

МЕЛИОРАЦИЯ, ВОДНОЕ ХОЗЯЙСТВО И АГРОФИЗИКА

Научная статья

УДК 626.8.005

doi: 10.31774/2712-9357-2026-16-3-91-111

Концептуальная модель выполнения технического ухода при эксплуатации гидромелиоративных систем

Олег Владимирович Воеводин¹, Антон Леонидович Кожанов²,
Александр Васильевич Колганов³

^{1, 2, 3}Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск,
Российская Федерация

¹Vovteh@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1098-2979>

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

³Kolganov49@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0234-0079>

Аннотация. Цель: обосновать методику разработки концептуальной модели на примере выполнения технического ухода при эксплуатации гидромелиоративных систем. **Материалы и методы.** Основой для разработки концептуальной модели является определение по ГОСТ Р 57269. Формулирование определения термина «технический уход» производилось с учетом требований ГОСТ Р ИСО 704-2010 и Р 50.1.075-2011. Построение алгоритма производилось с учетом требований ГОСТ 19.701-90 (ИСО 5807-85). Также в работе использовались принципы базовых форм логики и методов научного познания (анализ и синтез). **Результаты.** Методика содержит последовательно выполняемые три этапа: формулирование определения термина, построение процесса выполнения технического ухода и определение ограничений и допущений. На первом этапе сформулировано определение термина «технический уход», в котором отражены существенные отличия от других видов эксплуатационных мероприятий. На втором этапе построен алгоритм выполнения технического ухода для формализации последовательности операций, установления логических и временных связей между ними, а также определения условий перехода между стадиями процесса. На третьем этапе определены допущения и ограничения, необходимые для строгой фиксации границ применимости и условий реализации процесса выполнения технического ухода. **Выводы.** Методика позволила разработать концептуальную модель выполнения технического ухода при эксплуатации гидромелиоративных систем, которая является абстрактной основой для последующего перехода к рабочему процессу, через применение операционализации и функционального моделирования, обеспечивающих возможность практического применения, в т. ч. при нормировании и цифровизации с последующей интеграцией в системы управления эксплуатацией в гидромелиорации.

Ключевые слова: методика, концептуальное моделирование, алгоритм, технический уход, эксплуатация, гидромелиоративные системы

Источник финансирования: субсидии на выполнение государственного задания № 082-00063-26 ПР за счет средств федерального бюджета.

Для цитирования: Воеводин О. В., Кожанов А. Л., Колганов А. В. Концептуальная модель выполнения технического ухода при эксплуатации гидромелиоративных систем // Мелиорация и гидротехника. 2026. Т. 16, № 3. С. 91–111. <https://doi.org/10.31774/2712-9357-2026-16-3-91-111>.



LAND RECLAMATION, WATER MANAGEMENT AND AGROPHYSICS

Original article

Conceptual model for technical maintenance during irrigation and drainage systems operation

Oleg V. Voevodin¹, Anton L. Kozhanov², Aleksandr V. Kolganov³

^{1, 2, 3}Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novocherkassk,
Russian Federation

¹Vovteh@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1098-2979>

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

³Kolganov49@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0234-0079>

Abstract. Purpose: to substantiate the methodology for developing a conceptual model using the example of technical maintenance during operation of irrigation and drainage systems. **Materials and methods.** The conceptual model development is based on the definition according to GOST R 57269. The definition of the term “technical maintenance” was formulated taking into account the requirements of GOST R ISO 704-2010 and R 50.1.075-2011. The algorithm was constructed taking into account the requirements of GOST 19.701-90 (ISO 5807-85). The principles of basic forms of logic and methods of scientific knowledge (analysis and synthesis) were used. **Results.** The methodology contains three sequentially performed stages: formulating the term definition, constructing a process of technical maintenance, and determining limits and assumptions. The first stage involved formulating a definition of the term “maintenance”, reflecting significant differences from other types of operational activities. In the second stage, a maintenance algorithm to formalize the sequence of operations, establish logical and temporal relationships between them and define the conditions for transitions between process stages, was developed. In the third stage, limits and assumptions to define strictly the applicability boundaries and implementation conditions for the maintenance process, were defined. **Conclusions.** The methodology allowed us to develop a conceptual model for performing maintenance during the operation of irrigation and drainage systems. It serves as an abstract basis for the subsequent transition to an operational process, through the use of operationalization and functional modeling, ensuring the possibility of practical application, including standardization and digitalization with subsequent integration into operational management systems in irrigation and drainage systems.

Keywords: methodology, conceptual modeling, algorithm, maintenance, operation, irrigation and drainage systems

Funding source: subsidies for the implementation of State Assignment No. 082-00063-26 PR are from the federal budget.

For citation: Voevodin O. V., Kozhanov A. L., Kolganov A. V. Conceptual model for technical maintenance during irrigation and drainage systems operation. *Land Reclamation and Hydraulic Engineering*. 2026;16(3):91–111. (In Russ.). <https://doi.org/10.31774/2712-9357-2026-16-3-91-111>.

Введение. В настоящее время при имеющейся нестабильной ситуации в мировой экономике поддержание продовольственной безопасности России – это актуальная задача [1]. Гидромелиоративные системы (ГМС) в России являются важным звеном не только для подачи воды с целью

орошения сельскохозяйственных культур, отвода необходимого объема дренажного стока при осушении территорий, но и для обеспечения водными ресурсами многих регионов, обводнения территорий, а также при необходимости участвуют в важном процессе – пропуске весеннего половодья и паводков. В связи с этим можно утверждать, что они играют ключевую роль в обеспечении продовольствием. При этом в процессе эксплуатации гидромелиоративных систем производятся многие операции от управления водораспределением до ухода за гидротехническими сооружениями (ГТС) и проведения различных видов ремонтов. Данные операции в процессе эксплуатации необходимы из-за того, что эффективность работы ГМС зависит от состояния всех гидротехнических сооружений, будь то каналы или сетевые сооружения [2, 3].

Выполнение уходных работ на ГМС заключается в поддержании всех сооружений в технически исправном состоянии для обеспечения работы системы в проектном режиме. При этом они могут включать в себя проверку состояния гидротехнических сооружений, очистку каналов, коллекторов и других водопроводящих сооружений, техническое обслуживание оборудования, а также контроль и учет выполненных работ. Причем качество выполнения уходных работ напрямую влияет на эффективность функционирования гидромелиоративных систем [3–5].

Сейчас имеется опыт применения концептуальных моделей в различных областях [6–8]. Примеры – ряд концептуальных положений, относящихся к организации и функционально-пространственному обустройству рабочих мест инвалидов на предприятиях; последовательность шагов с участием пользователя, которые составляют концептуальную модель проектирования интерфейса; концептуальная модель академического предпринимательства в рамках теории тройной спирали. При этом модели процессов ремонтов или уходных работ в гидромелиоративной практике отсутствуют, а разработка концептуальной модели на примере выполнения

технического ухода при эксплуатации ГМС необходима и является технологическим заданием.

Рассматривая понятия в области выполнения технического ухода на ГМС, такие как «технический уход», «уходные работы», «уходные работы на канале», «уходные работы на ГТС», видим, что стандартизированных определений данных понятий нет. Предложенные различными российскими авторами описания не являются определениями данных терминов, а представляют собой перечень работ, направленных на поддержание технического состояния того или иного сооружения для обеспечения работы в проектных режимах.

В документах Международной комиссии по ирригации и дренажу (ICID) и Продовольственной и сельскохозяйственной организации Объединенных Наций (FAO) [9–11] также отсутствуют понятия технического ухода и уходных работ. Рассматриваются вопросы процессов эксплуатации, технического обслуживания и их разделения. При этом авторы отмечают, что эксплуатация и техническое обслуживание тесно связаны в управлении ирригацией, но принципиально отличаются. Но в данных документах нет разделения технического обслуживания и ухода. Хотя обслуживание и уход нельзя объединять в один вид работ.

В связи с этим на первоначальных этапах организации концептуальной модели требуется создание необходимых определений терминов. Состав уходных работ рассматривается многими авторами: в нормативном документе СП 421.1325800.2018¹, в научно-технической литературе [12–14] и в документах ICID и FAO, но при этом в них нет единого понимания данного состава, что требует проработки при создании концептуальной модели. Причем рассматриваются разнообразные методы выполнения работ

¹Мелиоративные системы и сооружения. Правила эксплуатации: СП 421.1325800.2018: утв. М-вом стр-ва и жилищ.-комму. хоз-ва Рос. Федерации 24.12.18: введ. в действие с 25.06.19. М.: Стандартинформ, 2019. 51 с.

от ручных до механических и биотехнических с различной периодичностью и очередностью.

Таким образом, цель настоящей статьи – обосновать методику разработки концептуальной модели на примере производства технического ухода при эксплуатации гидромелиоративных систем.

Исследования, представленные в статье, проводились в рамках государственного задания Минсельхоза России на 2026 г. по теме «Провести исследования и разработать документы по стандартизации в области мелиорации». Формой завершения разработки является проект национального стандарта, содержащего правила проведения уходных работ.

Материалы и методы. Основой для разработки концептуальной модели является определение по ГОСТ Р 57269-2016²: «Концептуальная модель – это компактное изложение сущности и внутренних представлений о ней пользователей и разработчиков; концептуальная модель включает в себя логику и алгоритмы и явно признает допущения и ограничения». Данный стандарт был взят, так как больше всего подходит к жизненному циклу гидромелиоративных систем, являющихся природно-антропогенными объектами.

Определение термина «технический уход» формулировали с учетом требований ГОСТ Р ИСО 704-2010³ и Р 50.1.075-2011⁴, так как в данных документах рассматриваются нормативные положения в области разработки определений терминов, рекомендуемые Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии.

Построение алгоритма производили с учетом требований ГОСТ 19.701-

²ГОСТ Р 57269-2016. Интегрированный подход к управлению информацией жизненного цикла антропогенных объектов и сред. Термины и определения. Введ. 2018-01-01. М.: Стандартинформ, 2020. 36 с.

³ГОСТ Р ИСО 704-2010. Терминологическая работа. Принципы и методы. Введ. 2011-09-01. М.: Стандартинформ, 2020. 57 с.

⁴Р 50.1.075-2011. Разработка стандартов на термины и определения. Введ. 2012-03-01. М.: Стандартинформ, 2012. 23 с.

90 (ИСО 5807-85)⁵ как основополагающего стандарта в области разработки схем алгоритмов с условными обозначениями и правилами их выполнения.

При определении состава уходных работ применялись СП 421.1325800.2018¹ и ПОЭСНр-2001⁶, в которых имеется общий перечень мероприятий технического обслуживания (ухода) и состав работ.

Также в работе использовались принципы базовых форм логики и методов научного познания. Так, для обеспечения однозначного понимания применялся логический прием определения понятия термина через определение существенных признаков. Из методов научного познания, опирающихся на сочетание теоретических методов, в данной статье применяли такие, как анализ и синтез. Посредством анализа исследуемый процесс выполнения технического ухода был декомпозирован на составляющие, и далее эти элементы были интегрированы в целостную модель посредством синтеза, так как синтез и есть соединение частей в целое для понимания объекта как системы, все это позволило сформулировать результаты.

Результаты и обсуждение. Методика разработки концептуальной модели представлена на примере процесса выполнения технического ухода на гидротехнических сооружениях гидромелиоративных систем и включает три этапа: формулирование определения термина, построение процесса выполнения технического ухода и определение ограничений и допущений.

Этап 1. Формулирование определения термина «технический уход».

Предварительный обзор источников показал, что определения термина «технический уход» отсутствуют. В свою очередь считаем, что опреде-

⁵ГОСТ 19.701-90 (ИСО 5807-85). Единая система программной документации (ЕСПД). Схемы алгоритмов, программ, данных и систем. Обозначения условные и правила выполнения. Введ. 1992-01-01. М.: Стандартинформ, 2010. 26 с.

⁶ПОЭСНр-2001. Общие указания по применению производственно-отраслевых элементных сметных норм на ремонтные работы мелиоративных систем и сооружений. Отраслевые элементные сметные нормы на ремонтно-реставрационные работы от 24.07.2000 № 2001 / Минсельхозпрод России; Департамент мелиорации земель и сельхозводоснабжения. М., 2000. 136 с.

ление должно являться ядром концептуальной модели, определяющим существенное отличие от других эксплуатационных мероприятий, а также пространственные и функциональные границы, и отвечать на вопрос: «Что это?».

На данном этапе в качестве методических подходов, применяемых при исследовании определения, используются требования ГОСТ Р ИСО 704-2010³, Р 50.1.075-2011⁴, в основу которых заложен единый принцип перехода от объекта к понятию (рисунок 1).



Рисунок 1 – Схема перехода от объекта к понятию⁴

Figure 1 – Diagram of the transition from object to concept⁴

Важность данного подхода выражается в стандартизированной выработке понятия через определение свойств и характеристик объекта. Далее делается переход от понятия к определению, которое позволяет отличать, отыскивать и формулировать рассматриваемое понятие. Основная задача на данном этапе – выявление существенных признаков, присущих только техническому уходу.

В СП 421.1325800.2018¹ отсутствует термин «технический уход» и не приводится его определение, однако в п. 6.4.1 имеется описание представления, из чего состоит технический уход: «Технический уход за элементами мелиоративных объектов состоит в проведении мероприятий, обеспечивающих ограничение или устранение последствий вредного воздействия окружающей среды, препятствующих работе сооружений в проектных режимах».

Также в словаре-справочнике⁷ приводится термин с определением: «Уход – система мероприятий по поддержанию свойств, работоспособности, состояния чего-нибудь (машин, механизмов, приборов, систем, угодий)».

В представленных двух терминах с определениями можно выделить несколько групп словосочетаний, которые описывают понятия «технический уход», «уход» (таблица 1).

Таблица 1 – Анализ групп словосочетаний в определениях терминов по источникам

Table 1 – Analysis of groups of phrases in term definitions by sources

Источник (термин)	Относится к	Направление выполняемого действия	Направлено на
СП 421.1325800.2018 ¹ (технический уход)	мероприятиям	Ограничение или устранение последствий вредного воздействия окружающей среды	работу сооружений в проектных режимах
Словарь-справочник ⁷ (уход)	системе мероприятий	Поддержание свойств, работоспособности	машины, механизмы, приборы, системы, угодья

Анализ данных колонки 2 (см. таблицу 1), а также дополнительных источников, таких как Федеральный закон № 4⁸ и ГОСТ Р 58330.2-2018⁹, показывает, что данных словосочетаний недостаточно и требуется уточнение в виде добавления уточняющих терминов, в результате чего получено следующее словосочетание: «Вид эксплуатационных мероприятий на гидромелиоративных системах». Приведенные уточнения направлены на конкретизацию ближайшего родового понятия, так как в практике имеется множество мелиоративных мероприятий и систем.

Приведенные словосочетания в колонках 3 и 4 (см. таблицу 1) фор-

⁷Колганов А. В., Шкура В. Н., Щедрин В. Н. Словарь-справочник гидротехника-мелиоратора: терминологическое словосочетание. В 2 ч. Ч. 2 (О–Я). Новочеркасск: РосНИИПМ, 2014. 432 с. EDN: TVBUYT.

⁸О мелиорации земель [Электронный ресурс]: Федер. закон Рос. Федерации от 10 янв. 1996 г. № 4-ФЗ: принят Гос. Думой 8 дек. 2006 г. // Официальный интернет-портал правовой информации www.pravo.gov.ru.

⁹ГОСТ Р 58330.2-2018. Мелиорация. Виды мелиоративных мероприятий и работ. Классификация. Введ. 2019-07-01. М.: Стандартинформ, 2019. 27 с.

мируют в определении вторую важную часть, отвечающую за видовые отличительные признаки, т. е. в определение необходимо включить свойства и характеристики, относящиеся к термину «технический уход», которые будут иметь отличия от терминов, объединенных родовым понятием. Родовое понятие «вид эксплуатационных мероприятий на гидромелиоративных системах» объединяет такие виды эксплуатационных мероприятий, как технический уход, техническое обслуживание, текущий ремонт и т. д.

Приведенные в колонках 3 и 4 таблицы 1 свойства и характеристики не имеют существенных отличительных признаков. Исходя из определений, имеющих место в мелиоративной энциклопедии¹⁰: «Работоспособность – состояние системы (сооружения, машины и др.), при котором ее основные параметры, характеризующие способность выполнять заданные функции, находятся в данный момент в пределах, установленных требованиями проекта, нормативно-технической документации» и ГОСТ Р ИСО 2041-2012¹¹: «Окружающая среда – совокупность всех внешних условий, воздействующих на систему в данный момент времени», можно утверждать, что приведенные свойства «работоспособность» и «окружающая среда» присущи всем терминам, объединенным родовым понятием «вид эксплуатационных мероприятий на гидромелиоративных системах». Например, в словаре-справочнике⁷ определение термина: «Ремонт – процесс и деятельность по устранению повреждений (поломок, дефектов), восстановлению ресурса или работоспособности систем, объектов, машин, оборудования», содержит «работоспособность», что является характерным результатом проведения всех видов эксплуатационных работ.

Наиболее существенным отличием «технического ухода» от «технического обслуживания», «текущего ремонта», «аварийного ремонта» явля-

¹⁰Мелиоративная энциклопедия / ред.: А. В. Колганов; сост.: Б. С. Маслов. М.: Росинформагротех, 2004. Т. 3 (П–Я). 440 с. EDN: UGTTLT.

¹¹ГОСТ Р ИСО 2041-2012. Вибрация, удар и контроль технического состояния. Термины и определения. Введ. 2013-12-01. М.: Стандартинформ, 2019. 45 с.

ется отсутствие прямого воздействия на конструктивные элементы сооружений, а именно на сооружениях производятся работы по удалению древесно-кустарниковой растительности и скашиванию травянистой растительности, удалению ила, наносов и мусора, ограничению негативного воздействия вредителей и т. п. В связи с этим отличительными признаками «технического ухода» являются процессы, которые воздействуют на ил, наносы, мусор, а также флору и фауну.

Для придания формируемому определению краткости необходим поиск обобщающих терминов. Так, для «ила, наносов и мусора» таким может быть «засорение», так как согласно ГОСТ Р 59053-2020¹²: «Засорение вод – накопление в водных объектах посторонних предметов». В качестве обобщающего термина для флоры и фауны предлагаем использовать термин «биота», так как в словаре-справочнике¹³: «Биота – естественно (эволюционно) сформировавшаяся или искусственно сформированная совокупность растительных и животных организмов (флоры и фауны) в пределах естественно или искусственно ограниченной территории (поля, луга, водоема, ландшафта, лесного массива и др.)».

Следующим этапом формирования определения является поиск направляющих, уточняющих, увязывающих и ограничивающих терминов. Направляющие термины служат для пояснения: «Зачем производится технический уход?» В данном случае он направлен «на сохранение функционирования сооружений», а под «функционированием» в соответствии с ГОСТ Р 57306-2016¹⁴ понимается следующее: «Функционирование – работа продукта, процесса или системы в соответствии с их назначением».

¹²ГОСТ Р 59053-2020. Охрана окружающей среды. Охрана и рациональное использование вод. Термины и определения. Введ. 2021-04-01. М.: Стандартинформ, 2020. 20 с.

¹³Колганов А. В., Шкура В. Н., Щедрин В. Н. Словарь-справочник гидротехника-мелиоратора: терминолог. слов. В 2 ч. Ч. 1 (А–Н). Новочеркасск: РосНИИПМ, 2014. 422 с. EDN: TVBEIL.

¹⁴ГОСТ Р 57306-2016. Инжиниринг. Терминология и основные понятия в области инжиниринга. Введ. 2017-09-01. М.: Стандартинформ, 2018. 15 с.

В свою очередь, термин «функционирование» имеет довольно широкое понятие, так как в соответствии с ГОСТ Р 70566-2022¹⁵ гидротехнические сооружения могут осуществлять свою работу при разных категориях технического состояния, в связи с чем требуется уточнение: «...на сохранение функционирования сооружений в проектом режиме». При этом под проектным режимом подразумевается вид эксплуатационного режима, состоящий из совокупности расчетных конструктивных параметров и функциональных характеристик, заложенных на стадии проектирования, направленных на поддержание сооружений в надлежащем техническом состоянии и обеспечение эффективного функционирования в течение всего срока службы.

Увязывающие термины предназначены для привязки и уточнения воздействия на отличительные признаки, в частности, на процессы, связанные с «биотой» и «засорением». Использование терминов «удаление», «устранение» считаем не совсем корректным, так как они не могут относиться ко всему составу процессов, осуществляемых при производстве уходных работ, в частности, для водной растительности «удаление» подходит, а вот для наземной травянистой растительности более подходящим является «скашивание», так как данная растительность используется при формировании дерна для укрепления грунта. В связи с чем предлагаем увязать термины следующим способом: «...посредством управления процессами засорения и развития биоты», при этом согласно ГОСТ Р ИСО 15531-1-2008¹⁶: «Управление процессом – функция поддержания процесса в рабочем состоянии в рамках данного уровня способностей и производственных возможностей».

¹⁵ГОСТ Р 70566-2022. Системы и сооружения мелиоративные. Правила обследования и мониторинга технического состояния. Введ. 2023-07-01. М.: РСТ, 2022. 19 с.

¹⁶ГОСТ Р ИСО 15531-1-2008. Промышленные автоматизированные системы и интеграция. Данные по управлению промышленным производством. Ч. 1. Общий обзор. Введ. 2010-01-01. М.: Стандартинформ, 2020. 24 с.

Ограничивающие термины определяют пространственные границы процесса технического ухода в рамках выполнения уходных работ, что, на наш взгляд, является существенным фактором, влияющим на объемы и состав работ. При этом уходная работа – это операция процесса производства технического ухода, непосредственно направленная на удаление засорений и регулирование развития биоты. Например, если рассматривать мелиоративный канал, его граница, по нашему мнению, не будет проходить по его кромке, а будет охватывать и прилегающую к нему (каналу) территорию, необходимую для проведения различных работ, в т. ч. и эксплуатационных. Данная территория называется полосой отвода, а согласно ГОСТ Р 71111-2023¹⁷: «Полоса отвода – линейно-протяженный земельный участок на трассе сооружения, отведенный для его размещения, строительства, реконструкции, капитального ремонта и эксплуатации». Таким образом, ограничивающие термины предлагаем представить в следующем виде: «...в границах полосы отвода».

Собрав составляющие части, получили следующее определение термина: «Технический уход – вид эксплуатационного мероприятия на гидромелиоративных системах, направленного на сохранение функционирования сооружений в проектом режиме посредством управления процессами засорения и развития биоты в границах полосы отвода».

Этап 2. Построение процесса выполнения технического ухода в виде алгоритма.

Для понимания того, как работает процесс выполнения технического ухода, необходимо определить основные операции процесса и состав уходных работ, далее для проверки последовательности и взаимосвязи операций строим алгоритм процесса.

Состав основных операций процесса формируется на основании

¹⁷ГОСТ Р 71111-2023. Системы и сооружения мелиоративные. Нормы отвода земель для линейных сооружений. Введ. 2024-07-01. М.: РСТ, 2023. 22 с.

принятой практики, отражающей суть планово-предупредительной системы эксплуатации в гидромелиорации.

Состав уходных работ формировался на основании сформулированного определения термина «технический уход», СП 421.1325800.2018¹, ПОЭСНр-2001⁶ и государственных сметных нормативов.

Мероприятия по техническому уходу на гидромелиоративных системах (мелиоративных каналах и сооружениях на сети) включают в себя восемь задач от обследования сооружений до составления актов выполненных работ. Данные мероприятия приведены в блок-схеме алгоритма (рисунок 2), составленной по правилам, изложенным в ГОСТ 19.701-90 (ИСО 5807-85)⁵.

После обследования состояния сооружений определяется наличие конструктивных повреждений сооружений. Если имеются повреждения, то назначается текущий или капитальный ремонт без проведения уходных работ, если нет, то определяется необходимость проведения уходных работ. Восьмой блок «Выполнение уходных работ» является предопределенным процессом, который отображен в отдельной блок-схеме (рисунок 3), он состоит из девяти операций, которые выполняются в зависимости от наличия засорений, вредителей и развития биоты.

В данном процессе имеются некоторые допущения. Так, при необходимости работы по удалению мусора, дрейссены, растительности можно вести параллельно, а если данные работы ведутся в межполивной сезон, с ними можно совмещать и удаление наносов, в зимне-весенний период параллельно можно выполнять работы по удалению снега и при необходимости льда и шуги.

Этап 3. Определение ограничений и допущений для процесса производства технического ухода.

Допущения и ограничения устанавливают критерии корректности применения модели, при этом допущения фиксируют принятые при построении модели упрощения, а ограничения определяют область применения модели.

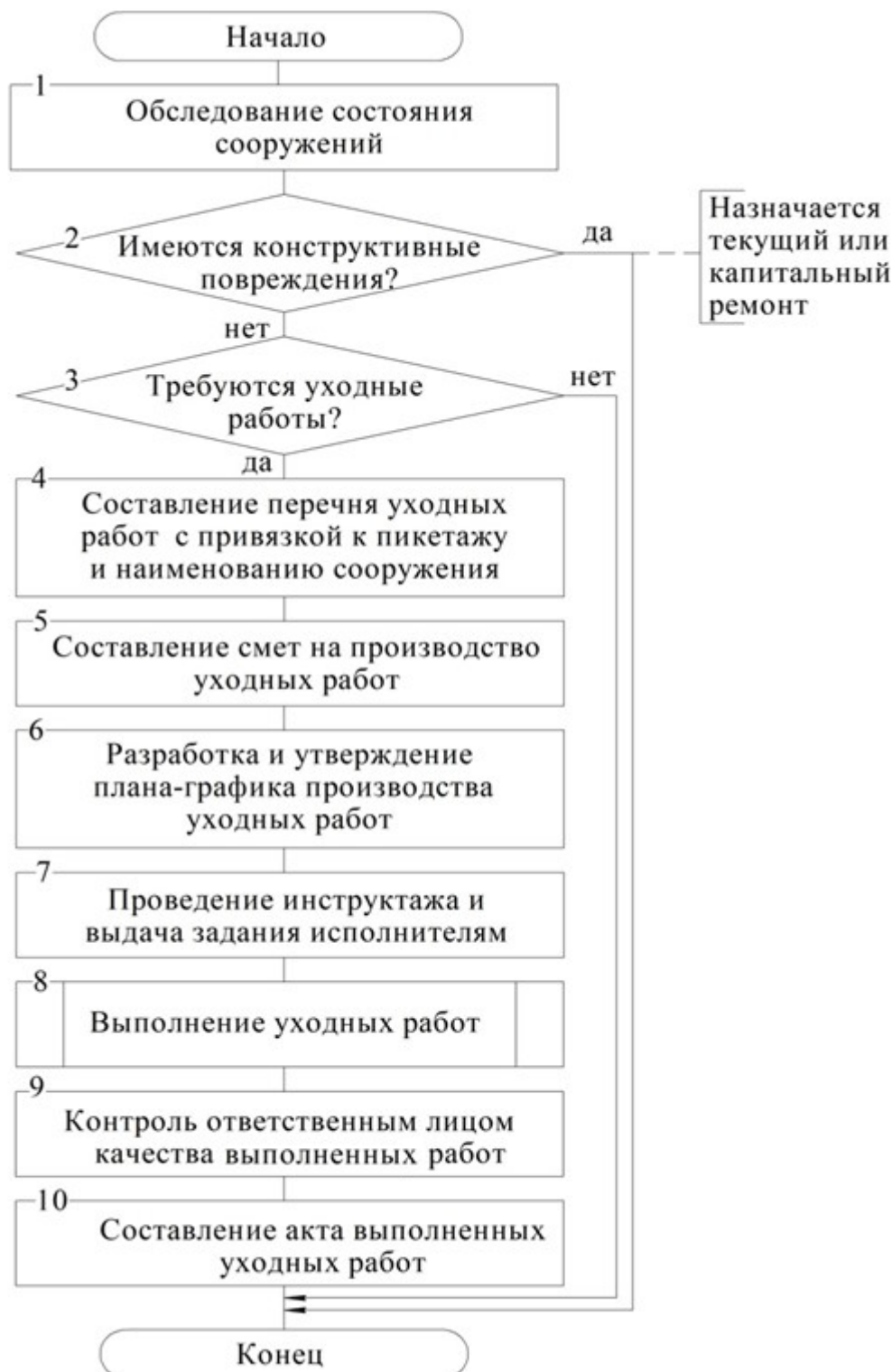


Рисунок 2 – Процесс выполнения мероприятий по техническому уходу

Figure 2 – The process of performing technical maintenance activities

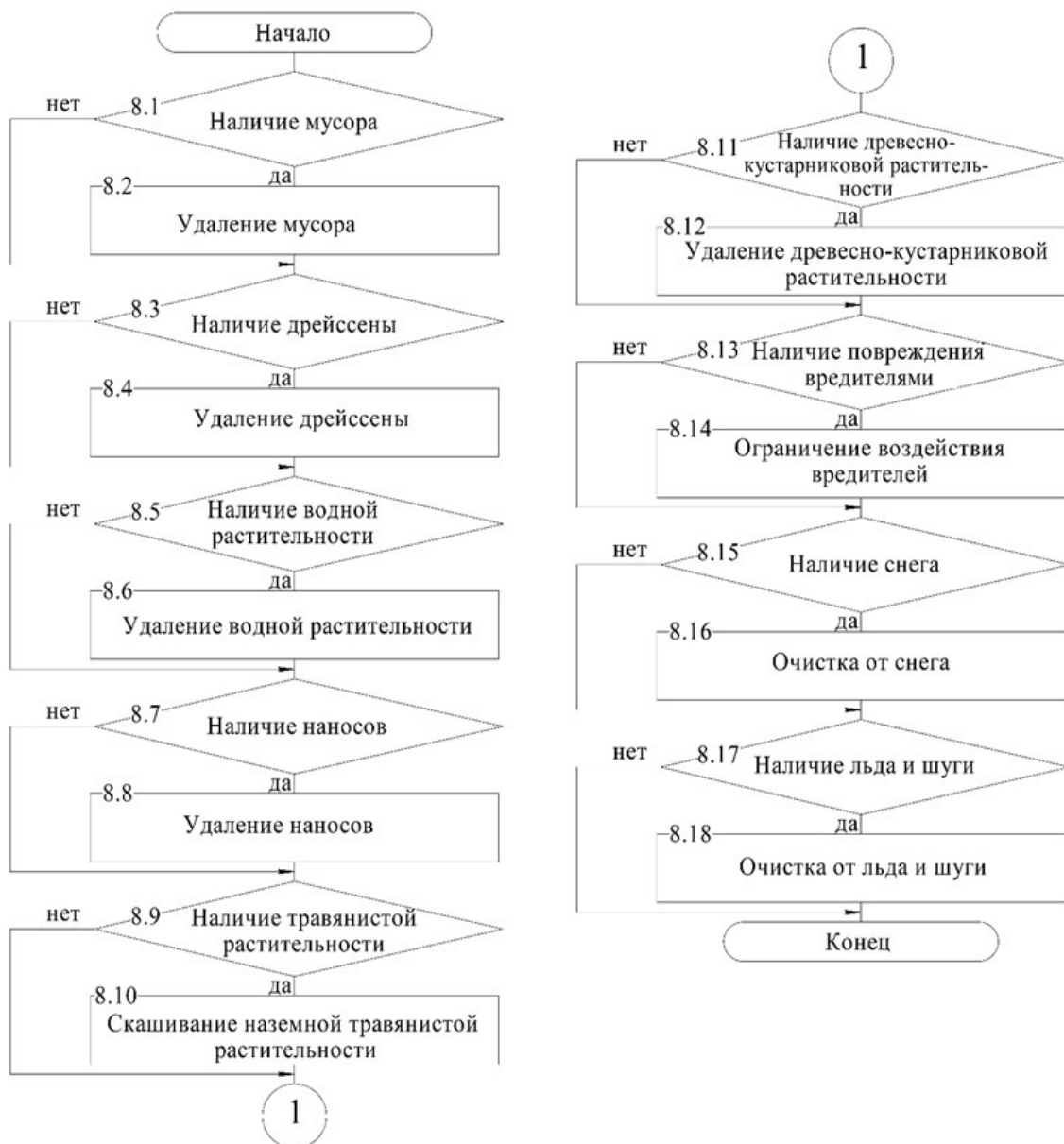


Рисунок 3 – Процесс выполнения уходовых работ
Figure 3 – The process of performing maintenance work

Допущения концептуальной модели процесса:

- все управленческие решения в процессе принимаются исключительно на основании данных мониторинга, технологических карт, действующих нормативно-технических документов (внешних и внутренних), без учета субъективных факторов;
- данные обследований, дефектные ведомости и отчеты исполнителей поступают в систему управления процессом своевременно и в полном объеме;

- модель предполагает, что на момент начала каждой операции производимые действия обеспечены необходимыми материально-техническими ресурсами, квалифицированным персоналом и финансированием;
- принимается, что в течение реализации процесса не происходит реорганизаций эксплуатирующей организации, смены ответственных лиц, изменения зон ответственности между подразделениями;
- каждая последующая операция процесса начинает выполняться после полного завершения предыдущей операции;
- все приборы, инструменты и методы, используемые на стадиях обследования и контроля, проходят своевременную поверку, калибровку и дают достоверные данные;
- модель не учитывает ситуации, когда одновременное или последовательное выполнение операций на смежных участках создает взаимные помехи.

Ограничения концептуальной модели процесса:

- модель процесса выполнения технического ухода применима только к гидромелиоративным системам, находящимся в стадии эксплуатации;
- модель процесса описывает мероприятия, которые не воздействуют на конструкции сооружений гидромелиоративных систем, как только возникает необходимость воздействия на конструкцию сооружений, процесс выходит за рамки модели и переходит в другой процесс (производство текущего ремонта, капитального ремонта и т. д.);
- основные операции процесса (уходные работы) производятся строго в границах полосы отвода сооружения гидромелиоративной системы;
- модель учитывает, что ряд операций процесса принципиально не может выполняться в теплый или холодный периоды года;
- модель описывает процесс на уровне эксплуатирующей организации;
- процесс, описываемый моделью, охватывает исключительно работы, заранее запланированные на основании регулярного мониторинга или прогноза развития засорения и биоты;

- модель применима только при наличии полного комплекта исходных проектных и эксплуатационных документов на сооружение гидромелиоративной системы;

- модель описывает процесс, состоящий из типовых, стандартизированных операций, для которых существуют устоявшиеся технологии, нормативы трудоемкости и расценки.

Выводы

1 На основании выделения уходных работ из общего количества проводимых при эксплуатации гидромелиоративных систем, за счет выявления существенных признаков, присущих только техническому уходу, сформулировано определение данного термина как вид эксплуатационного мероприятия на гидромелиоративных системах, направленного на сохранение функционирования сооружений в проектном режиме посредством управления процессами засорения и развития биоты в границах полосы отвода.

2 Для понимания процесса выполнения технического ухода на гидромелиоративных системах разработан алгоритм данного процесса, в котором блок «Выполнение уходных работ» представлен отдельной последовательностью, состоящей из девяти операций, которые выполняются в зависимости от процессов засорения и развития биоты. Данный алгоритм конкретизирует последовательность и ограничивает состав уходных работ согласно установленным критериям, которые в существующих документах не были структурированы.

3 Методика позволила разработать концептуальную модель выполнения технического ухода при эксплуатации гидромелиоративных систем, которая является абстрактной основой для последующего перехода к рабочему процессу, через применение операционализации и функционального моделирования, обеспечивающих возможность практического применения, в т. ч. при нормировании и цифровизации с последующей интеграцией в системы управления эксплуатацией в гидромелиорации.

Список источников

1. Примаков Н. В., Букарев А. А. Модернизация культиватора КРН-5,6 для проведения уходных работ // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета [Электронный ресурс]. 2023. № 194. С. 213–219. URL: <http://ej.kubagro.ru/2023/10/pdf/19.pdf> (дата обращения: 01.09.2026). DOI: 10.21515/1990-4665-194-019. EDN: SNUCYD.
2. Зверьков М. С., Брыль С. В. Аналитический обзор подходов к оценке технического уровня гидромелиоративных систем // Экология и строительство. 2020. № 3. С. 33–44. DOI: 10.35688/2413-8452-2020-03-005. EDN: JLRHZN.
3. Абдразаков Ф. К., Герасимов К. А. Анализ ключевых проблем в эксплуатации оросительных систем // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XV Нац. конф. с междунар. участием, г. Саратов, 10 апр. 2025 г. Саратов: Вавиловский университет, 2025. С. 3–6. EDN: SSVCAQ.
4. Чижевская Н. А. Влияние зарастания каналов на гидравлическую эффективность и эксплуатационную надежность оросительных систем // Межотраслевые исследования как основа развития научной мысли: сб. ст. по итогам междунар. науч.-практ. конф. Стерлитамак, 2022. С. 68–70. EDN: XZZRLR.
5. Васильченко А. П., Шепелев А. Е. Оценка состояния и состава машин и механизмов на мелиоративных системах // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2025. Т. 97, № 3. С. 78–90. EDN: QGRMDC.
6. Шолух Н. В., Сацура Е. И. Концептуальная модель функционально-пространственного обустройства мест приложения труда инвалидов в структуре градообразующего промышленного предприятия // Современное промышленное и гражданское строительство. 2023. Т. 19, № 3. С. 127–137. EDN: JWIYWK.
7. Belikova S. A., Rogozov Y. I. Designing a conceptual model of the process of user interface construction // Programnaya Ingeneria. 2022. Vol. 13, № 10. P. 508–514. DOI: 10.17587/prin.13.508-514. EDN: JLDCLK.
8. Sitenko D. A., Holienka M. Conceptual model of academic entrepreneurship within the framework of the Triple Helix theory // Bulletin of Karaganda University. Economy Series. 2022. Vol. 107, № 3. P. 165–172. EDN: CLIOMJ.
9. Renault D., Facon T., Wahaj R. Modernizing Irrigation Management – the MASSCOTE Approach. Mapping System and Services for Canal Operation Techniques. FAO Irrigation and Drainage Paper № 63. Rome: FAO, 2007. 209 p.
10. Planning the Management, Operation, and Maintenance of Irrigation and Drainage Systems: A Guide for the Preparation of Strategies and Manuals. The World Bank Technical Paper No. 389 / International Commission on Irrigation and Drainage (ICID). Washington, D. C., 1998. 138 p.
11. Bart Snellen W. Irrigation Water Management. Training Manual No. 10. Irrigation Scheme Operation and Maintenance / Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome: FAO, 1996. 49 p.
12. Воеводин О. В., Кожанов А. Л. Нормативное регулирование уходных работ на мелиоративных каналах: от поддержания инфраструктуры к обеспечению устойчивого земледелия // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2026. Т. 98, № 1. С. 129–144. EDN: IPHTCT.
13. Уходные эксплуатационные работы на магистральных каналах оросительных систем: науч. обзор / С. М. Васильев, Ю. Е. Домашенко, Ю. Ф. Снопич, П. В. Калинин, Н. А. Антонова, М. А. Ляшков. 47 с. Деп. в ВИНТИ РАН 01.09.14, № 243-B2014. EDN: UYLAMR.

14. Анженков А. С., Левин Г. Ю. Применение рекомендаций по обоснованию объемов работ и затрат на их выполнение при нормативном техническом обслуживании мелиоративных систем // Мелиорация. 2018. № 3(85). С. 5–16. EDN: YUJLAL.

References

1. Primakov N.V., Bukarev A.A., 2023. *Modernizatsiya kul'tivatora KRN-5,6 dlya provedeniya ukhodnykh rabot* [Modernization of the cultivator KRN-5.6 for maintenance work]. *Politematicheskii setevoy elektronnyy nauchnyy zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Polythematic Online Scientific Journal of Kuban State Agrarian University], no. 194, pp. 213-219, available: <http://ej.kubagro.ru/2023/10/pdf/19.pdf> [accessed 01.09.2026], DOI: 10.21515/1990-4665-194-019, EDN: SNUCYD. (In Russian).

2. Zverkov M.S., Bryl S.V., 2020. *Analiticheskiy obzor podkhodov k otsenke tekhnicheskogo urovnya gidromeliorativnykh sistem* [Analytical review of approaches to assessing the technical level of irrigation and drainage systems]. *Ekologiya i stroitel'stvo* [Ecology and Construction], no. 3, pp. 33-44, DOI: 10.35688/2413-8452-2020-03-005, EDN: JLRHZZH. (In Russian).

3. Abdrazakov F.K., Gerasimov K.A., 2025. *Analiz klyuchevykh problem v ekspluatatsii orositel'nykh sistem* [Analysis of the main problems in the operation of irrigation systems]. *Sovremennye problemy i perspektivy razvitiya stroitel'stva, teplogazosnabzheniya i energoobespecheniya: materialy XV Natsionalnoy konferentsii s mezhdunar. uchastiem* [Modern Problems and Prospects for the Development of Construction, Heat, Gas and Energy Supply: Proc. of the XV National Conference with International Participation]. Saratov, Vavilov University, pp. 3-6, EDN: SSVCAQ. (In Russian).

4. Chizhevskaya N.A., 2022. *Vliyanie zarastaniya kanalov na gidravlicheskiy effektivnost' i ekspluatatsionnuyu nadezhnost' orositel'nykh sistem* [Influence of channel overgrowth on the hydraulic efficiency and operational reliability of irrigation systems]. *Mezhotraslevye issledovaniya kak osnova razvitiya nauchnoy mysli: sb. st. po itogam mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Intersectoral Research as a Basis for the Development of Scientific Thought: Proc. of the International Scientific and Practical Conference]. Sterlitamak, pp. 68-70, EDN: XZZRLR. (In Russian).

5. Vasilchenko A.P., Shepelev A.E., 2025. *Otsenka sostoyaniya i sostava mashin i mekhanizmov na meliorativnykh sistemakh* [Assessment of the state and composition of machinery and mechanisms in land reclamation systems]. *Puti povysheniya effektivnosti oroshaemogo zemledeliya* [Ways of Increasing the Efficiency of Irrigated Agriculture], vol. 97, no. 3, pp. 78-90, EDN: QGRMDC. (In Russian).

6. Sholoukh N.V., Satsura E.I., 2023. *Kontseptual'naya model' funktsional'no-prostranstvennogo obustroystva mest prilozheniya truda invalidov v strukture gradoobrazuyushchego promyshlennogo predpriyatiya* [Conceptual model of functional spatial arrangement of places of application of work of disabled persons in the Structure of a town-forming industrial enterprise]. *Sovremennoe promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo* [Modern Industrial and Civil Construction], vol. 19, no. 3, pp. 127-137, EDN: JWIYWK. (In Russian).

7. Belikova S.A., Rogozov Y.I., 2022. Designing a conceptual model of the process of user interface construction. *Programmnaya Ingeneria* [Software Engineering], vol. 13, no. 10, pp. 508-514, DOI: 10.17587/prin.13.508-514, EDN: JLDLKL.

8. Sitenko D.A., Holienka M., 2022. Conceptual model of academic entrepreneurship within the framework of the Triple Helix theory. *Bulletin of Karaganda University. Economy Series*, vol. 107, no. 3, pp. 165-172, EDN: CLIMJ.

9. Renault D., Facon T., Wahaj R., 2007. Modernizing Irrigation Management – the MASSCOTE Approach. Mapping System and Services for Canal Operation Techniques. FAO Irrigation and Drainage Paper no. 63. Rome, FAO, 209 p.

10. Planning the Management, Operation, and Maintenance of Irrigation and Drainage Systems: A Guide for the Preparation of Strategies and Manuals. The World Bank Technical Paper No. 389. International Commission on Irrigation and Drainage (ICID). Washington, D.C., 1998, 138 p.

11. Bart Snellen W., 1996. Irrigation Water Management. Training Manual No. 10. Irrigation Scheme Operation and Maintenance. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, FAO, 49 p.

12. Voevodin O.V., Kozhanov A.L., 2026. *Normativnoe regulirovanie ukhodnykh rabot na meliorativnykh kanalakh: ot podderzhaniya infrastruktury k obespecheniyu ustoychivogo zemledeliya* [Regulatory framework for maintenance work on irrigation canals: from infrastructure maintenance to sustainable agriculture]. *Puti povysheniya effektivnosti oroshaemogo zemledeliya* [Ways of Increasing the Efficiency of Irrigated Agriculture], vol. 98, no. 1, pp. 129-144, EDN: IPHTCT. (In Russian).

13. Vasiliev S.M., Domashenko Yu.E., Snipich Yu.F., Kalinin P.V., Antonova N.A., Lyashkov M.A., 2014. *Ukhodnye ekspluatatsionnye raboty na magistral'nykh kanalakh orositel'nykh sistem: nauch. obzor* [Maintenance and Operational Work on Main Canals of Irrigation Systems: A Scientific Review]. 47 p. Deposited in VINITI RAS 01.09.2014, no. 243-B2014, EDN: UYLAMR. (In Russian).

14. Anzhenkov A.S., Levin G.Yu., 2018. *Primenenie rekomendatsiy po obosnovaniyu ob'emov rabot i zatrat na ikh vypolnenie pri normativnom tekhnicheskoy obsluzhivani meliorativnykh sistem* [Recommendation for selection of value of work and costs for implementation used in regulatory and technical services of reclamation systems]. *Melioratsiya* [Land Reclamation], no. 3(85), pp. 5-16, EDN: YUJLAL. (In Russian).

Информация об авторах

О. В. Воеводин – ведущий научный сотрудник, кандидат сельскохозяйственных наук, Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации (346421, Ростовская область, г. Новочеркасск, пр-т Баклановский, д. 190), Vovteh@yandex.ru, ORCID: 0000-0003-1098-2979;

А. Л. Кожанов – ведущий научный сотрудник, кандидат технических наук, Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации (346421, Ростовская область, г. Новочеркасск, пр-т Баклановский, д. 190), AntonKozhanov1983@yandex.ru, ORCID: 0000-0002-4240-1967;

А. В. Колганов – главный научный сотрудник, доктор технических наук, Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации (346421, Ростовская область, г. Новочеркасск, пр-т Баклановский, д. 190), Kolganov49@mail.ru, ORCID: 0000-0003-0234-0079.

Information about the authors

O. V. Voevodin – Leading Researcher, Candidate of Agricultural Sciences, Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems (346421, Rostov region, Novocherkassk, Baklanovsky ave., 190), Vovteh@yandex.ru, ORCID: 0000-0003-1098-2979;

A. L. Kozhanov – Leading Researcher, Candidate of Technical Sciences, Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems (346421, Rostov region, Novocherkassk, Baklanovsky ave., 190), AntonKozhanov1983@yandex.ru, ORCID: 0000-0002-4240-1967;

A. V. Kolganov – Chief Researcher, Doctor of Technical Sciences, Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems (346421, Rostov region, Novocherkassk, Baklanovsky ave., 190), Kolganov49@mail.ru, ORCID: 0000-0003-0234-0079.

Вклад авторов: О. В. Воеводин – формирование цели и задач исследований, анализ результатов исследований, формулирование выводов, написание статьи; А. Л. Кожанов –

формирование задач исследований, анализ результатов исследований, участие в написании статьи, участие в формулировании выводов, редактирование статьи; А. В. Колганов – формирование основной концепции.

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

Contribution of the authors: O. V. Voevodin – developed the research goals and objectives, analyzed research results, formulated conclusions and wrote the article. A. L. Kozhanov – developed the research objectives, analyzed research results, participated in writing the article, formulating conclusions and editing the article. A. V. Kolganov – developed the main concept.

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 29.05.2026; одобрена после рецензирования 25.09.2026; принята к публикации 29.09.2026.

The article was submitted 29.05.2026; approved after reviewing 25.09.2026; accepted for publication 29.09.2026.