размера предотвращенного вреда при их сбросе в естественный водоприемник.

**Материалы и методы.** Объект исследования – возвратные воды открытого коллектора МКЛ-7 (выпуск № 3) Нижне-Донской оросительной системы Ростовской области, сбрасываемые в природный водный объект – ур. Колодезьки.

В лабораторных условиях вода, отобранная из коллектора, поочередно пропускалась через фильтрующие слои ионообменных смол катионита КУ-2-8 и анионита АВ-17-8 отечественных производителей. Анализ химического состава воды до и после фильтрования проводился по утвержденному Росгидрометом перечню методик в учебно-научной испытательной мелиоративной лаборатории НИМИ ФГБОУ ВО «Донской ГАУ».

Полученные результаты химического анализа после очистки использовались для расчета размера потенциального предотвращенного вреда, причиненного водному объекту вследствие нарушения правил эксплуатации, связанных со сбросом вредных (загрязняющих) веществ в составе возвратных вод. Расчет осуществлялся согласно «Методике исчисления размера вреда, причиненного водным объектам вследствие нарушения водного законодательства» [12] с привлечением результатов химических измерений проб сточной (в коллекторе МКЛ-7) и природной воды (на 500–1000 м выше впадения коллектора в ур. Колодезьки; N47°31'49" E41°06'24") за период с мая по сентябрь 2017 г., полученных от Семикаракорского филиала ФГБУ «Управление «Ростовмелиоводхоз».

В ходе проведения исследования использовались общенаучные методы познания и статистические инструменты анализа, расчеты проводились в MathCAD.

**Результаты.** Экспериментальные данные фильтрования возвратных вод методом ионного обмена (таблица 1) показали, что при прохождении воды последовательно

через Н-катионитовый и ОН-анионитовый фильтрующие материалы достигается очистка по катионам кальция на 84,9 %, магния – 55,4 %, натрия – 72 %, по анионам хлоридов на 69,7 %, сульфатов – 69,7 %, гидрокарбонатов – 100 %. После прохождения воды через катионит поступающие ионы водорода нейтрализуются образующимися гидроксид-ионами в результате прохождения через анионит, т. е. изменения рН не происходит.

**Таблица 1 – Результаты количественного химического анализа воды в коллекторе МКЛ-7 до и после фильтрования методом ионного обмена**

**Table 1 – Results of quantitative chemical analysis of water in the collector MKL-7 before and after ion exchange filtration**

| Исследуемый показатель  | Единица измерения  | До фильтрования | После фильтрования |
|-------------------------|--------------------|-----------------|--------------------|
| рН                      | ед. рН             | 7,70            | 7,50               |
| Взвешенные вещества     | мг/дм <sup>3</sup> | 15,3            | 1,2                |
| Сухой остаток           | мг/дм <sup>3</sup> | 2368,00         | 564,45             |
| Хлориды                 | мг/дм <sup>3</sup> | 283,00          | 85,75              |
| Сульфаты                | мг/дм <sup>3</sup> | 965,0           | 292,0              |
| Гидрокарбонаты          | мг/дм <sup>3</sup> | 412,0           | не обнаружены      |
| Кальций                 | мг/дм <sup>3</sup> | 212,0           | 32,0               |
| Магний                  | мг/дм <sup>3</sup> | 77,8            | 34,7               |
| Натрий + калий (расчет) | мг/дм <sup>3</sup> | 428,0           | 120,0              |
| Жесткость               | °Ж                 | 17,08           | 4,49               |

В соответствии с «Методикой исчисления размера вреда, причиненного водным объектам вследствие нарушения водного законодательства» [12] рассчитаны масса сброшенных веществ в составе возвратных вод коллектора МКЛ-7 и размер вреда за поливной сезон 2017 г. Результаты расчета сведены в таблицу 2.

**Таблица 2 – Масса сброшенных вредных (загрязняющих) веществ в составе возвратных вод коллектора МКЛ-7 и размер вреда, причиненный водоприемнику вследствие сброса, за поливной сезон 2017 г.**

**Table 2 – The bulk of discharged harmful (polluting) substances as a part of return water of the MKL-7 collector and the extent of damage caused to water intake by water discharge, for the irrigation season of 2017**

| Вещество            | Масса сброшенного вещества, т | Размер вреда, тыс. руб. |
|---------------------|-------------------------------|-------------------------|
| Хлориды             | 155,1531                      | 1677,328                |
| Сульфаты            | 0                             | 0                       |
| Кальций             | 0                             | 0                       |
| Магний              | 0                             | 0                       |
| Натрий              | 34,2699                       | 370,4841                |
| Взвешенные вещества | 0,4470                        | 28,994                  |
| Итого               |                               | 2076,8061               |

Таким образом, общий потенциальный предотвращенный размер вреда, причиненный водному объекту сбросом вредных (загрязняющих) веществ в составе возвратных вод из выделенного коллектора, в результате очистки методом ионного обмена за поливной сезон 2017 г. исчисляется в 2076,806 тыс. руб.

### **Выводы**

1 Проведены лабораторные испытания по очистке возвратных вод методом ионного обмена посредством фильтрующих материалов катионита КУ-2-8 и анионита АВ-17-8. Установлена степень очистки по основным солеобразующим ионам и отдельно для взвешенных веществ.

2 Рассчитан потенциальный предотвращенный размер вреда, причиненный водному объекту в результате сброса вредных (загрязняющих) веществ в составе возвратных вод коллектора, в случае водоочистки методом ионного обмена.

### **Список источников**

1. Кирейчева Л. В. Основные направления снижения антропогенной нагрузки на водные объекты за счет уменьшения сброса дренажных вод с мелиорируемых территорий // Природообустройство. 2015. № 5. С. 64–69.

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

3. Домашенко Ю. Е., Проценко Н. Н. Анализ зарубежного опыта утилизации сбросных и дренажных вод в оросительных мелиорациях // Экология и водное хозяйство [Электронный ресурс]. 2022. Т. 4, № 1. С. 1–13. URL: <http://www.rosniipm-sm1.ru/article?n=132> (дата обращения: 01.05.2023). DOI: 10.31774/2658-7890-2022-4-1-1-13.

4. Домашенко Ю. Е., Проценко Н. Н. Ретроспективный обзор технологий очистки и подготовки дренажных вод с оросительных систем // Экология и водное хозяйство [Электронный ресурс]. 2022. Т. 4, № 3. С. 58–72. URL: <http://www.rosniipm-sm1.ru/article?n=149> (дата обращения: 01.05.2023). DOI: 10.31774/2658-7890-2022-4-3-58-72.

5. Об 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 3 февр. 2023 г. Доступ из ИС «Техэксперт: 6 поколение» Интранет.

6. Пат. 2091538 Российская Федерация, МПК<sup>6</sup> E 02 В 11/00. Способ очистки дренажного стока и устройство для его осуществления / Кирейчева Л. В.; заявитель и патентообладатель Всерос. науч.-исслед. ин-т гидротехники и мелиорации им. А. Н. Костякова. № 94039658/13; заявл. 21.10.94; опубл. 27.09.97. 6 с.

7. А. с. 1807163 СССР, МПК E 02 В 11/00. Способ комплексной очистки дренажного стока и система для его осуществления / Л. В. Кирейчева, В. С. Мясичева, Н. Б. Феррапонтов; заявитель и патентообладатель Всерос. науч.-исслед. ин-т гидротехники и мелиорации им. А. Н. Костякова. № 4914795; заявл. 28.02.91; опубл. 07.04.93, Бюл. № 13. 8 с.

8. Пат. 2728365 Российская Федерация, МПК<sup>6</sup> E 02 В 11/00. Система сооружений для очистки дренажного стока / Губин В. К., Стрельбицкая Е. Б., Соломина А. П., Кудрявцева Л. В., Головинов Е. Э.; заявитель и патентообладатель Всерос. науч.-исслед. ин-т гидротехники и мелиорации им. А. Н. Костякова. № 2019144000; заявл. 26.12.19; опубл. 29.07.20, Бюл. № 22. 7 с.

9. Конторович И. И. Технические решения для утилизации дренажных вод // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2011. № 3(23). С. 225–231.

10. Стрельбицкая Е. Б., Соломина А. П. Сорбционно-фильтрующие сооружения в технологиях очистки дренажного стока гидромелиоративных систем Нечерноземной зоны Российской Федерации // Природообустройство. 2020. № 4. С. 28–36. DOI: 10.26897/1997-6011/2020-4-28-36.

11. Стрельбицкая Е. Б., Соломина А. П. Основные принципы совершенствования

узлов очистки стока в составе осушительно-увлажнительных систем Нечерноземной зоны // Природообустройство. 2019. № 5. С. 39–46. DOI: 10.34677/1997-6011/2019-5-39-46.

12. Об утверждении Методики исчисления размера вреда, причиненного водным объектам вследствие нарушения водного законодательства [Электронный ресурс]: приказ Минприроды России от 13 апр. 2009 г. № 87. Доступ из ИС «Техэксперт: 6 поколение» Интранет.

## References

1. Kireycheva L.V., 2015. *Osnovnye napravleniya snizheniya antropogennoy nagruzki na vodnye ob"ekty za schet umen'sheniya sbrosa drenazhnykh vod s melioriruemyykh territoriy* [Main directions of reduction of anthropogenic load on water bodies by reducing the drainage water discharge from reclaimed territories]. *Prirodobustroystvo* [Environmental Engineering], no. 5, pp. 64-69. (In Russian).

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

3. Domashenko Yu.E., Protsenko N.N., 2022. [Analysis of foreign experience of waste and drainage water recycling in irrigation reclamation]. *Ekologiya i vodnoe khozyaystvo*, vol. 4, no. 1, pp. 1-13, available: <http://www.rosniipm-sm1.ru/article?n=132> [accessed 01.05.2023], DOI: 10.31774/2658-7890-2022-4-1-1-13. (In Russian).

4. Domashenko Yu.E., Protsenko N.N., 2022. [Retrospective review of drainage water purification and treatment technologies from irrigation systems]. *Ekologiya i vodnoe khozyaystvo*, vol. 4, no. 3, pp. 58-72, available: <http://www.rosniipm-sm1.ru/article?n=149> [accessed 01.05.2023], DOI: 10.31774/2658-7890-2022-4-3-58-72. (In Russian).

5. *Ob utverzhdenii normativov kachestva vody vodnykh ob"ektov rybokhozyaystvennogo znacheniya, v tom chisle normativov predel'no dopustimyykh kontsentratsiy vrednykh veshchestv v vodakh vodnykh ob"ektov rybokhozyaystvennogo znacheniya* [On the approval of water quality standards for water bodies of fishery importance, including standards for maximum permissible concentrations of harmful substances in waters of water-based fishery]. Order of the Ministry of Agriculture of RF of 13 December, 2016, no. 552. (In Russian).

6. Kireycheva L.V., 1997. *Sposob ochistki drenazhnogo stoka i ustroystvo dlya ego osushchestvleniya* [The Method of Drainage Runoff Treatment and the Device for Its Implementation]. Patent RF, no. 2091538. (In Russian).

7. Kireycheva L.V., Myasishcheva V.S., Ferapontov N.B., 1993. *Sposob kompleksnoy ochistki drenazhnogo stoka i sistema dlya ego osushchestvleniya* [Method for Complex Treatment of Drainage Flow and System for its Implementation]. Inventor's certificate, no. 1807163. (In Russian).

8. Gubin V.K., Strelbitskaya E.B., Solomina A.P., Kudryavtseva L.V., Golovinov E.E., 2022. *Sistema sooruzheniy dlya ochistki drenazhnogo stoka* [The System of Facilities for Drainage Runoff Treatment]. Patent RF, no. 2728365. (In Russian).

9. Kontorovich I.I., 2011. *Tekhnicheskie resheniya dlya utilizatsii drenazhnykh vod* [Technical solutions for the disposal of drainage waters]. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie* [Proceedings of Lower Volga Agro-University Complex: Science and Higher Education], no. 3(23), pp. 225-231. (In Russian).

10. Strelbitskaya E.B., Solomina A.P., 2020. *Sorbtsionno-filtruyushchie sooruzheniya v tekhnologiyakh ochistki drenazhnogo stoka gidromeliorativnykh sistem Nechernozemnoy zony Rossiyskoy Federatsii* [Sorptions-filtering structures in technologies for drainage flow treatment of irrigation and drainage systems of the Nonchernozem zone of the Russian Feder-

ation]. *Prirodoobustroystvo* [Environmental Engineering], no. 4, pp. 28-36, DOI: 10.26897/1997-6011/2020-4-28-36. (In Russian).

11. Strelbitskaya E.B., Solomina A.P., 2019. *Osnovnye printsipy sovershenstvovaniya uzlov ochistki stoka v sostave osushitel'no-uvlazhnitel'nykh sistem Nechernozemnoy zony* [Basic principles for improving wastewater treatment units as part of drainage-humidification systems of the Non-Chernozem zone]. *Prirodoobustroystvo* [Environmental Engineering], no. 5, pp. 39-46, DOI: 10.34677/1997-6011/2019-5-39-46. (In Russian).

12. *Ob utverzhdenii Metodiki ischisleniya razmera vreda, prichinennogo vodnym ob'ektam vsledstvie narusheniya vodnogo zakonodatel'stva* [On approval of Methodology for calculating the amount of damage caused to water bodies due to violation of water legislation]. Order of the Ministry of Natural Resources of RF of 13 April, 2009, no. 87. (In Russian).

#### ***Информация об авторе***

**А. А. Кириленко** – младший научный сотрудник.

#### ***Information about the author***

**A. A. Kirilenko** – 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 11.05.2023; одобрена после рецензирования 26.05.2023; принята к публикации 09.06.2023.*

*The article was submitted 11.05.2023; approved after reviewing 26.05.2023; accepted for publication 09.06.2023.*



Научная статья  
УДК 633.15:631.17

### Влияние норм внесения зеленой массы сидерата на урожайность кукурузы на зерно

Валерий Алексеевич Монастырский<sup>1</sup>, Яна Сергеевна Тищенко<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск,  
Российская Федерация

<sup>1</sup>valerijmonastyrskij@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0881-4282>

<sup>2</sup>ageeva.yana21@gmail.com

**Аннотация. Цель:** определить влияние различных норм зеленой массы сидеральной культуры на урожайность кукурузы на зерно. **Материалы и методы.** Исследования проведены в ООО «Агропредприятие «Бессергеновское» Октябрьского района Ростовской области. Агротехника в опытах использовалась на основе действующих зональных систем земледелия. **Обсуждение.** Внесение зеленой массы сидерата проводилось осенью после уборки предшественника кукурузы. Содержание нитратного азота в пахотном горизонте в 2022 г. было больше на 1,1 мг/кг, чем в 2021 г. Обменного калия было больше на 0,8 мг/кг, подвижного фосфора – на 6 мг/кг. При внесении 25 т/га зеленой массы в 2021 и 2022 гг. урожайность кукурузы на зерно составила 87 и 90 ц/га соответственно. Наибольшая разница в урожайности отмечена в вариантах 4 и 5. **Выводы.** Минимальная норма внесения зеленой массы сидерата для кукурузы составляет 30 т/га. Урожайность при этом равна 92,0 ц/га. При внесении от 30 до 35 т/га зеленой массы сидерата наблюдается последствие внесенного органического удобрения на следующий год и сохранение почвенного плодородия. Урожайность в 2021 г. составила в вариантах 3 и 4 соответственно 92,0 и 98,0 ц/га. В 2022 г. на тех же опытных участках урожайность кукурузы на зерно уже составляла 98,0 и 104,0 ц/га. Внесение 40 т/га следует совмещать с использованием азотных удобрений. В этом случае ежегодное применение таких норм зеленой массы сидерата суммируется и положительно влияет как на восполнение питательных веществ в почве, так и на урожайность кукурузы на зерно. В 2021 г. в варианте 5 урожайность кукурузы на зерно составила 126,0 ц/га, в 2022 г. – 133 ц/га.

**Ключевые слова:** кукуруза на зерно, сидерат, удобрение, питательные вещества, урожайность

**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:** Монастырский В. А., Тищенко Я. С. Влияние норм внесения зеленой массы сидерата на урожайность кукурузы на зерно // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2023. № 2(90). С. 33–40.

\*\*\*\*\*

Original article

### The impact of green manure basis application rates on grain maize yield

Valeriy A. Monastyrskiy<sup>1</sup>, Yana S. Tishchenko<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novocherkassk,  
Russian Federation

<sup>1</sup>valerijmonastyrskij@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0881-4282>

<sup>2</sup>ageeva.yana21@gmail.com

**Abstract. Purpose:** to determine the impact of different rates of green manure basis on the grain maize yield. **Materials and methods.** The studies were carried out at Bessergenevskoe Agricultural Enterprise LLC, Oktyabrsky District, Rostov region. Agricultural technology in the experiments was used on the basis of existing zonal farming systems. **Discussion.** The application of green manure basis was carried out in autumn after the corn predecessor harvesting. The content of nitrate nitrogen in the plough-layer in 2022 was 1.1 mg/kg more than in 2021. Exchangeable potassium was 0.8 mg/kg more, and available phosphorus was 6 mg/kg more. With the green basis application of 25 t/ha in 2021 and 2022, the grain maize yield was 87 and 90 q/ha, respectively. The greatest difference in productivity was noted in options 4 and 5. **Conclusions.** The minimum application rate of green manure basis for corn is 30 t/ha. The yield in this case is 92.0 q/ha. When applying 30–35 t/ha of green manure basis, there is an aftereffect of the applied organic fertilizer for the next year and the soil fertility conservation. The yield in 2021 was in options 3 and 4 – 92.0 and 98.0 q/ha, respectively. In 2022, on the same experimental plots, the yield of corn for grain was already 98.0 and 104.0 q/ha. The application of 40 t/ha should be combined with the nitrogen fertilizers application. In this case, the annual application of such rates of green manure basis is summed up and effects both the replenishment of nutrients in soil and the grain maize yield positively. In 2021, in option 5, the grain maize yield was 126.0 q/ha, in 2022 – 133 q/ha.

**Keywords:** grain maize, green manure, fertilizer, nutrients, yield

**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:** Monastyrskiy V. A., Tishchenko Ya. S. The impact of green manure basis application rates on grain maize yield. *Ways of Increasing the Efficiency of Irrigated Agriculture*. 2023;2(90):33–40. (In Russ.).

**Введение.** Кукуруза в Южном федеральном округе является высокопродуктивной зерновой культурой [1–5]. Средняя урожайность кукурузы на зерно по региону в 2022 г. приблизилась к отметке 7 т/га. Наибольшие показатели урожайности превышают 15 т/га. Достигаются такие результаты путем использования комплекса мер, основой которых служит своевременная обработка растений от вредителей, применения оросительных мелиораций и различных удобрений и регуляторов роста [6–11]. Ранее проведенные исследования показали, что наибольшие показатели урожайности достигаются путем применения комплекса удобрений, в состав которого входят как органические, так и минеральные удобрения. В качестве органического удобрения выделяется применение сидеральных культур и перепревшего подстилочного навоза крупного рогатого скота (КРС). Дозы использования навоза КРС ранее исследованы, регламентированы и рекомендованы к производству, а вот определение норм внесения сидератов под сельскохозяйственные культуры, а также их влияния на плодородие почвы является актуальной задачей. Поэтому целью работы мы обозначили определение оптимального количества зеленой массы сидеральной культуры и ее влияния на урожайность кукурузы на зерно.

**Материалы и методы.** Исследования проведены в 2021 и 2022 гг. в ООО «Агропредприятие «Бессергеновское» Октябрьского района Ростовской области. Агротехника в опытах использовалась на основе действующих зональных систем земледелия. Поливы проводились дождевальными машинами Valley. Влажность почвы поддержива-

лась на уровне 80 % наименьшей влагоемкости в слое почвы 0,6 м. В качестве сидеральной культуры использовалась горчица сарептская сорта Донская 8. Схема опыта «Подбор норм внесения зеленой массы сидерата и их влияние на урожайность кукурузы на зерно»:

- вариант 1 – внесение 20 т/га зеленой массы (контроль);
- вариант 2 – внесение 25 т/га зеленой массы;
- вариант 3 – внесение 30 т/га зеленой массы;
- вариант 4 – внесение 35 т/га зеленой массы;
- вариант 5 – внесение 40 т/га зеленой массы + N<sub>20</sub>.

Проведенными ранее исследованиями было выяснено, что при внесении большого количества зеленой массы (более 35 т/га) процессы разложения в весенний период не успевают завершиться до срока посева кукурузы. Поэтому вариант опыта 5 потребовал дополнительного внесения азотных удобрений для ускорения процессов разложения зеленой массы сидерата. В 2022 г. делянки с вариантами опыта находились в тех же границах, что и годом ранее.

**Обсуждение.** Зеленая масса сидерата вносилась осенью после уборки предшественника кукурузы. В таблице 1 приведены результаты определения содержания питательных веществ в пахотном горизонте почвы в предпосевной и послеуборочный период в зависимости от норм внесения зеленой массы сидерата.

**Таблица 1 – Динамика питательных веществ в почве в зависимости от норм внесения сидерата**

В мг/кг

**Table 1 – The dynamics of nutrients in soil, depending on the application rate of green manure**

In mg/kg

| Вариант,<br>норма сидерата,<br>т/га | N-NO <sub>3</sub> |                 | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> |                 | K <sub>2</sub> O |                 |
|-------------------------------------|-------------------|-----------------|-------------------------------|-----------------|------------------|-----------------|
|                                     | перед<br>посевом  | после<br>уборки | перед<br>посевом              | после<br>уборки | перед<br>посевом | после<br>уборки |
| 2021 г.                             |                   |                 |                               |                 |                  |                 |
| 20 (контроль)                       | 18,2              | 14,0            | 26,4                          | 22,5            | 363              | 332             |
| 25                                  | 19,3              | 14,2            | 27,0                          | 23,7            | 378              | 339             |
| 30                                  | 20,0              | 15,7            | 27,6                          | 24,1            | 385              | 347             |
| 35                                  | 19,9              | 15,8            | 28,3                          | 24,6            | 397              | 352             |
| 40 + N <sub>20</sub>                | 20,5              | 16,2            | 28,8                          | 25,4            | 409              | 361             |
| 2022 г.                             |                   |                 |                               |                 |                  |                 |
| 20 (контроль)                       | 17,8              | 14,2            | 26,0                          | 19,6            | 357              | 328             |
| 25                                  | 19,3              | 14,4            | 26,8                          | 19,7            | 373              | 344             |
| 30                                  | 20,3              | 16,2            | 28,1                          | 20,1            | 395              | 354             |
| 35                                  | 20,7              | 16,3            | 28,9                          | 20,7            | 402              | 359             |
| 40 + N <sub>20</sub>                | 21,6              | 16,7            | 29,7                          | 25,8            | 415              | 376             |

Результаты лабораторных исследований показали, что перед посевом кукурузы на первом (контрольном) опытном участке, где осенью вносилось 20 т/га зеленой массы горчицы сарептской, в пахотном горизонте почвы в 2021 г. было 18,2 мг/кг нитратного азота. На втором участке с нормой 25 т/га нитратного азота (N-NO<sub>3</sub>) было на 1,1 мг/кг больше. При внесении 30 и 35 т/га – 20,0 и 19,9 мг/кг соответственно, при 40 т/га зеленой массы также наблюдалось повышенное содержание в почве N-NO<sub>3</sub> (20,5 мг/кг). Анализ результатов показывает, что с увеличением нормы внесения сидерата содержа-

ние подвижного фосфора возрастало по сравнению с контрольным вариантом. В контрольном варианте в 2021 г. подвижного фосфора в среднем отмечено 26,4 мг/кг, что на 0,6 мг/кг меньше варианта 2, на 1,2 мг/кг меньше, чем в варианте 3, на 1,9 мг/кг меньше, чем в варианте 4, и на 2,4 мг/кг, чем в варианте 5. Динамика содержания обменного калия в почве подобна динамике содержания нитратного азота и подвижного фосфора в зависимости от варианта опыта. Разница в содержании в почве обменного калия увеличивалась от контроля к варианту 5. В варианте 2 содержание  $P_2O_5$  превышало контроль на 15 мг/кг, в варианте 3 – на 22 мг/кг, в варианте 4 – на 34 мг/кг, в варианте 5 – на 46 мг/кг.

Результаты исследования содержания питательных веществ в почве в послеуборочный период 2021 г. показывают, что разница между вариантами опыта является незначительной и почти не зависит от начальных показателей. Количество в почве нитратного азота в контрольном варианте составило 14 мг/кг. В варианте с внесением 25 т/га зеленой массы осенью в почве показатель был равен 14,2 мг/кг, в варианте опыта 3 – 15,7 мг/кг, в варианте 4 – 15,8 мг/кг, в варианте 5 – 16,2 мг/кг. Обусловлены такие цифры тем, что при питании растений из почвы невозможно поглотить все вещества и в данных условиях лимитом являлось содержание нитратного азота от 14 до 16,2 мг/кг.

Подобная динамика прослеживалась и при определении в почве подвижного фосфора. Так, после уборки кукурузы на зерно количество доступного растениям фосфора в варианте 1 уменьшилось с 26,4 до 22,5 мг/кг, в варианте 2 – с 27,0 до 23,7 мг/кг. В вариантах 3, 4 и 5 также отмечено уменьшение содержания в почве  $P_2O_5$  после уборки кукурузы. Между собой варианты различаются тем, что на контроле показатель подвижного фосфора является наименьшим. При внесении 25 т/га зеленой массы в почве осталось на 1,2 мг/кг больше количества в варианте 1 и на 3,3 мг/кг меньше количества до посева основной культуры. В варианте 3 подвижного фосфора отмечено больше на 1,6 мг/кг, в варианте 4 – на 2,1 мг/кг, в варианте 5 – на 2,9 мг/кг.

Согласно данным анализа почвенных образцов, на опытных участках отмечается большое количество обменного калия. Внесение зеленой массы сидерата пополнило эти запасы, и весной, перед посевом кукурузы, в варианте 1 было отмечено 363 мг/кг обменного калия. В варианте 2 – 378 мг/кг, в варианте 3 – 385 мг/кг, в варианте 4 – 397 мг/кг, в варианте 5 – 409 мг/кг. После уборки кукурузы на зерно в контрольном варианте показатель доступного калия уменьшился на 32 мг/кг и составил 332 мг/кг. В вариантах с внесением 25 и 30 т/га содержание обменного калия уменьшилось на 39 и 38 мг/кг соответственно. В варианте 4 содержание снизилось на 45 мг/кг, в варианте 5 – на 48 мг/кг.

Рассмотрение показателей химического анализа почвенных образцов, отобранных весной 2022 г. перед посевом кукурузы на зерно, с учетом осеннего внесения зеленой массы согласно вариантам опыта показало, что динамика в почве питательных веществ в 2022 г. подобна динамике в 2021 г. Однако отмечается отличие начальных запасов в почве питательных веществ в зависимости от варианта опыта. Так, в 2021 г. по сравнению с 2022 г. в вариантах 1 и 2 перед посевом кукурузы содержание нитратного азота, подвижного фосфора и обменного калия было больше. Обусловлено это недостатком поступивших питательных веществ с 20 и 25 т/га зеленой массы сидерата. При внесении 30 и 35 т/га зеленой массы сидерата отмечено одинаковое количество основных питательных элементов в почве с незначительным отклонением в сторону увеличения, и в основном это отмечается в варианте 4. В варианте с внесением 40 т/га зеленой массы и 20 кг д. в./га минерального азота отмечается рост содержания в почве питательных веществ. Так, нитратного азота в 2022 г. на 1,1 мг/кг было больше, чем в 2021 г. Обменного калия было больше на 0,8 мг/кг, подвижного фосфора – на 6 мг/кг.

От уровня содержания питательных веществ в почве напрямую зависит урожай-

ность исследуемой культуры. Урожайность кукурузы на зерно в зависимости от норм внесения зеленой массы сидерата представлена в таблице 2.

**Таблица 2 – Урожайность кукурузы на зерно в зависимости от норм внесения зеленой массы сидерата**

В ц/га

**Table 2 – Grain corn yield depending on application rates of green manure basis**

In q/ha

| Вариант, норма сидерата, т/га | 2021 г. | 2022 г. | Среднее |
|-------------------------------|---------|---------|---------|
| 20 (контроль)                 | 81,0    | 81,0    | 81,0    |
| 25                            | 87,0    | 90,0    | 88,5    |
| 30                            | 92,0    | 96,0    | 94,0    |
| 35                            | 98,0    | 104,0   | 101,0   |
| 40 + N <sub>20</sub>          | 126,0   | 133,0   | 129,5   |
| НСР <sub>05</sub> , ц/га      | 3,5     | 3,8     |         |

Анализ проведенных исследований и полученных результатов позволил сделать вывод о том, что внесения 20 т/га зеленой массы сидерата недостаточно для формирования высоких урожаев кукурузы на зерно. Большую часть питательных веществ для формирования урожая растениям приходится поглощать из почвы, истощая ее. Так, в контрольном варианте по годам исследований урожайность кукурузы на зерно не превышала 81 ц/га, причем в 2022 г. урожайность была несколько ниже, но в пределах ошибки опыта. Потому для установления более полной динамики в 2023 г. также будут проведены исследования в данном направлении. При внесении 25 т/га зеленой массы в 2021 и 2022 гг. урожайность составила 87 и 90 ц/га соответственно. Наибольшая разница в урожайности отмечена в вариантах 4 и 5. Так, разница между 2021 и 2022 гг. в варианте 4 составила 6 ц/га, а в варианте 5 – 7 ц/га.

При всем этом разница между вариантами исследований по всем годам была существенной и составляла в сравнении с контрольным вариантом от 3,0 до 7,0 ц/га. Также, по нашим наблюдениям, урожайность кукурузы на зерно наблюдается наибольшей среди всех вариантов по всем годам исследований. Связано это с последствием внесенной зеленой массы сидерата. И если в 2021 г. норма внесенного зеленого удобрения использовалась в качестве основного и единственного внешнего источника питания для растений, то в 2022 г. остаточный эффект суммировался с текущим внесением, что и позволило добиться наилучших результатов в проведенных исследованиях.

**Выводы.** В итоге можно сказать, что оправданной со стороны восполнения в почве питательных веществ внесением сидерата является норма зеленой массы не менее 30 т/га. Урожайность кукурузы на зерно в этом варианте по годам исследования составила в 2021 г. 92,0 ц/га, в 2022 г. – 96 ц/га. При внесении от 30 до 35 т/га зеленой массы сидерата наблюдается последствие внесенного органического удобрения на следующий год и сохранение почвенного плодородия. Урожайность в 2021 г. составила в вариантах 3 и 4 соответственно 92,0 и 98,0 ц/га. В 2022 г. на тех же опытных участках урожайность кукурузы на зерно уже составляла 98,0 и 104,0 ц/га. Увеличение нормы внесения зеленой массы сидерата до 40 т/га следует совмещать с использованием азотных удобрений для ускорения процессов переработки зеленой массы в доступное для растений органическое вещество. В этом случае ежегодное применение таких норм зеленой массы сидерата суммируется и положительно влияет как на восполнение питательных веществ в почве, так и на урожайность кукурузы на зерно. В 2021 г. в варианте 5 урожайность кукурузы на зерно составила 126,0 ц/га, в 2022 г. – 133 ц/га.

### Список источников

1. Аграрный сектор юга России: современные тенденции и перспективы развития: монография / А. Н. Тарасов, О. В. Исаева, М. А. Холодова, А. А. Удалов, М. Н. Кабаненко, А. Е. Черная, З. В. Удалова. Ростов н/Д.: ВНИИЭиН – филиал ФГБНУ ФРАНЦ; АзовПринт, 2020. 112 с.
2. Чекмарев П. А. Состояние зерновых и кормовых культур в России и субъектах ЮФО // Зерновое хозяйство России. 2009. № 3. С. 2–10.
3. Размещение производства кукурузы в России: новая реальность / В. И. Нечаев, П. В. Михайлункин, С. А. Аржанцев, Т. Г. Бондаренко // Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве. 2020. № 7(64). С. 87–95. DOI: 10.33938/207-87.
4. Global warming potential and its cost of mitigation from maize (*Zea mays*) – wheat (*Triticum aestivum*) cropping system / R. K. Fagodiya, H. Pathak, A. Bhati, N. Jain, D. K. Gupta // Indian Journal of Agricultural Sciences. 2020. 90(1). P. 69–74. DOI: 10.56093/ijas.v90i1.98535.
5. Forecasting corn yield at the farm level in Brazil based on the FAO-66 approach and soil-adjusted vegetation index (SAVI) / L. P. Venancio, E. Ch. Mantovani, C. H. Amaral, C. M. U. Neale, I. Z. Gonçalves, R. Filgueiras, I. Campos // Agricultural Water Management. 2019. № 225. 105779. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2019.105779>.
6. Минимализация обработки почвы и ее влияние на агрофизические показатели чернозема выщелоченного и урожайность полевых культур / А. С. Найденов, Н. И. Бардак, С. С. Терехова, Н. Н. Кравцова // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета [Электронный ресурс]. 2018. № 140. С. 112–122. URL: <http://ej.kubagro.ru/2018/06/pdf/26.pdf> (дата обращения: 01.05.2023). DOI: 10.21515/1990-4665-140-026.
7. Багринцева В. Н., Ивашенко И. Н. Эффективность азотного удобрения на гибридах кукурузы в зоне достаточного увлажнения Ставропольского края // Агрохимия. 2018. № 1. С. 72–76. DOI: 10.7868/S0002188118010076.
8. Влияние удобрений и гидротермических условий на урожайность кукурузы на силос в длительном опыте на черноземах обыкновенных Ростовской области / Э. А. Гаевая, И. Н. Ильинская, О. С. Безуглова, Е. Н. Нежинская, С. А. Тарадин, А. В. Мищенко // Проблемы агрохимии и экологии. 2022. № 2. С. 3–11.
9. Расчет доз минеральных удобрений: свидетельство о гос. регистрации прогр. для ЭВМ № 2018663750 / Васильев С. М., Бабичев А. Н., Монастырский В. А., Ольгаренко В. И., Гонзалез-Гальего М. Р., Нецепляев Д. А.; правообладатель Рос. науч.-исслед. ин-т проблем мелиорации. № 2018619426; заявл. 04.09.18; опубл. 02.11.18, Бюл. № 1.
10. Монастырский В. А., Бабичев А. Н., Ольгаренко В. И. Алгоритм планирования и программа расчета доз удобрений для точного земледелия // Ресурсосбережение и адаптивность в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур и переработки продукции растениеводства: материалы междунар. науч.-практ. конф., пос. Персиановский, 7 февр. 2018 г. Персиановский, 2018. С. 48–52.
11. Монастырский В. А., Бабичев А. Н., Ольгаренко В. И. Алгоритм расчета доз внесения минеральных удобрений в прецизионном земледелии // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации [Электронный ресурс]. 2019. № 1(33). С. 26–38. URL: <http://www.rosniipm-sm.ru/article?n=985> (дата обращения: 01.10.2022). DOI: 10.31774/2222-1816-2019-1-26-38.

## References

1. Tarasov A.N., Isaeva O.V., Kholodova M.A., Udalov A.A., Kabanenko M.N., Chernaya E.A., Udalova Z.V., 2020. *Agrarnyy sektor yuga Rossii: sovremennye tendentsii i perspektivy razvitiya: monografiya* [Agrarian Sector of the Southern Russia: Current Trends and Development Prospects: monograph]. Rostov-on-Don, VNIIEiN – branch of FGBNU FRANC, AzovPrint Publ., 112 p. (In Russian).
2. Chekmarev P.A., 2009. *Sostoyanie zernovykh i kormovykh kul'tur v Rossii i sub"ektakh YUFO* [The state of grain and fodder crops in Russia and the subjects of the Southern Federal District]. *Zernovoe khozyaystvo Rossii* [Grain Economy of Russia], no. 3, pp. 2-10. (In Russian).
3. Nechaev V.I., Mikhailunkin P.V., Arzhantsev S.A., Bondarenko T.G., 2020. *Razmeshchenie proizvodstva kukuruzy v Rossii: novaya real'nost'* [Placing corn production in Russia: a new reality]. *Ekonomika, trud, upravlenie v sel'skom khozyaystve* [Economy, Labor, Management in Agriculture], no. 7(64), pp. 87-95, DOI: 10.33938/207-87. (In Russian).
4. Fagodiya R.K., Pathak H., Bhati A., Jain N., Gupta D.K., 2020. Global warming potential and its cost of mitigation from maize (*Zea mays*) – wheat (*Triticum aestivum*) cropping system. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 90(1), pp. 69-74, DOI: 10.56093/ijas.v90i1.98535.
5. Venancio L.P., Mantovani E.Ch., Amaral C.H., Neale C.M.U., Gonçalves I.Z., Filgueiras R., Campos I., 2019. Forecasting corn yield at the farm level in Brazil based on the FAO-66 approach and soil-adjusted vegetation index (SAVI). *Agricultural Water Management*, no. 225, 105779, <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2019.105779>.
6. Naidenov A.S., Bardak N.I., Terekhova S.S., Kravtsova N.N., 2018. [Minimizing tillage and its effect on agro-physical indexes of leached chernozem and productivity of field crops]. *Nauchnyy zhurnal KubGAU: politematicheskii setevoy elektronnyy zhurnal*, no. 140, pp. 112-122, available: <http://ej.kubagro.ru/2018/06/pdf/26.pdf> [accessed 01.05.2023], DOI: 10.21515/1990-4665-140-026. (In Russian).
7. Bagrintseva V.N., Ivashenenko I.N., 2018. *Effektivnost' azotnogo udobreniya na gibridakh kukuruzy v zone dostatochnogo uvlazhneniya Stavropol'skogo kraya* [Effect of nitrogen fertilizer on maize hybrids productivity in sufficient moisturing zone of the Stavropol Territory]. *Agrokimiya* [Agrochemistry], no. 1, pp. 72-76, DOI: 10.7868/S0002188118010076. (In Russian).
8. Gaevaya E.A., Ilinskaya I.N., Bezuglova O.S., Nezhinskaya E.N., Taradin S.A., Mishchenko A.V., 2022. *Vliyanie udobreniy i gidrotermicheskikh usloviy na urozhaynost' kukuruzy na silos v dlitel'nom opyte na chernozemakh obyknovennykh Rostovskoy oblasti* [The effect of fertilizers and hydrothermal conditions on the yield of corn on silage in a long-term experiment at ordinary chernozems of Rostov region]. *Problemy agrokimii i ekologii* [Agrochemistry and Ecology Problems], no. 2, pp. 3-11. (In Russian).
9. Vasiliev S.M., Babichev A.N., Monastyrsky V.A., Olgarenko V.I., Gonzalez-Gallego M.R., Netseplyaev D.A., 2018. *Raschet doz mineral'nykh udobreniy* [Calculation of Doses of Mineral Fertilizers]. Certificate of State Software Registration for Computer, no. 2018663750. (In Russian).
10. Monastyrsky V.A., Babichev A.N., Olgarenko V.I., 2018. *Algoritm planirovaniya i programma rascheta doz udobreniy dlya tochnogo zemledeliya* [Planning algorithm and program for calculating fertilizer doses for precision farming]. *Resursosberezhenie i adaptivnost' v tekhnologiyakh vzdelyvaniya sel'skokhozyaystvennykh kul'tur i pererabotki produktsii rastenievodstva: materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Resource Saving and Adaptability in Technologies of Cultivation and Processing of Plant Products: Proc. of International Scientific-Practical Conference]. Persianovsky, pp. 48-52. (In Russian).

11. Monastyrsky V.A., Babichev A.N., Olgarenko V.I., 2019. [The calculation algorithm for rate of fertilizer application in precision farming]. *Nauchnyy zhurnal Rossiyskogo NII problem melioratsii*, no. 1(33), pp. 26-38, available: <http://www.rosniipm-sm.ru/article?n=985> [accessed 01.10.2022], DOI: 10.31774/2222-1816-2019-1-26-38. (In Russian).

***Информация об авторах***

**В. А. Монастырский** – старший научный сотрудник, кандидат сельскохозяйственных наук;

**Я. С. Тищенко** – аспирант.

***Information about the authors***

**V. A. Monastyrskiy** – Senior Researcher, Candidate of Agricultural Sciences;

**Ya. S. Tishchenko** – Postgraduate Student.

*Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.*

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

*Contribution of the authors: the authors contributed equally to this 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 12.05.2023; одобрена после рецензирования 30.05.2023; принята к публикации 23.06.2023.*

*The article was submitted 12.05.2023; approved after reviewing 30.05.2023; accepted for publication 23.06.2023.*



Научная статья  
УДК 626/627

## Нормативно-правовое обеспечение реконструкции гидромелиоративных объектов

Владимир Викторович Слабунов<sup>1</sup>, Антон Леонидович Кожанов<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск, Российская Федерация

<sup>1</sup>Slabunovvv@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0150-5193>

<sup>2</sup>AntonKozhanov1983@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4240-1967>

**Аннотация.** Цель: разработка общих нормативных требований к реконструкции гидромелиоративных объектов. **Материалы и методы.** Объектом исследований являлся процесс реконструкции гидромелиоративных объектов. В процессе исследований проводился поиск и анализ нормативно-технической и нормативно-правовой документации, а также современных наработок в области реконструкции мелиоративных систем. Анализировались основные мероприятия, проводимые при реконструкции действующих мелиоративных систем и сооружений. Применялись аналитический, сравнительный и логический методы. **Результаты.** В результате работы установлены основные цели реконструкции, факторы, обуславливающие необходимость проведения реконструкции гидромелиоративных объектов. На основе анализа определены критерии выбора первоочередных объектов реконструкции, а также финансирования работ по реконструкции. Разработанные нормативные положения устанавливают рекомендуемый состав работ по реконструкции гидромелиоративных систем, составлена последовательность процесса реконструкции согласно действующему законодательству и нормативно-техническим документам с описанием каждого этапа работ. **Выводы.** В результате исследований разработаны нормативные положения, устанавливающие общие требования к реконструкции мелиоративных систем и сооружений различных форм собственности, ранее построенных и не обеспечивающих нормативный водный режим в результате старения и износа элементов системы, использования сооружений по новому назначению, изменений структуры землепользования, природных условий, антропогенных воздействий и других факторов. Положения могут быть использованы при выборе первоочередных мелиоративных объектов с учетом критериев отнесения видов работ к реконструкции, определяют состав работ по реконструкции, сроки и продолжительность проведения работ и порядок проведения работ по реконструкции.

**Ключевые слова:** нормативный документ, мелиоративный объект, реконструкция, мелиоративная система, гидротехническое сооружение

**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:** Слабунов В. В., Кожанов А. Л. Нормативно-правовое обеспечение реконструкции гидромелиоративных объектов // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2023. № 2(90). С. 41–50.

\*\*\*\*\*

Original article

### Regulatory support for the reconstruction of reclamation facilities

**Vladimir V. Slabunov<sup>1</sup>, Anton L. Kozhanov<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup>Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novocherkassk, Russian Federation

<sup>1</sup>Slabunovvv@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0150-5193>

<sup>2</sup>AntonKozhanov1983@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4240-1967>

**Abstract. Purpose:** to develop general regulatory requirements for reclamation facilities reconstruction. **Materials and methods.** The object of research was the process of reconstruction of irrigation and drainage facilities. In the process of research, a search and analysis of normative-technical and regulatory documentation, as well as modern developments in the field of reconstruction of reclamation systems, was carried out. The main measures carried out during the reconstruction of existing reclamation systems and structures were analyzed. Analytical, comparative and logical methods were used. **Results.** As a result of the work, the main objectives of the reconstruction, the factors determining the need for the reconstruction of reclamation facilities have been determined. The criteria for selecting priority objects of reconstruction, as well as financing reconstruction, based on the analysis were determined. The developed regulations define the recommended scope of works for the reconstruction of reclamation systems, the sequence of the reconstruction process has been drawn up in accordance with the current legislation and normative technical documents with a description of each stage of work. **Conclusions.** As a result of the research, the regulations, setting the general requirements for the reconstruction of reclamation systems and facilities of various forms of ownership that were previously constructed and do not provide the regulatory water regime as a result of aging and wear of the system elements, the use of facilities for a new purpose, changes in the land use structure, natural conditions, anthropogenic impacts and other factors, have been developed. The regulations can be used when choosing top-priority reclamation facilities, taking into account the criteria for classifying types of work as reconstruction, determine the scope of reconstruction work, the timing and duration of work, and the procedure for carrying out reconstruction work.

**Keywords:** regulatory document, reclamation facility, reconstruction, reclamation system, waterworks

**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:** Slabunov V. V., Kozhanov A. L. Regulatory support for the reconstruction of reclamation facilities. *Ways of Increasing the Efficiency of Irrigated Agriculture*. 2023;2(90):41–50. (In Russ.).

**Введение.** Начиная с конца XX в. в процессе интенсивного развития мелиорации, когда в России данные вопросы были поставлены на государственный уровень, происходит постоянное масштабное внедрение в отечественную практику мелиоративного строительства новых прогрессивных технологий и технических средств. Но социально-экономические трудности 1990-х гг. стали причиной снижения развития мелиоративного строительства и уменьшения объема эксплуатационных работ из-за резкого сокращения финансирования мелиоративного сектора [1–4]. Впоследствии имеет место тривиальная недостаточная обоснованность проектов мелиоративных систем, которая в дальнейшем приводит к критическому снижению технико-экономических показателей сооружений, что в свою очередь требует организации эффективного «механизма» поддержания технического состояния сооружений, а не регулярной борьбы с последствиями.

В условиях современной российской экономики по сравнению с новым строи-

тельством реконструкция рассматривается как наиболее рациональный способ окупаемости капитальных вложений. Среди основных направлений государственной политики в сфере обеспечения продовольственной безопасности, согласно Указу Президента [5], отмечена важность развития мелиорации земель за счет в том числе технического перевооружения и реконструкции мелиоративных систем. Особое место выделяется комплексной реконструкцией с проведением также большого объема культуртехнических работ [6]. На орошаемых землях реконструкция требуется для проведения строительно-монтажных работ на площадях до 2133,4 тыс. га, на осушаемых землях – до 1375,34 тыс. га. При проведении реконструкции осушительных систем в регионах с имеющимися засушливыми периодами необходимо устройство систем двойного регулирования [7–9]. Так, в настоящее время продолжают строиться и реконструироваться 167 объектов со сроками ввода в эксплуатацию вплоть до 2026 г. [8].

Наряду со спецификой эксплуатации мелиоративных сооружений, вопросы реконструкции становятся все более актуальными [10–12], но на практике возникают сложности в части нормативного регулирования, что, вероятно, вызвано недостаточной систематизацией имеющихся знаний в данной области. Вместе с тем в частных случаях современная нормативно-техническая база по вопросам реконструкции мелиоративных сооружений не имеет однозначных определений, важных для выделения перечня и состава строительных и организационно-технических мероприятий.

При этом потребность в проведении реконструкции может быть обусловлена рядом причин:

- социально-экономическими, определяющимися в процессе политических и экономических преобразований, протекающих в государстве и обществе;
- технико-экономическими, складывающимися по причине необходимости совершенствования техники и технологии, физического и морального износа;
- экологическими, формирующимися в результате наложения негативных воздействий на окружающую среду.

Из-за совокупности указанных положений встает необходимость актуализации апробированных технических норм, методик и рекомендаций по реконструкции мелиоративных сооружений и создания очередного стратегического документа в сфере технического регулирования.

В связи с этим целью настоящей работы является разработка нормативных требований к процессу реконструкции гидромелиоративных объектов.

**Материалы и методы.** Объектом исследований являлся процесс реконструкции гидромелиоративных объектов на всех стадиях жизненного цикла мелиоративной системы. В процессе исследований проводился поиск и анализ нормативно-технической и нормативно-правовой документации, а также современных наработок в области реконструкции мелиоративных систем таких ученых-мелиораторов, как В. Н. Щедрин, Ф. А. Абдразаков, А. А. Ткачев, А. А. Семеренко, А. А. Чураев и др. Анализировались основные мероприятия, проводимые при реконструкции действующих мелиоративных систем и сооружений. Применялись аналитический, сравнительный и логический методы.

**Результаты и обсуждения.** Проведение реконструкции гидромелиоративных объектов направлено на достижение определенных целей:

- рациональное использование водных и земельных ресурсов;
- увеличение объемов производства натуральной сельскохозяйственной продукции на мелиорируемых землях;
- повышение производительности труда при эксплуатации гидромелиоративных объектов;
- повышение надежности гидромелиоративных объектов;

- снижение эксплуатационных затрат;
- сохранение окружающей среды.

При этом реконструкции подлежат гидромелиоративные объекты, если в процессе их эксплуатации установлено, что они не обеспечивают растущие потребности в водных ресурсах, нормативный водный режим или испытывают необходимость в проведении организационных мероприятий, в т. ч. из-за следующих процессов:

- физического и морального износа гидромелиоративных объектов с истечением проектного срока эксплуатации;
- разрушения сооружений;
- разрушения дренажных систем при строительстве дорог и прокладке коммуникаций;
- износа оборудования, не подлежащего ремонту, или недостаточной производительности насосных станций;
- перехода из ограниченно работоспособной категории технического состояния в предельное (аварийное) техническое состояние отдельных сооружений и их частей по ГОСТ 31937, ГОСТ Р 70566, обеспечивающих функционирование гидромелиоративных систем;
- обстоятельств природного и техногенного характера, повлиявших на техническое состояние сооружений гидромелиоративной системы и их частей (паводки, аварии, строительство на гидромелиоративных системах других сооружений и т. п.);
- использования сооружений по новому назначению при повышении коэффициента полезного действия, коэффициента использования воды, коэффициента земельного использования и других показателей работы систем и обеспечении их значений теми нормативными показателями, которые отвечают требованиям экологически ориентированных гидромелиоративных систем;
- реализации последующих этапов строительства запроектированных гидромелиоративных систем, создание которых предусматривалось в несколько этапов, но не было выполнено своевременно;
- работы действующих сооружений в комплексе с новыми;
- изменения структуры землепользования и использования сельскохозяйственных земель, реформирования и изменения специализации сельскохозяйственных предприятий.

Для проведения реконструкции гидромелиоративных объектов необходимо максимальное использование существующих сооружений или элементов сооружений, находящихся в нормативном или работоспособном техническом состоянии, при этом должна проводиться увязка с реконструкцией объектов более высокого порядка.

Сроки и продолжительность работ устанавливаются по согласованию с сельскохозяйственным товаропроизводителем преимущественно во вневегетационный период. Рекомендуемая продолжительность работ непосредственно на сооружении не должна превышать 2 лет. Сроки этапов предварительных работ, проводимых вне строительной площадки, не регламентируются. Сроки проведения работ по реконструкции сооружений, которые не мешают сельскохозяйственным товаропроизводителям, определяют проектом реконструкции определенного объекта. При этом реконструкцию гидромелиоративных объектов проводят без прекращения выполнения ими основных эксплуатационных функций, допускают временное ограничение проектных режимов и условий эксплуатации реконструируемых объектов.

Сопутствующие культуртехнические, агромелиоративные мероприятия, работы по организации поверхностного стока и др. рекомендуется включать в проект реконструкции, также предусматривается проведение внеочередного пересмотра декларации безопасности и критериев безопасности гидротехнического сооружения.

Основными приоритетными объектами для проведения реконструкции гидромелиоративных систем и сооружений являются земли сельскохозяйственных организаций, определяемые как перспективные по наращиванию объемов выпуска сельскохозяйственной продукции и повышению экономической эффективности ведения хозяйственной деятельности, с удельным весом мелиорированных земель более 50 %.

Выбор первоочередных объектов реконструкции гидромелиоративных систем и сооружений осуществляют на основании сбора данных об объектах и объемах мероприятий в хозяйстве, куда входит следующая информация [2]:

- наличие орошаемых и осушенных земель, в т. ч. фактически используемых;
- наличие поливной и осушительной техники;
- состояние оросительной и осушительной сетей, в т. ч. требующих реконструкции;
- состояние почв мелиорируемых земель;
- производимая растениеводческая продукция (по группам культур: кормовые, овощные, технические и зерновые);
- ожидаемое увеличение урожайности и валового производства продукции растениеводства на сельскохозяйственных землях;
- планы сельскохозяйственного товаропроизводителя в рамках реализации мероприятий по развитию мелиорации сельскохозяйственных земель в части реконструкции гидромелиоративных систем всех форм собственности;
- наличие документов, подтверждающих право собственности на земельный участок.

При этом сбор, хранение и анализ многофакторных исходных данных рекомендуется выполнять с использованием информационных систем. По результатам подбора объектов сельскохозяйственными товаропроизводителями разрабатываются инвестиционные проекты реконструкции. Финансирование по затратам на разработку инвестиционного проекта сельскохозяйственных товаропроизводителей определяется в соответствии с действующим законодательством.

По результатам расчетов эффективности инвестиционных проектов реконструкции гидромелиоративных объектов выбор первоочередных объектов для реконструкции в части государственных мелиоративных систем проводится федеральным органом исполнительной власти в области сельского хозяйства. Окончательное решение федеральным органом исполнительной власти в области сельского хозяйства принимается на конкурсной основе с обязательным учетом следующих критериев:

- наличие документов, подтверждающих платежеспособность сельскохозяйственного товаропроизводителя, гарантирующее выполнение планируемых мелиоративных мероприятий за счет средств федерального бюджета согласно ст. 34 Федерального закона от 10 января 1996 г. № 4-ФЗ «О мелиорации земель»;
- соблюдение научно обоснованных севооборотов и структуры посевных площадей;
- доля участия сельскохозяйственного товаропроизводителя в финансировании мероприятий по развитию мелиорации сельскохозяйственных земель региона;
- увеличение урожайности сельскохозяйственных культур и валового объема производства продукции растениеводства на мелиорированных землях;
- наличие у сельскохозяйственного товаропроизводителя инвестиционного проекта реконструкции, обосновывающего эффективность вкладываемых средств на выполнение мелиоративных мероприятий на мелиорируемых землях за счет увеличения урожайности и прироста валового сбора сельскохозяйственной продукции.

После установления первоочередных объектов реконструкции определяются с финансированием данных работ согласно установленному законодательством порядку. Прошедшие отбор проекты реконструкции в соответствии с порядком, утвержден-

ным Министерством сельского хозяйства РФ, подлежат финансированию расходных обязательств на возмещение части затрат в виде субсидий согласно положениям действующих государственных программ мелиоративного комплекса РФ.

Выбор первоочередных объектов реконструкции осуществляют на основании предварительных расчетов эффективности инвестиционных проектов реконструкции гидромелиоративных объектов.

Рекомендуемый состав работ по реконструкции гидромелиоративных систем включает следующие пункты:

- замена способа орошения, если это продиктовано возможностями энерго- и ресурсосбережения, а также экологическими требованиями;
- замена открытой осушительной сети закрытой;
- замена вышедших из строя трубопроводов различных порядков;
- восстановление вышедшей из строя закрытой осушительной сети;
- восстановление открытой осушительной сети;
- сгущение закрытой осушительной сети;
- восстановление и строительство дополнительных сооружений гидромелиоративной системы (каналов, регулирующих и транспортных сооружений, насосных станций, ограждающих дамб, дорог и др.);
- замена морально устаревшей и вышедшей из строя дождевальной техники;
- природоохранные, культуртехнические, агролесомелиоративные и другие предусмотренные проектной документацией мероприятия;
- регулирование водоприемников.

Процесс реконструкции гидромелиоративных объектов осуществляют в следующей последовательности: предварительное обследование, инженерные изыскания, проектирование, экспертиза проектной документации, разрешение на строительство, работы по реконструкции (строительно-монтажные работы, организационно-технические мероприятия), ввод в эксплуатацию.

Собственник или лицо, ответственное за эксплуатацию гидромелиоративного объекта (далее – Заказчик), осуществляет предварительное (визуальное и инструментальное) обследование, готовит информацию об объекте реконструкции, включая вид и назначение, конструктивные особенности, технические сложности и возможные проблемы будущей реконструкции, изученность и сложности инженерных изысканий. В процессе предварительного обследования гидромелиоративных объектов используют имеющиеся у Заказчика журналы наблюдений, а при необходимости дополнительно составляют акты обследования.

Техническое задание, состав разделов, программы инженерных изысканий, виды и объемы работ, обоснованные в программе инженерных изысканий, должны соответствовать требованиям действующих нормативных документов, указанных в задании на выполнение инженерных изысканий. Разработку проектной документации выполняют на основе технического задания Заказчика, результатов инженерных изысканий и технических условий подключения объекта к сетям инженерно-технического обеспечения в соответствии с требованиями стандартов и действующего законодательства. При этом в проектной документации на реконструкцию гидромелиоративных объектов следует предусматривать использование только новых строительных материалов для сооружений всех классов опасности. Также в проектах реконструкции гидромелиоративных объектов необходимо предусматривать природоохранные инженерные мероприятия (устройство отстойников на каналах, противозрозионных сооружений и т. п.), а также организационно-хозяйственные водо- и почвозащитные мероприятия в соот-

ветствии с требованиями СП 100.13330<sup>1</sup>. Состав разделов проектной документации на гидромелиоративные объекты капитального строительства должен соответствовать действующему законодательству.

Нормативно-технической основой, устанавливающей общие требования к проектированию реконструируемых гидромелиоративных объектов, являются положения СП 100.13330<sup>1</sup>, действующих национальных стандартов, стандартов организаций и иных действующих нормативных технических документов.

После разработки проектная документация на реконструкцию гидромелиоративных объектов подлежит государственной экспертизе. После положительного заключения экспертизы приступают к получению разрешения на проведение строительно-монтажных работ, при этом разрешение на строительство гидромелиоративных объектов I и II классов опасности выдается Минстроем РФ, уполномоченным федеральным органом исполнительной власти в случае, если строительство объекта капитального строительства планируется осуществлять на территориях двух и более субъектов РФ, иного класса опасности – органом местного самоуправления по месту нахождения земельного участка. Дополнительно необходимо получить право пользования водным объектом (его части) в соответствии с действующим законодательством.

Строительно-монтажные работы и организационно-технические мероприятия по реконструкции гидромелиоративных объектов следует проводить с учетом требований действующих сводов правил и стандартов организации Национального объединения строителей. При этом процесс реконструкции подлежит строительному контролю, в случае, когда проектная документация подлежит государственной экспертизе, – государственному строительному надзору. Приемку в эксплуатацию гидромелиоративных объектов после завершения реконструкции необходимо проводить в соответствии с СП 68.13330<sup>2</sup>, ГОСТ Р 70524<sup>3</sup> и действующим законодательством.

**Выводы.** В результате исследований разработаны нормативные положения, устанавливающие общие требования к реконструкции мелиоративных систем и сооружений различных форм собственности, ранее построенных и не обеспечивающих нормативный водный режим в результате старения и износа элементов системы, использования сооружений по новому назначению, изменений структуры землепользования, природных условий, антропогенных воздействий и других факторов. Положения могут быть использованы при выборе первоочередных мелиоративных объектов с учетом критериев отнесения видов работ к реконструкции, определяют состав работ по реконструкции мелиоративных объектов, сроки и продолжительность проведения работ и порядок проведения работ по реконструкции (предварительное обследование, инженерные изыскания, проектирование, экспертиза проектной документации, разрешение на строительство, строительно-монтажные работы, организационно-технические мероприятия, ввод в эксплуатацию).

---

<sup>1</sup>Мелиоративные системы и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.06.03-85 [Электронный ресурс]: СП 100.13330.2016: утв. Минстроем России 16.12.16: введ. в действие с 17.06.17. Доступ из ИС «Техэксперт: 6 поколение» Интранет.

<sup>2</sup>Приемка в эксплуатацию законченных строительством объектов [Электронный ресурс]: СП 68.13330.2017: утв. Минстроем России 27.07.17: введ. в действие с 28.01.18. Доступ из ИС «Техэксперт: 6 поколение» Интранет.

<sup>3</sup>ГОСТ Р 70524-2022. Системы и сооружения мелиоративные. Правила приемки в эксплуатацию [Электронный ресурс]. Введ. 2023-07-01. М.: Рос. ин-т стандартизации, 2022. 15 с. Доступ из ИС «Техэксперт: 6 поколение» Интранет.

### Список источников

1. Колошеин Д. В., Гаврикова Е. Ю., Ашарина А. М. К вопросу реконструкции и модернизации мелиоративных систем в условиях Рязанской области // Актуальные вопросы совершенствования технической эксплуатации мобильной техники: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 20-летию каф. техн. эксплуатации трансп., г. Рязань, 12 окт. 2020 г. Рязань: РГАУ, 2020. С. 31–36.
2. Рекомендации по реконструкции и модернизации мелиоративных систем (на примере Ростовской области) / А. А. Чураев, Ю. Ф. Снопич, Т. А. Погоров, А. Е. Шепелев, Л. В. Юченко, М. В. Вайнберг, В. В. Митров; ФГБНУ «РосНИИПМ». Новочеркасск, 2015. 30 с.
3. Абдразаков Ф. К., Поморова А. В., Носенко А. В. Целесообразность проведения реконструкции мелиоративных систем // Научная волна 2017: сб. ст. Междунар. шк. молодых учен., г. Саратов, 8–14 авг. 2017 г. Саратов: Амирит, 2017. С. 6–10.
4. Управление водораспределением при реконструкции оросительных каналов мелиоративных систем / А. А. Ткачев, А. А. Семеренко, В. В. Сазонов, Е. В. Карельская // International Journal of Advanced Studies in Computer Engineering. 2019. № 1. С. 34–38.
5. Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации [Электронный ресурс]: Указ Президента РФ от 21 янв. 2020 г. № 20. Доступ из ИС «Техэксперт: 6 поколение» Интранет.
6. Культуртехнические работы на мелиорируемых землях / О. В. Воеводин, А. Л. Кожанов, В. В. Слабунов, С. Л. Жук; Рос. науч.-исслед. ин-т проблем мелиорации. Новочеркасск, 2012. 24 с. Деп. в ВИНТИ РАН 04.07.12, № 291-B2012.
7. Кожанов А. Л. Моделирование процесса компоновки функциональных модулей осушительной системы двустороннего действия // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2018. № 4(72). С. 24–31.
8. Развитие мелиоративного комплекса: строительство, модернизация и техническое перевооружение: справ. изд. М.: Росинформагротех, 2021. 88 с.
9. Кожанов А. Л. Конструктивные схемы энергосберегающих осушительных систем двойного регулирования водного режима // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2019. № 1(73). С. 27–34.
10. Сайфидинов Б., Близнецова М. М. Особенности реконструкции и ремонта гидротехнических сооружений под водой // Евразийский союз ученых. 2021. № 1(82). С. 32–35. DOI: 10.31618/ESU.2413-9335.2021.5.82.1233.
11. Коваленко А. В., Юзюк А. Ю. Самоуплотняющийся полимерцементный фибробетон для ремонта и реконструкции гидротехнических сооружений водохозяйственного мелиоративного комплекса // Мелиорация. 2018. № 3(85). С. 34–38.
12. Горелов А. В. Проектирование и применение буроинъекционных технологий при реконструкции и новом строительстве гидротехнических сооружений // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. 2021. № 1(264). С. 33–37.

### References

1. Koloshein D.V., Gavrikova E.Yu., Asharina A.M., 2020. *K voprosu rekonstruktsii i modernizatsii meliorativnykh sistem v usloviyakh Ryazanskoy oblasti* [On the issue of reconstruction and modernization of reclamation systems under the conditions of Ryazan region]. *Aktual'nye voprosy sovershenstvovaniya tekhnicheskoy ekspluatatsii mobil'noy tekhniki: materialy Mezhdunar. nauchno-prakt. konf., posvyashchennoy 20-letiyu kaf. tekhn. ekspluatatsii transporta* [Urgent Issues of Improving the Maintenance of Mobile Machinery: Proc. of Scientific-Practical Conf., Dedicated to the 20<sup>th</sup> Anniversary of the Department of Transport Maintenance]. Ryazan, RGAU, pp. 31-36. (In Russian).



2. Churaev A.A., Snipich Yu.F., Pogorov T.A., Shepelev A.E., Yuchenko L.V., Weinberg M.A., Mitrov V.V., 2015. *Rekomendatsii po rekonstruktsii i modernizatsii meliorativnykh sistem (na primere Rostovskoy oblasti)* [Recommendations for Reconstruction and Modernization of Reclamation Systems (on the example of Rostov region)]. Novocherkassk, 30 p. (In Russian).

3. Abdrazakov F.K., Pomorova A.V., Nosenko A.V., 2017. *Tselesoobraznost' provedeniya rekonstruktsii meliorativnykh sistem* [Feasibility of reconstruction of reclamation systems]. *Nauchnaya Volna 2017: sbornik statey Mezhdunarodnoy shkoly molodykh uchenykh* [Scientific Wave 2017, coll. of papers from the International School of Young Scientists]. Saratov, Amirit Publ., pp. 6-10. (In Russian).

4. Tkachev A.A., Semerenko A.A., Sazonov V.V., Karel'skaya E.V., 2019. *Upravlenie vodoraspredeleniem pri rekonstruktsii orositel'nykh kanalov meliorativnykh sistem* [Water distribution management during reconstruction of irrigation canals of reclamation systems]. *International Journal of Advanced Studies in Computer Engineering*, no. 1, pp. 34-38. (In Russian).

5. *Ob utverzhenii Doktriny prodovol'stvennoy bezopasnosti Rossiyskoy Federatsii* [On approval of the Food Security Doctrine of the Russian Federation]. Decree of the President of the Russian Federation of 21 January, 2020, no. 20. (In Russian).

6. Voevodin O.V., Kozhanov A.L., Slabunov V.V., Zhuk S.L., 2012. *Kul'turtekhnicheskie raboty na melioriruemyykh zemlyakh* [Land Clearing Operations on Reclaimed Lands]. Novocherkassk, 24 p., deposited in VINITI RAS on 04.07.2012, no. 291-B2012. (In Russian).

7. Kozhanov A.L., 2018. *Modelirovanie protsessa komponovki funktsional'nykh moduley osushitel'noy sistemy dvustoronnego deystviya* [Modeling the process of functional modules arrangement of the double-action drainage system]. *Puti povysheniya effektivnosti oroshaemogo zemledeliya* [Ways of Increasing the Efficiency of Irrigated Agriculture], no. 4(72), pp. 24-31. (In Russian).

8. *Razvitie meliorativnogo kompleksa: stroitel'stvo, modernizatsiya i tekhnicheskoe perevooruzhenie: sprav. izd.* [Development of the Reclamation Complex: Construction, Modernization and Technical Re-Equipment: ref. ed.]. Moscow, Rosinformagrotekh Publ., 2021, 88 p. (In Russian).

9. Kozhanov A.L., 2019. *Konstruktivnye skhemy energosberegayushchikh osushitel'nykh sistem dvoynogo regulirovaniya vodnogo rezhima* [Constructive schemes of energy-saving drainage systems for dual regulation of the water regime]. *Puti povysheniya effektivnosti oroshaemogo zemledeliya* [Ways of Increasing the Efficiency of Irrigated Agriculture], no. 1(73), pp. 27-34. (In Russian).

10. Saifidinov B., Bliznetsova M.M., 2021. *Osobennosti rekonstruktsii i remonta gidrotekhnicheskikh sooruzheniy pod vodoy* [Features of reconstruction and repair of hydraulic structures under water]. *Evraziyskiy soyuz uchenykh* [Eurasian Union of Scientists], no. 1(82), pp. 32-35, DOI: 10.31618/ESU.2413-9335.2021.5.82.1233. (In Russian).

11. Kovalenko A.V., Yuzyuk A.Yu., 2018. *Samouplotnyayushchiysya polimertsementnyy fibrobeton dlya remonta i rekonstruktsii gidrotekhnicheskikh sooruzheniy vodokhozyaystvennogo meliorativnogo kompleksa* [Self-sealing polymer-cement fiber-concrete for repair and reconstruction of hydraulic structures of the water management reclamation complex]. *Melioratsiya* [Land Reclamation], no. 3(85), pp. 34-38. (In Russian).

12. Gorelov A.V., 2021. *Proektirovanie i primeneniye buroin"ektsionnykh tekhnologiy pri rekonstruktsii i novom stroitel'stve gidrotekhnicheskikh sooruzheniy* [Design and application of drilling and injection technologies in the reconstruction and new construction of hydraulic structures]. *Stroitel'nye materialy, oborudovanie, tekhnologii XXI veka* [Construction Materials, Equipment, Technologies of the XXI Century], no. 1(264), pp. 33-37. (In Russian).

***Информация об авторах***

**В. В. Слабунов** – ведущий научный сотрудник, кандидат технических наук;

**А. Л. Кожанов** – ведущий научный сотрудник, кандидат технических наук.

***Information about the authors***

**V. V. Slabunov** – Leading Researcher, Candidate of Technical Sciences;

**A. L. Kozhanov** – Leading Researcher, Candidate of Technical Sciences.

*Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.*

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

*Contribution of the authors: the authors contributed equally to this 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 15.05.2023; одобрена после рецензирования 09.06.2023; принята к публикации 20.06.2023.*

*The article was submitted 15.05.2023; approved after reviewing 09.06.2023; accepted for publication 20.06.2023.*

Научная статья  
УДК 631.6:631.616

### Мелиорация низменностей

Ягмыр Мыратбердиев<sup>1</sup>, Мердан Эсенгулыевич Аманов<sup>2</sup>,  
Якупберди Гурбанмухаммедович Тайлиев<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Туркменский государственный архитектурно-строительный институт, Ашхабад,  
Туркменистан  
<sup>1,3</sup>djelaletdin@gmail.com  
<sup>2</sup>amanovmerdan73@gmail.com

**Аннотация.** **Цель:** изучение влияния мелиоративных и агротехнических мероприятий на засоление и плодородие почв низменностей. **Материалы и методы.** Исследования проводились на территории этрапа «Ак-бугдай» Ахалского велаята на базе учебно-опытного хозяйства Туркменского сельскохозяйственного университета имени С. А. Ниязова. Полевые наблюдения и исследования проводились по общепринятым методикам – по ГОСТ 17.5.1.01-83, рекультивация земель – методом О. Назармамедова «Новый метод обессоливания почвы», методика полевого опыта – по Б. А. Доспехову. **Результаты.** Выявлено, что мелиоративные мероприятия по снижению засоления почв препятствуют подъему грунтовых вод по капиллярам и способствуют предотвращению засоления. Мелиоративное удобрение улучшает поступление гумусовых веществ в корнеобитаемую зону сельскохозяйственных культур, способствует сохранению питательных веществ, увеличивает капиллярные поры воды и давление воздуха в почве. Определено, что в дальнейшем основная обработка почвы на той же глубине, производство которой продолжается из года в год, снижает чрезмерное уплотнение почвенного слоя из-за многократного проезда тракторов и другой техники, которые воздействуют на единицу площади орошаемых земель с высоким давлением. **Выводы:** после проведения мелиоративных и агротехнических мероприятий в низменных местах земля полностью выравнивается и используется в орошаемом земледелии.

**Ключевые слова:** дренажная мелиорация, агротехнические мероприятия, засоление почв, грунтовые воды, уплотнение, почвенный слой, коллекторы, орошаемые земли

**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:** Мыратбердиев Я., Аманов М. Э., Тайлиев Я. Г. Мелиорация низменностей // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2023. № 2(90). С. 51–57.

\*\*\*\*\*

Original article

### Lowland reclamation

Yagmyr Myratberdiev<sup>1</sup>, Merdan E. Amanov<sup>2</sup>, Yakupberdi G. Tayliev<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Turkmen State Architecture and Construction Institute, Ashgabat, Turkmenistan  
<sup>1,3</sup>djelaletdin@gmail.com  
<sup>2</sup>amanovmerdan73@gmail.com

**Abstract. Purpose:** to study the impact of reclamation and agrotechnical measures on salinization and fertility of lowland soils. **Materials and methods.** The research was carried

out on the territory of the Ak-Bugday district of Akhal region on the basis of the scientific and experimental farm of Turkmen Agricultural University named after S. A. Niyazov. Field observations and studies were carried out according to generally accepted methods – according to GOST 17.5.1.01-83, land recultivation – by O. Nazarmamedov’s method “New method of soil desalination”, field experiment methodology – by B. A. Dospekhov. **Results.** It was found out that reclamation measures to reduce soil salinity prevent the water table rise through capillaries and contribute to the salinization prevention. Reclamation fertilizer improves the entry of humic substances into the root zone of agricultural crops, contributes to the conservation of nutrients, increases the water capillary pores and air pressure in soil. It was determined that in the future, primary cultivation at the same depth, the production of which continues from year to year, reduces the excessive topsoil compaction due to the repeated passage of tractors and other equipment that affect the unit area of irrigated land with high pressure. **Conclusions:** after carrying out reclamation and agrotechnical measures in lowland places, the land is completely leveled and used in irrigated agriculture.

**Keywords:** drainage reclamation, agrotechnical measures, soil salinization, groundwater, compaction, soil layer, collectors, irrigated lands

**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:** Myratberdiev Ya., Amanov M. E., Tayliev Ya. G. Lowland reclamation. *Ways of Increasing the Efficiency of Irrigated Agriculture*. 2023;2(90):51–57. (In Russ.).

**Введение.** Одной из важнейших задач для получения стабильно высоких урожаев сельскохозяйственных культур является проведение мелиоративных и агротехнических мероприятий, определяемых агрофизическими (гранулометрический состав), почвенно-мелиоративными (уровень засоленности) и агрохимическими (обеспеченность почвы питательными веществами) свойствами почвы [1].

Накопление, хранение, перемещение в почве питательных веществ и использование их растениями связаны с гранулометрическими свойствами почвы. При мелиорации плодородных земель изучено образование вредных солей на основе транспирации в подземных водах и подпочвенных слоях. Движение и накопление солей в почве и подземных водах зависят также от гидрогеологических условий, климата и растительного покрова [1–3].

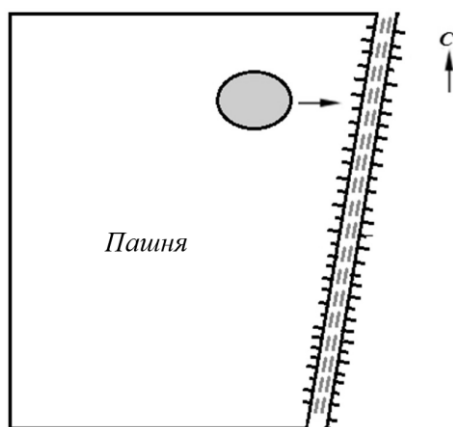
**Материалы и методы.** Исследования проводились на территории этрапа «Ак-бугдай» Ахалского велаята. Объект исследований – опытный участок на базе учебно-опытного хозяйства Туркменского сельскохозяйственного университета имени С. А. Ниязова. Полевые наблюдения и исследования проводились по общепринятым методикам – по ГОСТ 17.5.1.01-83, рекультивация земель – методом О. Назармамедова («Новый метод обессоливания почвы»), методика полевого опыта – по Б. А. Доспехову.

**Результаты и обсуждение.** В Туркменистане около 1,8 млн га орошаемых земель, из них средне- и сильнозасоленных более 518 тыс. га. Меры борьбы с засолением этих территорий подразделяются на следующие: строительство дренажа, сооружение закрытой оросительной сети для борьбы с потерями воды из-за просачивания и снижения уровня грунтовых вод, а также точное соблюдение графика поливов. Грунтовые воды с растворенными солями достигают поверхности почвы по капиллярам и испаряются, а соли остаются на поверхности почвы. Критическая глубина подземных вод, которые могут подняться по капиллярам, составляет 1,5–2,0 м [3, 4]. Агротехнические мероприятия включают возделывание в основном многолетних трав с регулярным рыхлением почвы и внесением органических удобрений.

На засоленных участках в первую очередь проводится осушительная мелиорация посредством строительства дренажа. Она воздействует на водный режим почвы, удаляет из почвы лишнюю воду. Это действие влияет на водность почвы, выводит из почвы избыток засоленной воды, наполняет пустоты почвы воздухом, повышает микробиологическую активность, усиливает окисление и разложение органического вещества, улучшает питание и теплопроводность на 1,5–3 °С. Весной сухие участки покрываются растительностью на 10–15 дней раньше, а осенью легче почва обрабатывается механизмами [5, 6].

Дренажная мелиорация работает путем активного поддержания элементов почвы, регулирования стока и водного режима почвы, что приводит к стабильному и высокому урожаю на осушенных землях [7, 8].

Эти мероприятия проводятся при наличии коллектора вокруг поля. С учетом уклона земной поверхности выкапывается яма шириной 1 м, и собранная в земле соленая вода выводится в коллектор (рисунок 1). Дренажная мелиорация не проводится, если вокруг поля нет коллектора. Низменные участки сглаживаются песком окружающего пространства.



Условные знаки:

- – низменный участок; —||— — коллектор;
- ➔ – направление дренажной мелиорации

**Рисунок 1 – Выполнение дренажно-мелиоративных работ**

**Figure 1 – Drainage and reclamation work performance**

Критическая глубина зависит от гранулометрического состава почвы, видов сельскохозяйственных культур (главным образом длины корней), минерализации грунтовых вод. Для легких грунтов принимается 1,5–2,0 м, для средних 2,0–3,0 м, для тяжелых 3,0–4,0 м.

Мелиоративными мероприятиями достигнуто слабое засоление почв (таблица 1).

**Таблица 1 – Результаты агрохимического анализа почвы**

**Table 1 – Results of agrochemical soil analysis**

| Глубина, см | Сухой остаток, % | HCO <sub>3</sub> , % | Cl, % | Уровень засоленности |
|-------------|------------------|----------------------|-------|----------------------|
| 0–30        | 0,205            | 0,030                | 0,025 | Слабозасоленный      |
| 30–60       | 0,210            | 0,034                | 0,025 | Слабозасоленный      |
| 60–90       | 0,230            | 0,030                | 0,053 | Слабозасоленный      |
| 90–120      | 0,245            | 0,037                | 0,060 | Слабозасоленный      |

В результате исследований выявлено, что агротехнические мероприятия по предотвращению засоления почв препятствуют подъему грунтовых вод по капиллярам и спо-

способствуют предупреждению засоления. Также основная обработка почвы на той же глубине, производство которой продолжается из года в год, снижает чрезмерное уплотнение почвенного слоя из-за многократного проезда сельскохозяйственной и другой техники, которая воздействует на единицу площади орошаемых земель за счет высокого давления.

Для предотвращения засоления почв низменностей в первую очередь следует реабилитировать (сгладить) откосы карьерообразных ложбин под уклоном  $18^\circ$ .

Для механизмов этот уклон считается безопасным. Так, при обработке окраин берега под углом  $18^\circ$  диаметр поля, его размер в зависимости от количества внесенной почвы рассчитывали по следующему выражению:

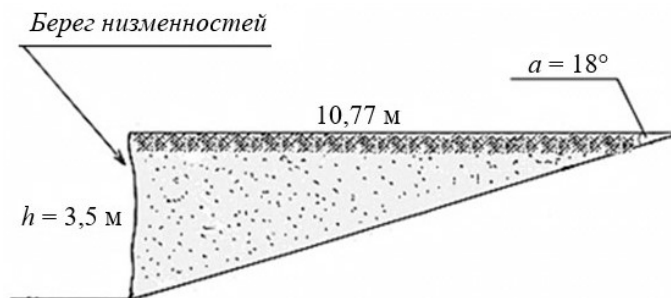
$$d = h/\operatorname{tg} a = 3,5/0,3249 = 10,77,$$

где  $d$  – длина берега низменностей, м;

$h$  – высота низменностей, м;

$\operatorname{tg} a$  – угол наклона.

Диаметр карьерообразных впадин ранее составлял 36 м, но при откапывании бортов карьера под углом  $18^\circ$  диаметр увеличился на 10,77 м с каждой стороны и возрос до 57,54 м (рисунок 2).



**Рисунок 2 – При выравнивании добавленное к сторонам площади**

**Figure 2 – The added to the sides of the plot at levelling**

При разработке откосов карьерообразных котловин под углом  $18^\circ$  объем насыпаемого в карьер грунта определяли по следующему выражению, основанному на данных рисунка 2:

$$V = h \cdot d / 2 \cdot l = 3,5 \cdot 10,77 / 2 \cdot 146,83 \approx 2768,$$

где  $h$  – высота низменностей, м;

$d$  – длина берега низменностей, м;

$l$  – средняя длина окраин берега.

Объем насыпаемого грунта  $2768 \text{ м}^3$ .

Глубина карьера изменяется при перемещении и планировке в песках берегов под углом  $18^\circ$ , и ее рассчитывают как долю внутренней части карьера от объема, полностью заполненного грунтом, следующим образом:

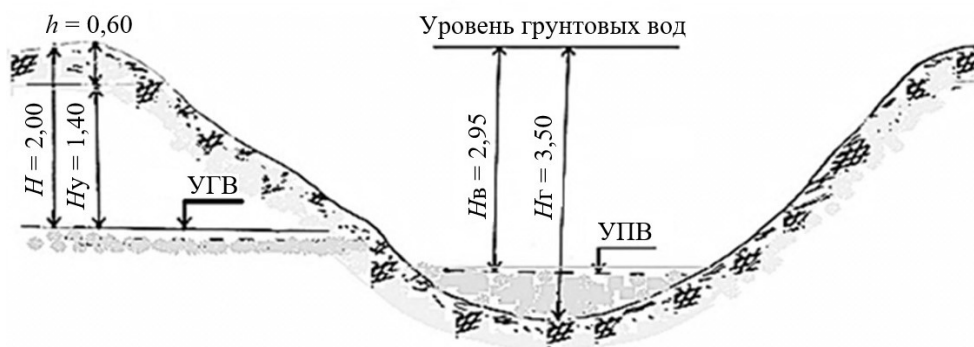
$$h_1 = V_{\text{насыпанный грунт}} / V_{\text{объем карьера}} \cdot h = 2768 / 6010 \cdot 3,5 = 1,61.$$

При подрезке краев котлована под углом  $18^\circ$  в него засыпается  $2768 \text{ м}^3$  грунта, а его глубина уменьшается до 1,89 м:

$$h = h - h_1 = 3,5 - 1,61 = 1,89 \text{ м}.$$

Таким образом, глубина карьера составила 1,89 м. Затем было насыпано  $1208 \text{ м}^3$  песка до  $h = 0,60$  м. Как известно из научных данных, кислород ( $\text{O}_2$ ) перемещается в толще почвенного слоя до 0,60 м. При внесении органических удобрений в слой почвы 0,50–0,60 м урожай сельскохозяйственных культур в первый год мелиорации находится на прежнем уровне [4, 6]. После проведения агротехнических мероприятий для

предотвращения подъема грунтовых вод за счет капиллярного действия вносили полупрепревращенную органику (мелиоративное удобрение), 30 т/га ( $K_{180} + N_{150} + P_{75}$ ) и навоз разбрасывали по неровной земле средней толщиной 5–6 см (рисунки 3 и 4). Эта насыпь помогает смягчить вредное воздействие засоления грунтовых вод на сельскохозяйственные культуры, а также увеличивает критическую глубину испарения грунтовых вод.

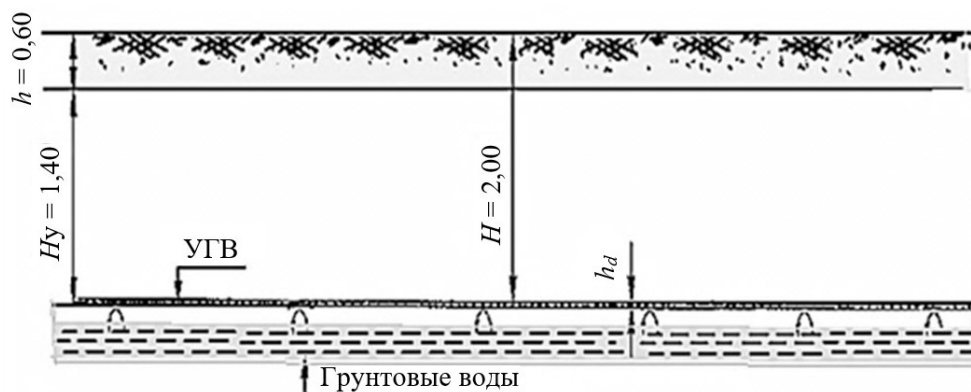


$h$  – корневая зона растений;  $H$  – высота грунтовых вод над капилляром;  
 $H_u$  – глубина, на которой происходит испарение подземных вод; УГВ – уровень грунтовых вод; УПВ – уровень поверхности воды;  $H_g$  – глубина низменности;  
 $H_b$  – высота поверхности воды

**Рисунок 3 – Критическая глубина,  
на которой грунтовые воды начинают испаряться**

**Figure 3 – Critical depth at which groundwater begins to evaporate**

На рисунке 3 представлена общая схема впадин аккумуляции соленых вод. На рисунке 4 показан поперечный профиль почвы после внесения различных удобрений при проведении агротехнических мероприятий по борьбе с засолением.



$h$  – корневая зона растений;  $H$  – высота грунтовых вод над капилляром;  
 $h_d$  – мелиоративное ограждение при подъеме грунтовых вод над капилляром (5–6 см толщина органического удобрения);  $H_u$  – глубина, на которой происходит испарение подземных вод; УГВ – уровень грунтовых вод;  
▲ – предотвращение испарения грунтовых вод через капилляры, эффект мелиоративной (агротехнической) обработки почвы

**Рисунок 4 – Профиль неровностей участка после мелиоративных мероприятий**

**Figure 4 – The profile of the plot roughness after reclamation measures**

### Выводы

1 Мелиоративные мероприятия по снижению засоления почв препятствуют подъему грунтовых вод по капиллярам и способствуют предотвращению засоления.

2 Мелиоративное удобрение улучшает поступление гумусовых веществ в корнеобитаемую зону сельскохозяйственных культур, способствует сохранению питательных веществ, увеличивает капиллярные поры воды и давление воздуха в почве.

3 В дальнейшем основная обработка почвы на той же глубине, производство которой продолжается из года в год, снижает чрезмерное уплотнение почвенного слоя из-за многократного проезда тракторов и другой техники, которые воздействуют на единицу площади орошаемых земель с высоким давлением.

4 После проведения мелиоративных и агротехнических мероприятий в низменных местах земля полностью выравнивается и используется в орошаемом земледелии.

#### Список источников

1. Назармамедов О. Новый способ обессоливания почвы // Сельское хозяйство Туркменистана. 1983. № 1. С. 28–30.
2. ГОСТ 17.5.1.01-83. Охрана природы (ССОП). Рекультивация земель. Термины и определения // Охрана природы Земли: сб. ГОСТов. М.: Изд-во стандартов, 2002. С. 8–13.
3. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 352 с.
4. Сабирова Л. Б. Рекультивация нарушенных земель при разработке поверхностных залежей // Труды Восьмой международной научно-технической конференции «Новое в безопасности жизнедеятельности» (охрана труда, экология, валеология, защита человека в ЧС, токсикология, экономические, правовые и психологические аспекты БЖД, логистика). Ч. 1. Алматы, 2006. С. 426–428.
5. Игловиков А. В. Разработка технологии биологической рекультивации нарушенных земель. М., 2009. 233 с.
6. Удачин С. А. Землеустроительное проектирование. М.: Недра, 1976. 528 с.
7. Чайкина Г. М., Обьедкова В. А. К вопросу о приоритетных направлениях и районировании рекультивации нарушенных земель // ГИАБ. 2001. № 1. С. 146–148.
8. Ламанова Т. Г., Доронькина Н. В. Биологическая рекультивация нарушенных земель. Екатеринбург, 2003. 256 с.

#### References

1. Nazarmamedov O., 1983. *Novyy sposob obessolivaniya pochvy* [A new way of soil desalination]. *Sel'skoe khozyaystvo Turkmenistana* [Agriculture of Turkmenistan], no. 1, pp. 28-30. (In Russian).
2. *GOST 17.5.1.01-83. Okhrana prirody (SSOP). Rekul'tivatsiya zemel'. Terminy i opredeleniya* [Nature Protection (SSOP). Land Reclamation. Terms and Definitions]. *Okhrana prirody Zemli: sb. GOSTov* [Nature Protection of the Earth: Coll. of GOSTs]. Moscow, Publ. of Standards, 2002, pp. 8-13. (In Russian).
3. Dospikhov B.A., 1985. *Metodika polevogo opyta* [Methods of Field Experience]. Moscow, Agropromizdat Publ., 352 p. (In Russian).
4. Sabirova L.B., 2006. *Rekul'tivatsiya narushennykh zemel' pri razrabotke poverkhnostnykh zalezhey* [Recultivation of disturbed lands during the development of surface deposits]. *Trudy Vos'moy mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii "Novoe v bezopasnosti zhiznedeyatel'nosti" (okhrana truda, ekologiya, valeologiya, zashchita cheloveka v CHS, toksikologiya, ekonomicheskie, pravovye i psikhologicheskie aspekty BZHD, logistika)* [Proc. of the Eighth International Scientific and Technical Conference "New in Life Safety" (Labor Protection, Ecology, Valeology, Human Protection in Emergencies, Toxicology, Economic, Legal and Psychological Aspects of Life Safety, Logistics)]. Pt. 1, Almaty, pp. 426-428. (In Russian).



5. Iglovikov A.V., 2009. *Razrabotka tekhnologii biologicheskoy rekul'tivatsii narushennykh zemel'* [Development of Technology for Biological Recultivation of Disturbed Land]. Moscow, 233 p. (In Russian).

6. Udachin S.A., 1976. *Zemleustroitel'noe proektirovanie* [Land Management Design]. Moscow, Nedra Publ., 528 p. (In Russian).

7. Chaikina G.M., Obedkova V.A., 2001. *K voprosu o prioritnykh napravleniyakh i rayonirovaniy rekul'tivatsii narushennykh zemel'* [On the issue of priority directions and zoning of disturbed land reclamation]. *Gornyi informatsionno-analiticheskii byulleten'* [GIAB], no. 1, pp. 146-148. (In Russian).

8. Lamanova T.G., Doronkina N.V., 2003. *Biologicheskaya rekul'tivatsiya narushennykh zemel'* [Biological Reclamation of Disturbed Lands]. Ekaterinburg, 256 p. (In Russian).

#### ***Информация об авторах***

**Я. Мыратбердиев** – старший преподаватель;

**М. Э. Аманов** – старший преподаватель;

**Я. Г. Тайлиев** – преподаватель.

#### ***Information about the authors***

**Ya. Myratberdiev** – Senior Lecturer;

**M. E. Amanov** – Senior Lecturer;

**Ya. G. Tayliev** – Lecturer.

*Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Все авторы в равной степени несут ответственность за нарушения в сфере этики научных публикаций.*

*Contribution of the authors: the authors contributed equally to this 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 16.05.2023; одобрена после рецензирования 06.06.2023; принята к публикации 26.06.2023.*

*The article was submitted 16.05.2023; approved after reviewing 06.06.2023; accepted for publication 26.06.2023.*

Научная статья  
УДК 631.6; 626.81

### Анализ структуры взаимодействия управлений мелиорации земель и сельскохозяйственного водоснабжения

Алексей Николаевич Рыжаков<sup>1</sup>, Александр Анатольевич Кузьмичев<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск, Российская Федерация

<sup>1</sup>xrust.89@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9268-255X>

<sup>2</sup>flutbet@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5478-8847>

**Аннотация.** Цель: проведение анализа структуры взаимодействия управлений мелиорации земель и сельскохозяйственного водоснабжения (далее – Управлений) на основе фактических данных. **Материалы и методы.** На основе фактических данных за 2021 г. был выполнен анализ взаимодействия между Управлениями (в количестве 75 организаций) в части забора водных ресурсов (ВР) из природных источников и перераспределения их между регионами РФ. **Результаты.** Согласно полученным данным, наибольший объем воды был забран в водохозяйственные системы (ВХС) и передан на орошение на юге страны в Северо-Кавказском, Южном и Приволжском федеральных округах. Для более полного понимания взаимодействия при водораспределении применительно к таким большим системам был реализован системный подход. В информационном аспекте системы был выявлен ряд противоречий. В результате в некоторых случаях значения объемов воды были различными либо у одной из сторон (передающей или принимающей) данные просто отсутствовали. **Выводы.** Сложившаяся ситуация с системой информационного обмена говорит о несовершенстве применяемых в отрасли подходов. И в целях эффективного прогнозирования, планирования ВР крупнорегиональных ВХС и управления ими необходимо создание и скорейшее внедрение современной цифровой информационной системы с использованием имитационных и оптимизационных моделей, построенных на основе применения геоинформационных технологий.

**Ключевые слова:** водораспределение, водозабор, подача на орошение, водохозяйственная система, водохозяйственный комплекс, системный подход

**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:** Рыжаков А. Н., Кузьмичев А. А. Анализ структуры взаимодействия управлений мелиорации земель и сельскохозяйственного водоснабжения // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2023. № 2(90). С. 58–66.

\*\*\*\*\*

Original article

### Analysis of the interaction structure between departments of land reclamation and agricultural water supply

Alexey N. Ryzhakov<sup>1</sup>, Alexandr A. Kuzmitchev<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novocherkassk, Russian Federation

<sup>1</sup>xrust.89@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9268-255X>

<sup>2</sup>flutbet@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5478-8847>

**Abstract. Purpose:** to analyze the interaction structure between the departments of land reclamation and agricultural water supply (hereinafter referred to as the Departments) based on actual data. **Materials and methods.** Based on the actual data for 2021, an analysis of the interaction between the Departments (in total 75 organizations) in terms of the water resources withdrawal from natural sources and their redistribution between the regions of the Russian Federation was carried out. **Results.** According to the data obtained, the largest volume of water was withdrawn into the water management systems (WMS) and delivered for irrigation in the south of the country in the North Caucasus, Southern and Volga Federal Districts. For a complete understanding of the interactions in water distribution with regard to such large systems, a system approach was realized. A number of contradictions were revealed in the informational aspect of the system. As a result, in some cases, the water volume values were different, or one of the parties (transmitting or receiving) simply did not have available data. **Conclusions.** The current situation with the information exchange system indicates the imperfection of the approaches used in the industry. And to forecast, plan and manage water resources of large-regional WMS effectively, it is necessary to create and implement a modern digital information system using simulation and optimization models based on the use of geoinformation technologies as soon as possible.

**Keywords:** water distribution, water intake, irrigation water supply, water management system, water management complex, multipurpose water-resources scheme, system approach

**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:** Ryzhakov A. N., Kuzmitchev A. A. Analysis of the interaction structure between departments of land reclamation and agricultural water supply. *Ways of Increasing the Efficiency of Irrigated Agriculture*. 2023;2(90):58–66. (In Russ.).

**Введение.** Растущая интенсификация использования водных ресурсов (ВР) в последние годы все чаще приводит к возникновению дефицитов при обеспечении потребностей в воде различных сфер производства, в т. ч. и мелиоративного комплекса [1]. В таких условиях для полного и бесперебойного удовлетворения всех заявок водопользователей особенно важным становится быстрый и безошибочный обмен информацией между организациями, управляющими ВР.

Ключевые звенья управления ВР мелиоративного комплекса и их распределения – управления мелиорации земель и сельскохозяйственного водоснабжения (далее – Управления), профильной деятельностью которых является эксплуатация мелиоративных и водохозяйственных систем (ВХС) [2].

Информационное взаимодействие между Управлениями позволяет, с одной стороны, осуществлять целенаправленный сбор и обработку текущей информации о водозаборе, сбросе и качестве воды, а с другой – составлять водохозяйственные балансы для планирования водопользования на мелиоративных системах в условиях близкой и дальней перспективы.

Однако в настоящее время состояние систем взаимодействия Управлений не отвечает современным требованиям цифровизации, а также требованиям к скорости и объему передаваемой информации, что не позволяет принимать эффективные управленческие решения.

Целью исследований являлся анализ структуры взаимодействия Управлений на основе фактических данных.

**Материалы и методы.** Анализ взаимодействия Управлений в количестве 75 ор-

ганизаций в части отбора ВР из природных источников и перераспределения их между регионами РФ выполнен на основе фактических данных<sup>1</sup> за 2021 г.

**Результаты и обсуждение.** Согласно полученным данным, наибольший объем воды был забран из водоисточников и передан на орошение в ВХС в Северо-Кавказском и Южном федеральных округах (ФО) – 10812,3 и 5989,2 млн м<sup>3</sup> и соответственно 2174 и 3169,9 млн м<sup>3</sup>. Соответствующим образом распределились и площади фактически политых земель. Площадь орошаемых земель в Северо-Кавказском ФО составила 421,7 тыс. га, а в Южном ФО – 288,4 тыс. га.

Третьим по объему использованных ВР и площади политых земель является Приволжский ФО. Объем забранных и переданных на орошение ВР составил соответственно 511,7 и 356,2 млн м<sup>3</sup>. При этом площадь орошаемых земель в Приволжском ФО составила 118,2 тыс. га.

Общий объем забранных ВР в этих трех ФО составил 17313,20 млн м<sup>3</sup>, или около 99 % от общего объема. Общая площадь орошения составила 828,3 тыс. га, или 93 % от общей площади орошения по РФ.

Совокупные показатели по объемам водораспределения и политым площадям по ФО РФ приведены в таблице 1.

**Таблица 1 – Совокупные показатели по объемам водораспределения и политым площадям в разрезе федеральных округов (2021 г.)**

**Table 1 – Cumulative indicators for water distribution volumes and irrigated areas by federal districts (2021)**

| Наименование ФО   | Забрано всего, млн м <sup>3</sup> | Подача на орошение, млн м <sup>3</sup> | Полито физической площади, тыс. га | Проведено гектарополивов, (тыс. га-пол.) |
|-------------------|-----------------------------------|--|------------------------------------|--|
| Северо-Кавказский | 10812,3                           | 2174,0                                 | 421,7                              | 1272,5                                   |
| Южный             | 5989,2                            | 3169,6                                 | 288,4                              | 2178,4                                   |
| Приволжский       | 511,7                             | 356,2                                  | 118,2                              | 641,8                                    |
| Сибирский         | 88,6                              | 52,6                                   | 29,1                               | 62,2                                     |
| Дальневосточный   | 64,0                              | 47,9                                   | 7,1                                | 16,3                                     |
| Центральный       | 29,5                              | 30,5                                   | 20,6                               | 101,0                                    |
| Уральский         | 7,5                               | 7,3                                    | 4,4                                | 23,4                                     |
| Северо-Западный   | 0                                 | 0                                      | 0                                  | 0  |
| Всего             | 17502,7                           | 5838,2                                 | 889,6                              | 4295,7                                   |

Возможность использования такого значительного объема ВР обусловлена тем, что водохозяйственный комплекс юга страны представляет собой сложный взаимосвязанный комплекс природных водных источников (р. Волга, Дон, Терек, Кубань и др.) и крупнейших ВХС (Донской магистральный и Большой Ставропольский каналы, ВХС междуречья Кубань – Протока и др.).

Для решения проблемы развития водохозяйственного комплекса на юге страны и управления им требуются новые концепции для осуществления всестороннего анализа. Такую возможность создает метод системного подхода, способный объединить в себе различные аспекты развития этой системы и упорядочить последовательность ее изучения [3].

<sup>1</sup>Провести исследования и подготовить научный доклад о результатах ведения государственного водного реестра и мониторинга водных объектов, используемых в целях мелиорации: отчет о НИР (промежуточ.): 2.1.2.1 / ФГБНУ «РосНИИПМ»; рук.: Гостищев В. Д. Новочеркасск, 2021. 110 с. Исполн.: Гостищев В. Д., Абраменко И. П., Воеводина Л. А., Клишин И. В., Осипенко Д. А., Бородин В. С. Рег. № НИОКТР 121031700320-6. Рег. № 221122000275-0.

Под системным подходом понимается всесторонний анализ изучаемых систем и создание на его основе всеобъемлющей теории, позволяющей объединить различные факты, наметить перспективы развития того или иного процесса, его связь с другими явлениями и т. д., обусловленной исследованиями на основе математических моделей с помощью цифровых технологий и знаний экспертов.

В части изучения ВХС важно не просто изучать их, а устанавливать их внутренние и внешние связи, давать им количественную оценку и использовать результаты этих исследований для построения рациональных планов водопользования [3]. Отсюда логичным является стремление к изучению ВХС во всей полноте и во взаимосвязи с другими системами.

Рассмотрим реализацию системного подхода применительно к водохозяйственному комплексу Приволжского, Южного и Северо-Кавказского ФО.

Сложная система взаимодействия ВХС сложилась в ряде регионов Приволжского (Саратовская область), Южного (Ростовская, Волгоградская, Астраханская области и Калмыкия) и Северо-Кавказского (Ставропольский край, Карачаево-Черкесия, Дагестан, Чечня, Северная Осетия – Алания, Кабардино-Балкария) ФО.

В связи со сложившимися природными условиями достаточное водообеспечение исследуемых регионов было бы невозможным без территориального перераспределения ВР. Вследствие этого при проектировании и строительстве ВХС на данной территории должным образом была использована асинхронность стока речных бассейнов, которая позволила увеличить эффективность использования их ВР за счет своевременной переброски стока из бассейнов с избытком воды. Было осуществлено объединение речных бассейнов в единую систему, позволяющее в большем диапазоне перераспределять ВР по территории с использованием схемы компенсированного регулирования рек. Взаимное расположение Управлений, участвующих в межрегиональном перераспределении ВР, представлено на рисунке 1.



**Рисунок 1 – Расположение Управлений, участвующих в межрегиональном взаимодействии при передаче водных ресурсов**

**Figure 1 – Location of Departments involved in trans-regional cooperation in water resources allocation**

Таким образом, систему водораспределения на юге РФ можно рассматривать как единую крупнорегиональную ВХС. При этом в указанное понятие вкладывается не только техническое объединение водотоков и водоемов посредством гидротехнических сооружений, но и единство научных подходов к планированию водного хозяйства и управлению им. Такой подход позволяет корректировать перспективные планы водопотребления и выявлять водные резервы в пространстве и во времени для дальнейшего развития внутрирегиональных систем, входящих в крупнорегиональную ВХС.

Однако при исследовании крупнорегиональной ВХС был выявлен ряд противоречий. Как показал проведенный анализ, в отдельных случаях показатели объемов передаваемых и принимаемых ВР различаются либо у одной из сторон (передающей или принимающей) данные просто отсутствуют. Причиной этому в первую очередь является несовершенство существующих способов сбора и обработки сведений об основных показателях использования ВР, а также информационного взаимодействия Управлений. В основном разночтения проявляются в случаях, когда ВР перераспределяются комплексом водопроводящих сооружений, находящихся под управлением нескольких организаций и проходящих через несколько административных субъектов РФ. Водозабор и транспортировка ВР осуществляются по крупным магистральным каналам, которые находятся под управлением соответствующих учреждений. Те, в свою очередь, передают воду Управлениям, которые уже распределяют ВР водопользователям и между собой [4, 5].

Согласно полученным данным, наиболее разветвленной системой приема и распределения ВР обладает ФГБУ «Управление «Ставропольмелиоводхоз». В ВХС данного Управления вода поступает от шести учреждений, при этом ни с одним из них нет совпадения показателей по соотношению переданных и полученных ВР (рисунок 2).

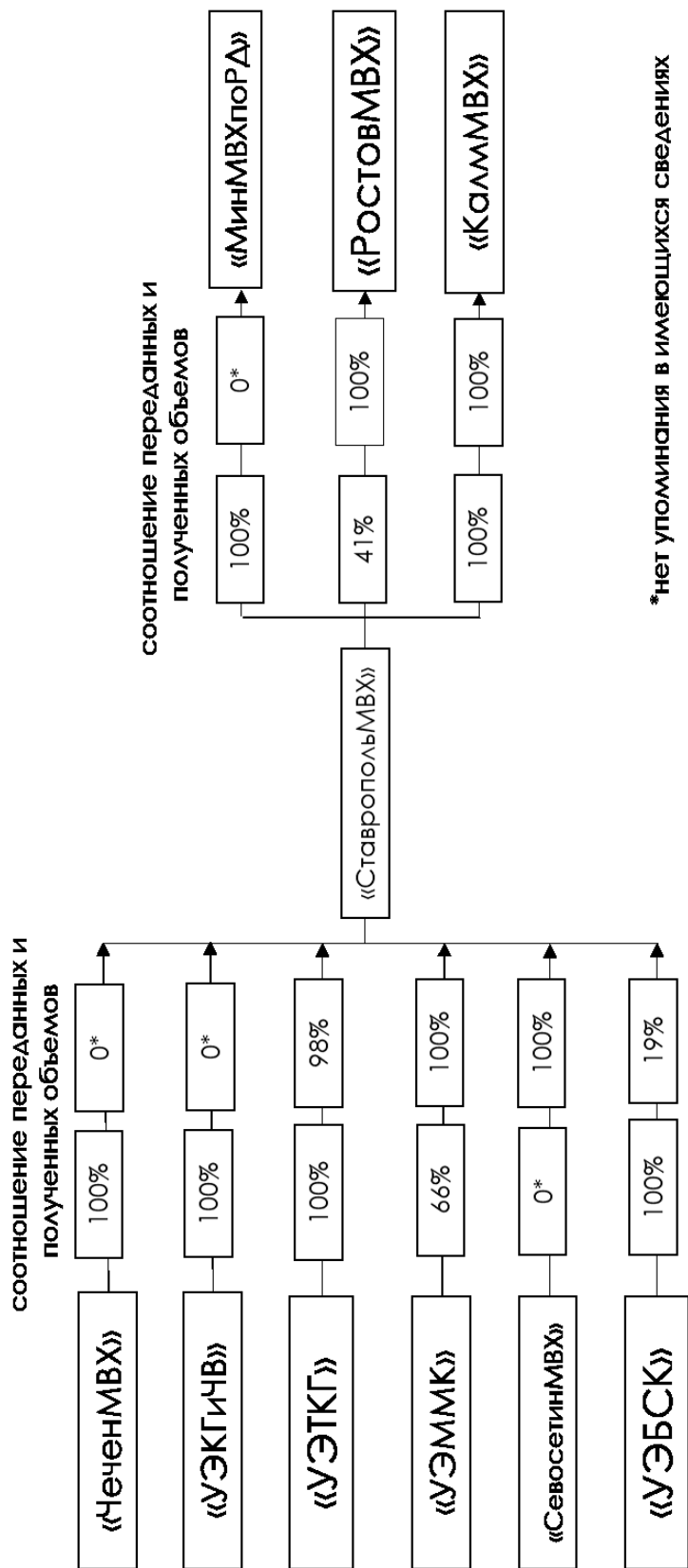
Четыре Управления (Чеченмелиоводхоз, УЭКГиЧВ, УЭТКГ и УЭБСК) отчитываются о передаче ВР в полном объеме. Однако показатели получения ВР со стороны Управления «Ставропольмелиоводхоз» меньше показателей передачи, а по Управлению «Чеченмелиоводхоз» и УЭКГиЧВ данные о получении соответствующих объемов воды вообще отсутствуют.

Обратная ситуация с показателями переданных и полученных ВР по УЭММК и Управлению «Севосетинмелиоводхоз». По данным Управления «Ставропольмелиоводхоз», ВР от этих Управлений приходят в полном объеме, однако показатели передачи ВР от УЭММК существенно меньше, а по Управлению «Севосетинмелиоводхоз» также отсутствуют.

Управление «Ставропольмелиоводхоз» осуществляет передачу ВР в три Управления. При этом соотношения показателей по приему и отдаче ВР совпадают лишь по ФГБУ «Управление «Калммелиоводхоз».

Далее был выполнен анализ схемы взаимодействия Управлений Приволжского, Южного и Северо-Кавказского ФО. На рисунке 3 приведена схема взаимодействия этих Управлений при распределении ВР, а также соотношение объемов переданных и полученных ВР по ним.

Анализ полученной схемы позволил выявить разночтения показателей водораспределения между Управлениями в пяти случаях из 10, что говорит о низком уровне взаимодействия и информационного обмена между Управлениями, а следовательно, и о низком уровне прогнозирования, планирования ВР и управления ими в целом.



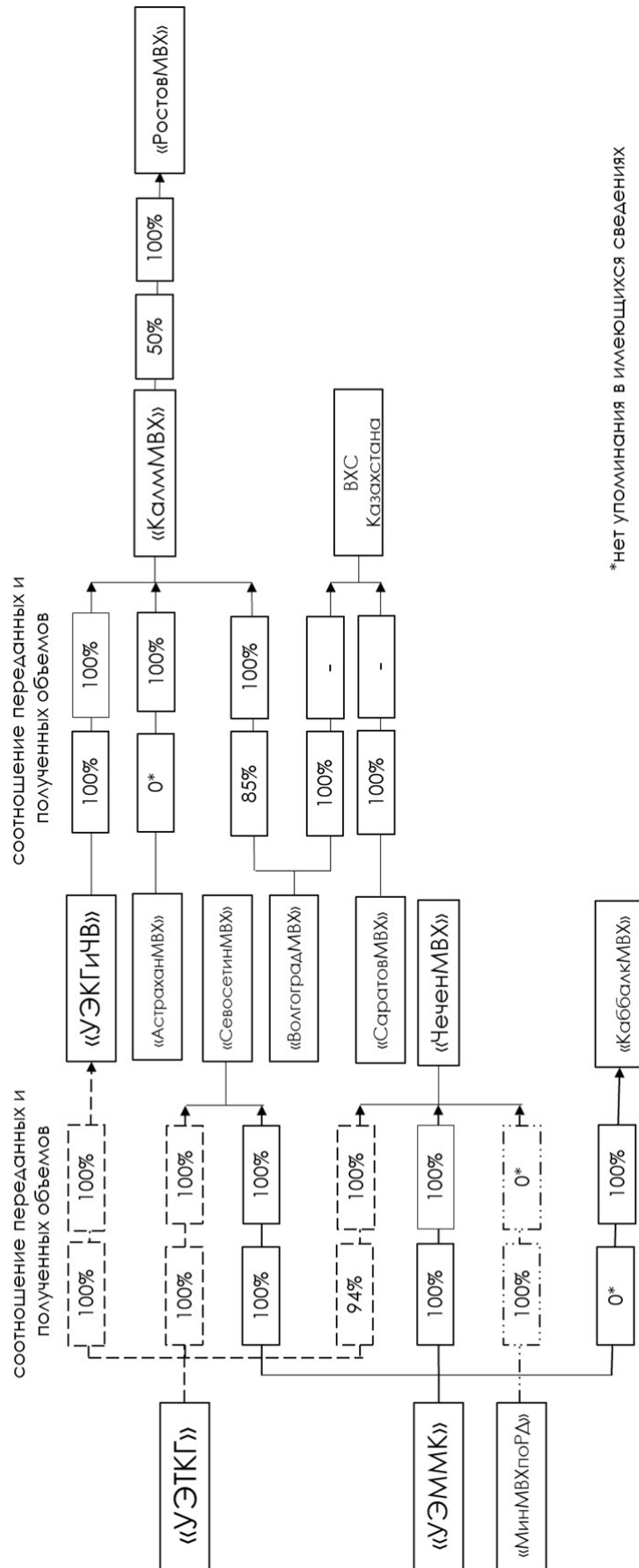
Условные обозначения:

МВХ – Управление, осуществляющее передачу или прием ВР;

100% – соответствие объемов переданных и полученных ВР

Рисунок 2 – Схема забора и распределения водных ресурсов федеральным государственным бюджетным учреждением «Управление мелиорации земель и сельскохозяйственного водоснабжения по Ставропольскому краю»

Figure 2 – Scheme of water resources withdrawal and distribution by the Federal State Budget Establishment «Department of Land Reclamation and Agricultural Water Supply in the Stavropol Territory»



\*нет упоминания в имеющихся сведениях

Условные обозначения:

МВХ – Управление, осуществляющее передачу или прием ВР;

100% – соответствие объемов переданных и полученных ВР

**Рисунок 3 – Схема забора и распределения водных ресурсов для Приволжского, Южного и Северо-Кавказского федеральных округов**

**Figure 3 – Scheme of withdrawal and allocation of water resources for the Volga, Southern and North Caucasian Federal Districts**



**Выводы.** Сложившаяся ситуация с системой информационного обмена говорит о несовершенстве применяемых в отрасли подходов. И в целях эффективного прогнозирования, планирования ВР крупнорегиональных ВХС и управления ими необходимо создание и скорейшее внедрение современной цифровой информационной системы с использованием имитационных и оптимизационных моделей, построенных на основе применения геоинформационных технологий.

#### Список источников

1. Мелихов В. В. Изменение стратегии управления водными ресурсами в мелиоративной отрасли сельскохозяйственного производства в современных климатических условиях // Экосистемы: экология и динамика. 2017. Т. 1, № 3. С. 5–14.

2. Об утверждении Положения о Департаменте земельной политики, имущественных отношений и госсобственности [Электронный ресурс]: приказ М-ва сел. хоз-ва Рос. Федерации от 30 нояб. 2022 г. № 837. Доступ из справ. правовой системы «Гарант».

3. Воропаев Г. В., Исмаилов Г. Х., Федоров В. М. Моделирование водохозяйственных систем аридной зоны СССР / отв. ред. С. Л. Вендров. М.: Наука, 1984. 312 с.

4. Кузьмичев А. А., Рыжак А. Н. Анализ структуры взаимодействия управлений мелиорации земель и сельскохозяйственного водоснабжения Северо-Кавказского федерального округа // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2021. № 2(82). С. 52–58.

5. Оросительные системы: от поколения к поколению: монография. В 2 ч. Ч. 1 / В. Н. Щедрин, А. В. Колганов, С. М. Васильев, А. А. Чураев. Новочеркасск: Геликон, 2013. 283 с.

#### References

1. Melikhov V.V., 2017. *Izmenenie strategii upravleniya vodnymi resursami v meliorativnoy otrasli sel'skokhozyaystvennogo proizvodstva v sovremennykh klimaticheskikh usloviyakh* [Changing the strategy of water resources management in the land reclamation sector of agricultural production in modern climatic conditions]. *Ekosistemy: ekologiya i dinamika* [Ecosystems: Ecology and Dynamics], vol. 1, no. 3, pp. 5-14. (In Russian).

2. *Ob utverzhdenii Polozheniya o Departamente zemel'noy politiki, imushchestvennykh otnosheniy i gossobstvennosti* [On approval of Regulations on the Department of Land Policy, Property Relations and State Property]. Order of the Ministry of Agriculture of Russian Federation of 30 November 2022, no. 837. (In Russian).

3. Voropaev G.V., Ismayylov G.Kh., Fedorov V.M., 1984. *Modelirovanie vodokhozyaystvennykh sistem aridnoy zony SSSR* [Modeling of Water Resources Systems in Arid Zones of the USSR]. Moscow, Nauka Publ., 312 p. (In Russian).

4. Kuzmichev A.A., Ryzhakov A.N., 2021. *Analiz struktury vzaimodeystviya upravleniy melioratsii zemel' i sel'skokhozyaystvennogo vodosnabzheniya Severo-Kavkazskogo federal'nogo okruga* [Structure analysis of interaction between the departments of land reclamation and agricultural water supply of the North Caucasian Federal District]. *Puti povysheniya effektivnosti oroshaemogo zemledeliya* [Ways of Increasing the Efficiency of Irrigated Agriculture], no. 2(82), pp. 52-58. (In Russian).

5. Shchedrin V.N., Kolganov A.V., Vasiliev S.M., Churaev A.A., 2013. *Orositel'nye sistemy: ot pokoleniya k pokoleniyu: monografiya* [Irrigation Systems: from Generation to Generation: monograph]. In 2 parts, pt. 1, NovoCherkassk, Helikon Publ., 283 p. (In Russian).

***Информация об авторах***

**А. Н. Рыжаков** – научный сотрудник;

**А. А. Кузьмичев** – старший научный сотрудник, кандидат технических наук.

***Information about the authors***

**A. N. Ryzhakov** – Researcher;

**A. A. Kuzmitchev** – Senior Researcher, Candidate of Technical Sciences.

*Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.*

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

*Contribution of the authors: the authors contributed equally to this 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 04.05.2023; одобрена после рецензирования 06.06.2023; принята к публикации 19.06.2023.*

*The article was submitted 04.05.2023; approved after reviewing 06.06.2023; accepted for publication 19.06.2023.*

Научная статья  
УДК 626.88

### Головные регуляторы для рыбоходных (рыбоходно-нерестовых) каналов с полигональным поперечным сечением тракта

Алексей Викторович Шевченко<sup>1</sup>, Виктор Николаевич Шкура<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск, Российская Федерация

<sup>1</sup>rigge1111@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4839-6377>

<sup>2</sup>VNShkura@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4639-6448>

**Аннотация.** Цель: разработка технических решений головных регулирующих сооружений, устраиваемых в составе рыбоходных (рыбоходно-нерестовых) каналов с трактами полигонального поперечного очертания. **Материалы и методы.** Основу работы составили данные натурных исследований и анализа проектных решений головных регуляторов рыбоходно-нерестовых каналов, функционирующих при Константиновском и Николаевском гидроузлах на р. Дон. При разработке конструкций регуляторов использовались технологии поискового конструирования. **Результаты.** Предложено два конкурирующих решения регулирующих сооружений, предназначенных для устройства в рыбоходных и рыбоходно-нерестовых каналах с трактами «русло-пойменного» поперечного профиля. Первый вариант конструктивного исполнения головного регулятора обеспечивает условия для перемещения рыб по его водопропускным пролетам в соответствии с горизонтами, трассами и скоростями их плавания по тракту рыбопропускного канала. Принятая в этой конструкции форма затворов, повторяющая полигональное очертание пролетных строений сооружения, оптимальна для рыб, но затрудняет условия их установки в пролеты регулятора. Указанный недочет исключает регулятор с прямоугольной формой пролетных строений и затворов, обеспечивающий равномерное распределение глубин и скоростей потока по всей рабочей площади водопропускных отверстий. Определенным недостатком этой конструкции является необходимость локального изменения рыбами (движущимися вдоль русловых и пойменных откосов тракта канала) трассы их перемещения (при преодолении пролетов сооружения). **Вывод.** Разработаны технические решения головных регуляторов, предназначенные для использования в рыбопропускных каналах с полигональным сечением трактов, обеспечивающие условия для перемещения рыб в соответствии с наиболее характерными для них скоростями, траекториями и горизонтами плавания.

**Ключевые слова:** миграции рыб, пропуск рыб, рыбоход, рыбоходный канал, рыбоходно-нерестовый канал, тракт канала, головное регулирующее сооружение

**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:** Шевченко А. В., Шкура В. Н. Головные регуляторы для рыбоходных (рыбоходно-нерестовых) каналов с полигональным поперечным сечением тракта // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2023. № 2(90). С. 67–74.

\*\*\*\*\*

Original article

### Head regulators for fish passage (fish passage and spawning) channels with a conduit polygonal cross section

**Alexey V. Shevchenko<sup>1</sup>, Viktor N. Shkura<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup>Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novocherkassk,  
Russian Federation

<sup>1</sup>rigge1111@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4839-6377>

<sup>2</sup>VNShkura@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4639-6448>

**Abstract. Purpose:** to develop engineering solutions for head control structures arranged as part of fish passage (fish passage and spawning) channels with a conduit polygonal cross sectional outline. **Materials and methods.** The basis of the work was the data of field studies and analysis of design solutions for the head regulators of fish passage and spawning channels operating at the Konstantinovskiy and Nikolaevskiy waterworks on the river Don. Search designing technologies were used in the regulator design development. **Results.** Two competing solutions for control structures intended for installation in fish passages and fish passage and spawning channels with “riverbed-floodplain” cross sectional conduit are proposed. The first version of the head regulator design provides conditions for fish movement along its culvert spans in accordance with the horizons, routes and velocities of their moving along the fish passage channel. The shape of the gates adopted in this design, which repeats the polygonal outline of the structure spans, is optimal for fish, but makes it difficult to install them in the regulator spans. The given fault excludes a regulator with a rectangular span structures and gates, which ensures a uniform distribution of depths and flow rates over the entire working area of the culverts. A certain disadvantage of this design is the need for local change by fish (moving along the riverbed and floodplain conduit slopes) (when overcoming spans of the structure). **Conclusion.** The engineering solutions for head regulators intended for use in fish passage channels with a polygonal conduit section, providing conditions for fish moving in accordance with the most typical velocities, trajectories and horizons for them have been developed.

**Keywords:** fish migrations, fish passage, fish-way, fish pass channel, fish passage and spawning channel, conduit, head regulator

**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:** Shevchenko A. V., Shkura V. N. Head regulators for fish passage (fish passage and spawning) channels with a conduit polygonal cross section. *Ways of Increasing the Efficiency of Irrigated Agriculture* 2023;2(90):67–74. (In Russ.).

**Введение.** Компоночно-конструктивными решениями отечественных рыбоходных и рыбоходно-нерестовых каналов предусматривается устройство головных регулирующих сооружений, технологическим назначением которых является водоснабжение (или его прекращение в случае возникновения аварийных ситуаций, проведения плано-восстановительных работ на объекте или завершения нерестового хода рыб) трактов каналов и последующее регулирование гидрометрических параметров протекающего по ним водного потока. Анализ проектных решений и гидрометрические исследования головных регуляторов, устроенных в составе рыбопропускных каналов Нижне-Донского каскада гидроузлов, позволили установить несоответствие их конструктивных решений условиям пропуска рыб [1–3]. Следует отметить, что тракты исследованных каналов выполнены преимущественно трапецидального поперечного профиля (а не полигонального или «русло-пойменного»), что трудно признать соответствующим современным представлениям об их устройстве [4–6]. Возникшая (ввиду сокращения промысловых запасов рыб в Азово-Донском бассейне) необходимость в разработке новых и реконструкции существующих компонентно-конструктивных реше-

ний рыбоходных и рыбоходно-нерестовых каналов<sup>1</sup> актуализирует целесообразность разработки технических решений головных регуляторов, адаптированных под условия функционирования в составе рыбопропускных каналов с полигональной формой трактов, что и принято за цель настоящего исследования.

**Материалы и методы.** Основу работы составили данные анализа проектов и натурных исследований головных регуляторов Константиновского и Николаевского рыбоходно-нерестовых каналов на р. Дон. При разработке конструкций водорегулирующих сооружений для рыбопропускных каналов с трактами «русло-пойменного» поперечного профиля использовались методы и приемы поискового конструирования.

**Результаты и обсуждение.** При проектировании головных регулирующих сооружений, адаптированных под условия функционирования в составе пригиброузловых рыбоходных и рыбоходно-нерестовых каналов, необходимо соблюдать требования по обеспечению оптимальных гидравлических условий для прохода рыб через их пролетные строения. Отметим, что головные регуляторы Усть-Маньчских рыбоходных [2] и Константиновского рыбоходно-нерестового [7] каналов построены по типовым проектным решениям, разработанным для применения преимущественно в каналах ирригационного назначения. Указанные водорегулирующие сооружения в целом выполняют свое функциональное назначение по водоснабжению (его прекращению) трактов рыбопропускных каналов, однако, ввиду того, что их разработка велась без учета требований по созданию оптимальных гидрометрических условий для пропуска мигрирующих рыб через их пролетные строения, последующая эксплуатация рассмотренных регуляторов нецелесообразна по причине их низкой рыбопропускной эффективности.

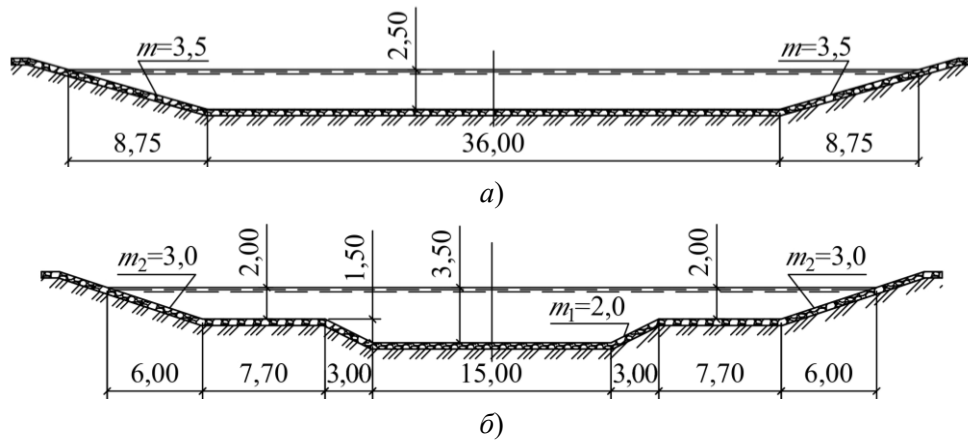
Судя по данным анализа проектных решений водорегулирующих сооружений (устроенных на рыбопропускных каналах р. Дон и Западный Маньч) [1–3, 7], основными недостатками их компоновочно-конструктивных решений являются: сжатие живого сечения водного потока, протекающего по пролетным строениям регуляторов, приводящее к увеличению скоростей его течения до значений, превышающих крейсерские скорости плавания рыб; необходимость смены рыбами, движущимися вдоль поверхности откосов и дна трактов каналов, трасс и горизонтов плавания. Подтверждением изложенного являются данные, полученные в результате гидрометрических исследований работы головных регуляторов Константиновского и Николаевского рыбоходно-нерестовых каналов, по итогам которых установлены средние значения скоростей течения водного потока в их пролетах, составляющие  $(1,7 \pm 0,1)$  м/с (что значительно превышает крейсерские скорости плавания большинства видов мигрирующих по тракту канала рыб и затрудняет их проход по пролетным строениям водорегулирующего сооружения) и  $(1,2 \pm 0,1)$  м/с соответственно. Несмотря на то, что в пролетах регулятора Николаевского рыбоходно-нерестового канала скорости выдерживаются на уровне приемлемых («крейсерских») значений для перемещения (прохода) большинства видов рыб, его конструктивное исполнение в целом трудно признать оптимальным для использования в рыбопропускных каналах ввиду резкого (по отношению к основному тракту канала) понижения отметок дна флютбета до 1,5 м, что приводит к дезориентации от направления миграционно-нерестового перемещения рыб с развитыми органами тактильной ориентации.

Анализ компоновочно-конструктивных решений рыбоходных и рыбоходно-нерестовых каналов, функционирующих в составе отечественных [1] и зарубежных [8–10]

---

<sup>1</sup>Об утверждении плана мероприятий («дорожной карты») по оздоровлению и развитию водохозяйственного комплекса реки Дон [Электронный ресурс]: Распоряжение Правительства РФ от 21 июля 2021 г. № 2012-р. Доступ из справ. правовой системы «Консультант Плюс».

гидроузлов, позволил установить преобладающую форму поперечного сечения их трактов – трапециевидную (рисунок 1а). Однако, согласно современным представлениям в области проектирования рыбопропускных каналов [4–6], их тракты рекомендуется устраивать полигонального («русло-пойменного») поперечного профиля (рисунок 1б).



а – трапециевидное; б – полигональное («русло-пойменное»)

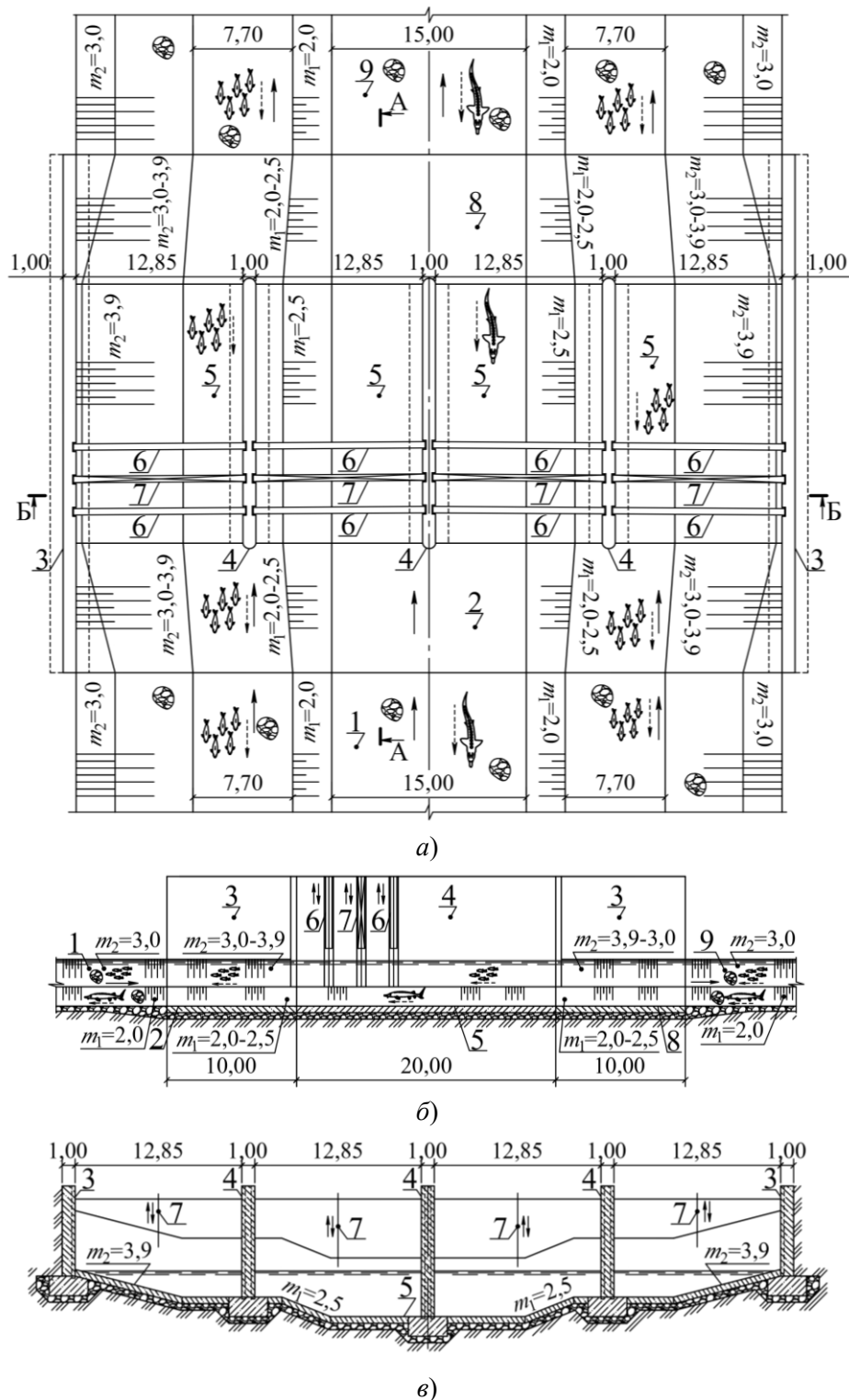
**Рисунок 1 – Примеры поперечных сечений трактов рыбоходно-нерестовых каналов, рассчитанных на пропуск расхода 100,0 м<sup>3</sup>/с**

**Figure 1 – Examples of cross-sections of fish passage and spawning channels conduits designed for flow rate 100.0 м<sup>3</sup>/s**

«Русло-пойменная» форма рыбоходных трактов обеспечивает пропуск различных видов рыб в соответствии с наиболее характерными для них глубинами, скоростями и трассами плавания, а также эффективно решает задачу по гашению избыточной энергии водного потока за счет имеющего место кинематического эффекта [2, 6].

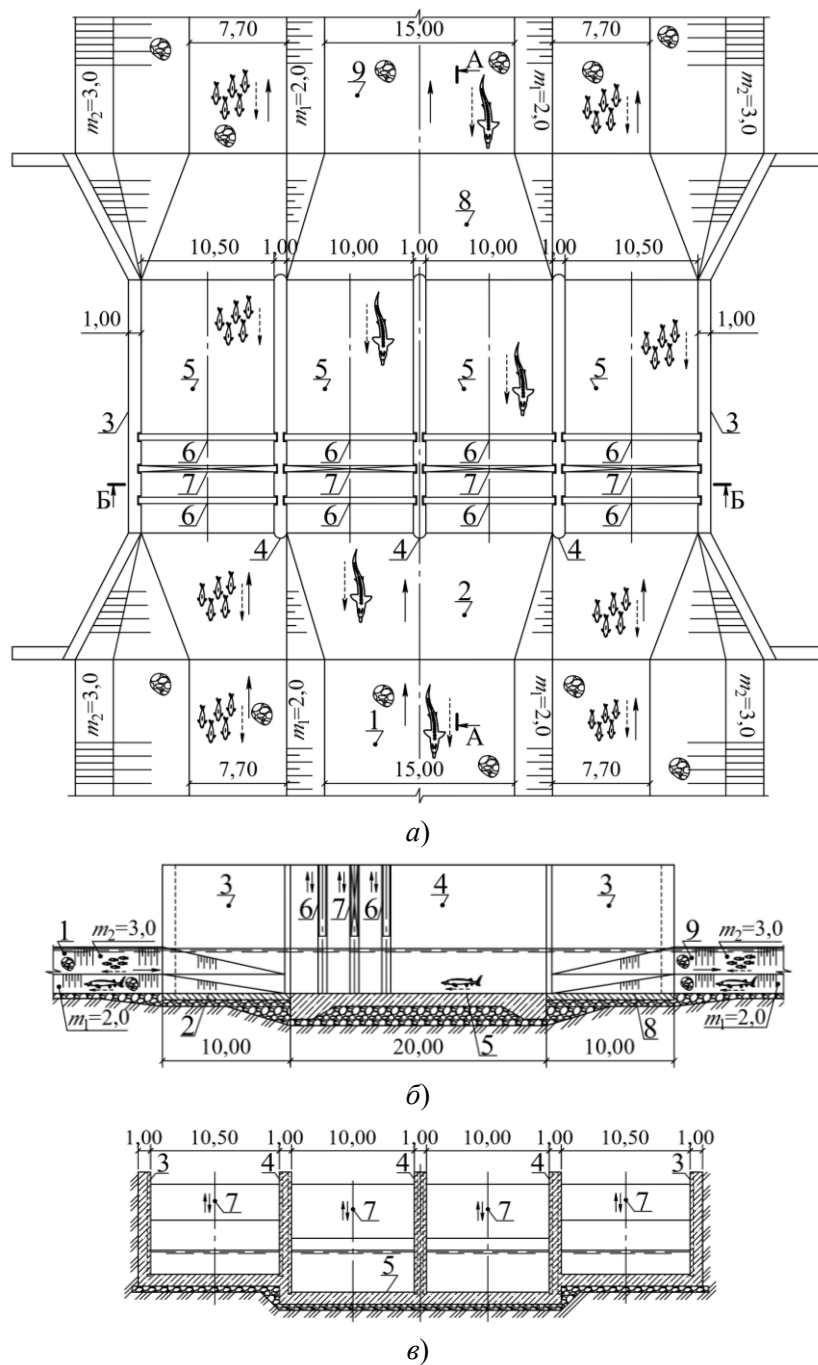
Ввиду установленного недостатка предложений по конструкциям головных регуляторов для рыбопропускных каналов с «русло-пойменной» формой их трактов нами разработаны соответствующие технические решения таких сооружений (рисунки 2, 3).

Оба регулятора выполнены четырехпролетными. Принятые размеры сооружений обеспечивают соответствие скоростей потока в канальных трактах и в водопропускных пролетах регуляторов, а также формируют необходимые условия для перемещения рыб в соответствии с предпочитаемыми (выбираемыми) ими горизонтами, скоростями и трассами плавания. В конструкции регулирующего сооружения по рисунку 2 высотные отметки и конфигурация пролетов соответствуют таковой в основном тракте канала, что позволяет рыбам с развитыми органами тактильной ориентации, движущимся вдоль русловых и пойменных откосов канала, не изменять трассу своего перемещения. Недостатком указанной конструкции является форма затворов со смещенным (относительно центральной оси пролетов) центром тяжести, что может привести к их заклиниванию при перемещении, а также к неравномерному распределению глубин и скоростей потока при погружении шандоров в водную толщу. Устранение выявленных недостатков осуществлено в конструкции регулятора по рисунку 3, выполненного с прямоугольными пролетными строениями и затворами, что позволяет достичь равномерного (по ширине) распределения глубин и вертикальных скоростей водного потока.



а – план; б – продольный разрез А – А; в – поперечный разрез Б – Б;  
 1 – верхняя (по течению) часть тракта рыбоходно-нерестового канала; 2 – понур;  
 3 – подпорные стенки; 4 – промежуточные устои (быки); 5 – фундаментная плита;  
 6, 7 – ремонтные и рабочие затворы (шандоры); 8 – рисберма; 9 – нижняя  
 (по направлению течения) часть тракта рыбоходно-нерестового канала

**Рисунок 2 – Конструктивное решение «русло-пойменного» головного регулятора**  
**Figure 2 – Structural solution of the “riverbed-floodplain” head regulator**



*a* – план; *б* – продольный разрез А – А; *в* – поперечный разрез Б – Б;  
 1 – верховой участок рыбоходно-нерестового канала; 2 – понур; 3 – подпорные стенки;  
 4 – разделительные быки; 5 – водобой; 6, 7 – ремонтные и рабочие затворы;  
 8 – рисберма; 9 – низовой участок рыбоходно-нерестового канала

**Рисунок 3 – Конструктивное решение головного регулирующего сооружения доковой конструкции с пролетами прямоугольного поперечного сечения**

**Figure 3 – Structural solution of the head regulator of dock structure with rectangular cross section spans**

**Вывод.** Разработаны компоновочно-конструктивные решения головных регуляторов, обеспечивающие перемещение рыб по их пролетным строениям со скоростями, трассами и горизонтами их плавания в основном тракте рыбоходно-нерестового канала.



### Список источников

1. Шкура В. Н., Шевченко А. В. Регулирующие сооружения пригидроузловых рыбоходно-нерестовых каналов // Экология и водное хозяйство [Электронный ресурс]. 2022. Т. 4, № 2. С. 70–87. URL: <http://www.rosniipm-sm1.ru/article?n=141> (дата обращения: 01.05.2023). <https://doi.org/10.31774/2658-7890-2022-4-2-70-87>.
2. Шкура Вл. Н., Дроботов А. Н. Рыбоходные и рыбоходно-нерестовые каналы: монография / Новочеркас. инж.-мелиоратив. ин-т ДГАУ. Новочеркасск: Лик, 2012. 204 с.
3. Шкура Вл. Н. Рыбоводные мелиорации малых и средних степных рек (обоснование путей и средств их реализации): монография / Новочеркас. инж.-мелиоратив. ин-т ДГАУ. Новочеркасск: Лик, 2015. 198 с.
4. Пат. 2274702 Российская Федерация, МПК Е 02 В 8/06, Е 02 В 8/08. Способ гашения кинетической энергии водного потока в рыбоходно-нерестовом канале и рыбоходно-нерестовый канал, его осуществляющий / Чистяков А. А., Шкура В. Н., Алымов С. И. № 2004135132/03; заявл. 01.12.04; опубл. 20.04.06, Бюл. № 11. 20 с.
5. Рыбоходно-нерестовый канал «Русло-пойма» / М. А. Скоробогатов, А. И. Лупандин, Е. С. Горбашева, А. П. Решетов // Охрана и возобновление гидрофлоры и ихтиофауны. Новочеркасск: НГМА, 2001. С. 100–104.
6. Баев О. А., Шевченко А. В. О выборе методики расчета расходно-скоростных параметров зон отстоя и нереста рыб, устраиваемых в рыбоходно-нерестовых каналах // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2022. № 3(87). С. 19–27.
7. Шкура В. Н. Рыбопропускные сооружения. В 2 ч. Ч. 1. М.: Рома, 1999. 729 с.
8. Research on dams and fishes: Determinants, directions, and gaps in the world scientific production / Н. R. Pereira, L. F. Gomes, Н. O. Barbosa, F. M. Pelicice, J. C. Nabout, F. B. Teresa, L. C. G. Vieira // *Hydrobiologia*. 2020. Vol. 847. P. 579–592. <https://doi.org/10.1007/s10750-019-04122-y>.
9. Fishway in hydropower dams: a scientometric analysis / J. L. Brito-Santos, K. Dias-Silva, L. S. Brasil, J. B. da Silva, A. M. Santos, L. M. de Sousa, T. B. Vieira // *Environmental Monitoring and Assessment*. 2021, 28 Oct. Vol. 193. P. 1–17. <https://doi.org/10.1007/s10661-021-09360-z>.
10. Baki A. B. M., Azimi A. H. Hydraulics and design of fishways II: vertical-slot and rock-weir fishways // *Journal of Ecohydraulics*. 2021. P. 1–13. DOI: 10.1080/24705357.2021.1981780.

### References

1. Shkura V.N., Shevchenko A.V., 2022. [Regulatory structures of fish passage and spawning channels near hydroelectric facilities]. *Ekologiya i vodnoe khozyaystvo*, vol. 4, no. 2, pp. 70-87, available: <http://www.rosniipm-sm1.ru/article?n=141> [accessed 01.05.2023], <https://doi.org/10.31774/2658-7890-2022-4-2-70-87>. (In Russian).
2. Shkura V.I.N., Drobotov A.N., 2012. *Rybokhodnye i rybokhodno-nerestovye kanaly: monografiya* [Fish Passage and Fish Passage and Spawning Channels: monograph]. Novocherkassk Reclamation Engineering Institute, DGAU, Novocherkassk, Lik Publ., 204 p. (In Russian).
3. Shkura V.I.N., 2015. *Rybovodnye melioratsii malykh i srednikh stepnykh rek (obosnovanie putey i sredstv ikh realizatsii): monografiya* [Fish-Growing Reclamation of Small and Medium Sized Steppe Rivers (Substantiation of Ways and Means of Their Implementation): monograph]. Novocherkassk Reclamation Engineering Institute, DGAU, Novocherkassk, Lik Publ., 198 p. (In Russian).
4. Chistyakov A.A., Shkura V.N., Alymov S.I., 2006. *Sposob gasheniya kineticheskoy*

*energii vodnogo potoka v rybokhodno-nerestovom kanale i rybokhodno-nerestovyy kanal, ego osushchestvlyayushchiy* [The Method of Extinguishing the Kinetic Energy of the Water Flow in the Fish Passage and Spawning Channel and the Fish Passage and Spawning Channel that Implements It]. Patent RF, no. 2274702. (In Russian).

5. Skorobogatov M.A., Lupandin A.I., Gorbacheva E.S., Reshetov A.P., 2001. *Rybkhodno-nerestovyy kanal "Ruslo-poyma"* [Fish passage and spawning canal "river bed and flood plain"]. *Okhrana i vozobnovlenie gidroflory i ikhtiofauny* [Protection and Renewal of Hydroflora and Ichthyofauna]. Novocheboksarsk, NGMA, pp. 100-104. (In Russian).

6. Baev O.A., Shevchenko A.V., 2022. *O vybere metodiki rascheta raskhodno-skorostnykh parametrov zon otstoya i neresta ryb, ustraivaemykh v rybkhodno-nerestovykh kanalakh* [On choice of calculation methods of the flow velocity parameters of fish settling and spawning zones arranged in fish passage and spawning channels]. *Puti povysheniya effektivnosti oroshaemogo zemledeliya* [Ways of Increasing the Efficiency of Irrigated Agriculture], no. 3(87), pp. 19-27. (In Russian).

7. Shkura V.N., 1999. *Rybopropusknyye sooruzheniya* [Fish Passage Structures]. In 2 parts, pt. 1, Moscow, Roma Publ., 729 p. (In Russian).

8. Pereira H.R., Gomes L.F., Barbosa H.O., Pelicice F.M., Nabout J.C., Teresa F.B., Vieira L.C.G., 2020. Research on dams and fishes: Determinants, directions, and gaps in the world scientific production. *Hydrobiologia*, vol. 847, pp. 579-592, <https://doi.org/10.1007/s10750-019-04122-y>.

9. Brito-Santos J.L., Dias-Silva K., Brasil L.S., da Silva J.B., Santos A.M., de Sousa L.M., Vieira T.B., 2021. Fishway in hydropower dams: a scientometric analysis. *Environmental Monitoring and Assessment*, 28 Oct., vol. 193, pp. 1-17, <https://doi.org/10.1007/s10661-021-09360-z>.

10. Baki A.B.M., Azimi A.H., 2021. Hydraulics and design of fishways II: vertical-slot and rock-weir fishways. *Journal of Ecohydraulics*, pp. 1-13, DOI: 10.1080/24705357.2021.1981780.

#### ***Информация об авторах***

**А. В. Шевченко** – младший научный сотрудник, аспирант;

**В. Н. Шкура** – ведущий научный сотрудник, кандидат технических наук, профессор.

#### ***Information about the authors***

**A. V. Shevchenko** – Junior Researcher, Postgraduate Student;

**V. N. Shkura** – Leading Researcher, Candidate of Technical Sciences, Professor.

*Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.*

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

*Contribution of the authors: the authors contributed equally to this 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 04.05.2023; одобрена после рецензирования 26.05.2023; принята к публикации 07.06.2023.*

*The article was submitted 04.05.2023; approved after reviewing 26.05.2023; accepted for publication 07.06.2023.*

Обзорная статья  
УДК 338.2:631.6

**Экономические и управленческие стратегии оптимизации в сфере  
мелиорации: текущее состояние и перспективы развития**

**Бягуль Халмухаммедовна Атаева<sup>1</sup>, Мурад Керимович Дурдымурадов<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup>Туркменский государственный архитектурно-строительный институт, Ашхабад,  
Туркменистан

<sup>1</sup>djelaletdin@gmail.com

<sup>2</sup>bagul.atayewa@yandex.ru

**Аннотация. Цель:** дать комплексное представление об экономических и управленческих стратегиях оптимизации в сфере мелиорации и определить перспективы их применения. **Материалы и методы.** Мелиорация, включающая в себя комплекс мероприятий по улучшению физических и химических свойств почвы для повышения ее плодородия, играет решающую роль в обеспечении продовольственной безопасности. Однако из-за больших затрат на эти мероприятия необходима грамотная экономическая оценка и эффективное управление этим процессом. В рамках данной работы мы намерены исследовать существующие методы экономической оценки мелиоративных мероприятий, а также проанализировать модели управления в данной сфере. Основная задача исследования – понять, как эти методы и модели могут быть оптимизированы для повышения эффективности мелиорации. Мы также стремимся выявить возможные пути интеграции современных технологий в процесс управления мелиорацией, таких как использование искусственного интеллекта и баз данных. **Результаты.** Эти инновационные подходы могут открыть новые перспективы для улучшения принятия решений в мелиорации и, следовательно, для повышения уровня продовольственной безопасности. В заключение отметим, что цель данной статьи – не просто обсудить экономику и управление в контексте мелиорации, но также выявить новые направления исследований и проблемы, которые требуют дальнейшего внимания ученых и практиков. **Выводы.** Эта работа может внести свой вклад в текущий академический диалог о мелиорации и станет отправной точкой для будущих исследований в этой важной области.

**Ключевые слова:** мелиорация, экономические стратегии, управленческие стратегии, оптимизация, устойчивое развитие, инновации, технологии, региональные особенности, стимулирование, качество управления

**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:** Атаева Б. Х., Дурдымурадов М. К. Экономические и управленческие стратегии оптимизации в сфере мелиорации: текущее состояние и перспективы развития // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2023. № 2(90). С. 75–81.

\*\*\*\*\*

Review article

**Economic and managerial optimization strategies in the field  
of land reclamation: current state and development prospects**

**Byagul H. Atayeva<sup>1</sup>, Murad K. Durdymuradov<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup>Turkmen State Architecture and Construction Institute, Ashgabat, Turkmenistan

<sup>1</sup>djelaletdin@gmail.com

<sup>2</sup>bagul.atayewa@yandex.ru

**Abstract. Purpose:** to give a comprehensive understanding of the economic and management optimization strategies in the field of land reclamation and to determine the prospects for their application. **Materials and methods.** Land reclamation, which includes a set of measures on improving the physical and chemical soil properties to increase its fertility, plays a decisive role in ensuring food security. However, due to the high costs of these activities, a competent economic assessment and effective management of this process is necessary. As part of this work, it is intended to explore the existing methods for the economic evaluation of reclamation measures, as well as to analyze management models in this area. The main objective of the study is to understand how these methods and models can be optimized to improve the efficiency of land reclamation. We also seek to identify possible ways of integrating modern technologies into the reclamation management process, such as the use of artificial intelligence and databases. **Results.** These innovative approaches may open up new perspectives for improving decision-making in land reclamation and hence food security. In conclusion, it should be noted that the purpose of this article is not just to discuss economics and management in the context of land reclamation, but also to identify new areas of research and problems that require further attention from scientists and practitioners. **Conclusions.** This work can contribute to the current academic dialogue on land reclamation and will be a starting point for future research in this important area.

**Keywords:** land reclamation, economic strategies, management strategies, optimization, sustainable development, innovations, technologies, regional features, incentives, management quality

**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:** Atayeva B. H., Durdymuradov M. K. Economic and managerial optimization strategies in the field of land reclamation: current state and development prospects. *Ways of Increasing the Efficiency of Irrigated Agriculture*. 2023;2(90):75–81. (In Russ.).

**Введение.** Мелиорация как ключевой элемент аграрного сектора играет важную роль в устойчивом развитии сельскохозяйственного производства и обеспечении продовольственной безопасности. Исторически мелиоративные мероприятия оказывали существенное влияние на увеличение урожайности, сохранение биоразнообразия и улучшение качества почв. Однако, несмотря на многие достижения в этой области, стоит признать, что существуют серьезные проблемы, которые требуют новых экономических и управленческих подходов. Эта статья направлена на исследование текущего состояния мелиорации, а также на определение стратегий и возможностей для дальнейшего развития данной сферы [1].

**Материалы и методы.** Для достижения поставленной цели были использованы различные методы исследования, включая статистический анализ данных, SWOT-анализ, методы математического и эконометрического моделирования. Данные для анализа были получены из различных источников, включая официальную статистику Росстата, данные Международного союза по сохранению природы, отчеты ведущих мировых и российских исследовательских центров по вопросам мелиорации и сельского хозяйства [2].

**Результаты и обсуждение.** На основе проведенного анализа было выявлено несколько ключевых проблем в сфере мелиорации. Во-первых, это неэффективное использование и распределение ресурсов. Распределение инвестиций и ресурсов между различными мелиоративными проектами часто осуществляется без учета потенциальной отдачи и социально-экологического влияния этих проектов. Во-вторых, отмечается отсутствие качественной оценки эффективности мелиоративных мероприятий. Часто оценка проектов проводится исключительно на основе непосредственного экономического эффекта, не учитываются долгосрочные последствия для экосистемы и местных сообществ. В-третьих, выявлен дефицит управленческих компетенций у специалистов в сфере мелиорации. Недостаток навыков управления проектами, планирования и принятия решений может приводить к неправильной оценке рисков и выбору неэффективных стратегий [3].

В контексте экономических стратегий оптимизации предлагается несколько направлений для улучшения ситуации. Во-первых, необходимо разработать и внедрить систему комплексной оценки эффективности мелиоративных мероприятий. Такая система должна учитывать как экономические, так и экологические показатели. Это позволит обеспечить более сбалансированное и рациональное использование ресурсов. Во-вторых, представляется целесообразным более активное применение принципов устойчивого развития и зеленой экономики при планировании и реализации мелиоративных проектов. Это позволит минимизировать негативное воздействие на экосистему и обеспечить долгосрочную устойчивость аграрного сектора.

В контексте управленческих стратегий оптимизации особое внимание следует уделить повышению уровня образования и квалификации специалистов в области мелиорации. Необходимо пересмотреть и усовершенствовать программы обучения, включая в них модули по проектному управлению, стратегическому планированию и решению сложных задач. Кроме того, для повышения эффективности управления мелиорацией рекомендуется активное использование цифровых технологий. Системы дистанционного зондирования Земли, цифровые двойники, технологии баз данных и искусственного интеллекта могут значительно повысить точность прогнозов, оптимизировать процессы принятия решений и сократить затраты [4].

Более детальный анализ проблемы нерационального использования ресурсов показывает, что недостаточное понимание социально-экологических последствий мелиоративных мероприятий может привести к непредвиденным отрицательным эффектам [5]. Помимо непосредственных экономических затрат на проведение мероприятий, следует учитывать возможные долгосрочные последствия, такие как утрата биоразнообразия, деградация почв и негативные изменения в водном балансе. Представляется необходимым внедрение инновационных подходов к управлению ресурсами в рамках мелиоративных проектов. Так, принципы циркулярной экономики и концепции зеленой экономики могут послужить основой для создания более устойчивых и эффективных систем управления ресурсами. В частности, использование замкнутых систем водоснабжения и утилизации отходов, применение методов биоремедиации и восстановления почв могут значительно снизить экологическую нагрузку и повысить устойчивость аграрного сектора к изменениям климата.

В целях оптимизации управленческого процесса необходимо приложить больше усилий для развития управленческих компетенций специалистов по мелиорации. Это позволяет познакомиться с теоретической точки зрения с управлением проектами [6]. Можно использовать активные подходы для обучения, например для решения реального кейса, и симуляторы управления проектами. Другим важным направлением для повышения эффективности управления в мелиорации является внедрение цифровых digital-технологий [7].

Сегодня существует уже решение, которое может значительно ускорить и упростить процесс подготовки решений, повысить контроль состояния почвы и роста, оптимизировать расходы на ресурсы. Следует особое внимание уделять применению базовых технологий и искусственных интеллектов. Они позволяют анализировать состояние почвы, климатические условия, результативность мелиоративных мероприятий, а также на основе данного анализа выработать рекомендации по оптимизации процесса и увеличению эффективности проекта.

Важная составляющая оптимизации сельского хозяйства – это экономическая стратегия, которая может включать в себя многие аспекты. Это как улучшение планирования бюджета, контроль за затратами, так и использование экономических средств, способствующих эффективному использованию ресурса. Можно применять систему гранта и субсидии, чтобы поддержать проекты, которые используют инновационный и экоустойчивый подход. Также важный инструмент – привлечение инвестиций от частных лиц с помощью механизмов публичного и частного партнерства. При правильном подходе можно заметно увеличить доступные ресурсы на реализацию мелиоративных проектов, а также повысить их эффективность [8].

Применение оптимизационных стратегий является также важнейшим элементом повышения эффективности эксплуатации. Важно учесть, что для перехода к более стабильной модели управления требуется изменение не только структуры и процессов управления, а также культуры и ментальности организации.

Например, нужно внедрять в практику культуру непрерывного совершенствования и образования, поощряющую специалистов постоянно искать новые подходы и решения. Сюда отнесем организацию регулярных семинаров и тренингов, обмен опытом и знаниями между сотрудниками и стимулирование активности и творческих подходов к решению задач. Важно также внедрять систему менеджмента качества, обеспечивающую непрерывное наблюдение за эффективностью процесса и результатами работы.

Сюда относятся разработка и внедрение стандартов, процедур, введение системы контроля и мониторинга, регулярные аудиты и анализ работы. Применение новой техники может значительно повысить качество и эффективность мелиоративных процессов. Например, использование современного оборудования и технологий для проведения мелиоративных работ, а также применение цифровых технологий для управления процессами и мониторинга результатов. Так, использование дронов и спутникового мониторинга поможет получить более точную и актуальную информацию о состоянии земель и эффективности проводимых работ. А использование системы управления проектами и аналитики данных может помочь принимать обоснованные решения и оптимизировать распределение ресурсов [9].

Для достижения наибольшей эффективности и устойчивости мелиорации необходимо гармонично интегрировать экономические и управленческие стратегии. Это подразумевает не только отдельное использование экономических и управленческих инструментов, но и их совместное применение с учетом конкретной ситуации и целей. На практике это может означать, например, сочетание экономических механизмов стимулирования (например, субсидий или налоговых льгот) с инновационными управленческими подходами (например, управление проектами или Lean management). Такой подход может увеличить эффективность использования ресурсов, повысить качество и результативность мелиоративных работ, а также стимулировать инновации и непрерывное улучшение.

Важно учитывать, что эффективность применения определенных стратегий может значительно варьироваться в зависимости от региональных особенностей. Так, в условиях сухих или полупустынных регионов могут быть наиболее актуальными стратегии,

направленные на оптимизацию использования водных ресурсов и противодействие деградации почв. В то время как в регионах с высоким уровнем осадков акцент может быть сделан на улучшении системы дренажа и предотвращении эрозии почв. Также следует учитывать социально-экономические особенности регионов. В условиях развивающихся стран может быть особенно актуальным внедрение доступных и простых в использовании технологий, обучение местного населения основам управления ресурсами и применение экономических механизмов для стимулирования развития местного аграрного сектора. В условиях развитых стран акцент может быть сделан на использовании современных технологий, внедрении системы управления качеством и использовании комплексных подходов к управлению ресурсами [10].

**Выводы.** На основании проведенного анализа можно сформулировать несколько практических рекомендаций по оптимизации мелиорации.

1 Разработка и внедрение комплексных стратегий, которые учитывают экономические, управленческие и технологические аспекты, в т. ч. применение экономических механизмов стимулирования, использование современных управленческих подходов и технологий, а также учет экологических и социальных факторов.

2 Проведение регулярного мониторинга и анализа эффективности применяемых стратегий и корректировка их при необходимости. Для этого можно использовать различные инструменты аналитики данных и системы управления качеством.

3 Обеспечение активного взаимодействия и сотрудничества между различными участниками мелиорации – от государственных и муниципальных органов до предприятий, научных организаций и общественности. Это может способствовать обмену знаниями и опытом, координации действий и формированию совместных стратегий.

4 Проведение обучения и повышения квалификации специалистов в области мелиорации с целью улучшения их профессиональных компетенций и стимулирования инноваций [10].

В целом оптимизация мелиорации является сложной и многогранной задачей, которая требует комплексного подхода и применения различных стратегий. Важно продолжать исследования в этой области, а также активно внедрять и применять инновационные подходы и технологии на практике. Это может обеспечить устойчивое и эффективное развитие мелиорации, повышение качества и продуктивности аграрного сектора, а также сохранение и рациональное использование природных ресурсов. Проведенный анализ позволяет сделать вывод о том, что успешная оптимизация в сфере мелиорации требует комплексного подхода и применения различных экономических, управленческих и технологических стратегий.

В дальнейшем необходимо продолжать исследования в этой области, а также расширять применение инновационных подходов и технологий в практике мелиорации. Это может обеспечить более устойчивое и эффективное использование ресурсов, а также повысить уровень экологической безопасности и социальной ответственности в этой сфере.

#### **Список источников**

1. Балакай Н. И. Мелиоративные мероприятия на различных типах агроландшафтов // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия: сб. ст. / ФГНУ «РосНИИПМ». Новочеркасск: Геликон, 2009. Вып. 41. С. 88–92.

2. Данилов Н. Н., Иноземцева Л. П. Математическая модель динамического SWOT-анализа и методика ее применения в экономике // Экономический анализ: теория и практика. 2016. Т. 15, вып. 9. С. 185–196.

3. Никольский Ю. Н., Шабанов В. В. Расчет проектной урожайности в зависимо-

сти от водного режима мелиорируемых земель // Гидротехника и мелиорация. 1986. № 9. С. 52–58.

4. Цифровая экономика и перспективы ее роста на 2018–2020 годы / А. В. Захарян, Е. С. Померко, А. В. Негодова, М. А. Давыденко, Д. М. Ионова, С. А. Аристова // Экономика и предпринимательство. 2018. № 5(94). С. 169–173.

5. Лопатовская О. Г., Сугаченко А. А. Мелиорация почв. Засоленные почвы: учеб. пособие. Иркутск: Изд-во Иркутск. гос. ун-та, 2010. 101 с.

6. Демин Г. А. Методы принятия управленческих решений [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Перм. гос. нац. исслед. ун-т. Пермь, 2019. 88 с. URL: <http://www.psu.ru/files/docs/science/books/uchebnie-posobiya/demin-metody-prinyatiya-upravlencheskikh-reshenij.pdf> (дата обращения: 15.06.2023).

7. Буклагин Д. С., Мишуоров Н. П., Труфляк Е. В. Цифровые технологии в землепользовании и землеустройстве: анализ. обзор. М.: Росинформагротех, 2021. 96 с.

8. Павленко Н. Е. Экономический механизм эффективного развития сельского хозяйства: монография / Рос. акад. с.-х. наук, Всерос. науч.-исслед. ин-т экономики сел. хоз-ва. М., Белгород, 2010. 509 с.

9. Применение беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) в технологии точного земледелия / Ю. В. Шумилов, Р. Ю. Данилов, И. А. Костенко, А. В. Данилова, К. В. Семочкин, А. А. Пачкин // Молодой ученый. 2015. № 9-2(89). С. 146–147.

10. Елохов А. М., Арбузова Т. А. Управление качеством. Система менеджмента качества [Электронный ресурс]: учеб. пособие. В 2 ч. Ч. 2 / ПГНИУ. 3-е изд., перераб. и доп. Пермь, 2020. 188 с. URL: <http://www.psu.ru/files/docs/science/books/uchebnie-posobiya/elohov-arbuzova-upravlenie-kachestvom-ch2.pdf> (дата обращения: 15.06.2023).

## References

1. Balakai N.I., 2009. *Meliorativnye meropriyatiya na razlichnykh tipakh agrolandshaftov* [Reclamation measures on various types of agrolandscapes]. *Puti povysheniya effektivnosti oroshaemogo zemledeliya: sb. st.* [Ways of Increasing the Efficiency of Irrigated Agriculture: coll. of articles]. FGNU “RosNIIPM”, Novocherkassk, Helikon Publ., iss. 41, pp. 88-92. (In Russian).

2. Danilov N.N., Inozemtseva L.P., 2016. *Matematicheskaya model' dinamicheskogo SWOT-analiza i metodika ee primeneniya v ekonomike* [A mathematical model of dynamic SWOT-analysis and its application methodology in economics]. *Ekonomicheskii analiz: teoriya i praktika* [Economic Analysis: Theory and Practice], vol. 15, no. 9, pp. 185-196. (In Russian).

3. Nikolsky Yu.N., Shabanov V.V., 1986. *Raschet proektnoy urozhaynosti v zavisimosti ot vodnogo rezhima melioriruemyykh zemel'* [Calculation of the design yield depending on the water regime of reclaimed lands]. *Gidrotekhnika i melioratsiya* [Hydrotechnics and Reclamation], no. 9, pp. 52-58. (In Russian).

4. Zakharyan A.V., Pomerko E.S., Negodova A.V., Davydenko M.A., Ionova D.M., Aristova S.A., 2018. *Tsifrovaya ekonomika i perspektivy ee rosta na 2018–2020 gody* [Digital economy and prospects of its growth for 2018-2020]. *Ekonomika i predprinimatel'stvo* [Economics and Entrepreneurship], no. 5(94), pp. 169-173. (In Russian).

5. Lopatovskaya O.G., Sugachenko A.A., 2010. *Melioratsiya pochv. Zasolennye pochvy: ucheb. posobie* [Soil Reclamation. Saline Soils: textbook]. Irkutsk, Irkutsk State University Publ., 101 p. (In Russian).

6. Demin G.A., 2019. *Metody prinyatiya upravlencheskikh resheniy: ucheb. posobie* [Methods of Managerial Decision-Making: Textbook]. Perm State Nat. Research Institute, Perm, 88 p., available: <http://www.psu.ru/files/docs/science/books/uchebnie-posobiya/demin-metody-prinyatiya-upravlencheskikh-reshenij.pdf> [accessed 15.06.2023]. (In Russian).



7. Buklagin D.S., Mishurov N.P., Truflyak E.V., 2021. *Tsifrovyye tekhnologii v zemlepol'zovanii i zemleustroytve: analit. obzor* [Digital Technologies in Land Use and Land Management: Analytical Review]. Moscow, Rosinformagrotekh Publ., 96 p. (In Russian).

8. Pavlenko N.E., 2010. *Ekonomicheskiy mekhanizm effektivnogo razvitiya sel'skogo khozyaystva: monografiya* [The Economic Mechanism of Effective Agricultural Development: monograph]. Russian Academy of Agricultural Sciences, All-Russian Scientific Research Institute of Economics of Agriculture of the RF, Moscow, Belgorod, 509 p. (In Russian).

9. Shumilov Yu.V., Danilov R.Yu., Kostenko I.A., Danilova A.V., Semochkin K.V., Pachkin A.A., 2015. *Primenenie bespilotnykh letatel'nykh apparatov (BPLA) v tekhnologii tochnogo zemledeliya* [The use of unmanned aerial vehicles (UAVs) in the technology of precision farming]. *Molodoy uchenyy* [Young Scientist], no. 9-2(89), pp. 146-147. (In Russian).

10. Elokhov A.M., Arbuzova T.A., 2020. *Upravlenie kachestvom. Sistema menedzhmenta kachestva* [Quality Control. Quality Management System: textbook]. In 2 parts, pt. 2, 3<sup>rd</sup> ed., enlarged and revised, Perm, 188 p., available: <http://www.psu.ru/files/docs/science/books/uchebnie-posobiya/eloxov-arbuzova-upravlenie-kachestvom-ch2.pdf> [accessed 15.06.2023]. (In Russian).

#### ***Информация об авторах***

**Б. Х. Атаева** – старший преподаватель;

**М. К. Дурдымурадов** – студент.

#### ***Information about the authors***

**B. H. Atayeva** – Senior Lecturer;

**M. K. Durdymuradov** – Student.

*Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.*

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

*Contribution of the authors: the authors contributed equally to this 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 16.05.2023; одобрена после рецензирования 26.06.2023; принята к публикации 29.06.2023.*

*The article was submitted 16.05.2023; approved after reviewing 26.06.2023; accepted for publication 29.06.2023.*

Обзорная статья  
УДК 633.15:631.67

### Подбор перспективных гибридов кукурузы на зерно для условий орошения

Валерий Алексеевич Монастырский<sup>1</sup>, Яна Сергеевна Тищенко<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск,  
Российская Федерация

<sup>1</sup>valerijmonastyrskij@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0881-4282>

<sup>2</sup>ageeva.yana21@gmail.com

**Аннотация.** **Цель:** проанализировать и подобрать гибриды кукурузы на зерно для условий орошения. **Обсуждение.** Кукуруза относится к культурам, которые характеризуются значительной восприимчивостью к орошению. В настоящее время существует большой выбор сортов и гибридов кукурузы на зерно. Основные различия между выведенными гибридами – их урожайность, приспособленность к среде обитания и общая продуктивность, которая включает в себя не только урожайность зерна, количество початков на одном растении, но и количество зеленой массы. После анализа их морфологических и биологических особенностей нами и будут исследованы наиболее интересные нас гибриды кукурузы на зерно. **Выводы.** Проанализировав морфологические и биологические особенности гибридов кукурузы на зерно, выбрали следующие: среднеранние MAS 34 В, Краснодарский 291 АМВ; среднеспелые КВС 3381, Зерноградский 354 МВ; среднепоздние ДКС 5007, Пионер 0023, так как они отличаются от других высокой урожайностью и отзывчивостью на изменение в технологии выращивания, ухода.

**Ключевые слова:** кукуруза на зерно, районированные гибриды для ЮФО, урожайность, рост, развитие

**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:** Монастырский В. А., Тищенко Я. С. Подбор перспективных гибридов кукурузы на зерно для условий орошения // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2023. № 2(90). С. 82–90.

\*\*\*\*\*

Review article

### Selection of promising grain maize hybrids for irrigation conditions

Valeriy A. Monastyrskiy<sup>1</sup>, Yana S. Tishchenko<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novocherkassk,  
Russian Federation

<sup>1</sup>valerijmonastyrskij@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0881-4282>

<sup>2</sup>ageeva.yana21@gmail.com

**Abstract. Purpose:** to analyze and select grain maize hybrids for irrigation conditions. **Discussion.** Maize refers to crops that are characterized by significant susceptibility to irrigation. Currently, there is a large selection of grain maize varieties and hybrids. The main differences between the bred hybrids are their yield, adaptability to the environment and gross productivity, which includes not only grain yield, the number of ears per plant, but also the amount of green mass. After analyzing their morphological and biological features, the most

interesting grain maize hybrids will be investigated. **Conclusions.** After analyzing the morphological and biological characteristics of grain maize hybrids, the following hybrids were chosen: mid-early MAS 34 B, Krasnodar 291 AMB; mid-season KVS 3381, Zernogradsky 354 MV; mid-late DKC 5007, Pioneer 0023, as they differ from others in high yields and response to changes in growing technology and care.

**Keywords:** grain maize, zoned hybrids for the Southern Federal District, yield, growth, development

**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:** Monastyrskiy V. A., Tishchenko Ya. S. Selection of promising grain maize hybrids for irrigation conditions. *Ways of Increasing the Efficiency of Irrigated Agriculture*. 2023;2(90):82–90. (In Russ.).

**Введение.** По уровню оборота среди зерновых сельскохозяйственных культур кукуруза на мировом рынке занимает 3-е место. Эта культура обладает самым высоким потенциалом урожайности среди зерновых культур. Однако Россия занимает лишь 14-е место по выращиванию кукурузы в мире. Это, в свою очередь, обуславливает необходимость повышения уровня ее валового сбора и посевных площадей. Таким образом, необходимо повышение технологического уровня производства, а также проведение исследований, посвященных выведению новых гибридных комбинаций кукурузы, с целью достижения более высокого уровня показателей [1].

Лидерами в гонке по выращиванию кукурузы на зерно являются Китайская Народная Республика (259 млн т) и Бразилия (87,0 млн т). Абсолютным лидером признаны Соединенные Штаты, где объем собранного зерна превышает 350 млн т (359,9 млн т) [2, 3]. В год в мире собирают более 1400 млн т кукурузы на зерно [4]. Согласно прогнозам Института народнохозяйственного прогнозирования Российской академии наук, к 2040 г. объем собранных зерновых культур увеличится до 195,6 млн т [5].

В России зерновое хозяйство традиционно является одним из крупнейших, возможно одновременное повышение эффективности производства зерна и его качества [6–10].

Правильный выбор гибридов является основным требованием для получения высоких урожаев зерна хорошего качества и в конечном итоге высокого дохода. Важно выбрать гибриды, способные полностью использовать условия вегетационного периода региона, при этом стабильно созревать и давать максимальный урожай. Для этого необходимо учитывать следующее:

- группу зрелости гибрида;
- направление использования;
- потенциальную производительность;
- устойчивость к полеганию и перезреванию в течение вегетационного периода;
- устойчивость к засухе и холоду (зависит от района выращивания) [11–13].

Универсальность кукурузы на зерно заключается не только в ее высокой адаптивности к условиям выращивания, но и в области применения получаемой из нее продукции. То есть сферы возможного ее использования – не только в качестве продукта питания, корма для скота, но и в промышленном производстве и других областях.

С целью развития оборота на международном рынке зерновых сельскохозяйственных культур, а в данном случае конкретно кукурузы, необходимо обратить внимание на агроклиматические условия каждого района с учетом их уровня тепло- и влагообеспечения. В России лишь около 13 % всех земельных угодий используются для выращи-

ния сельскохозяйственных культур. Причина неиспользования остальной площади – ее непригодность для выращивания, в связи с этим необходимо внедрение новых технологий в процесс выращивания. Анализ климатических условий в целях рационального размещения и подбора конкретной культуры для региона позволит это реализовать [1].

Нами подобраны районированные гибриды кукурузы на зерно для зоны проведения исследований [14–22].

Целью исследований было проанализировать и подобрать гибриды кукурузы на зерно в условиях орошения.

**Обсуждение.** В настоящее время существует большой выбор сортов и гибридов кукурузы на зерно. Основные различия между выведенными гибридами – их урожайность, приспособленность к среде обитания и общая продуктивность, которая включает в себя не только урожайность зерна, количество початков на одном растении, но и количество зеленой массы. Эти требования формируются на уровне сельхозтоваропроизводителей, которые отдают предпочтение унифицированности и высокой продуктивности используемых гибридов, их отзывчивости на проводимые мероприятия, в них входит не только применение оросительных мелиораций, но и усовершенствованные приемы дифференцированного внесения минеральных и органических удобрений, а также регуляторов роста, системная борьба с болезнями и вредителями.

В текущих условиях внешнего экономического и санкционного давления на нашу страну остро встает вопрос экспорта производимой продукции, которая должна быть на несколько уровней выше общемировых эталонов для успешной конкуренции на мировом рынке. Для этого важно не только правильно применять технологию возделывания сельскохозяйственных культур, но и использовать семенной материал, позволяющий в полной мере раскрыть биологическую продуктивность сельскохозяйственной культуры [23].

В 2022 г. в РФ урожайность зерновых и зернобобовых культур достигла собственного исторического рекорда за все время существования страны. Общий собранный объем с посевов зерновых культур, как основных, так и повторных, составил 159,5 млн т, что на 26,6 млн т больше объема, собранного в 2021 г. По подсчетам, средняя урожайность собранных зерновых культур составила 34,4 ц/га. В 2022 г. было получено 105,7 млн т пшеницы, 24,6 млн т ячменя, 13,9 млн т кукурузы на зерно, 15,5 млн т подсолнечника, 4,7 млн т рапса, 6,3 млн т сои, 47,8 млн т сахарной свеклы [5].

Также результаты 2022 г. показали, что нужно заниматься выращиванием районированных гибридов, которые могут спокойно переносить определенный климат, например, это может касаться регионов, где отмечается недостаток влаги. Таким образом современные гибриды кукурузы отечественного производства можно в полной мере задействовать в сфере сельского хозяйства. Кукуруза относится к культурам, которые характеризуются значительной восприимчивостью к орошению. Растению требуется достаточное количество влаги, особенно это касается времени, когда оно активно цветет и наливаются зерна. Непосредственно тем, как проходит период развития растения, и определяется успешность урожая [24, 25]. Как для условий Ростовской области, так и для других регионов РФ существует огромное количество гибридов кукурузы. Наиболее продуктивные представлены в таблице 1.

Систематизация выбранных гибридов представлена по группам спелости и, соответственно, по длине вегетационного периода, массе 1000 зерен, количеству рядов в початке, количеству зерен в ряду, по высоте крепления початка, высоте самого растения в зависимости от выращиваемого гибрида.

Таблица 1 – Характеристика гибридов кукурузы на зерно  
Table 1 – Characteristics of grain maize hybrids

| Гибрид                | Тип зерна     | Высота<br>расте-<br>ния, см | Высота зре-<br>ления початка,<br>см | Количество<br>зерен в ряду,<br>шт. | Количество<br>рядов в по-<br>чатке, шт. | Масса<br>1000 зе-<br>рен, г | Веgetаци-<br>онный пе-<br>риод, дней |
|-----------------------|---------------|-----------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|---|-----------------------------|--------------------------------------|
| Среднеранние          |               |                             |                                     |                                    |   |                             |                                      |
| РЖТ Боксер            | Промежуточный | 180–200                     | 60–80                               | 32–38                              | 14–16                                   | 300–320                     | 108                                  |
| П 8834                | Зубовидный    | 230–250                     | 80–90                               | 34–40                              | 14                                      | 290–300                     | 117                                  |
| MAS 34 В              | Зубоподобное  | 180–200                     | 60–80                               | 28–32                              | 16–18                                   | 320–340                     | 117                                  |
| Краснодарский 291 АМВ | Зубовидный    | 180–200                     | 60–80                               | 32–38                              | 14–16                                   | 280–300                     | 110                                  |
| Алекс                 | Зубовидный    | 180                         | 60–80                               | 32–38                              | 14–16                                   | 300–320                     | 109                                  |
| Среднепоздние         |               |                             |                                     |                                    |   |                             |                                      |
| Теберда 327           | Зубовидный    | 220–240                     | 90–95                               | 32–37                              | 16–18                                   | 300–320                     | 118                                  |
| КВС 3381              | Зубовидный    | 280–300                     | 100–120                             | 32–37                              | 16–18                                   | 300–320                     | 111                                  |
| П 9610                | Зубовидный    | 240–260                     | 105                                 | 30–40                              | 16–18                                   | 300–320                     | 112                                  |
| Амато                 | Зубовидный    | 280–300                     | 80–90                               | 42–48                              | 16–18                                   | 320–340                     | 110                                  |
| Краснодарский 333 АМВ | Промежуточный | 280–300                     | 90–100                              | 35–40                              | 16–18                                   | 300–320                     | 115                                  |
| Зерноградский 354 МВ  | Зубовидный    | 220–230                     | 75–85                               | 32–37                              | 16–18                                   | 300–320                     | 115                                  |
| Среднепоздние         |               |                             |                                     |                                    |   |                             |                                      |
| СИ Кариока            | Промежуточный | 230–250                     | 80–90                               | 32–37                              | 16–18                                   | 300–320                     | 114                                  |
| П 9874                | Зубовидный    | 255–270                     | 100–115                             | 40                                 | 18                                      | 280–300                     | 114                                  |
| ЛГ 31390              | Зубовидный    | 260–280                     | 60                                  | 36                                 | 18                                      | 300–320                     | 113                                  |
| DKC 5007              | Зубовидный    | 260–290                     | 90–110                              | 46                                 | 18                                      | 310                         | 106                                  |
| П 0023                | Зубовидный    | 250–280                     | 85                                  | 30–35                              | 18–20                                   | 300–320                     | 113                                  |

Среди среднеранней группы спелости следует выделить следующие гибриды и их особенности:

- наибольшим ростом отмечается гибрид П 8834 (250 см), наименьшим – Алекс (170 см);

- зерновых рядов больше всего насчитывается у MAS 34 В (18 шт.), меньше всего – у П 8834 (14 шт.).

Среднеспелой группы:

- наибольшим ростом отмечаются гибриды КВС, Амато, Краснодарский 333 АМВ (300 см), наименьшим – Теберда 327 (240 см);

- у гибридов Теберда 327, КВС 3381, П 9610, Амато, Краснодарский 333 АМВ, Зерноградский 354 МВ зерновые ряды не отличаются по количеству.

Среднепоздней группы спелости:

- наибольшим ростом отмечается гибрид ДКС 5007 (290 см), наименьшим – СИ Кариока (250 см);

- зерновых рядов больше всего насчитывается у П 0023 (20 шт.), у других гибридов зерновые ряды не отличаются по количеству.

Отбор гибридов кукурузы на зерно осуществляется с учетом таких критериев:

- способность к экологической гибкости и урожаю с учетом меняющихся условий;

- скороспелые сорта;

- конкурентоспособные свойства относительно сорняков, стойкость к вредителям и заболеваниям растений;

- способность к хорошему урожаю;

- адаптивность к улучшению условий, в которых выращивается растение;

- пригодность к выращиванию совместно с иными представителями сельскохозяйственных культур.

**Выводы.** В итоге для исследований, посвященных усовершенствованию элементов технологий возделывания кукурузы на зерно, нами выбраны следующие гибриды кукурузы: среднеранние MAS 34 В, Краснодарский 291 АМВ; среднеспелые КВС 3381, Зерноградский 354 МВ; среднепоздние ДКС 5007, Пионер 0023, так как они отличаются от других высокой урожайностью и отзывчивостью на изменение в технологии выращивания и ухода.

#### Список источников

1. Серов К. Н. Современное состояние производства кукурузы // Молодой ученый. 2021. № 22(364). С. 78–79.

2. Панфилова О. Н., Чугунова Е. В., Дерунова С. Н. Исходный материал для селекции кукурузы на засухоустойчивость // Аграрный научный журнал. 2020. № 2. С. 29–37. DOI: 10.28983/asj.y2020i2pp29-37.

3. Сотченко В. С., Сотченко Ю. В. Состояние и перспективы семеноводства кукурузы // Кукуруза и сорго. 2014. № 1. С. 3–8.

4. Chetvertakov I. M., Chetvertakova V. P. Tendencies and prospects of the Russian agriculture development // The Turkish Online Journal of Design, Art and Communication. 2018, Mar. Spec. ed. P. 410–418. DOI: 10.7456/1080MSE/148.

5. Сафонова Т. В., Староверова И. В., Широкопад И. И. Проблемы адаптации АПК России к новым историческим условиям // Московский экономический журнал. 2022. № 5. С. 646–651. DOI: 10.55186/2413046X\_2022\_7\_5\_309.

6. Зюкин Д. А. Оценка приоритетных направлений и мер государственной поддержки в проекте стратегии развития зернового подкомплекса // Региональный вестник. 2019. № 14(29). С. 58–60.

7. Святова О. В., Новосельцева О. Н. Продовольственная безопасность в условиях экономических санкций // Региональный вестник. 2019. № 17(32). С. 45–47.
8. Зюкин Д. А. К вопросу выбора приоритетов в путях развития зернопродуктового подкомплекса и наращивания урожаев зерна // Региональный вестник. 2019. № 19(34). С. 47–49.
9. Золотарева Е. Л., Золотарев А. А. Обеспечение экономической безопасности региона // Региональный вестник. 2019. № 23(38). С. 65–67.
10. Зюкин Д. А. Стратегическое управление природно-экономическим потенциалом зернопродуктового подкомплекса: цели и задачи // Региональный вестник. 2017. № 1(6). С. 43–45.
11. Орлянский Н. А., Орлянская Н. А. Перспективные гибриды кукурузы и методика их выделения // Кукуруза и сорго. 2011. № 3. С. 27–30.
12. Подбор гибридов кукурузы селекции ФГБНУ ВНИИ кукурузы для условий Республики Башкортостан / В. С. Сотченко, И. Ю. Кузнецов, Б. Г. Ахияров, Л. М. Ахиярова // Кукуруза и сорго. 2018. № 1. С. 3–8.
13. Зерновые и универсальные гибриды кукурузы для выращивания на богаре и при орошении / В. В. Мелихов, О. Н. Панфилова, Е. В. Чугунова, С. Н. Дерунова // Орошаемое земледелие. 2020. № 3(30). С. 18–21.
14. Новые сорта и гибриды кукурузы и сорговых культур, рекомендованные к возделыванию в хозяйствах Российской Федерации с 2013 года / Е. Я. Фильчугина, В. Ф. Воловик, Е. С. Бойко, А. А. Басов, Т. Д. Густых // Кукуруза и сорго. 2013. № 2. С. 11–35.
15. Новые сорта и гибриды кукурузы и сорговых культур, рекомендованные к возделыванию в хозяйствах Российской Федерации с 2019 года / Е. Я. Фильчугина, Н. С. Рогатина, Н. С. Сыроежкина, Н. И. Маринин, И. О. Новгородская, О. В. Терентьева // Кукуруза и сорго. 2019. № 3. С. 27–35.
16. Мас 34 Б – сорт растения кукуруза [Электронный ресурс]. URL: <https://dacha-dacha.ru/sorta/kukuruza/mas-34-b?ysclid=lj6syjw3o2688229060/> (дата обращения: 15.05.2023).
17. Новые сорта и гибриды кукурузы и сорговых культур, рекомендованные к возделыванию в хозяйствах Российской Федерации с 2015 года / Е. Я. Фильчугина, В. Ф. Воловик, Е. С. Бойко, В. В. Шершнева, Р. З. Батргалиев // Кукуруза и сорго. 2015. № 3. С. 20–29.
18. Характеристики сортов растений, впервые включенных в 2022 году в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию: офиц. изд. М.: Росинформагротех, 2022. 504 с.
19. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т. 1 «Сорта растений» (офиц. изд.). М.: Росинформагротех, 2017. 483 с.
20. Новые сорта и гибриды кукурузы и сорговых культур, рекомендованные к возделыванию в хозяйствах Российской Федерации с 2012 года / Е. Я. Фильчугина, В. Ф. Воловик, В. М. Гончарова, А. А. Басов, Т. Д. Густых // Кукуруза и сорго. 2012. № 2. С. 11–36.
21. Характеристики сортов растений, впервые включенных в 2020 году в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию: офиц. изд. М.: Росинформагротех, 2020. 490 с.
22. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т. 1 «Сорта растений» (офиц. изд.). М.: Росинформагротех, 2022. 646 с.
23. Crops that feed the world 6. Past successes and future challenges to the role played by maize in global food security / B. Shiferaw, B. M. Prasanna, J. Hellin, M. Bänziger // Food Security. 2011. Vol. 3. P. 307–327. <https://doi.org/10.1007/s12571-011-0140-5>.

24. Кривошеев Г. Я., Игнатьев А. С. Экологическое испытание новых гибридов кукурузы в условиях различной влагообеспеченности // *Зерновое хозяйство России*. 2018. № 4(58). С. 47–51. <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2018-58-4-47-51>.

25. Мигулев П. И. Продуктивность гибридов кукурузы при программировании урожайности в условиях Верхневолжья // *Достижения науки и техники АПК*. 2019. № 3. С. 29–32. DOI: 10.24411/0235-2451-2019-10307.

### References

1. Serov K.N., 2021. *Sovremennoe sostojanie proizvodstva kukuruzy* [The current state of corn production]. *Molodoy uchenyy* [Young Scientist], no. 22(364), pp. 78-79. (In Russian).

2. Panfilova O.N., Chugunova E.V., Derunova S.N., 2020. *Iskhodnyy material dlya selektsii kukuruzy na zasukhoustoychivost'* [Source material for breeding maize for drought resistance]. *Agrarnyy nauchnyy zhurnal* [Agrarian Scientific Journal], no. 2, pp. 29-37, DOI: 10.28983/asj.y2020i2pp29-37. (In Russian).

3. Sotchenko V.S., Sotchenko Yu.V., 2014. *Sostoyanie i perspektivy semenovodstva kukuruzy* [Status and prospects of seed corn production]. *Kukuruza i sorgo* [Corn and Sorghum], no. 1, pp. 3-8. (In Russian).

4. Chetvertakov I.M., Chetvertakova V.P., 2018. Tendencies and prospects of the Russian agriculture development. The Turkish Online Journal of Design, Art and Communication, Mar., spec. ed., pp. 410-418, DOI: 10.7456/1080MSE/148.

5. Safonova T.V., Staroverova I.V., Shirokorad I.I., 2022. *Problemy adaptatsii APK Rossii k novym istoricheskim usloviyam* [Problems of adaptation of the agro-industrial complex of Russia to new historical conditions]. *Moskovskiy ekonomicheskij zhurnal* [Moscow Economic Journal], no. 5, pp. 646-651, DOI: 10.55186/2413046X\_2022\_7\_5\_309. (In Russian).

6. Zyukin D.A., 2019. *Otsenka prioritetnykh napravleniy i mer gosudarstvennoy podderzhki v proekte strategii razvitiya zernovogo podkompleksa* [Assessment of priority directions and measures of state support in the draft strategy for the development of the grain subcomplex]. *Regional'nyy vestnik* [Regional Bulletin], no. 14(29), pp. 58-60. (In Russian).

7. Svyatova O.V., Novoseltseva O.N., 2019. *Prodovol'stvennaya bezopasnost' v usloviyakh ekonomicheskikh sanktsiy* [Food security in the conditions of economic sanctions]. *Regional'nyy vestnik* [Regional Bulletin], no. 17(32), pp. 45-47. (In Russian).

8. Zyukin D.A., 2019. *K voprosu vybora prioritetov v putyakh razvitiya zernoproduktovogo podkompleksa i narashchivaniya urozhaev zerna* [On the issue of choosing priorities in the development of the grain product subcomplex and increasing grain yields]. *Regional'nyy vestnik* [Regional Bulletin], no. 19(34), pp. 47-49. (In Russian).

9. Zolotareva E.L., Zolotarev A.A., 2019. *Obespechenie ekonomicheskoy bezopasnosti regiona* [Ensuring the economic security of the region]. *Regional'nyy vestnik* [Regional Bulletin], no. 23(38), pp. 65-67. (In Russian).

10. Zyukin D.A., 2017. *Strategicheskoe upravlenie prirodno-ekonomicheskim potencialom zernoproduktovogo podkompleksa: tseli i zadachi* [Strategic management of the natural and economic potential of the grain product subcomplex: goals and objectives]. *Regional'nyy vestnik* [Regional Bulletin], no. 1(6), pp. 43-45. (In Russian).

11. Orlyansky N.A., Orlyanskaya N.A., 2011. *Perspektivnye gibridy kukuruzy i metoda ikh vydeleniya* [Promising maize hybrids and criteria of its selection]. *Kukuruza i sorgo* [Corn and Sorghum], no. 3, pp. 27-30. (In Russian).

12. Sotchenko V.S., Kuznetsov I.Yu., Akhiyarov B.G., Akhiyarova L.M., 2018. *Podbor gibridov kukuruzy selektsii FGBNU VNII kukuruzy dlya usloviy Respubliki Bashkortostan* [Selection of corn hybrids developed by the Institute of Maize for conditions of the Republic of Bashkortostan]. *Kukuruza i sorgo* [Corn and Sorghum], no. 1, pp. 3-8. (In Russian).



13. Melikhov V.V., Panfilova O.N., Chugunova E.V., Derunova S.N., 2020. *Zernovye i universal'nye gibridy kukuruzy dlya vyrashchivaniya na bogare i pri oroshenii* [Grains and universal maize hybrids for dry and irrigated cultivation]. *Oroshaemoe zemledelie* [Irrigated Agriculture], no. 3(30), pp. 18-21. (In Russian).
14. Filchugina E.Ya., Volovik V.F., Boyko E.S., Basov A.A., Gustykh T.D., 2013. *Novye sorta i gibridy kukuruzy i sorgovykh kul'tur, rekomendovannye k vozdeleyvaniyu v khozyaystvakh Rossiyskoy Federatsii s 2013 goda* [New varieties and hybrids of maize and sorghum crops recommended for cultivation in the farms of the Russian Federation since 2013]. *Kukuruza i sorgo* [Corn and Sorghum], no. 2, pp. 11-35. (In Russian).
15. Filchugina E.Ya., Rogatina N.S., Syroezhkina N.S., Marinin N.I., Novgorodskaya E.Ya., Terenteva O.V., 2019. *Novye sorta i gibridy kukuruzy i sorgovykh kul'tur, rekomendovannye k vozdeleyvaniyu v khozyaystvakh Rossiyskoy Federatsii s 2019 goda* [New varieties and hybrids of maize and sorghum crops recommended for cultivation in the farms of the Russian Federation since 2019]. *Kukuruza i sorgo* [Corn and Sorghum], no. 3, pp. 27-35. (In Russian).
16. *Mas 34 B – sort rasteniya kukuruza* [Mas 34 B – maize plant variety], available: <https://dacha-dacha.ru/sorta/kukuruza/mas-34-b?ysclid=lj6syjw3o2688229060/> [accessed 15.05.2023]. (In Russian).
17. Filchugina E.Ya., Volovik V.F., Boyko E.S., Shershneva V.V., Battrgaliev R.Z., 2015. *Novye sorta i gibridy kukuruzy i sorgovykh kul'tur, rekomendovannye k vozdeleyvaniyu v khozyaystvakh Rossiyskoy Federatsii s 2015 goda* [New varieties and hybrids of maize and sorghum crops recommended for cultivation in the farms of the Russian Federation since 2015]. *Kukuruza i sorgo* [Corn and Sorghum], no. 3, pp. 20-29. (In Russian).
18. *Kharakteristiki sortov rasteniy, v pervye vklyuchennykh v 2022 godu v Gosudarstvennyy reestr selektsionnykh dostizheniy, dopushchennykh k ispol'zovaniyu: ofits. izd.* [Characteristics of Plant Varieties Included in Public Register of Breeding Achievements in 2022 for the First Time and Approved for Use: Official Publication]. Moscow, Rosinformagrotekh Publ., 2022, 504 p. (In Russian).
19. *Gosudarstvennyy reestr selektsionnykh dostizheniy, dopushchennykh k ispol'zovaniyu. T. 1 "Sorta rasteniy" (ofits. izd.)* [State Register of Selection Achievements Approved for Use. Vol. 1 "Varieties of Plants" (official ed.)]. Moscow, Rosinformagrotekh Publ., 2017, 483 p. (In Russian).
20. Filchugina E.Ya., Volovik V.F., Goncharova V.M., Basov A.A., Gustykh T.D., 2012. *Novye sorta i gibridy kukuruzy i sorgovykh kul'tur, rekomendovannye k vozdeleyvaniyu v khozyaystvakh Rossiyskoy Federatsii s 2012 goda* [New varieties and hybrids of maize and sorghum crops recommended for cultivation in the farms of the Russian Federation since 2012]. *Kukuruza i sorgo* [Corn and Sorghum], no. 2, pp. 11-36. (In Russian).
21. *Kharakteristiki sortov rasteniy, v pervye vklyuchennykh v 2020 godu v Gosudarstvennyy reestr selektsionnykh dostizheniy, dopushchennykh k ispol'zovaniyu: ofits. izd.* [Characteristics of Plant Varieties Included in Public Register of Breeding Achievements in 2020 for the First Time and Approved for Use: Official Publication]. Moscow, Rosinformagrotekh Publ., 2020, 490 p. (In Russian).
22. *Gosudarstvennyy reestr selektsionnykh dostizheniy, dopushchennykh k ispol'zovaniyu. T. 1 "Sorta rasteniy" (ofits. izd.)* [State Register of Selection Achievements Approved for Use. Vol. 1 "Varieties of Plants" (official ed.)]. Moscow, Rosinformagrotekh Publ., 2022, 646 p. (In Russian).
23. Shiferaw B., Prasanna B.M., Hellin J., Bänziger M., 2011. Crops that feed the world 6. Past successes and future challenges to the role played by maize in global food security. *Food Security*, vol. 3, pp. 307-327, <https://doi.org/10.1007/s12571-011-0140-5>.

24. Krivosheev G.Ya., Ignatiev A.S., 2018. *Ekologicheskoe ispytanie novykh gibridov kukuruzy v usloviyakh razlichnoy vlogoobespechennosti* [Ecological trials of new maize hybrids in the conditions of various moisture supply]. *Zernovoe khozyaystvo Rossii* [Grain Economy of Russia], no. 4(58), pp. 47-51, <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2018-58-4-47-51>. (In Russian).

25. Migulev P.I., 2019. *Produktivnost' gibridov kukuruzy pri programmirovanii urozhaynosti v usloviyakh Verkhnevolzh'ya* [Productivity of corn hybrids when programming productivity in the conditions of the Upper Volga region]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Achievements of Science and Technology in Agro-Industrial Complex], no. 3, pp. 29-32, DOI: 10.24411/0235-2451-2019-10307. (In Russian).

#### ***Информация об авторах***

**В. А. Монастырский** – старший научный сотрудник, кандидат сельскохозяйственных наук;

**Я. С. Тищенко** – аспирант.

#### ***Information about the authors***

**V. A. Monastyrskiy** – Senior Researcher, Candidate of Agricultural Sciences;

**Ya. S. Tishchenko** – Postgraduate Student.

*Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.  
Все авторы в равной степени несут ответственность за нарушения в сфере этики научных публикаций.*

*Contribution of the authors: the authors contributed equally to this 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 17.05.2023; одобрена после рецензирования 16.06.2023;  
принята к публикации 28.06.2023.*

*The article was submitted 17.05.2023; approved after reviewing 16.06.2023; accepted for  
publication 28.06.2023.*

Обзорная статья  
УДК 633.18

**Анализ проблем перехода сельскохозяйственной отрасли  
Краснодарского края к экологически безопасному рисоводству**

**Екатерина Ивановна Хатхоху**

Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина, Краснодар,  
Российская Федерация, h\_e\_i@bk.ru

**Аннотация.** **Цель:** анализ возможности перехода сельскохозяйственной отрасли Краснодарского края к экологически безопасному производству. **Обсуждение.** Нарушение экологического баланса в почве может привести к снижению урожайности, ухудшению качества продуктов питания и даже к разрушению экосистемы в целом. Необходимы комплексные меры по сохранению и восстановлению плодородия почвы, соблюдение экологических норм при использовании земельных ресурсов, включая агротехнический метод, предусматривающий минимальные поверхностные влагопоглощающие обработки почвы, и экосистемный подход, предотвращающий загрязнение и деградацию рисовых земель. **Выводы.** Сформулированы задачи, которые требуется решить для перехода к экологически безопасному земледелию. Борьба с сорной растительностью должна производиться с применением экологической концепции выращивания сельскохозяйственной продукции. Должна быть определена новая селекционная политика, направленная на повышение устойчивости сортов к климатическим условиям, заболеваниям, вредителям и техническому оснащению. Применение новых элементов технологии выращивания риса, основанных на сохранении питательных веществ и влаги в почве, а главное, снижении затрат на возделывание, и обеспечивает высокие урожаи риса.

**Ключевые слова:** рис, экологическое воздействие, минеральные удобрения, деградация почвы, агрохимикаты

**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:** Хатхоху Е. И. Анализ проблем перехода сельскохозяйственной отрасли Краснодарского края к экологически безопасному рисоводству // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2023. № 2(90). С. 91–97.

\*\*\*\*\*

Review article

**Problem analysis of the transition of agricultural sector of the Krasnodar  
Territory to environmentally friendly rice farming**

**Ekaterina I. Khatkhokhu**

Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin, Krasnodar, Russian Federation,  
h\_e\_i@bk.ru

**Abstract. Purpose:** analysis of the possibility of transition of the agricultural sector of the Krasnodar Territory to environmentally friendly production. **Discussion.** Ecological disturbance in soil can lead to the reduction in yield, deterioration in the quality of foodstuff, and even to the destruction of the ecosystem as a whole. Comprehensive measures are needed to preserve and restore soil fertility, environmental compliance while using land resources, in-

cluding an agrotechnical method that provides for minimal surface water-absorbing tillage, and an ecosystem approach that prevents pollution and degradation of rice lands. **Conclusions.** The tasks that need to be solved for the transition to environmentally friendly farming are formulated. Weed control should be carried out using the ecological concept of growing agricultural products. A new selective policy aimed at increasing the resistance of varieties to climatic conditions, diseases, pests and technical equipment should be defined. The use of new elements of rice cultivation technology, based on the conservation of nutrients and moisture in soil, and most importantly, reducing the cost of cultivation, ensures high yields of rice.

**Keywords:** rice, environmental impact, mineral fertilizers, soil degradation, agrochemicals

**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:** Khatkhokhu E. I. Problem analysis of the transition of agricultural sector of the Krasnodar Territory to environmentally friendly rice farming. *Ways of Increasing the Efficiency of Irrigated Agriculture*. 2023;2(90):91–97. (In Russ.).

**Введение.** Ухудшение экологической обстановки в мире обусловлено неэффективной хозяйственной деятельностью человека. В Краснодарском крае основная причина экологических бедствий – это аграрное производство и интенсивная сельскохозяйственная деятельность. Интенсификация в земледелии связана с наращиванием получаемой продукции и обусловлена внедрением новых сортов и гибридов сельскохозяйственных культур, применением химических удобрений, а также тяжелой техники для обработки почвы. Негативное экологическое воздействие используемого инжиниринга заключается в том, что продукция сельскохозяйственного производства загрязнена нитратами и нитритами из минеральных удобрений [1].

Природный комплекс Нижней Кубани представляет собой единый экологический комплекс, в котором все компоненты взаимосвязаны и взаимодействуют друг с другом. Нарушение одного из компонентов может привести к нарушению всей биосистемы. Экосистема рисовых полей может быть представлена как аграрный ландшафт, где почва играет важную роль в жизнедеятельности растений [2].

**Обсуждение.** К основным факторам деградации почвы относят водную и ветровую эрозию, а также нарушение баланса углекислого газа в почве. Вышеописанные процессы значительно уменьшают самоочистку почвы и ее связывающую функцию. Реагирование на агрохимические вещества происходит медленно, а в некоторых случаях и с нарушениями нормативных сроков. Поверхностные и грунтовые воды загрязняются агрохимикатами, что приводит к атипичным экологическим условиям.

Для решения этой проблемы необходимо справиться со следующими задачами: рациональное органическое использование рисовых земель, создание экологически благоприятных почв и систем управления земледелием [3, 4]. Агрохимикаты используют для борьбы с сорняками, болезнями и вредителями без учета экологических рисков [5]. Полное избавление от химических удобрений в нашей стране невозможно. В первую пятилетку рисоводство должно перейти на органическое земледелие, основанное на экологически чистых технологиях. Агрохимическая служба должна быть переориентирована в сторону биологизации и защиты растений, которые должны соответствовать экологическим критериям.

Вода играет важную роль в биосистеме. В Краснодарском крае основная часть стока рек используется для нужд сельского хозяйства, и прежде всего для орошения. Необходимо провести экологическую экспертизу водопользования. В первую очередь

следует пересмотреть подходы к выращиванию риса в низовьях р. Кубани и ее дельте [1]. Водопользование в дельте Кубани имеет свои особенности. Агропромышленный комплекс, коммунальная инфраструктура – все это приводит к необратимому истощению природных ресурсов. Потребительское отношение к водным ресурсам может быть неоднозначным, в т. ч. и в экосистемном аспекте. Экосистемный подход имеет первостепенное значение в борьбе с загрязнением и деградацией рисовых земель.

Поддержание оптимального состояния экосистемы – задача комплексная. Нельзя полностью исключить использование тяжелой техники для борьбы с физической деградацией почвы [6]. Останутся такие вопросы, как соблюдение почвозащитных севооборотов, оптимизация гумусного состояния и микробиологической активности, а также другие аспекты, которые в совокупности позволяют почве восстановить первоначальное сложение и агрономически ценную структуру.

Изучение результатов многочисленных исследований показало, что существующая система земледелия в рисоводстве не обеспечивает рационального использования биоклиматических, земельных и водных ресурсов, не отвечает принципам эколого-экономической целесообразности, саморегуляции и восстановления природных ресурсов [7].

В настоящее время технологии выращивания риса значительно устарели. В первую очередь это касается почвенного и экологического аспектов. Это связано с быстрым изменением почвообразующих условий с засушливых на заболоченные территории, что приводит к разрушению естественных биоценозов. Многие сельскохозяйственные технологии, используемые для выращивания риса, являются неэффективными и дорогостоящими. Избавиться от сорняков можно с помощью химических препаратов, что не соответствует критериям получения органически чистой продукции. Орошение – это процесс, направленный на создание экологически безопасных условий для риса и других культур [5, 8].

Профессором КубГАУ С. А. Владимировым предлагается способ содержания почвы в этот период в режиме влажности верхнего слоя 60–70 % почвенной влажности за счет сохранения естественной влаги при минимальных влагосберегающих обработках или пополнения ее мелиоративными увлажнительными поливами (авторское свидетельство № 1538295) [9].

Планировка чеков осенью или ранней весной позволит максимально использовать климатические ресурсы. Сохранившаяся влага в почве в предпосевной период за счет осадков и поливов дождеванием спровоцирует всходы сорняков, что позволит их уничтожить механическим путем. Такой агроприем исключает применение гербицидов, позволяет направленно воздействовать на процессы аммонификации и азотфиксации, что является перспективой повышения плодородия почвы и экономии минеральных удобрений [1, 9].

При выращивании риса актуальным остается вопрос селекции сортов, адаптивных к условиям возделывания. При благоприятных погодных условиях Краснодарского края рекомендуется проводить посев риса в раннем апреле, что дает возможность своевременно завершить посевную кампанию, быстрее собрать урожай и использовать сельскохозяйственные угодья для высева озимых культур в системе рисового севооборота. При исследовании сортов на базе ВНИИ риса, адаптированных к низкотемпературным условиям, были выбраны образцы для селекции и дальнейшего изучения наследования признаков в гибридных популяциях. В результате исследований выявлено 18 устойчивых к стрессу линий, что составляет 7,9 % от изученного материала, из них высокоустойчивыми были шесть: K2-19X (Tinbubueo/Серпантин); K3-26X (Odaebueo/Серпантин); K5-24X (Tinbubueo/Новатор); K7-17X, K7-21X (Odaebueo/Новатор); K8-4X, K8-12X (Odaebueo/Tinbubueo). Величина проростков высокоустойчивых ли-

ний составила от 0,55 до 0,73 см, что выше значений стандартного сорта Кубань 3 [10]. Селекционную работу по созданию устойчивых сортов риса необходимо проводить при постоянном контроле отобранных гибридных растений на устойчивость к пониженным положительным температурам на протяжении всего селекционного процесса [11, 12].

**Выводы.** Исходя из вышесказанного, можно сделать вывод о том, что органическое рисоводство будет способствовать устойчивому развитию отрасли, если решить следующие задачи:

- борьба с сорной растительностью должна производиться с применением экологической концепции выращивания сельскохозяйственной продукции;
- должна быть определена новая селекционная политика, направленная на повышение устойчивости сортов к климатическим условиям, заболеваниям, вредителям и техническому оснащению;
- применение новых элементов технологии выращивания риса, основанных на сохранении питательных веществ и влаги в почве, а главное, снижении затрат на возделывание, и обеспечивает высокие урожаи риса.

#### Список источников

1. К вопросу сохранения плодородия почв на рисовых оросительных системах / С. А. Владимиров, И. А. Приходько, Е. И. Хатхоху, Д. А. Александров // Мелиорация и водное хозяйство: материалы Всерос. науч.-практ. конф. (Шумаковские чтения), посвящ. 95-летию со дня рождения проф. В. С. Лапшенкова, г. Новочеркасск, 25–30 сент. 2020 г. Вып. 18. Новочеркасск: Лик, 2020. С. 7–13.
2. Квижинадзе В. Ю., Хатхоху Е. И. К вопросу эффективного использования рисовых оросительных систем в Краснодарском крае // Актуальные проблемы природообустройства, водопользования, агрохимии, почвоведения и экологии: материалы Всерос. (нац.) конф., посвящ. 90-летию гидромелиоратив. фак. ОмСХИ (фак. водохоз. ст-ва ОмГАУ), 55-летию фак. агрохимии и почвоведения, 105-летию проф., д-ра геогр. наук, заслуж. деят. науки РСФСР Мезенцева Варфоломея Семеновича, г. Омск, 18 апр. 2019 г. Омск: Омский ГАУ, 2019. С. 131–134.
3. Владимиров С. А. Стратегия устойчивого экологически безопасного рисоводства: монография. Краснодар: КубГАУ, 2017. 159 с.
4. Комсюкова Я. А., Чебанова Е. Ф. Применение органических удобрений при выращивании сельхозкультур в Краснодарском крае // Вектор современной науки: сб. тез. по материалам Междунар. науч.-практ. конф. студентов и молодых учен., г. Краснодар, 15 нояб. 2022 г. Краснодар: Кубанский ГАУ, 2022. С. 182–183.
5. Приходько И. А., Свинарченко В. С. Реализация инновационных природоохранных агромелиоративных технологий в рисоводстве Кубани // Тенденции развития науки и образования. 2020. № 62-5. С. 62–65. DOI: 10.18411/lj-06-2020-100.
6. Александров Д. А., Владимиров С. А. Научно-теоретические основы производства органической продукции и мелиорации земель рисовых севооборотов // Научное обеспечение агропромышленного комплекса: сб. ст. по материалам 76-й Науч.-практ. конф. студентов по итогам НИР за 2020 г., г. Краснодар, 10–30 марта 2021 г. В 3 ч., ч. 1. Краснодар: Кубанский ГАУ, 2021. С. 272–274.
7. Чебанова Е. Ф., Олейников И. В. Проблемы и перспективы рисоводства на Кубани // Символ науки. 2017. Т. 2, № 2. С. 96–98.
8. Приходько И. А., Чебанова Е. Ф. Разработка новых решений повышение продуктивности производства риса // Итоги научно-исследовательской работы за 2021 год: материалы Юбилейн. науч.-практ. конф., посвящ. 100-летию Кубанского ГАУ, г. Краснодар, 6 апр. 2022 г. Краснодар: Кубанский ГАУ, 2022. С. 233–235.

9. А. с. 1538295 СССР, МКИ<sup>3</sup> А 01 В № 72/02. Способ содержания почвы в промежулке между последовательными посевами риса в системе его севооборота / В. П. Амелин, Е. Б. Величко, С. А. Владимиров (СССР). № 3794982; заявл. 24.09.84; опубл. 15.09.89, № 1234 ДСП.

10. Малышева Н. Н., Скаженник М. А. Исходный материал для селекции холодостойких сортов риса // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета [Электронный ресурс]. 2016. № 124(10). С. 632–649. URL: <http://ej.kubagro.ru/2016/10/pdf/39.pdf> (дата обращения: 15.05.2023). DOI: 10.21515/1990-4665-124-039.

11. Малышева Н. Н. Генетический анализ наследования признаков при создании холодостойких сортов риса для условий российского рисосеяния // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета [Электронный ресурс]. 2017. № 128(04). С. 1312–1324. URL: <http://ej.kubagro.ru/2017/04/pdf/93.pdf> (дата обращения: 15.05.2023). DOI: 10.21515/1990-4665-128-093.

12. Ничай Ю. В., Малышева Н. Н. Холодостойкие сорта – резерв увеличения урожайности риса в условиях Краснодарского края // Наследие Н. И. Вавилова – фундамент развития отечественного и мирового сельского хозяйства: междунар. конф. М.: ТСХА, 2007. С. 94–95.

## References

1. Vladimirov S.A., Prikhodko I.A., Khatkhokhu E.I., Aleksandrov D.A., 2020. *K voprosu sokhraneniya plodorodiya pochv na risovykh orositel'nykh sistemakh* [To the question of soil fertility conservation on rice irrigation systems]. *Melioratsiya i vodnoe khozyaystvo: materialy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konf. (Shumakovskie chteniya), posvyashchennoy 95-letiyu so dnya rozhdeniya prof. V. S. Lapshenkova* [Land Reclamation and Water Management: Proc. of All-Russian Scientific-Practical Conference (Shumakov's Readings), dedicated to the 95<sup>th</sup> birthday of prof. V. S. Lapshenkov], iss. 18, Novocherkassk, Lik Publ., pp. 7-13. (In Russian).

2. Kvizhinadze V.Yu., Khatkhokhu E.I., 2019. *K voprosu effektivnogo ispol'zovaniya risovykh orositel'nykh sistem v Krasnodarskom krae* [To the question of the effective use of rice irrigation systems in Krasnodar Territory]. *Aktual'nye problemy prirodoobustroystva, vodopol'zovaniya, agrokhimii, pochvovedeniya i ekologii: materialy Vserossiyskoy (nats.) konferentsii, posvyashchennoy 90-letiyu gidromeliorativnogo fakulteta OmSKHI (fak. vodokhoz. stroitelstva OmGAU), 55-letiyu fakulteta agrokhimii i pochvovedeniya, 105-letiyu prof., d-ra geogr. nauk, zasluzh. deyatelya nauki RSFSR Mezentseva V. S.* [Actual Problems of Environmental Management, Water Use, Agrochemistry, Soil Science and Ecology: Proc. of All-Russian (National) Conference, Dedicated to the 90<sup>th</sup> Anniversary of the Faculty of Water Management of Omsk State Agricultural University, the 55<sup>th</sup> Anniversary of the Faculty of Agrochemistry and Soil Science, the 105<sup>th</sup> Anniversary of Prof., Dr. of Geography, Honoured Scientist of the RSFSR Mezentsev V.S.]. Omsk, Omsk State Agrarian University, pp. 131-134. (In Russian).

3. Vladimirov S.A., 2017. *Strategiya ustoychivogo ekologicheskii bezopasnogo risovodstva: monografiya* [The Strategy of Sustainable Environmentally Safe Rice Growing: Monograph]. Krasnodar, KubGAU, 159 p. (In Russian).

4. Komsyukova Ya.A., Chebanova E.F., 2022. *Primenenie organicheskikh udobreniy pri vyrashchivaniy sel'khozkul'tur v Krasnodarskom krae* [Application of organic fertilizers in cultivation of agricultural crops in Krasnodar Territory]. *Vektor sovremennoy nauki: sb. tezisev po materialam Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii studentov i molodykh uchenykh* [Vector of Modern Science: Abstracts According to the Proc. of the International Scientific-Practical Conference of Students and Young Researchers]. Krasnodar, Kuban State Agrarian University, pp. 182-183. (In Russian).

5. Prikhodko I.A., Svinarenko V.S., 2020. *Realizatsiya innovatsionnykh prirodookhrannyykh agromeliorativnykh tekhnologiy v risovodstve Kubani* [Implementation of innovative environmental agro-ameliorative technologies in rice growing of the Kuban]. *Tendentsii razvitiya nauki i obrazovaniya* [Trends in the Development of Science and Education], no. 62-5, pp. 62-65, DOI: 10.18411/lj-06-2020-100. (In Russian).

6. Alexandrov D.A., Vladimirov S.A., 2021. *Nauchno-teoreticheskie osnovy proizvodstva organicheskoy produktsii i melioratsii zemel' risovykh sevooborotov* [Scientific and theoretical foundations for the production of organic products and land reclamation of rice crop rotations]. *Nauchnoe obespechenie agropromyshlennogo kompleksa: sb. st. po materialam 76-y Nauchno-prakticheskoy konferentsii studentov po itogam NIR za 2020 g.* [Proc. of the 76<sup>th</sup> Scientific-Practical Students Conference Based on the Results of Research for 2020]. In 3 parts, pt. 1, Krasnodar, Kuban State Agrarian University, pp. 272-274. (In Russian).

7. Chebanova E.F., Oleinikov I.V., 2017. *Problemy i perspektivy risovodstva na Kubani* [Problems and prospects of rice growing in the Kuban]. *Simvol nauki* [Symbol of Science], vol. 2, no. 2, pp. 96-98. (In Russian).

8. Prikhodko I.A., Chebanova E.F., 2022. *Razrabotka novykh resheniy povyshenie produktivnosti proizvodstva risa* [Development of new solutions to increase the productivity of rice production]. *Itogi nauchno-issledovatel'skoy raboty za 2021 god: materialy Yubileyn. nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy 100-letiyu Kubanskogo GAU* [Results of Research Work for 2021: Proc. of Jubilee Scientific-Practical Conf., Dedicated to the 100<sup>th</sup> Anniversary of Kuban State Agrarian University]. Krasnodar, Kuban State Agrarian University, pp. 233-235. (In Russian).

9. Amelin V.P., Velichko E.B., Vladimirov S.A., 1989. *Sposob sodержaniya pochvy v promezhutke mezhdu posledovatel'nymi posevami risa v sisteme ego sevooborota* [The Method of Soil Content in the Interval between Successive Crops of Rice in the System of Its Crop Rotation]. Inventor's Certificate, no. 1538295. (In Russian).

10. Malysheva N.N., Skazhennik M.A., 2016. [Starting material for breeding cold-tolerant rice varieties]. *Nauchnyy zhurnal KubGAU: politematicheskii setevoy elektronnyy zhurnal*, no. 124(10), pp. 632-649, available: <http://ej.kubagro.ru/2016/10/pdf/39.pdf> [accessed 15.05.2023], DOI: 10.21515/1990-4665-124-039. (In Russian).

11. Malysheva N.N., 2017. [Genetic analysis of traits inheritance in development of cold-tolerant rice varieties for the conditions of Russian rice growing]. *Nauchnyy zhurnal KubGAU: politematicheskii setevoy elektronnyy zhurnal*, no. 128(04), pp. 1312-1324, available: <http://ej.kubagro.ru/2017/04/pdf/93.pdf> [accessed 15.05.2023], DOI: 10.21515/1990-4665-128-093. (In Russian).

12. Nichai Yu.V., Malysheva N.N., 2007. *Kholodostoykie sorta – rezerv uvelicheniya urozhaynosti risa v usloviyakh Krasnodarskogo kraya* [Cold-tolerant varieties – a reserve for increasing the yield of rice in the conditions of Krasnodar Territory]. *Nasledie N. I. Vavilova – fundament razvitiya otechestvennogo i mirovogo sel'skogo khozyaystva: mezhdunarodnaya konferentsiya* [Scientific Heritage of N. I. Vavilov – the Base for Development of the Russian and World Agriculture: International Conference]. Moscow, TSHA, pp. 94-95. (In Russian).

#### ***Информация об авторе***

**Е. И. Хатхоху** – старший преподаватель.

#### ***Information about the author***

**E. I. Khatkhokhu** – Senior Lecturer.

*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 12.05.2023; одобрена после рецензирования 16.06.2023; принята к публикации 22.06.2023.*

*The article was submitted 12.05.2023; approved after reviewing 16.06.2023; accepted for publication 22.06.2023.*

Обзорная статья  
УДК 635.132:631.527

### Принципы выбора сортов моркови для высокопродуктивного сельскохозяйственного производства на юге России

Татьяна Анатольевна Верчик<sup>1</sup>, Владимир Игоревич Ольгаренко<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск, Российская Федерация

<sup>1</sup>vitangold@mail.ru

<sup>2</sup>Olgarenko\_vi@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9609-5571>

**Аннотация. Цель:** анализ и научное обоснование выбора высокопродуктивных сортов моркови в условиях юга России. **Обсуждение.** Морковь – двулетнее растение семейства сельдерейных, является важнейшей из распространенных овощных культур, широко возделываемых и используемых в большинстве стран мира и в разных погодно-климатических условиях. В статье представлен обзор исследовательских работ отечественных ученых по сортоиспытаниям моркови. **Выводы.** Выбор сорта – важный аспект, который необходимо учитывать при выращивании моркови. Изучение результатов исследовательских работ отечественных ученых по сортоиспытанию моркови поможет выбрать оптимальные сорта для конкретных погодно-климатических условий и типа почвы для получения стабильных высоких урожаев качественных корнеплодов моркови. Это становится особенно актуальным на юге России в условиях засушливого климата, дефицита водных ресурсов.

**Ключевые слова:** морковь, сорт, урожайность, качество, юг России, Ростовская область

**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:** Верчик Т. А., Ольгаренко В. Иг. Принципы выбора сортов моркови для высокопродуктивного сельскохозяйственного производства на юге России // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2023. № 2(90). С. 98–105.

\*\*\*\*\*

Review article

### Principles of selection of carrot varieties for high yielding agricultural industry in the south of Russia

Tatiana A. Verchik<sup>1</sup>, Vladimir Ig. Olgarenko<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novochockassk, Russian Federation

<sup>1</sup>vitangold@mail.ru

<sup>2</sup>Olgarenko\_vi@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9609-5571>

**Abstract. Purpose:** analysis and scientific substantiation of selection of highly productive varieties of carrots in the south of Russia. **Discussion.** Carrot is a biennial plant of the celery family, it is the most important of the widespread vegetable crops, widely cultivated and used in most countries of the world and under different weather and climate conditions. The overview of the research work of domestic scientists on carrot variety testing is presented. **Conclusions.** Variety selection is an important aspect to consider when growing carrots.

The study of the results of research work of domestic scientists on carrot variety testing will help to choose the optimal varieties for specific weather and climatic conditions and soil type to obtain stable high yields of high-quality carrot roots. It becomes especially relevant in the south of Russia under the conditions of an arid climate and water scarcity.

**Keywords:** carrot, variety, productivity, quality, south of Russia, Rostov region

**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:** Verchik T. A., Olgarenko V. Ig. Principles of selection of carrot varieties for high yielding agricultural industry in the south of Russia. *Ways of Increasing the Efficiency of Irrigated Agriculture*. 2023;2(90):98–105. (In Russ.).

**Введение.** Морковь – двулетнее растение семейства сельдерейных, одна из важнейших и распространенных овощных культур, широко возделываемых и используемых в большинстве стран мира и в разных погодно-климатических условиях, содержит большое количество каротина – провитамина А и другие полезные вещества: витамин С, калий, пектины, сахара, эфирные масла [1–3].

При выращивании моркови необходимо правильно подбирать сорта и гибриды, которые будут давать высокую урожайность в конкретных условиях, поэтому подбор высокопродуктивных сортов, приспособленных к местным почвенно-климатическим факторам, является важной составляющей. Правильный подбор районированных сортов, способных расти даже в таких засушливых климатических условиях, как на юге России, – это один из важнейших факторов получения высоких товарных урожаев моркови [1, 4].

Селекционеры нашей страны ведут работу по созданию сортов и гибридов моркови, способных расти в любых условиях, включая жаркий и засушливый климат, уплотненные почвы. Сорта и гибриды корнеплодов должны характеризоваться высокой продуктивностью, устойчивостью к наиболее вредоносным болезням и вредителям, способностью к длительному хранению, повышенным содержанием питательных и биологически активных веществ [4].

Сортовое многообразие моркови, с одной стороны, затрудняет выбор, с другой стороны, дает возможность для выбора наиболее адаптированного и изученного сорта или гибрида в зависимости от сортовых отличий, включая продолжительность сроков созревания. Так, продолжительность вегетационного периода у раннеспелых сортов составляет 80–100, у среднеспелых – 100–120, у позднеспелых – 120–140 дней [5].

**Обсуждение.** Морковь выращивают в 76 регионах России, а в 16 регионах на площади 0,5 тыс. га и выше. Урожайность корнеплодов моркови составляет 60–70 т/га [2, 3].

На сегодняшний день в Государственном реестре селекционных достижений, допущенных к использованию [6], зарегистрировано более 330 сортов и гибридов моркови. По мнению О. А. Паластровой, отечественные сорта и гибриды должны обладать устойчивостью к действию абиотических стрессоров, таких как избыток и недостаток тепла, засуха и низкое плодородие почвы [7].

В России практически все регионы выращивают морковь, но большая часть приходится на юг России, почвенно-климатические условия которого позволяют выращивать различные культуры в открытом грунте, в т. ч. и морковь. Правильно подобранные сорта для возделывания в тех или иных условиях с учетом характеристик могут гарантировать высокую и стабильную урожайность, поэтому подбор сортов должен быть индивидуальным для каждой климатической зоны и типа почвы с целью формирования экологически безопасной продукции с высоким качеством [1–3].

В работе А. Ф. Туманян, Н. А. Щербаковой, А. П. Селиверстовой и др. [3], целью исследований которой являлось выделение перспективных, адаптированных, высокопродуктивных сортов и гибридов моркови столовой в условиях аридной зоны Нижнего Поволжья, было проведено изучение сортов и гибридов моркови. Исследование проводилось в 2016–2017 гг. в Астраханской области на опытных полях ФГБНУ «Прикаспийский НИИ аридного земледелия», включало раннеспелые (12), среднеспелые (16) и позднеспелые (12) сорта и гибриды. Изучение проводилось в резко континентальном, засушливом климате на светло-каштановых, солонцеватых почвах с капельным орошением опытного участка, забор воды происходил из естественного источника – р. Волги [3].

По итогам проведенных опытов авторы [3] пришли к выводу, что для возделывания моркови при капельном орошении в аридных условиях в Нижнем Поволжье необходимо подбирать сорта и гибриды, которые способны в условиях засушливого климата давать стабильно высокие урожаи. Из раннеспелых такими сортообразцами оказались Амстердамская, Забава F1, Лакомка, Марлинка с урожайностью от 68,4 до 80,1 т/га, они также были наиболее адаптивными к условиям выращивания. Из среднеспелых выделились сорта Ромоса, Тушон, Шантенэ 2461, Нантская 4, Лосиноостровская 13, Рогнеда, Китайская красавица с урожайностью от 91,6 до 98,8 т/га. Из позднеспелых по продуктивности отличились такие сорта (от 91,2 до 98,2 т/га): Королева осени, Тайфун, Император, Тотем F1, Нектар F1, Кантербюри F1, Роте Ризен. Таким образом, значение сорта возрастает в регионах с неблагоприятными почвенно-климатическими и погодными условиями, к которым относится и Астраханская область [3].

Российская Федерация расположена в разных климатических зонах, что обуславливает крайне неравномерное производство в течение года овощей, в т. ч. и моркови. Р. А. Гиш видит разницу в показателях урожайности в регионах, находящихся в сходных погодно-климатических и почвенных условиях, в том, что у производителей разные возможности в применении инновационных технологий и научное сопровождение [8].

Например, в Краснодарском крае морковь производится и на крупных сельскохозяйственных предприятиях, и на личных подсобных участках. Так, тяжелые по составу черноземные почвы и жаркое лето становятся препятствием для получения урожая корнеплодов моркови высокого качества. Шантенэ – это самый популярный сортотип моркови в регионе, у которого короткие конические корнеплоды (длиной 15–20 см).

В 2017 г. в пригороде Краснодара проводились опыты, где исследовали шесть сортов сортотипа Шантенэ, которые включены в Госсортиреестр селекционных достижений и рекомендованы к выращиванию в Краснодарском крае: Шантенэ 5, Шантенэ А Кур Руж 2, Шантенэ королевская, Шантенэ роял, Шантенэ-комет и Шантенэ 2461 как стандартный сорт [9].

Результаты опытов показали, что наиболее ранний срок уборки урожая (середина июля) был у сорта Шантенэ А Кур Руж 2, наиболее высокая урожайность (36,5 т/га) – у сорта Шантенэ королевская, наиболее высокие показатели товарности продукции (в пределах 85–92 % у изучаемых сортов) – у стандартного сорта, а также у Шантенэ роял и Шантенэ королевская [9].

Исследованиями сортов и гибридов моркови занимались и в РСО – Алания с целью выбора наиболее продуктивных корнеплодов с хорошими вкусовыми и товарными качествами. Исследование проводилось в течение 2016–2018 гг. на двух госсортоучастках (Кировский и Правобережный): в предгорной зоне на обыкновенных черноземах и в лесостепной зоне на выщелоченных черноземах, подстилаемых галечником на глубине 0–80 см [4].

Результаты исследований Х. П. Кокоева, П. З. Козаева [4] показали, что в условиях лесостепной зоны РСО – Алания следует выращивать морковь Нантская Семко F1 и Кор-

нет F1 с хорошим качеством продукции и более высокой урожайностью (39,2–32,6 т/га) по сравнению со стандартным сортом Нантская (22,5 т/га) [4].

Сорт моркови Нантская 4 – один из первых сортов, внесенных в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию в России (в 1943 г.). Работы по выведению данного сорта велись на Грибовской селекционной станции огородных растений. Сорт Нантская 4 адаптирован к различным климатическим условиям и допущен к культивированию во всех областях России, поэтому пользуется спросом во всех регионах страны.

Морковь Нантская 4 – среднеспелый сорт с повышенным содержанием сахара и каротина, относящийся к лучшим столовым сортам отечественного производства, показатели урожайности составляют 4,2–6,5 кг/м<sup>2</sup>. С момента появления всходов до сбора урожая проходит 75–105 дней. Морковь данного сорта характеризуется высокой розеткой, крепкой ботвой. Сорт популярен среди фермеров благодаря неприхотливости в уходе, отменным вкусовым качествам: плоды сладкие, сочные, без горечи. При соблюдении правильной агротехники получают богатый урожай вкусных и полезных корнеплодов. Корнеплоды цилиндрической формы, с округлым кончиком, длиной 16–19 см, весом 85–160 г. Отличаются насыщенным оранжевым цветом. Кожица гладкая, сердцевина оранжевая. Морковь не имеет пустот внутри, корнеплоды не растрескиваются. Сорт устойчив к цветущности, имеет хорошую сопротивляемость поражению гнилями, морковной мухой. Нантская 4 легко переносит понижение температуры до минус 4 °С. Несмотря на достоинства, сорт Нантская 4 имеет такие недостатки: требовательность к почве и необходимость частых поливов [10, 11].

Таким образом, Х. П. Кокоев, П. З. Козаев [4] пришли к выводу, что рост и развитие каждого вида и сорта растений заложены в их генетическом аппарате и реализуются в тесном взаимодействии с факторами внешней среды в пределах их приспособительных возможностей [4].

К сожалению, Ростовская область не входит в число лидеров по выращиванию моркови, но почвенные и погодно-климатические условия позволяют получать высокие урожаи корнеплодов с хорошими товарными и вкусовыми качествами при условии правильно подобранных сортов и агротехники моркови.

В Ростовской области так же, как и в других регионах России, занимаются созданием новых или улучшением существующих сортов и гибридов моркови. Сортоиспытания проводятся на Бирючукской овощной селекционной опытной станции (ОСОС), организованной в 1925 г., – в филиале ФГБНУ ФНЦО, станция расположена в 3 км от г. Новочеркаска, почва – обыкновенный карбонатный чернозем среднетяжелый, легкосуглинистый, климат – засушливый, но недостаточно жаркий [1, 12].

В 2018–2019 гг. на Бирючукской ОСОС было проведено испытание сортов и гибридов моркови, среди которых был и новый перспективный сорт Аксинья, в 2022 г. включенный в Государственный реестр селекционных достижений. За стандарт были приняты районированный сорт Несравненная и гибрид Кардифф F1.

Несравненная – сорт Бирючукской ОСОС, который был получен методом индивидуального и массового отбора из местного образца Ростовской области и включен в Государственный реестр селекционных достижений в 1942 г. Несравненная – это среднепоздний сорт, период от посева до уборки составляет 104–130 дней, а урожайность – 3,1–7,1 кг/м<sup>2</sup>. Форма корнеплода коническая, тупоконечная. Длина – 17 см, диаметр – 4,6 см. Розетка листьев полустоячая, среднего размера. Вкусовые качества сорта средние и хорошие. Сорт устойчив к цветущности [1, 11].

Кардифф F1 – сортотип Шантенэ, среднепоздний гибрид. Розетка листьев полураскидистая. Лист длинный, от средне- до темно-зеленого, от средне- до крупнорассеченного.

Корнеплод короткий, конический с тупым кончиком. Масса корнеплода 97–188 г. Вкусовые качества хорошие и отличные. Товарная урожайность – 295–323 ц/га [1, 11].

В результате проведенного испытания ученые-селекционеры выделили сорт моркови Аксинья, включенный в Госреестр по Северо-Кавказскому региону, полученный путем отбора скороспелых форм из сорта Несравненная, он имеет коническую тупоконечную форму, массу 180–185 г. Листовая розетка средней длины, полупрямостоячая. Урожайность данного сорта составляет 45,15 т/га, товарность – 75,4 %. Сорт устойчив к таким болезням, как фузариоз и альтернариоз. Хорошо хранится в зимний период. Подходит для выращивания на тяжелых почвах. Особенности являются более короткий период вегетации (90–110 дней), пригодность к летним посевам, отсутствие цветущности. Как отмечает Л. А. Юсупова, сорт сохранил хорошие вкусовые качества, устойчивость к патогенам, жаростойкость и засухоустойчивость (что особенно важно при выращивании моркови на юге России), а также отличную лежкость при хранении. Отличительным свойством этого образца является более короткий период вегетации, чем у сорта Несравненная, позволяющий производить посев в летние сроки и получать при этом высокие урожаи [1, 11].

Морковь Бирючукская 415 – еще один сорт, выведенный на Бирючукской ОСОС, который включен в 1958 г. и рекомендован к использованию по Северо-Кавказскому, Средневолжскому и Нижневолжскому регионам. Морковь Бирючукская 415 относится к сортам среднего срока созревания (среднеспелый). Период от полных всходов до технической спелости 68–120 дней в зависимости от региона выращивания. Розетка листьев полустоячая, высотой 51 см, диаметром 45 см. Количество листьев 12–14. Пластинка листа ромбовидной или треугольной формы, длиной 26 см, шириной 18 см. Корнеплод конической формы, длиной 17 см, диаметром 5 см, массой 54–115 г. Урожайность составляет 3,7–7,0 кг/м<sup>2</sup>. Корнеплоды сорта Бирючукская 415 отличаются хорошей лежкостью и пригодностью к хранению [11].

**Выводы.** Выбор сорта – важный аспект, который необходимо учитывать при выращивании моркови. Изучение результатов исследовательских работ отечественных ученых по сортоиспытанию моркови поможет выбрать оптимальные сорта для конкретных погодных-климатических условий и типа почвы с целью получения стабильных высоких урожаев качественных корнеплодов моркови. Это становится особенно актуальным на юге России в условиях засушливого климата, дефицита водных ресурсов. С этой точки зрения важно подбирать районированные сорта и гибриды, включенные в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию.

#### **Список источников**

1. Юсупова Л. А. Результаты сортоиспытания нового сорта моркови столовой в условиях Ростовской области // Овощи России. 2021. № 5. С. 27–31. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-5-27-31>.

2. Жаркова С. В. Оценка сортов моркови столовой по признакам продуктивности // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2019. № 3-1. С. 109–111. DOI: 10.24411/2500-1000-2019-10629.

3. Продуктивность сортов и гибридов столовой моркови в условиях Нижнего Поволжья при капельном орошении / Тусаинт Фелисия, А. Ф. Туманян, Н. А. Щербакова, А. П. Селиверстова // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2018. № 6. С. 49–53.

4. Кокоев Х. П., Козаев П. З. Влияние сорта и сроки посевов столовой моркови в РСО – Алания // Инновационные технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции: материалы Всерос. науч.-практ. конф. в честь 90-летия фак.

технол. менеджмента, г. Владикавказ, 14–16 нояб. 2019 г. Владикавказ: Гор. гос. аграр. ун-т, 2019. Т. 1. С. 80–82.

5. Губина Л. В. Приемы повышения продуктивности моркови на светло-каштановых почвах Волго-Донского междуречья: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.01. Волгоград, 2018. 174 с.

6. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т. 1. Сорты растений (офиц. изд.). М.: Росинформаротех, 2022. 646 с.

7. Паластрова О. А. Адаптивный потенциал сортов и гибридов моркови столовой отечественной и зарубежной селекции // Актуальные проблемы экологии и природопользования: сб. ст. по материалам IV Всерос. (нац.) науч.-практ. конф. / Курганская ГСХА. Лесниково, 2020. С. 171–176.

8. Гиш Р. А. Овощеводство открытого грунта юга России. Состояние и тенденции развития // Овощи России. 2021. № 4. С. 5–10. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-4-5-10>.

9. Смирнова Р. А., Благородова Е. Н. Результаты агробиологической оценки сортов моркови сортотипа Шантенэ // Вестник научно-технического творчества молодежи Кубанского ГАУ: сб. ст. по материалам науч.-исслед. работ. Краснодар: КубГАУ, 2018. Т. 1. С. 246–249.

10. Сладкий среднеспелый сорт моркови Нантская 4 // Агроном.Эксперт [Электронный ресурс]. URL: <https://agronom.expert/posadka/ogorod/zontichnye/morkov/nantskaya-4.html> (дата обращения: 02.05.2023).

11. Государственная комиссия Российской Федерации по испытанию и охране селекционных достижений (ФГБУ «Госсорткомиссия») [Электронный ресурс]. URL: <https://gossortrf.ru/> (дата обращения: 26.04.2023).

12. Бабичев А. Н., Рубцов А. А., Бабенко А. А. Дифференцированное капельное орошение на посевах моркови // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2021. № 4(84). С. 100–105.

## References

1. Yusupova L.A., 2021. *Rezultaty sortoispytaniya novogo sorta morkovi stolovoy v usloviyakh Rostovskoy oblasti* [Results of testing the new variety of table carrots under the conditions of Rostov region]. *Ovoshchi Rossii* [Vegetable Crops of Russia], no. 5, pp. 27-31, <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-5-27-31>. (In Russian).

2. Zharkova S.V., 2019. *Otsenka sortov morkovi stolovoy po priznakam produktivnosti* [Assessment of table carrot varieties according to productivity characteristics]. *Mezhdunarodnyy zhurnal gumanitarnykh i estestvennykh nauk* [International Journal of Humanities and Natural Sciences], no. 3-1, pp. 109-111, DOI: 10.24411/2500-1000-2019-10629. (In Russian).

3. Felicia Tusaint, Tumanyan A.F., Shcherbakova N.A., Seliverstova A.P., 2018. *Produktivnost' sortov i gibridov stolovoy morkovi v usloviyakh Nizhnego Povolzh'ya pri kapel'nom oroshenii* [Productivity of varieties and hybrids of table carrots in the conditions of the Lower Volga region with drip irrigation]. *Vestnik Kurskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii* [Bulletin of Kursk State Agricultural Academy], no. 6, pp. 49-53. (In Russian).

4. Kokoev Kh.P., Kozaev P.Z., 2019. *Vliyanie sorta i sroki posevov stolovoy morkovi v RSO – Alaniya* [Influence of the variety and timing of table carrot sowing in North Ossetia - Alania]. *Innovatsionnye tekhnologii proizvodstva i pererabotki sel'skokhozyaystvennoy produktsii: materialy Vseros. nauchno-prakticheskoy konferentsii v chest' 90-letiya fak. tekhnol. menedzhmenta* [Innovative Technologies for Production and Processing of Agricultural Products: Proc. of All-Russian Scientific-Practical Conference in Honor of the 90<sup>th</sup> An-

niversary of the Faculty of Technol. Management]. Vladikavkaz, Gorsky State Agrarian University, vol. 1, pp. 80-82. (In Russian).

5. Gubina L.V., 2018. *Priemy povysheniya produktivnosti morkovi na svetlo-kashtanovykh pochvakh Volgo-Donskogo mezhdurech'ya*. Diss. kand. s.-kh. nauk [Techniques for increasing the yield capacity of carrots on light chestnut soils of the Volga-Don inter-stream area. Cand. agri. sci. diss.]. Volgograd, 174 p. (In Russian).

6. *Gosudarstvennyy reestr selektsionnykh dostizheniy, dopushchennykh k ispol'zovaniyu. T. 1. Sorta rasteniy (ofits. izd.)* [State Register for Selection Achievements Admitted for Usage (National List). Vol. 1 "Plant varieties" (official publication)]. Moscow, Rosinformagrotekh Publ., 2022, 646 p. (In Russian).

7. Palastrova O.A., 2020. *Adaptivnyy potentsial sortov i gibridov morkovi stolovoy otechestvennoy i zarubezhnoy selektsii* [Adaptive potential of carrot varieties and hybrids of domestic and foreign selection]. *Aktual'nye problemy ekologii i prirodopol'zovaniya: sb. st. po materialam IV Vseros. (natsional'noy) nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Actual Problems of Ecology and Environmental Management: Proc. of the IV All-Russian (National) Scientific-Practical Conference]. Kurgan State Agricultural Academy, Lesnikovo, pp. 171-176. (In Russian).

8. Gish R.A., 2021. *Ovoshchevodstvo otkrytogo grunta yuga Rossii. Sostoyanie i tendentsii razvitiya* [Vegetable growing of open ground in the south of Russia. State and development trends]. *Ovoshchi Rossii* [Vegetables Crops of Russia], no. 4, pp. 5-10, <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-4-5-10>. (In Russian).

9. Smirnova R.A., Blagorodova E.N., 2018. *Rezultaty agrobiologicheskoy otsenki sortov morkovi sortotipa Shantene* [Results of agrobiological assessment of carrot varieties of the Shantene variety type]. *Vestnik nauchno-tekhnicheskogo tvorchestva molodezhi Kubanskogo GAU: sb. st. po materialam nauchno-issled. rabot* [Bull. of Scientific Activity of Youth of Kuban State Agrarian University: Articles Based on Scientific Research Works]. Krasnodar, KubGAU Publ., vol. 1, pp. 246-249. (In Russian).

10. *Sladkiy srednespelyy sort morkovi Nantskaya 4* [Mid-season sweet carrot variety Nantskaya 4]. *Agronom.Ekspert* [Agronomist.Expert], available: <https://agronom.expert/posadka/ogorod/zontichnye/morkov/nantskaya-4.html> [accessed 02.05.2023]. (In Russian).

11. *Gosudarstvennaya komissiya Rossiyskoy Federatsii po ispytaniyu i okhrane selektsionnykh dostizheniy (FGBU "Gosortkomissiya")* [State Commission of the Russian Federation for Selection Achievements Test and Protection (FGBU "Gosortkomissiya")], available: <https://gossortrf.ru/> [accessed 26.04.2023]. (In Russian).

12. Babichev A.N., Rubtsov A.A., Babenko A.A., 2021. *Differentsirovannoe kapel'noe oroshenie na posevakh morkovi* [Differentiated drip irrigation on carrots]. *Puti povysheniya effektivnosti oroshayemogo zemledeliya* [Ways of Increasing the Efficiency of Irrigated Agriculture], no. 4(84), pp. 100-105. (In Russian).

#### ***Информация об авторах***

**Т. А. Верчик** – аспирант;

**В. Иг. Ольгаренко** – старший научный сотрудник, кандидат технических наук.

#### ***Information about the authors***

**T. A. Verchik** – Postgraduate Student;

**V. Ig. Olgarenko** – Senior Researcher, Candidate of Technical Sciences.

*Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.*

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



*Contribution of the authors: the authors contributed equally to this 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 15.05.2023; одобрена после рецензирования 20.06.2023;  
принята к публикации 27.06.2023.*

*The article was submitted 15.05.2023; approved after reviewing 20.06.2023; accepted for  
publication 27.06.2023.*

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 безопасности<sup>1</sup>.

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.

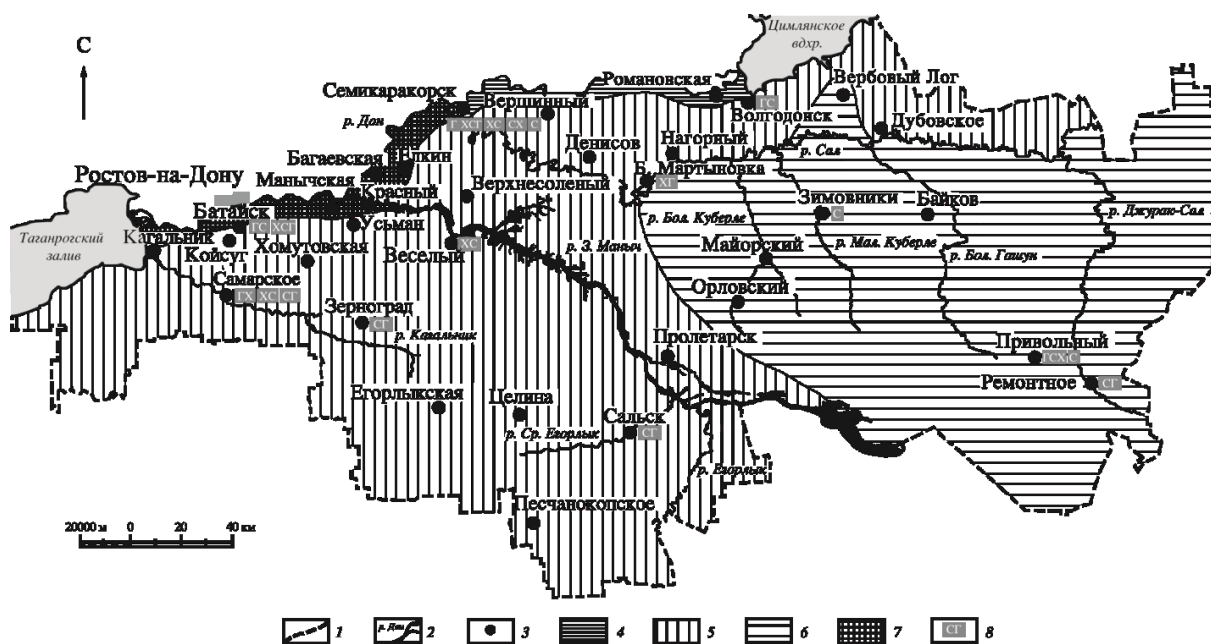
Так, по данным В. С. Ковалевского, А. А. Коноплянцева, С. М. Семенова, А. М. Никанорова, О. Б. Барцева, Д. Н. Гарькуши, Е. А. Зубкова [1–3], химический состав грунтовых вод на сельскохозяйственных территориях Центрального орошаемого района Ро-

---

<sup>1</sup>О 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/дм<sup>3</sup>. При среднегодовой величине общей минерализации грунтовых вод от 1000 до 3000 мг/дм<sup>3</sup> 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/дм<sup>3</sup>  
In mg/dm<sup>3</sup>

| Водный объект  | Значение гидрохимического показателя |                  |                   |                 |                               |                               |
|--|--------------------------------------|------------------|-------------------|-----------------|-------------------------------|-------------------------------|
|  | Ca <sup>2+</sup>                     | Mg <sup>2+</sup> | Fe <sub>общ</sub> | Cl <sup>-</sup> | SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> | PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> |
| 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 <sub>рх</sub> ) | 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»<sup>2</sup>. Классификация качества воды водотоков по значению удельного комбинаторно-

<sup>2</sup>Метод 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:<br>- фоновый створ;<br>- створ выпуска ДСВ  | 28,89<br>30,66                               | 2,08<br>2,19   | 3-й класс, разряд «а»,<br>загрязненная       |
| Р. Соленая:<br>- фоновый створ;<br>- створ выпуска ДСВ  | 27,49<br>26,17                               | 1,96<br>1,87   | 3-й класс, разряд «а»,<br>загрязненная       |
| Уроч. Колодезьки:<br>- фоновый створ;<br>- створ выпуска ДСВ                                    | 22,14<br>23,22                               | 1,58<br>1,66   | 2-й класс, слабо за-<br>грязненная           |
| Р. Дон, 174,5 км от устья   | 12,84  | 0,92   | условно чистая                               |
| Р. Сал, 56,7 км от устья<br>(фоновый)   | 38,06  | 2,72   | 3-й класс, разряд «б»,<br>очень загрязненная |
| Р. Сал, 56,2 км от устья<br>(выпуск ДСВ)  | 45,8   | 3,27   | 4-й класс, разряд «а»,<br>грязная            |
| Оз. Калмыцкое, 2,8 км к<br>западу от х. Золотаревка:<br>- фоновый створ;<br>- створ выпуска ДСВ | 30,16<br>30,14                               | 2,15<br>2,15   | 3-й класс, разряд «а»,<br>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<sub>рх</sub>, следовательно, для

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

**Выводы.** К оцениваемым показателям, максимальное количество раз превышающим ПДК<sub>рх</sub>, 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 zastroennykh 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.*



## МЕЛИОРАЦИЯ, ВОДНОЕ ХОЗЯЙСТВО И АГРОФИЗИКА LAND RECLAMATION, WATER MANAGEMENT AND AGROPHYSICS

Научная статья  
УДК 626.86

### Оценка качества дренажных вод с оросительных систем Сибирского федерального округа

Татьяна Ильинична Дрововозова<sup>1</sup>, Михаил Вячеславович Власов<sup>2</sup>,  
Светлана Александровна Манжина<sup>3</sup>

<sup>1, 2, 3</sup>Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск, Российская Федерация

<sup>1</sup>Tid70/drovovozova@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8724-7799>

<sup>2</sup>m\_vlasov@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9103-1958>

<sup>3</sup>manz.svetlana@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9322-0843>

**Аннотация.** Цель: провести гидроэкологическую оценку качества дренажных вод с оросительных систем ФГБУ «Управление «Хакасмелиоводхоз» Сибирского федерального округа. **Материалы и методы.** Максимальная доля орошаемых земель от общей площади, фактически обслуживаемой оросительными системами округа, приходится на Омскую область и Республику Хакасия, отведение дренажных вод осуществляется с двух оросительных систем Республики Хакасия, на долю которых приходится 40,5 % от годового объема водопотребления. Объектом исследования являлись гидрохимические показатели дренажных вод из магистрального канала и коллекторного канала Р-1-1 Абаканской и Койбальской оросительных систем Республики Хакасия. Для определения класса качества воды использовались интегрированные показатели качества водной среды: коэффициент предельной загрязненности ( $K_{пз}$ ) и индекс загрязнения воды (ИЗВ). **Результаты.** За период наблюдения 2021 г. и I, II кварталы 2022 г. в дренажных водах магистрального канала Абаканской оросительной системы превышения предельно допустимых концентраций для водных объектов рыбохозяйственного назначения ( $ПДК_{рх}$ ) ни по одному показателю не отмечалось. Для дренажных вод исследуемых оросительных систем  $K_{пз} < 0$ ;  $0,2 < ИЗВ < 1$ , что характеризует воду как чистую. Тем не менее, в дренажных водах Койбальской оросительной системы отмечалось повышение минерализации до  $2,3 \text{ г/дм}^3$  в течение III квартала и содержание ионов меди до  $2ПДК_{рх}$  в IV квартале 2021 г. **Выводы.** Дренажные воды, а также природная вода в фоновых створах р. Абакан и протоки Степная, расположенных на 1000 м выше места выпуска дренажных вод с Койбальской и Абаканской оросительных систем, характеризуются как чистые, 2-й класс качества.

**Ключевые слова:** оросительные системы, дренажные воды, качество воды, Сибирский федеральный округ

**Для цитирования:** 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.

\*\*\*\*\*

Original article

### Assessing the quality of drainage water from irrigation systems in Siberian Federal District

**Tatyana I. Drovovozova<sup>1</sup>, Mikhail V. Vlasov<sup>2</sup>, Svetlana A. Manzhina<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup>Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novocherkassk, Russian Federation

<sup>1</sup>Tid70/drovovozova@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8724-7799>

<sup>2</sup>m\_vlasov@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9103-1958>

<sup>3</sup>manz.svetlana@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9322-0843>

**Abstract. Purpose:** to assess hydroecologically the drainage water quality from irrigation systems of the Federal State Budgetary Institution “Department “Khakasmeliovodhoz” of Siberian Federal District. **Materials and methods.** The maximum share of irrigated land from the total area actually served by the irrigation systems of the district accounts for Omsk region and the Republic of Khakassia, drainage water is diverted from two irrigation systems of the Republic of Khakassia, which account for 40.5 % of the annual water consumption volume. The object of the study was the hydrochemical parameters of drainage water from the main canal and the R-1-1 collecting canal of the Abakan and Koibal irrigation systems of the Republic of Khakassia. To determine the water quality class, the integrated indicators of the aquatic environment quality, the limiting contamination coefficient ( $K_{\text{лв}}$ ) and the water pollution index (WPI). **Results.** During the observation period of 2021 and the first and the second quarters of 2022, no excess of the maximum permissible concentrations for water bodies for fisheries purposes ( $\text{MPC}_{\text{фр}}$ ) for any indicator was noted in the drainage waters of the main canal of the Abakan irrigation system. For drainage waters of the irrigation systems studied  $K_{\text{лв}} < 0$ ;  $0.2 < \text{WPI} < 1$ , which characterizes water as clean. However, in the drainage waters of the Koibal irrigation system, an increase in mineralization up to  $2.3 \text{ g/dm}^3$  was noted during the third quarter and the content of copper ions up to  $2\text{MPC}_{\text{фр}}$  in the fourth quarter of 2021. **Conclusions.** Drainage water, as well as natural water in the background sections of the Abakan river and the Stepnaya stream, located 1000 m above the point of drainage water discharge from the Koibal and Abakan irrigation systems, are characterized as clean, 2nd quality class.

**Keywords:** irrigation systems, drainage water, water quality, Siberian Federal District

**For citation:** Drovovozova T. I., Vlasov M. V., Manzhina S. A. Assessing the quality of drainage water from irrigation systems in Siberian Federal District. *Ways of Increasing the Efficiency of Irrigated Agriculture*. 2023;2(90):113–120. (In Russ.).

**Введение.** Сибирский федеральный округ (СФО) имеет в своем составе 10 субъектов Российской Федерации: три республики (Алтай, Тыва, Хакасия), два края (Алтайский, Красноярский) и пять областей (Иркутская, Кемеровская, Новосибирская, Омская, Томская). Общая площадь СФО 4361,8 тыс. км<sup>2</sup> <sup>1</sup>.

На территории СФО 11,1 % земель занято сельскохозяйственными угодьями, из которых 531 тыс. га являются орошаемыми и 228 тыс. га осушаемыми землями<sup>2,3</sup> [1].

СФО характеризуется экстремальными климатическими условиями. Показатели усредненных температур самого холодного и самого жаркого месяцев, среднегодовое

<sup>1</sup>Сибирский федеральный округ // Официальный сайт полномочного представителя Президента России в Сибирском федеральном округе [Электронный ресурс]. URL: <http://sfo.gov.ru/okrug> (дата обращения: 27.02.2023).

<sup>2</sup>Агропромышленный комплекс России в 2018 году: стат. сб. 2019. 554 с.

<sup>3</sup>Бюллетени о состоянии сельского хозяйства (электронные версии). Валовые сборы и урожайность сельскохозяйственных культур по Российской Федерации в 2018 году [Электронный ресурс]: стат. сб. В 3 ч. URL: <https://gks.ru/folder/11110/document/13277> (дата обращения: 27.02.2023).

количество осадков по результатам многолетних наблюдений в разрезе административных субъектов СФО представлены в таблице 1<sup>4</sup>.

**Таблица 1 – Климатическая характеристика субъектов Сибирского федерального округа**

**Table 1 – Climatic characteristics of the Siberian Federal District constituents**

| Субъект СФО         | Средняя температура самого холодного месяца (январь), °С | Средняя температура самого жаркого месяца (июль), °С         | Среднее количество осадков, мм/год             | Средняя толщина снежного покрова, см |
|---------------------|--|--|--|--------------------------------------|
| Иркутская область   | –20...–25  | +15...+20; в большинстве районов области могут превышать +30 | 435; апрель – сентябрь – 80 % от годовой суммы | 25–40                                |
| Красноярский край   | На юге –18; на севере –36                                | +10...+20  | 316; основная часть – летом                    | 17–41                                |
| Республика Тыва     | –28...–35  | +20...+28  | 200–300  | 100–200                              |
| Республика Алтай    | –17...–23  | +17...+20  | 500–700  | 50                                   |
| Кемеровская область | –17...–22  | +17...+20  | 500  | 100                                  |
| Алтайский край      | –20...–24  | +26...+28  | 230–700  | 40                                   |
| Томская область     | –19...–22  | +17...+19  | 500–600  | 62–85                                |
| Омская область      | –19...–21  | +17...+19  | 300–400  | 400–450                              |
| Новосибирская       | –16...–20  | +18...+20  | 430 (20–25 % в мае – июне)                     | 42                                   |
| Республика Хакасия  | –40 (промерзание грунта до 2 м)                          | +18...+24 (максимальная +52)                                 | 300–700 (55 % годовой нормы в августе)         | 50                                   |

Обильные осадки в большинстве субъектов выпадают в летний период, достаточные запасы влаги за счет таяния снежного покрова, в среднем невысокие температуры летнего периода делают регион достаточно благоприятным для сельскохозяйственного производства. Обильные осадки в летний период позволяют использовать минимальное количество воды на полив из природных водных объектов.

В СФО наибольший удельный вес занимают посевные площади под зерновыми и зернобобовыми культурами – 63,5 %, на долю картофеля и овощей приходится 1,3 и 0,2 % соответственно, остальное (34,9 %) занято прочими культурами, в основном это кормовые культуры [2].

В СФО входят девять региональных управлений мелиорации земель и сельскохозяйственного водоснабжения. Водопотребление на нужды сельского хозяйства в СФО практически сведено к минимуму и составляет 5 % от общего водопотребления, поскольку в регионе даже имеющиеся орошаемые площади не поливаются. Фактически

<sup>4</sup>Снежный покров и статистика [Электронный ресурс]. URL: [https://climate-energy.ru/weather/spravochnik/sndp/climate\\_sprav-sndp\\_2957001217.php?ysclid=ldiqnmmdm86831337217](https://climate-energy.ru/weather/spravochnik/sndp/climate_sprav-sndp_2957001217.php?ysclid=ldiqnmmdm86831337217) (дата обращения: 27.02.2023).

политая площадь составляет 17,82 % от общей площади, обслуживаемой оросительными системами. Характеристика оросительных систем СФО представлена в таблице 2.

**Таблица 2 – Общая характеристика оросительных систем Сибирского федерального округа (по данным Всероссийского научно-исследовательского института систем орошения и сельхозводоснабжения «Радуга» на 2021 г.)**

**Table 2 – General characteristics of the irrigation systems of the Siberian Federal District (according to the data of All-Russian Research Institute of Irrigation and Agricultural Water Supply Systems “Rainbow” for 2021)**

| Управление мелиорации земель и сельскохозяйственного водоснабжения | Количество оросительных систем | Фактическая площадь, обслуживаемая оросительными системами, тыс. га | Площадь фактически политая, тыс. га | Доля орошаемых земель, обслуживаемых региональными оросительными системами, % от общей площади | Доля фактически политых земель, % | Водоотведение, тыс. м <sup>3</sup> |
|--|--------------------------------|---|-------------------------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|
| ФГБУ «Управление «Алтаймелиоводхоз»                                | 8                              | 19,656  | 1,316                               | 12,82  | 6,70                              | 3070                               |
| ФГБУ «Управление «Иркутскмелиоводхоз»                              | 4                              | 1,649   | 0,546                               | 1,07   | 33,11                             | 0                                  |
| ФГБУ «Управление «Кемеровемелиоводхоз»                             | 4                              | 5,506   | 0,6                                 | 3,59   | 10,90                             | 0                                  |
| ФГБУ «Управление «Красноярскмелиоводхоз»                           | 5                              | 9,572   | 0,03                                | 6,23   | 0,31                              | 0                                  |
| ФГБУ «Управление «Новосибирскмелиоводхоз»                          | 4                              | 9,173   | 9,173                               | 5,97   | 100                               | 0                                  |
| ФГБУ «Управление «Омскмелиоводхоз»                                 | 23                             | 52,827  | 5,729                               | 34,42  | 10,84                             | 0                                  |
| ФГБУ «Управление «Томскмелиоводхоз»                                | 1                              | 2   | 0,07                                | 1,30   | 3,50                              | 0                                  |
| ФГБУ «Управление «Тывамелиоводхоз»                                 | 8                              | 15,428  | 7,034                               | 10,05  | 45,59                             | 0                                  |
| ФГБУ «Управление «Хакасмелиоводхоз»                                | 9                              | 37,681  | 2,855                               | 24,55  | 7,58                              | 5471                               |
| Всего  | 66                             | 153,492   | 27,353                              | –  | –                                 | 8541                               |

Данные таблицы 2 показывают, что максимальная доля орошаемых земель от общей площади, фактически обслуживаемой оросительными системами округа, приходится на Омскую область и Республику Хакасия, а максимальная доля фактически политых земель приходится на Новосибирскую область и Республику Хакасия. При этом отведение дренажных вод осуществляется с двух оросительных систем Республики Хакасия, на долю которых приходится 40,5 % от годового объема водопотребления.

В связи с вышеизложенным целью работы являлось проведение гидроэкологической оценки качества дренажных вод с оросительных систем ФГБУ «Управление «Хакасмелиоводхоз» СФО.

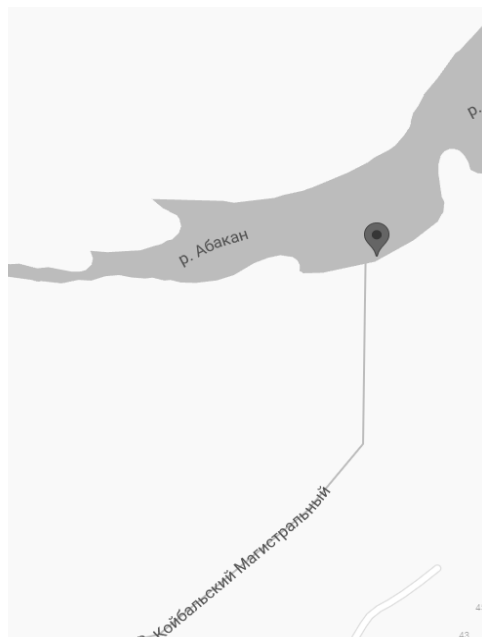
**Материалы и методы.** Отведение дренажных вод в природные водные объекты Республики Хакасия осуществляется с Койбальской и Абаканской оросительных систем.

Управлением «Хакасмелиоводхоз» предоставлены данные протоколов испытаний природной и дренажных вод в месте выпуска в природные водные объекты. Водоприемниками дренажного стока являются р. Абакан и протока Степная Красноярского водохранилища (рисунки 1, 2).



**Рисунок 1 – Абаканская оросительная система  
(сброс в протоку Степная Красноярского водохранилища)**

**Figure 1 – The Abakan irrigation system  
(discharge into the Stepnaya stream of the Krasnoyarsk reservoir)**



**Рисунок 2 – Точка сброса дренажных вод из канала Р-1-1  
Койбальской оросительной системы**

**Figure 2 – Drainage water discharge point from the R-1-1 canal  
of the Koibal irrigation system**

Объекты исследования – дренажные воды из магистрального канала и коллекторного канала Р-1-1, природная вода в протоке Степная Красноярского водохранилища и в р. Абакан (фоновые створы – на 1000 м выше места сброса).

Предмет исследования – гидрохимические показатели дренажных вод с Абаканской и Койбальской оросительных систем.

Мониторинг качества дренажных вод и воды в водоприемнике в вышеуказанных точках осуществляется ежеквартально.

Для определения класса качества воды использована шкала оценки качества и состояния водных объектов (по В. В. Шабанову) [3, 4].

**Результаты.** С целью установления гидрохимических показателей, превышающих нормативы предельно допустимых концентраций для водных объектов рыбохозяйственного назначения (ПДК<sub>рх</sub>), в дренажных водах Абаканской оросительной системы рассчитали отношение  $C_i/ПДК_i$  по кварталам, коэффициент предельной загрязненности ( $K_{пз}$ ) и индекс загрязнения воды (ИЗВ). Результаты представлены в таблице 3.

**Таблица 3 – Коэффициент предельной загрязненности ( $K_{пз}$ ) дренажных вод из магистрального канала в месте сброса в протоку Степная**

**Table 3 – Limiting contamination coefficient ( $K_{пз}$ ) of drainage water from the main canal at the point of discharge into the Stepnaya stream**

| Показатель                  | $C_i/ПДК_i$          |                       |                        |                       |                      |                       |
|-----------------------------|----------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|
|                             | I квартал<br>2021 г. | II квартал<br>2021 г. | III квартал<br>2021 г. | IV квартал<br>2021 г. | I квартал<br>2022 г. | II квартал<br>2022 г. |
| Аммоний-ион<br>( $NH_4^+$ ) | 0,2                  | 0,2                   | 0,2                    | 0,2                   | 0,2                  | 0,2                   |
| БПК <sub>пол</sub>          | 0,7                  | 0,77                  | 0,8                    | 0,87                  | 0,83                 | 0,9                   |
| Нитрит-ион                  | 0,0375               | 0,375                 | 0,375                  | 0,225                 | 0,375                | 0,375                 |
| Нитрат-ион                  | 1,05                 | 0,578                 | 0,88                   | 0,077                 | 0,56                 | 0,127                 |
| Хлорид-ион                  | 0,63                 | 0,67                  | 0,41                   | 0,028                 | 0,127                | 0,021                 |
| Сульфаты                    | 0,43                 | 0,46                  | 0,52                   | 0,12                  | 0,64                 | 0,19                  |
| Фосфаты                     | 0,3                  | 0,32                  | 0,08                   | 0,25                  | 0,25                 | 0,25                  |
| Нефтепродукты               | 0,4                  | 0,44                  | 0,3                    | 0,34                  | 0,2                  | 0,3                   |
| Сухой остаток               | 0,345                | 0,35                  | 0,40                   | 0,12                  | –                    | –                     |
| Растворенный кислород       | 2,25                 | 1,47                  | 0,77                   | 1,32                  | 0,63                 | –                     |
| $K_{пз}$                    | –0,33                | –0,44                 | –0,438                 | –0,645                | –0,576               | –0,705                |
| ИЗВ                         | 0,91                 | 0,73                  | 0,63                   | 0,53                  | 0,55                 | –                     |
| Класс качества              | 2-й;<br>чистая       | 2-й;<br>чистая        | 2-й;<br>чистая         | 2-й;<br>чистая        | 2-й;<br>чистая       | 2-й;<br>чистая        |

За весь период наблюдения в дренажных водах магистрального канала Абаканской оросительной системы превышения ПДК<sub>рх</sub> ни по одному показателю не отмечалось, вода характеризуется как чистая, 2-й класс качества.

Полученные результаты экологической оценки позволяют рекомендовать воду к повторному использованию на орошение.

На основании данных протоколов испытаний дренажного стока из магистрального канала Р-1-1 Койбальской оросительной системы рассчитали отношение  $C_i/ПДК_i$  по кварталам,  $K_{пз}$  и ИЗВ. Результаты представлены в таблице 4.

**Таблица 4 – Коэффициент предельной загрязненности ( $K_{пз}$ ) дренажных вод в канале Р-1-1 в месте сброса в р. Абакан****Table 4 – Limiting contamination coefficient ( $K_{пз}$ ) of drainage waters in the R-1-1 canal at the point of discharge into the Abakan river**

| Показатель               | $C_i/ПДК_i$          |                       |                        |                       |                       |
|--------------------------|----------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|
|                          | I квартал<br>2021 г. | II квартал<br>2021 г. | III квартал<br>2021 г. | IV квартал<br>2021 г. | II квартал<br>2022 г. |
| Аммоний-ион ( $NH_4^+$ ) | 0,2                  | 0,2                   | 0,2                    | 0,2                   | 0,2                   |
| Нитрит-ион               | 0,7                  | 0,73                  | 0,67                   | 0,25                  | 0,037                 |
| Нитрат-ион               | 0,062                | 0,07                  | 0,075                  | 0,065                 | 0,032                 |
| Сульфаты                 | 0,39                 | 0,37                  | 0,27                   | 0,1                   | 0,1                   |
| БПК <sub>пол</sub>       | 0,31                 | 0,28                  | 0,44                   | 0,73                  | 0,87                  |
| Нефтепродукты            | 0,48                 | 0,54                  | 0,38                   | 0,42                  | 0,28                  |
| Фосфаты                  | 0,4                  | 0,38                  | 0,11                   | 0,25                  | 0,25                  |
| Железо                   | 0,33                 | 0,34                  | 0,27                   | 0,25                  | 0,99                  |
| Медь                     | 1,0                  | 1,0                   | 1,0                    | <b>2,0</b>            | 1,0                   |
| Фторид-ион               | 0,9                  | 0,9                   | 0,9                    | 0,9                   | 0,9                   |
| Алюминий                 | 0,25                 | 0,25                  | 0,25                   | 0,25                  | 0,25                  |
| Сухой остаток            | 0,36                 | 0,37                  | <b>2,30</b>            | 0,117                 | 0,063                 |
| Растворенный кислород    | 2,235                | 2,23                  | 1,43                   | 1,43                  | 1,82                  |
| $K_{пз}$                 | -0,414               | -0,41                 | -0,515                 | -0,464                | -0,48                 |
| ИЗВ                      | 0,95                 | 0,96                  | 0,80                   | 0,955                 | 0,98                  |
| Класс качества           | 2-й;<br>чистая       | 2-й;<br>чистая        | 2-й;<br>чистая         | 2-й;<br>чистая        | 2-й;<br>чистая        |

В течение всего периода наблюдений в дренажных водах коллектора Р-1-1 отмечается регулярное отсутствие превышения нормативов ПДК<sub>рх</sub> определяемых показателей, в IV квартале отмечалось превышение содержания ионов меди (2ПДК<sub>рх</sub>). В III квартале 2021 г. отмечалось повышение минерализации в дренажном стоке до 2,3 г/дм<sup>3</sup>. В целом вода характеризуется как чистая 2-го класса.

**Выводы.** Отведение дренажных вод с оросительных систем СФО осуществляется только с оросительных систем, находящихся в ведении ФГБУ «Управление «Хакас-мелиоводхоз».

Для дренажных вод с исследуемых оросительных систем  $K_{пз} < 0$ ;  $0,2 < ИЗВ < 1$ , что характеризует воду как чистую. Тем не менее в дренажных водах Койбальской оросительной системы отмечалось повышение минерализации до 2,3 г/дм<sup>3</sup> в течение III квартала и содержание ионов меди до 2ПДК<sub>рх</sub> в IV квартале 2021 г.

#### Список источников

1. Ильина Е. А., Тяпкина М. Ф., Доманова Е. О. Современное состояние сельского хозяйства в регионах Сибирского федерального округа // Региональная экономика и управление [Электронный ресурс]. 2020. № 2(62). Номер ст.: 6219. URL: <https://ee-region.ru/article/6219/> (дата обращения: 27.02.2023).

2. Россия в цифрах. 2017: крат. стат. сб. / редкол.: А. Е. Суринов [и др.]; Росстат. М., 2017. 511 с.

3. Шабанов В. В., Маркин В. Н. Метод оценки качества вод и состояния водных экосистем. М.: МГУП, 2009. 154 с.

4. Об 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 М-ва сел. хоз-ва Рос. Федерации от 13 дек. 2016 г. № 552. URL: docs.cntd.ru/document/420389120 (дата обращения: 27.02.2023).

### References

1. Ilyina E.A., Tyapkina M.F., Domanova E.O., 2020. *Sovremennoe sostoyanie sel'skogo khozyaystva v regionakh Sibirskogo federal'nogo okruga* [The current state of agriculture in the regions of Siberian Federal District]. *Regional'naya ekonomika i upravlenie* [Regional Economy and Management], no. 2(62), article number: 6219, available: <https://ee-region.ru/article/6219/> [accessed 27.02.2023]. (In Russian).

2. Surinov A.E. [et al.], 2017. *Rossiya v tsifrakh. 2017: kratkiy statisticheskiy sbornik* [Russia in Figures. 2017: Short Statistical Handbook]. Moscow, Rosstat, 511 p. (In Russian).

3. 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]. Moscow, MGUP, 154 p. (In Russian).

4. *Ob utverzhdenii normativov kachestva vody vodnykh ob"ektov rybokhozyaystvennogo znacheniya, v tom chisle normativov predel'no dopustimyykh kontsentratsiy vrednykh veshchestv v vodakh vodnykh ob"ektov rybokhozyaystvennogo znacheniya* [On the approval of water quality standards for water bodies of fishery significance, including the standards for maximum permissible concentrations of harmful substances in the waters of water bodies of fishery significance]. Order of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation of 13 December, 2016, no. 552, available: docs.cntd.ru/document/420389120 [accessed 27.02.2023]. (In Russian).

### Информация об авторах

**Т. И. Дрововозова** – ведущий научный сотрудник, доктор технических наук, доцент;

**М. В. Власов** – ведущий научный сотрудник, кандидат физико-математических наук, доцент;

**С. А. Манжина** – старший научный сотрудник, кандидат технических наук, доцент.

### Information about the authors

**T. I. Drovovozova** – Leading Researcher, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor;

**M. V. Vlasov** – Leading Researcher, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor;

**S. A. Manzhina** – Senior Researcher, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor.

*Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.*

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

*Contribution of the authors: the authors contributed equally to this 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 04.05.2023; одобрена после рецензирования 24.05.2023; принята к публикации 30.05.2023.*

*The article was submitted 04.05.2023; approved after reviewing 24.05.2023; accepted for publication 30.05.2023.*