

## СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ МЕЛИОРАТИВНО- ВОДОХОЗЯЙСТВЕННОГО КОМПЛЕКСА И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

Обзорная статья

УДК 626.86

### Развитие норм проектирования дренажа на орошаемых землях в отечественной практике

Олег Владимирович Воеводин<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>vovteh@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1098-2979>

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

**Аннотация.** **Цель:** анализ научных литературных источников и нормативно-технических документов в области мелиорации на предмет развития норм проектирования дренажа на орошаемых землях в отечественной практике. **Обсуждение.** В изучении и последующем совершенствовании дренажных систем на орошаемых землях могут использоваться законы строения и развития техники, распространенные в инженерном творчестве. Исследование технических объектов с помощью законов и закономерностей позволит определить их эффективные структурные свойства, облик, характеристики при совершенствовании и переходе на новые поколения. Одним из законов совершенствования технических объектов является закон прогрессивной эволюции техники, суть которого заключается в том, что устранение главного дефекта или дефектов в рассматриваемом объекте позволяет совершить переход от поколения к поколению, при этом необходимо рассмотреть развитие объекта, в частности через нормативные требования, в исторической перспективе. **Выводы.** Проведенный анализ этапов развития нормативно-технической документации позволил установить основные направления совершенствования дренажных систем на орошении. Изменения, произошедшие после принятия ВСН 33-2.2.03-86 в части возможности применения новых материалов, технологий, технических средств и программного обеспечения на этапах проектирования и строительства дренажа на орошаемых землях, диктуют необходимость подготовки нового документа, который бы учитывал опыт, накопленный за 40-летний период в различных научных и практических разработках.

**Ключевые слова:** орошаемые земли, горизонтальный дренаж, вертикальный дренаж, комбинированный дренаж, нормы проектирования, междреннее расстояние, глубина заложения дренажа

**Апробация результатов исследования:** основные положения статьи доложены на Всероссийской научно-практической конференции «Современные проблемы мелиоративно-водохозяйственного комплекса и пути их решения» (г. Новочеркасск, 27 октября 2023 г.).

**Для цитирования:** Воеводин О. В., Кожанов А. Л. Развитие норм проектирования дренажа на орошаемых землях в отечественной практике // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2023. Т. 91, № 3. С. 310–321.

## MODERN PROBLEMS OF LAND RECLAMATION AND WATER INDUSTRIAL COMPLEX AND WAYS TO SOLVE THEM

Review article

### Development of drainage design standards on irrigated lands in domestic practice

Oleg V. Voevodin<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>vovteh@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1098-2979>

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

**Abstract. Purpose:** analysis of scientific literary sources and regulatory and technical documents in the field of land reclamation for the development of drainage design standards on irrigated lands in domestic practice. **Discussion.** In the study and subsequent improvement of drainage systems on irrigated lands, the laws of structure and technology development, common in engineering creativity, can be used. The study of technical objects with the help of laws and regularities will make it possible to determine their effective structural properties, layout, characteristics during improvement and transition to new generations. One of the laws for improving technical objects is the law of progressive evolution of technology, the essence of which is that the elimination of the main defect or defects in the object in question allows for a transition from generation to generation, while it is necessary to consider the development of the object, in particular through the normative requirements in a historical perspective. **Conclusions.** The analysis of the stages of regulatory and technical documentation development made it possible to determine the main directions for improving drainage systems in irrigation. Changes, occurred after the adoption of ISCS (Industry-Specific Construction Standards) 33-2.2.03-86 regarding the possibility of using new materials, technologies, hardware and software at the stages of design and construction of drainage on irrigated lands dictate the need to prepare a new document that would take into account the experience accumulated over a 40-year period in various scientific and practical developments.

**Keywords:** irrigated lands, horizontal drainage, vertical drainage, combined drainage, design standards, drain spacing, drainage depth

**Evaluation of the research results:** the main provisions of the article were reported at the All-Russian scientific and practical conference “Modern problems of land reclamation and water industrial complex and ways to solve them” (Novocherkassk, October 27, 2023).

**For citation:** Voevodin O. V., Kozhanov A. L. Development of drainage design standards on irrigated lands in domestic practice. *Ways of Increasing the Efficiency of Irrigated Agriculture*. 2023;91(3):310–321. (In Russ.).

**Введение.** В последнее десятилетие наблюдается значительный рост площадей орошения за счет проведения реконструкции на системах [1]. В свою очередь орошение сопровождается негативными почвенными процессами: вторичное осолонцевание и засоление, заболачивание почв [2–4]. В настоящее время имеется несколько нормативно-технических документов в области проектирования дренажа на орошаемых землях, позволяю-

щих предусмотреть технические решения на стадии проектирования, которые при реализации позволят избежать негативных почвенных процессов в процессе эксплуатации оросительных систем.

Однако, согласно ст. 35 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации», с 1 сентября 2025 г. не допускается применение стандартов, не предусмотренных ст. 14 этого же закона. В связи с этим будет отменен ряд нормативных документов, к числу которых относятся ВСН 33-2.2.03-86<sup>1</sup>, а также пособие<sup>2</sup> к ВСН 33-2.2.03-86 «Расчет параметров дренажа на орошаемых землях». В результате этого может образоваться «пробел» в информационном стандартизованном обеспечении системы проектирования в данной области.

Для борьбы с негативными процессами проводятся исследования на стадиях строительства [5, 6], эксплуатации [7, 8], распространение получает математическое моделирование процессов фильтрации воды [9, 10], при этом желательно, чтобы количество публикаций было бóльшим, а также чтобы они носили общий характер и были привязаны к обширным региональным исследованиям.

В качестве альтернативного подхода в изучении и последующем совершенствовании дренажных систем на орошаемых землях могут использоваться законы строения и развития техники, распространенные в инженерном творчестве. Исследование технических объектов с помощью законов и закономерностей позволит определить их эффективные структурные свойства, облик, характеристики при совершенствовании и переходе на новые поколения. Одним из законов совершенствования технических объектов является закон прогрессивной эволюции техники, суть которого за-

---

<sup>1</sup>Мелиоративные системы и сооружения. Дренаж на орошаемых землях. Нормы проектирования [Электронный ресурс]: ВСН 33-2.2.03-86: введ. в действие с 01.01.87. Доступ из ИС «Техэксперт: 6 поколение» Интранет.

<sup>2</sup>Расчет параметров дренажа на орошаемых землях. Пособие к ВСН 33-2.2.03-86 [Электронный ресурс]. Введ. в действие с 06.07.89. Доступ из ИС «Техэксперт: 6 поколение» Интранет.

ключается в том, что устранение главного дефекта или дефектов в рассматриваемом объекте позволяет совершить переход от поколения к поколению, при этом необходимо рассмотреть развитие объекта, в частности через нормативные требования, в исторической перспективе.

С учетом вышеизложенного целью исследования является анализ научных литературных источников и нормативно-технических документов в области мелиорации на предмет развития норм проектирования дренажа на орошаемых землях в отечественной практике.

**Обсуждение.** Рассматривая предпосылки применения дренажа на орошаемых землях, установили, что данный вопрос поднимался еще в 1934 г. на заседании секции мелиорации А. Н. Костяковым и другими выдающимися учеными-мелиораторами. Ими была озвучена острая необходимость использования на данных землях искусственного дренажа при высоком залегании уровня грунтовых вод. Однако углубленно данный вопрос не рассматривался вплоть до 1960-х гг., а строительство оросительных систем производилось без устройства дренажных систем. Все это обуславливалось тем, что до строительства оросительных систем уровень грунтовых вод залегал на глубинах до 20 м и не было необходимости устройства дренажа, но при этом не рассматривали вопрос о степени дренированности мелиорируемых земель и не происходило районирование территорий [11–13].

С 1953 г. на некоторых территориях все-таки проходило строительство дренажной сети на небольших глубинах, основным назначением которой было не снижение уровня грунтовых вод, но его повышение продиктовало необходимость углубления сети и предварительного устройства инженерного дренажа. Также начиная с 60-х гг. было принято решение о проектировании глубокого открытого дренажа [14, 15]. С этого периода начато научно обоснованное строительство коллекторно-дренажной сети с определенными нормами междренних расстояний, а также глубины заложения дрен [16].

С середины 60-х гг. по 1990 г., до распада СССР, происходила реконструкция уже построенных систем, постепенный рост производства дренажа и его строительства. В связи с этим начался бурный рост технических решений, а также технологий дренажа, разработка различной дренажукладочной техники. Также в это время на основе большого теоретического и практического материала уточнялись основные методы расчета дренажных систем и параметры, раскрывались основные пути совершенствования [11, 12].

Первым нормативным документом, в котором отражаются некоторые нормы проектирования дренажа на орошаемых землях, является СНиП II-И.3-62<sup>3</sup>, утвержденный в 1962 г. Но с развитием мелиорации все начало приводить к тому, что с начала 1970-х гг. проблемы дренажа на оросительных системах становятся все актуальнее, и не только для регионов с действующим орошением, но и для регионов, на которых только планировалось строительство оросительных систем.

При ускорении ввода дренажа на орошаемых землях началась разработка нормативных документов по основам и нормам проектирования дренажных систем, так, в 1974 г. начинает свое существование нормативный документ ВСН-П-8-74<sup>4</sup>, утвержденный Минводхозом СССР в ноябре 1974 г. В данном документе отображались все действующие в то время нормы проектирования оросительных систем с дренажной сетью и основные параметры ее расчета. Также в этот же год выходит следующий нормативно-технический документ СНиП II-52-74<sup>5</sup>, в котором глава 52 посвящена нор-

---

<sup>3</sup>Сооружения мелиоративных систем. Нормы проектирования [Электронный ресурс]: СНиП II-И.3-62. Действовали с 01.07.63 по 30.06.75. Доступ из ИС «Техэксперт: 6 поколение» Интранет.

<sup>4</sup>Инструкция по проектированию оросительных систем. Часть VIII. Дренаж на орошаемых землях [Электронный ресурс]: ВСН-П-8-74: введ. в действие с 26.11.74. Доступ из ИС «Техэксперт: 6 поколение» Интранет.

<sup>5</sup>Сооружения мелиоративных систем. Часть II. Нормы проектирования. Глава 52. Сооружения мелиоративных систем [Электронный ресурс]: СНиП II-52-74: утв. Госком. Совета Министров СССР по делам стр-ва 04.10.74: введ. в действие с 01.07.75. Доступ из ИС «Техэксперт: 6 поколение» Интранет.

мативам проектирования сооружений мелиоративных систем. В третьем разделе данного документа также рассматривались вопросы дренажа орошаемых земель. Среди основных его положений – утверждение о том, что необходимость проектирования дренажа всегда должна быть обоснована прогнозным водно-солевым режимом для новых систем. Рассмотрены нормы проектирования временного и постоянного дренажа, который мог проектироваться горизонтальным, вертикальным или комбинированным, и условия, при которых применяется тот или иной вид дренажа. Представлены нормы проектирования дренажа в зависимости от условий расположения по отношению к источнику питания (систематический, выборочный, линейный). Рассмотрены нормативы сопряжения дрен, допустимые уклоны, вопросы использования дренажного стока и другие нормативные положения.

Также параллельно развитию норм проектирования дренажа на орошаемых землях занимались и развитием норм проектирования осушительных систем, в основе которых лежал горизонтальный закрытый и открытый дренаж. Так было разработано ВТР-П-8-76<sup>6</sup> «Руководство...», утвержденное в апреле 1976 г. В данном документе рассматривались вопросы состава элементов дренажа, основные положения по проектированию дренажной регулирующей и проводящей сетей, в т. ч. и оградительной сети, и других элементов осушительной системы.

Дальнейшее развитие дренажа в стране приводит к необходимости разработки более совершенной нормативной документации, учитывающей новые наработки в данной области. Так, начиная с 1985 г. разрабатывается ряд документов касательно норм проектирования дренажной сети на оросительных системах. В их число входит основополагающий документ по проектированию мелиоративных систем, в котором рассматриваются ос-

---

<sup>6</sup>Руководство по проектированию осушительных систем сельскохозяйственного назначения [Электронный ресурс]: ВТР-П-8-76: утв. М-вом мелиорации и вод. хоз-ва СССР 29.04.76. Доступ из ИС «Техэксперт: 6 поколение» Интранет.

новые нормы проектирования дренажа, – СНиП 2.06.03-85<sup>7</sup> «Мелиоративные системы и сооружения».

В развитие данного документа разрабатываются ведомственные строительные нормы ВСН 33-2.2.03-86, в которых рассматриваются все вопросы проектирования дренажа на оросительных системах и основные зависимости для расчета различных показателей дренажа.

В свою очередь к данному документу разрабатывается ряд пособий по расчету параметров дренажа на орошаемых землях, проектированию и строительству дренажа, таких как: Пособие к ВСН 33-2.2.03-86 «Расчет параметров дренажа на орошаемых землях», введенное в 1990 г.; Пособие<sup>8</sup> к ВСН 33-2.2.03-86 «Проектирование и строительство перспективных конструкций дренажа с использованием синтетических фильтрующих материалов», утвержденное в 1989 г.; Пособие<sup>9</sup> к ВСН 33-2.03-86 «Особенности проектирования, строительства и эксплуатации закрытого горизонтального дренажа в зоне орошения РСФСР».

Также в 1993 г. разрабатываются «Рекомендации по повышению эффективности работы дренажа для орошаемых земель России»<sup>10</sup>, утвержденные Министерством сельского хозяйства и продовольствия РФ 03.12.1993.

В дальнейшем с учетом изменения законодательства и других действующих нормативных документов, напрямую взаимосвязанных с действующими документами по проектированию дренажа на оросительных

---

<sup>7</sup>Мелиоративные системы и сооружения [Электронный ресурс]: СНиП 2.06.03-85: утв. Госстроем СССР 17.12.85: введ. в действие с 01.07.86. Доступ из ИС «Техэксперт: 6 поколение» Интранет.

<sup>8</sup>Пособие к ВСН 33-2.2.03-86. Проектирование и строительство перспективных конструкций дренажа с использованием синтетических фильтрующих материалов: утв. приказом Союзводпроекта от 6 июля 1989 г. № 50. Новочеркасск: Югмелиорация, 1988. 111 с.

<sup>9</sup>Пособие к ВСН 33-2.03-86. Особенности проектирования, строительства и эксплуатации закрытого горизонтального дренажа в зоне орошения РСФСР. Новочеркасск, 1991. 111 с.

<sup>10</sup>Рекомендации по повышению эффективности работы дренажа для орошаемых земель России: утв. М-вом сел. хоз-ва и продовольствия РФ 03.12.93. М.: СЦБНТИ, 1994. 143 с.

системах, разрабатывается современный документ по стандартизации в области проектирования и строительства СТО НОСТРОЙ 2.33.20-2011<sup>11</sup> «Мелиоративные системы и сооружения. Часть 1. Оросительные системы. Общие требования по проектированию и строительству», в котором отражены основные нормы проектирования дренажных систем на орошаемых землях.

В последующем перерабатывается СНИП 2.06.03-85 в современный документ по стандартизации СП 100.13330.2016<sup>12</sup>, учитывающий передовые технологии, современные материалы и нормы проектирования, и в частности общие принципы проектирования дренажных систем.

В настоящее время при довольно обширном развитии и эффективности применения дренажа представлены различные публикации, рекомендации и другие издания, обобщающие сведения о конструктивных особенностях дрен, коллекторов [11, 14, 17], расчеты различных параметров, водопримной способности дрен, а также вопросы эксплуатации дренажа [18–20]. Все это обуславливает необходимость разработки современного документа по стандартизации, учитывающего все передовые технологии и законодательство РФ.

**Выводы.** Проведенный анализ этапов развития нормативно-технической документации позволил установить основные направления совершенствования дренажных систем на орошении. Изменения, произошедшие после принятия ВСН 33-2.2.03-86 в части возможности применения новых материалов, технологий, технических средств и программного обеспечения на этапах проектирования и строительства дренажа на ороша-

---

<sup>11</sup>СТО НОСТРОЙ 2.33.20-2011. Мелиоративные системы и сооружения. Часть 1. Оросительные системы. Общие требования по проектированию и строительству [Электронный ресурс]. Доступ из ИС «Техэксперт: 6 поколение» Интранет.

<sup>12</sup>Мелиоративные системы и сооружения. Актуализированная редакция СНИП 2.06.03-85 [Электронный ресурс]: СП 100.13330.2016: утв. М-вом стр-ва и жилищ.-комму. хоз-ва Рос. Федерации 16.12.16: введ. в действие с 17.06.17. Доступ из ИС «Техэксперт: 6 поколение» Интранет.



емых землях, диктуют необходимость разработки нового документа, который бы учитывал опыт, накопленный за 40-летний период в различных научных и практических разработках.

### Список источников

1. Горохова И. Н., Панкова Е. И., Круглякова Н. Г. Этапы изменения почв солонцовых комплексов сухой степи более чем за 50-летний период орошения (на примере Волгоградской области) // Современные проблемы изучения почвенных и земельных ресурсов: сб. докл. Четвертой Всерос. открытой конф., г. Москва, 5–7 дек. 2022 г. М.: Почв. ин-т им. В. В. Докучаева, 2022. С. 227–235. EDN: SAEGWN.
2. Искусственный дренаж на орошаемых территориях / А. Якубова, Я. Гурбанов, А. Дурдыева, Э. Галиев // *Eo ipso*. 2023. № 4. С. 54–56. EDN: HJKNNO.
3. Горохова И. Н., Панкова Е. И. Изменение мелиоративного состояния орошаемых земель в Волгоградской области за 2001–2018 годы // Бюллетень Почвенного института им. В. В. Докучаева. 2022. № 110. С. 51–89. DOI: 10.19047/0136-1694-2022-110-51-89. EDN: EESZHP.
4. Тенирбердиев Н. Т., Кенжахимов К. К. Причины вторичного засоления орошаемых почв Чуйской долины и пути их улучшения // Евразийское научное объединение. 2020. № 1-6(59). С. 439–442. EDN: HVTGGD.
5. Комилов О. К., Гулов З. Д. Строительство закрытых горизонтальных дрен в зоне распространения карбонатизированных лессовых пород (на примере урочища Ялгыз-Как Юго-Западного Таджикистана) // Наука, новые технологии и инновации Кыргызстана. 2018. № 8. С. 11–15. EDN: YTVFRZ.
6. Докучаева Л. М., Юркова Р. Е. Приемы снижения уровня грунтовых вод для стабилизации почвенного плодородия на орошаемых землях // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2021. № 2(82). С. 40–47. EDN: EGELDR.
7. Долидудко А. И. Повышение надежности эксплуатации открытой коллекторно-дренажной сети при улучшении мелиоративного состояния орошаемых земель // Вестник мелиоративной науки. 2021. № 3. С. 19–30. EDN: ULBFHS.
8. Яшин В. М. Экологические опасности при эксплуатации оросительных систем и мероприятия по их предупреждению и ликвидации // Мелиорация и водное хозяйство. 2018. № 6. С. 24–28. EDN: YSUKWL.
9. Математическая модель и численный алгоритм для исследования процесса фильтрация жидкости во взаимодействующих напорных слоях / Н. Равшанов, Э. Ш. Назирова, У. Орипжанова, С. М. Аминов // Проблемы вычислительной и прикладной математики. 2020. № 1(25). С. 28–49. EDN: AVBJMB.
10. Равшанов Н., Орифжонова У. Моделирование процесса фильтрации жидкости во взаимодействующих напорных пористых слоях // Проблемы вычислительной и прикладной математики. 2020. № 6(30). С. 93–115. EDN: OAWEUА.
11. Кирейчева Л. В. Дренажные системы на орошаемых землях: прошлое, настоящее, будущее. М.: ВНИИГиМ, 1999. 202 с.
12. Щедрин В. Н., Капустян А. С. Этапы развития производства дренажных работ на юге России: монография. Новочеркасск: РосНИИПМ, 2015. 112 с.
13. Щедрин В. Н. Орошение сегодня: проблемы и перспективы: монография. М.: Мелиоводинформ, 2004. 255 с.
14. Техническая эксплуатация дренажа на мелиоративных системах: науч. обзор / В. Н. Щедрин, А. С. Капустян, В. Д. Гостищев, А. А. Кузьмичёв, Р. Ю. Сахаров, Т. С. Пономаренко; ФГБНУ «РосНИИПМ». Новочеркасск, 2012. 60 с. Деп. в ВИНТИ 07.06.12, № 265-В2012.

15. Шумаков Б. Б. Методы строительства закрытого дренажа на орошаемых землях и перспективы их совершенствования // Прогрессивные методы строительства закрытого дренажа на орошаемых землях: сб. науч. тр. / ВАСХНИЛ. М.: Колос, 1977. С. 3–7.

16. Лисконов А. Т., Бредихин Н. Н., Савчук Д. П. Закрытый горизонтальный дренаж при орошении. Красноярск: Изд-во Краснояр. ун-та, 1992. 288 с.

17. Айдаров И. П. Регулирование водно-солевого и питательного режимов орошаемых земель. М.: Агропромиздат, 1985. 126 с.

18. Осушительные системы двустороннего действия: науч. обзор / С. М. Васильев, В. Н. Щедрин, А. Л. Кожанов, О. В. Воеводин, В. В. Слабунов, А. С. Штанько, С. Л. Жук. Новочеркасск, 2018. 117 с.

19. Климко А. И., Канцебер Ю. А., Ермолина Л. М. Расчеты оптимальных параметров сельскохозяйственного дренажа. М.: Колос, 1979. 143 с.

20. Васильченко В. А., Миронов В. И., Тарханов С. И. Временные указания по проектированию и строительству закрытого дренажа на орошаемых землях узкотраншейными дренажниками с применением рулонных защитнофильтрующих материалов. Новочеркасск: ЮжНИИГиМ, 1987. 70 с.

## References

1. Gorokhova I.N., Pankova E.I., Krugliakova N.G., 2022. *Etapy izmeneniya pochv solontsovykh kompleksov sukhoy stepi bolee chem za 50-letniy period orosheniya (na primere Volgogradskoy oblasti)* [The stages of alternations in solonchic complexes of the dry steppe over a 50-year irrigation period (on the example of Volgograd region)]. *Sovremennye problemy izucheniya pochvennykh i zemel'nykh resursov: sbornik докладов Четвертой Всероссийской открытой конференции* [Current Issues of Studying Soil and Land Resources: Proc. of the Fourth All-Russian Open Conference]. Moscow, V. V. Dokuchaev Soil Science Institute, pp. 227-235, EDN: SAEGWN. (In Russian).

2. Yakubova A., Gurbanov Y., Durdyeva A., Galiev E., 2023. *Iskusstvennyy drenazh na oroshaemykh territoriyakh* [Artificial drainage in the irrigated areas]. *Еo ipso*, no. 4, pp. 54-56, EDN: HJKNNO. (In Russian).

3. Gorokhova I.N., Pankova E.I., 2022. *Izmenenie meliorativnogo sostoyaniya oroshaemykh zemel' v Volgogradskoy oblasti za 2001–2018 gody* [Changes in the reclamation state of irrigated lands in Volgograd region for 2001–2018]. *Byulleten' Pochvennogo instituta im. V. V. Dokuchaeva* [Dokuchaev Soil Bulletin], no. 110, pp. 51-89, DOI: 10.19047/0136-1694-2022-110-51-89, EDN: EESZHP. (In Russian).

4. Tenirberdiev N.T., Kenzhakhimov K.K., 2020. *Prichiny vtorichnogo zasoleniya oroshaemykh pochv Chuyskoy doliny i puti ikh uluchsheniya* [Causes of secondary salinization of irrigated soils of the Chui Valley and ways to improve them]. *Yevraziyskoe nauchnoe ob"edinenie* [Eurasian Union of Scientists], no. 1-6(59), pp. 439-442, EDN: HVTGGD. (In Russian).

5. Komilov O.K., Gulov Z.D., 2018. *Stroitel'stvo zakrytykh gorizontal'nykh dren v zone rasprostraneniya karbonatizirovannykh lessovykh porod (na primere urochishcha Yalgyz-Kak Yugo-Zapadnogo Tadzhikistana)* [Construction of closed horizontal drains in the zone of distribution of carbonated woody breeds (on the example of the Yalgyz-Kak tract in Southwestern Tajikistan)]. *Nauka, novye tekhnologii i innovatsii Kyrgyzstana* [Science, New Technologies and Innovations of Kyrgyzstan], no. 8, pp. 11-15, EDN: YTVFRZ. (In Russian).

6. Dokuchaeva L.M., Yurkova R.E., 2021. *Priemy snizheniya urovnya gruntovykh vod dlya stabilizatsii pochvennogo plodorodiya na oroshaemykh zemlyakh* [Groundwater level lowering techniques for soil fertility stabilization on irrigated lands]. *Puti povysheniya effektivnosti oroshaemogo zemledeliya* [Ways of Increasing the Efficiency of Irrigated Agriculture], no. 2(82), pp. 40-47, EDN: EGELDR. (In Russian).

7. Dolidudko A.I., 2021. *Povyshenie nadezhnosti ekspluatatsii otkrytoy kollektorno-drenazhnoy seti pri uluchshenii meliorativnogo sostoyaniya oroshaemykh zemel'* [Increasing the reliability of operation of an open collector-drainage network while improving the reclamation state of irrigated lands]. *Vestnik meliorativnoy nauki* [Bull. of Reclamation Science], no. 3, pp. 19-30, EDN: ULBFHS. (In Russian).

8. Yashin V.M., 2018. *Ekologicheskie opasnosti pri ekspluatatsii orositel'nykh sistem i meropriyatiya po ikh preduprezhdeniyu i likvidatsii* [Ecological dangers during irrigation system's operation and preventive and elimination measures]. *Melioratsiya i vodnoe khozyaystvo* [Land Reclamation and Water Management], no. 6, pp. 24-28, EDN: YSUKWL. (In Russian).

9. Ravshanov N., Nazirova E.Sh., Oripzhanova U., Aminov S.M., 2020. *Matematicheskaya model' i chislennyy algoritm dlya issledovaniya protsessa fil'tratsiya zhidkosti vo vzaimodeystvuyushchikh napornykh sloyakh* [Mathematical model and numerical algorithm for studying the process of fluid filtration in interacting pressure layers]. *Problemy vychislitel'noy i prikladnoy matematiki* [Problems of Computational and Applied Mathematics], no. 1(25), pp. 28-49, EDN: AVBJMB. (In Russian).

10. Ravshanov N., Orifzhonova U., 2020. *Modelirovanie protsessa fil'tratsii zhidkosti vo vzaimodeystvuyushchikh napornykh poristykh sloyakh* [Modeling the process of fluid filtration in interacting pressure porous layers]. *Problemy vychislitel'noy i prikladnoy matematiki* [Problems of Computational and Applied Mathematics], no. 6(30), pp. 93-115, EDN: OAW EUA. (In Russian).

11. Kireycheva L.V., 1999. *Drenazhnye sistemy na oroshaemykh zemlyakh: proshloe, nastoyashchee, budushchee* [Drainage Systems on Irrigated Lands: Past, Present, Future]. Moscow, VNIIGiM, 202 p. (In Russian).

12. Shchedrin V.N., Kapustyan A.S., 2015. *Etapy razvitiya proizvodstva drenazhnykh работ na yuge Rossii: monografiya* [Development Stages of the Production of Drainage Works in the South of Russia: monograph]. Novochoerkassk, RosNIIPM, 112 p. (In Russian).

13. Shchedrin V.N., 2004. *Oroshenie segodnya: problemy i perspektivy: monografiya* [Irrigation Today: Problems and Prospects: monograph]. Moscow, Meliovodinform Publ., 255 p. (In Russian).

14. Shchedrin V.N., Kapustyan A.S., Gostishchev V.D., Kuzmichev A.A., Sakharov R.Yu., Ponomarenko T.S., 2012. *Tekhnicheskaya ekspluatatsiya drenazha na meliorativnykh sistemakh: nauch. obzor* [Technical Drainage Operation on Reclamation Systems: scientific review]. Novochoerkassk, 60 p., deposited in VINITI on 07.06.2012, no. 265-B2012. (In Russian).

15. Shumakov B.B., 1977. *Metody stroitel'stva zakrytogo drenazha na oroshaemykh zemlyakh i perspektivy ikh sovershenstvovaniya* [Methods for construction of closed drainage on irrigated lands and prospects for their improvement]. *Progressivnye metody stroitel'stva zakrytogo drenazha na oroshaemykh zemlyakh: sb. nauch. trudov* [Progressive Methods for Construction of Closed Drainage on Irrigated Lands: coll. of scientific works]. VASKhNIL, Moscow, Kolos Publ., pp. 3-7. (In Russian).

16. Liskonov A.T., Bredikhin N.N., Savchuk D.P., 1992. *Zakrytyy gorizontal'nyy drenazh pri oroshenii* [Closed Horizontal Drainage by Irrigation]. Krasnoyarsk, Krasnoyarsk University Publ., 288 p. (In Russian).

17. Aidarov I.P., 1985. *Regulirovanie vodno-solevogo i pitatel'nogo rezhimov oroshaemykh zemel'* [Regulation of Water-Salt and Nutrient Regimes of Irrigated Lands]. Moscow, Agropromizdat Publ., 126 p. (In Russian).

18. Vasiliev S.M., Shchedrin V.N., Kozhanov A.L., Voevodin O.V., Slabunov V.V., Shtanko A.S., Zhuk S.L., 2018. *Osushitel'nye sistemy dvustoronnego deystviya: nauchnyy obzor* [Double-Acting Drainage Systems: scientific review]. Novochoerkassk, 117 p. (In Russian).

19. Klimko A.I., Kantseber Yu.A., Ermolina L.M., 1979. *Raschety optimal'nykh par-*

Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2023. Т. 91, № 3. С. 310–321.  
Ways of Increasing the Efficiency of Irrigated Agriculture. 2023. Vol. 91, no. 3. P. 310–321.

*ametrov sel'skokhozyaystvennogo drenazha* [Calculations of Optimal Parameters of Agricultural Drainage]. Moscow, Kolos Publ., 143 p. (In Russian).

20. Vasilchenko V.A., Mironov V.I., Tarkhanov S.I., 1987. *Vremennyye ukazaniya po proektirovaniyu i stroitel'stvu zakrytogo drenazha na oroshaemykh zemlyakh uzkotransheynymi drenoukladchikami s primeneniem rulonnykh zashchitnofil'truyushchikh materialov* [Temporary Guidelines for Design and Construction of Closed Drainage on Irrigated Lands Using Narrow-Trench Drainage Machines Using Roll Protective Filter Materials]. Novocherkassk, YuzhNIIGiM, 70 p. (In Russian).

---

#### ***Информация об авторах***

**О. В. Воеводин** – ведущий научный сотрудник, кандидат сельскохозяйственных наук, Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск, Российская Федерация, [vovteh@yandex.ru](mailto:vovteh@yandex.ru), AuthorID: 289574, <https://orcid.org/0000-0003-1098-2979>;

**А. Л. Кожанов** – ведущий научный сотрудник, кандидат технических наук, Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск, Российская Федерация, [AntonKozhanov1983@yandex.ru](mailto:AntonKozhanov1983@yandex.ru), AuthorID: 618621, <https://orcid.org/0000-0002-4240-1967>.

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

**O. V. Voevodin** – Leading Researcher, Candidate of Agricultural Sciences, Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novocherkassk, Russian Federation, [vovteh@yandex.ru](mailto:vovteh@yandex.ru), AuthorID: 289574, <https://orcid.org/0000-0003-1098-2979>;

**A. L. Kozhanov** – Leading Researcher, Candidate of Technical Sciences, Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novocherkassk, Russian Federation, [AntonKozhanov1983@yandex.ru](mailto:AntonKozhanov1983@yandex.ru), AuthorID: 618621, <https://orcid.org/0000-0002-4240-1967>.

*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 17.10.2023; одобрена после рецензирования 20.10.2023; принята к публикации 27.10.2023.*

*The article was submitted 17.10.2023; approved after reviewing 20.10.2023; accepted for publication 27.10.2023.*