



Научная статья

УДК 631.6

doi: 10.55186/25876740_2025_68_6_727

РЕАЛИЗАЦИОННЫЕ ТРАЕКТОРИИ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ МЕЛИОРАТИВНОГО КОМПЛЕКСА СЕВЕРНОГО КАВКАЗА

Н.Н. Дубенок¹, Г.В. Ольгаренко², О.В. Каблуков¹¹Российский государственный аграрный университет — МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва, Россия
РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва Россия²Всероссийский научно-исследовательский институт систем орошения и сельхозводоснабжения «Радуга»,
Коломна, Россия

Аннотация. Формирование стратегических направлений и траектории развития мелиорации в СКФО для повышения экономической эффективности и экологической безопасности сельского хозяйства необходимо осуществлять на основе анализа природных, технологических и экономических параметров использования земельных и водных ресурсов. Проведенный анализ условий деятельности управлений мелиорации земель и водного хозяйства СКФО свидетельствует о диспропорции в обеспечении управлений оросительных систем земельными ресурсами и мелиоративными фондами. Недостаточный технический уровень исследуемых систем и эколого-мелиоративное неблагополучие части обслуживаемых ими земель отрицательно сказываются на развитии орошаемого земледелия в регионе в целом. Траектория интенсивного развития предполагает задействование в сельскохозяйственном производстве не менее 90% орошаемых земель от имеющихся в наличии, на основе модернизации и реконструкции гидромелиоративных систем, при существующем в ретроспективе водно-ресурсном обеспечении, изменении структуры техники орошения в направлении водосбережения за счет увеличения доли технологий орошения дождеванием и капельного орошения, при снижении площадей поверхностного полива.

Ключевые слова: агропромышленный комплекс, мелиоративный комплекс, водные и земельные ресурсы, оросительные системы, инновационное развитие, эксплуатация, урожайность, планирование и управление, техническое и экологическое состояние

Original article

IMPLEMENTATION TRAJECTORIES OF INNOVATIVE DEVELOPMENT OF THE RECLAMATION COMPLEX OF THE NORTH CAUCASUS

N.N. Dubenok¹, G.V. Olgarenko², O.V. Kablukov¹¹Russian State Agrarian University-Moscow State Agricultural Academy
named after K.A. Timiryazev, Moscow, Russia²Chief Researcher of the All-Russian Research Institute «Raduga»,
Kolomna, Russia

Abstract. The formation of strategic directions and trajectories for the development of land reclamation in the North Caucasus Federal District should be based on an analysis of the natural, technological, and economic parameters of land and water use. The analysis indicates a disparity between the provision of land resources and funds for land reclamation departments in the North Caucasian Federal District. The technical level of irrigation systems and melioration of some lands is insufficient, which has a negative impact on irrigated agriculture. Intensive development involves involving at least 90 percent of available irrigated land in agricultural production through modernization and reconstruction, with existing water resources, changing irrigation technology towards water conservation, increasing the proportion of sprinkler and drip irrigation while reducing surface areas.

Keywords: agro-industrial complex, reclamation complex, water and land resources, irrigation systems, innovative development, operation, yield, planning and management, technical and environmental condition

Введение. Природно-климатические условия и агро-производственный потенциал Северного Кавказа определяют исторически сложившийся высокий уровень развития сельского хозяйства и орошаемого земледелия, так как основные площади сельскохозяйственных угодий располагаются в сильно и слабо засушливых природно-климатических зонах, в которых только развитие гидромелиорации может обеспечить получение высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур. В структуре севооборотов регионов Северного Кавказа существенная доля приходится на зерновые и кормовые культуры. Доля кормовых культур изменяется от 5,0% до 50,0%, овощные от 3,0% до 6,0%, плодово-ягодные от 1,0% до 10,0%, а зерновые от 30,0% до 70,0% [1].

В настоящее время, более 1,00 млн гектаров, учитываются как орошаемые земли, где с помощью инженерно-технических объектов и оборудования мелиоративного комплекса

обеспечивается возделывание различных сельскохозяйственных культур (овощи, кукуруза на зерно и силос, многолетние травы и плодово-ягодные насаждения) [1].

Как показывают результаты аграрно-производственной деятельности, продуктивность орошаемых агробиотопосов, на фоне интегрированного комплекса гидромелиоративных и агролесомелиоративных мероприятий, существенно выше, при вариации приростов урожайности не менее чем от полутора до пяти раз, по сравнению с зональными системами богарного земледелия, что естественно обеспечивает повышение интенсивности аграрных технологий и эффективности сельскохозяйственного природопользования [2,3,4,5].

Основными негативными факторами, снижающими потенциальные возможности мелиоративного фонда и препятствующие устойчивому инновационному развитию агропромышленного комплекса, является неиспользуемые

в сельхозпроизводстве мелиорированные земли на площади около 570,0 тыс. гектаров, в основном из-за неработоспособного технического состояния межхозяйственных и внутрихозяйственных оросительных систем, так из-за аварийного состояния мелиоративной инфраструктуры поливы не были проведены на площади 298,21 тыс. гектаров или на 65,10% от площади числящихся орошаемыми земельными участками [5,6]. На отдельных участках мелиорированных угодий, в следствие отсутствия регулярных эксплуатационных мероприятий отмечается подтопление, засоление и эрозия земель, снижение плодородия и ухудшение структуры почвы.

В регионе наблюдается резкое повышение темпов деградации земель, развитие процессов эрозии и опустынивания. Одновременно зафиксирован нарастающий дефицит по использованию водных ресурсов в связи с интенсификацией промышленного производства, туризма и сельского хозяйства [2,6].



Исходя из создавшихся обстоятельств, в сельскохозяйственном производстве требуется объективная оценка фактической и потенциальной эффективности использования водных ресурсов и земель мелиоративного фонда в регионах СКФО на базе анализа сложившегося и перспективного баланса их использования [7,8,9].

Актуальность проблемы. Актуальность проблемы определяется необходимостью рационального использования земельного и ирригационного фонда региона на основе инновационного развития мелиоративного комплекса, нарастающим дефицитом, вызванным чрезвычайной востребованностью, водных ресурсов для экономики регионов СКФО, и ростом валового регионального продукта, связанного с интенсификацией промышленного производства и сельского хозяйства, с учетом фактической отраслевой структуры и перспектив развития водопользования с учетом водообеспеченности бассейнов рек Северного Кавказа [10,11].

Формирование стратегических направлений и траектории развития мелиорации в СКФО для повышения экономической эффективности и экологической устойчивости сельского хозяйства базируется на методическом подходе, рассматривающем развитие мелиорации в Северо-Кавказском федеральном округе как социально значимый региональный проект, являющийся важным элементом инновационной модернизации сельскохозяйственного комплекса на основе интегрированного развития инфраструктуры мелиорации за счет инновационных технологий и техники полива, рационализации процессов эксплуатации и водопользования на мелиоративно-водохозяйственных объектах, с одновременной реализацией комплекса агро-мелиоративных, агро-, лесо- и фитомелиоративных мероприятий при интродукции высокоурожайных сортов. [12].

Актуальной научной задачей является исследование и методическое обоснование инновационного развития мелиоративной инфраструктуры Северного Кавказа на основе реализации интегрированного комплекса агро-мелиоративных и гидротехнических мероприятий, учитывающих экологические, социально-экономические и технико-эксплуатационные аспекты функционирования инженерно-мелиоративных систем на орошаемых землях.

Материалы и методы. Целью научных исследований является методическое и информационно-аналитическое обоснование инновационного развития мелиоративной инфраструктуры Северного Кавказа на основе реализации интегрированного комплекса агро-мелиоративных и гидротехнических мероприятий, учитывающих экологические, социально-экономические и технико-эксплуатационные аспекты функционирования инженерно-мелиоративных систем на орошаемых землях.

Методологической основой научного исследования является комплексный системный подход, заключающийся в анализе параметров многоуровневого регулирования и управления процессами эксплуатации и водопользования с учетом взаимосвязей в системе: растение-климат-вода-почва-агро-мелиоративная технология, изменчивости природно-климатических и почвенных факторов, являющихся фундаментом высокого урожая и обеспечения экономической эффективности и экологической безопасности мелиоративной деятельности в регионе.

Нормативно-методической основой для проведения исследований являются действующие

нормативные акты, нормативно-технические документы и распоряжения Минсельхоза и Минприроды России. Согласно установленным положениям в действующих нормативно-методических документах, функциональные параметры ГМС должны обеспечивать социально-экономическое развитие региона. Анализ и оценка эффективности использования интегральных ресурсов в мелиоративном комплексе Северо-Кавказского федерального округа производилась с учетом технического уровня производственных фондов и технико-эксплуатационных параметров оросительной инженерной инфраструктуры и качества экологических характеристик агробиоценозов [13,14,15,16].

Для анализа результатов по вариантам инерционного и инновационного устойчивого развития мелиоративного комплекса СКФО, как основа для прогноза от достигнутого уровня, использовались фактические данные о площадях полива сельскохозяйственных культур на 01.01.2022 год — 485,96 тыс. гектаров, представленные в информационно-аналитической системе обеспечения в области мелиорации земель (ИАС), разработанной ФГБНУ ВНИИ «Радуга» [5].

В прогнозных расчетах развития мелиорации в СКФО для альтернативных сценариев развития региона была принята средняя за 2018-2022 годы урожайность культур по основным видам севооборотов на богарных и орошаемых землях, с учетом экологического состояния сельскохозяйственных угодий.

При проведении научно-аналитических исследований использовались унифицированные методы статистической обработки многолетних данных и авторские методики интегральной оценки технико-экономических показателей и производственных процессов эксплуатации мелиоративных систем, и экологического состояния орошаемых земель Северного Кавказа, размещенных в базах данных на информационном портале ФГБНУ ВНИИ «Радуга» [5,17].

Результаты и обсуждение. Земли мелиоративного фонда занимают площади около 1017,00 тыс. гектаров, что составляет более 23,0% от площади сельскохозяйственных угодий Северного Кавказа и 21,0% от общей площади земель ирригационного фонда России [17,18]. Из общей площади орошаемых земель не использовалось в сельскохозяйственном производстве 142,90 тыс. гектаров (15,00%); не поливалось 537,50 тыс. гектаров (52,50%), в том числе по причинам неисправности оросительной сети, обеспечивающей водоподачу на площадь в 215,50 тыс. гектаров (37,60%). В зоне влияния федеральных гидромелиоративных систем на 01.01.2022 год, по материалам паспортизации, около 831,00 тыс. гектаров, из которых 618,63 тыс. гектаров орошаемых земель, фактически используемые в сельскохозяйственном производстве. (рис. 1).

На отдельных участках мелиорированных угодий, в следствие отсутствия регулярных эксплуатационных мероприятий отмечается подтопление, засоление и эрозия земель, снижение плодородия и ухудшение структуры почвы (рис. 2).

В хорошем экологическом состоянии находятся 39,40% орошаемых земель, 27,90% имеют нормальное состояние и 32,70% — неудовлетворительное, в соответствии с нормативными методами агроэкологической оценки мелиорированных земель [17,18].

Государственная собственность включает всего 6330 мелиоративно-водохозяйственных объектов недвижимого имущества, том числе: водохранилища и плотины — 114 гидротехнических объектов; регулирующих и распределительных гидроузлов-174 гидротехнических сооружений; базовых насосных станций для водоподдачи и водоотведения, всего-176 комплексов, магистральных открытых водотоков — 12120,00 км; защитных противопаводковых сооружений, дамб обвалования и защитных валов- 264 гидротехнических сооружения.

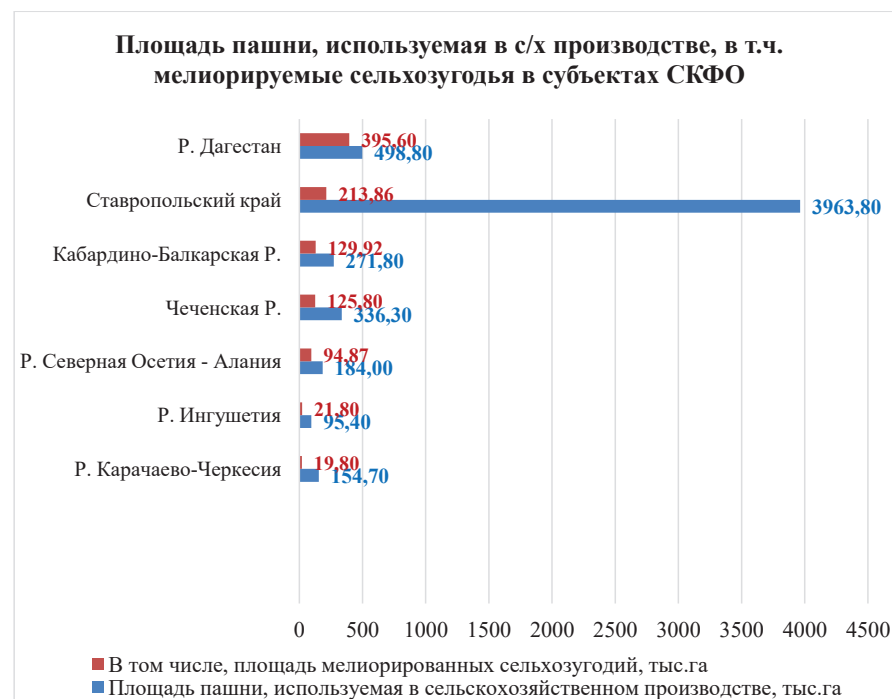


Рисунок 1. Площадь пашни и мелиорируемых земель, используемые в сельскохозяйственном обороте
Figure 1. The area of arable land and reclaimed lands used in agricultural turnover



Рисунок 2. Агроэкологическое состояние орошаемых земель СКФО (тыс. га)

Figure 2. Agroecological condition of irrigated lands of the North Caucasus Federal District (thousand hectares)

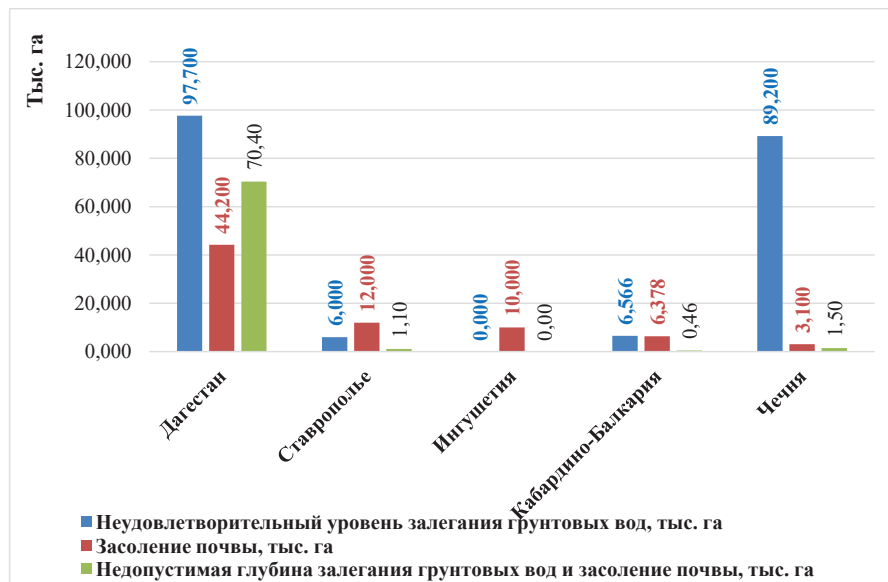


Рисунок 3. Агроэкологическое состояние орошаемых земель: основные причины негативных факторов (тыс. га)

Figure 3. Agroecological condition of irrigated lands: the main causes of negative factors (thousand hectares)

Важнейшим элементом государственной мелиоративной инфраструктуры являются: магистральные каналы и трубопроводы, обеспечивающие межрегиональное распределение водных ресурсов (41% от ирригационно-водохозяйственных ГМС), гидротехнические узлы сооружений, обеспечивающие регулирование и перераспределение возобновляемых водных ресурсов речного стока региона (25%); межхозяйственные оросительно-обводнительные системы для водоподдачи на орошение и сельскохозяйственное водоснабжение (13%), противопаводковые гидротехнические объекты и дамбы (3%) [11,12].

Результаты аналитических и статистических исследований, имеющих исходных данных, позволяют классифицировать техническое состояние гидромелиоративной инфраструктуры, по степени физического износа, как не

удовлетворительное, при достаточно высоком количестве подвешенных площадей обслуживания, находящихся в оперативном управлении региональных мелиоративно-водохозяйственных ФГБУ (рис. 4).

Недостаточно эффективное использование мелиоративного фонда связано с тем, что значительная часть гидротехнических сооружений и линейных объектов гидромелиоративных систем морально и физически изношены.

В целом по регионам СКФО, из 111 гидромелиоративных систем, находящихся в федеральной собственности, 67 гидромелиоративных систем (60,40%) имели степень физического износа более 0,80 и находились в неработоспособном состоянии (рис. 4).

Основной причиной не вовлечения земель в орошаемый оборот является неработоспособное техническое состояние межхозяйственных

и внутрихозяйственных оросительных систем, так из-за аварийного состояния мелиоративной инфраструктуры поливы не были проведены на площади 298,21 тыс. гектаров или на 65,10% от площади числящихся орошаемыми земельными участками [2,4].

По результатам инженерных обследований (мониторинга) и оценки гидромелиоративных систем регионах СКФО, на основе полученной исходной информации, сформирована база данных, в которой по степени износа и экологическим параметрам, объекты классифицированы по трем основным группам технического и экологического состояния, и соответствующих им видам требуемых капитальных строительных и ремонтных работ, на период 2025-2030 годы.

В соответствии с классификационной оценкой степени износа мелиоративных фондов установлена острая необходимость проведения: реконструкции объектов, при степени физического износа более 70%; технического перевооружения при износе от 50% до 70%; капитального ремонта при износе от 30%-50% (рис. 4).

В структуре орошаемых площадей, по технологиям и технике полива, основную часть составляют технологии поверхностного орошения по бороздам, на долю которой приходится более 75,0% от всей площади фактически поливаемых орошаемых земель, на площади земель, поливаемые дождевальными системами, приходится не более 12,0% (58,0 тыс. гектаров), которые в основном локализованы в Ставропольском крае.

Диаграммы, отражающие структуру фактического наличия и использования парка поливной техники, изображены на рисунке 5.

В ходе научно-производственных исследований [7,18] установлены ряд негативных факторов технологического (техничко-эксплуатационного) характера, снижающих эффективность использования антропогенных и природных ресурсов (технологического и природного потенциала) орошения.

Первая причина (негативный фактор). Низкий уровень управления орошением, так отмечается практически полное отсутствие информационно-советующих систем нормирования орошения, применение которых позволяет реализовать технологии «Точного» полива и эколого-экономически обоснованно снизить поливные нормы как минимум на 20,0% — 40,0% от действующих, при сохранении и повышении урожайности сельскохозяйственных культур.

Второй негативный фактор. Низкий инженерно-технический уровень и не рациональная структура парка оросительной техники и оборудования, которые не соответствуют современному уровню научно-технического развития в области технологий и техники орошения, так:

- на более чем 50% площадей орошаемого фонда применяются технологии поверхностного полива (по полосам и бороздам), составляя площади около 400,00 (270,00) тыс. гектаров, в том числе рисовые оросительные системы всего на площади 23,0 тыс. гектаров;
- на экологически безопасные и ресурсосберегающие технологи дождевания, системы стационарного полива с низконапорными дождевальными насадками и разборной трубопроводной сетью, системы капельного

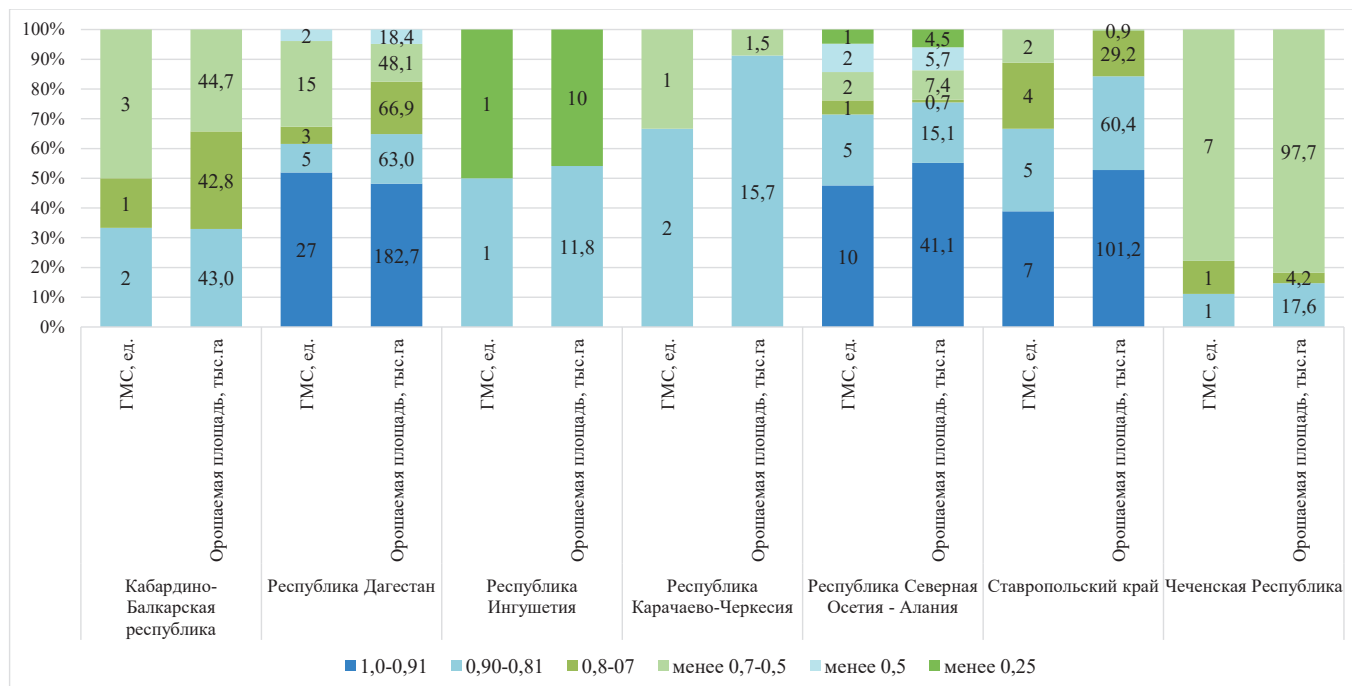


Рисунок 4. Ирригационный фонд Северного Кавказа: классификация по степени физического износа государственных оросительных систем
Figure 4. Irrigation Fund of the North Caucasus: classification according to the degree of physical deterioration of state irrigation systems



Рисунок 5. Сложившаяся структура площадей орошаемых земель, по типам техники полива, в СКФО на 01.01.2022 г.
Figure 5. The current structure of irrigated land areas, by type of irrigation technique, in the North Caucasus Federal District as of 01.01.2022

орошения, подкоронового дождевания и внутрпочвенного орошения, приходится менее 12,50% от орошаемой площади, соответственно: дождевальные оросительные системы — 56,00 тыс. гектаров, системы микро-дождевания и капельного орошения — 5,00 тыс. гектаров.

Третий негативный фактор. Не соответствующий нормативным требованиям уровень технико-эксплуатационного состояния гидромелиоративных и гидротехнических объектов, который не позволяет поддерживать проектный режим функционирования в период экстремальных разливов рек и развития паводков, что приводит к возникновению аварийных ситуаций и разрушению напорных сооружений, приводящих к критическим разрушениям со-

циальной и производственной инфраструктуры, гибели населения, усиливающих из-за антропогенного изменения гидрологического режима природных водоисточников, в связи с техногенной трансформацией водосборных бассейнов, размещением производственных и жилых объектов в защитных зонах нижних бьефов плотин и стеснение живого сечения речного русла.

Анализ эксплуатационных условий содержания мелиоративных сетей показывает их ухудшение, в первую очередь от изменения структуры и диверсификации форм собственности на взаимосвязанные в единый природно-технологический комплекс элементы межхозяйственной и внутрихозяйственной мелиоративной инфраструктуры.

Государственные эксплуатационные организации обеспечивают работу магистральной и межхозяйственной части гидромелиоративного комплекса, а внутрихозяйственные оросительные системы оказались переданы в собственность и пользование сельскохозяйственных производственных предприятий, которые не смогли обеспечить качественную эксплуатацию и рациональное использование внутрихозяйственной части мелиоративных фондов [12,18].

Проведенный анализ условий деятельности управлений водного хозяйства и мелиорации СКФО свидетельствует о диспропорции в обеспечении управлений оросительных систем земельными ресурсами и мелиоративными фондами.

Недостаточный технический уровень исследуемых систем и мелиоративное неблагополучие части обслуживаемых ими земель отрицательно сказываются на развитии орошаемого земледелия в регионе в целом. Это определяет необходимость в лучшей организации поливов, внедрении новой поливной техники, средств автоматизации и телемеханики, снабжения средствами диспетчеризации, оснащения оросительной сети водомерно-измерительными приборами и устройствами автоматизации водораспределения на регулирующих гидротехнических сооружениях [12,14].

На инновационном этапе развития гидромелиоративных систем в СКФО требуется обеспечивать оптимизацию водораспределения на всех участках от транзита оросительной воды из источника к точке водовыдела и до перевода ее в состояние почвенной влаги в корнеобитаемом слое сельскохозяйственных культур.

Для гидромелиоративных систем, находящихся на стадии истощения ресурсного потенциала и срока службы, слабого технического и технологического уровня поливного оборудования, низкой экономической эффективности, переход к более высокому уровню инновационной оснащенности и современной техногенной



архитектоники должен происходить после проведения первоочередных ремонтно-восстановительных работ и преодоления выявленных негативных тенденций и методов хозяйствования.

Прежде всего, уменьшение количества проявившихся в ходе эксплуатации отказов водораспределительного оборудования и гидротехнических сооружений, снижения высокой себестоимости техобслуживания элементов мелиоративного комплекса, исключение негативного воздействия на компоненты окружающей среды.

Реализация технической возможности модернизации до уровня систем высокого ранга организованности (5 поколения) связана с качественным улучшением мелиоративного оборудования, организацией системы технического и сервисного обслуживания высокого уровня, а также с наличием требуемого объема финансового обеспечения и научно-технической оснащенности производительных сил, интеллектуальной компетенции производственного персонала [12,16].

Модернизация мелиоративного комплекса и технологического оборудования, рационализация управления водопользованием и орошением в едином пространственно-временном пространстве позволит:

- развить автоматизированные системы управления объектами мелиорации;
- обеспечить защиту технологического оборудования от аварийных рисков;
- реализовать диспетчеризацию оросительных систем на качественно новом уровне АСУ;
- внедрить автоматизированные системы текущего оперативного контроля затрат энергетических и водных ресурсов;
- применять новые композиционные материалы;
- минимизировать затраты на техническое обслуживание оборудования;
- провести модернизацию мелиоративного комплекса с обеспечением повышения КПД гидромелиоративных систем до 0,90.

На основе методологии определения оптимальной траектории инновационного развития мелиоративных проектов [13,14] выбраны два альтернативных варианта комплексных мероприятий в приемлемых объемах финансовых инвестиций в объекты мелиоративного и водохозяйственного комплекса субъектов СКФО. По достигаемым целям определены два альтернативных варианта развития мелиорации СКФО:

1. Инерционный вариант — сценарий при фактическом уровне развития и реальной ситуации с финансовым обеспечением отрасли в регионе;
2. Интенсивный(инновационный) вариант устойчивого развития — сценарий интенсивного развития в соответствии с выдвинутыми параметрами в Стратегии развития региона.

Реализация инерционного сценария предполагает сохранение статус-кво в плане: государственного финансирования мелиоративных мероприятий, технического уровня межхозяйственных и внутрихозяйственных оросительных систем, экологического состояния подкомандных орошаемых земель, организации и проведении ремонтно-эксплуатационных и капитальных строительных работ, с оценкой уровня интенсивности и результативности

действующих агротехнологий эксплуатации орошаемых агробиоценозов.

Реализации стратегии инновационного развития орошаемого земледелия обеспечивает коренное улучшение ситуации в мелиоративном комплексе региона обеспечивается при реализации. Вариант интенсивного развития предполагает задействование в сельскохозяйственном производстве не менее 90% орошаемых земель от имеющихся в наличии, на основе модернизации и реконструкции гидромелиоративных систем, при существующем в ретроспективе водно-ресурсном обеспечении, изменении структуры техники орошения в направлении водосбережения за счет увеличения доли технологий орошения дождеванием и капельного орошения, при снижении площадей поверхностного полива, следующие результаты (рис. 5) [16].

В варианте устойчивого (инновационного и эколого-экономически сбалансированного) развития учтено, что согласно утвержденному Государственной программой плана эффективного вовлечения в оборот земель сельскохозяйственного назначения и развития мелиоративного комплекса Российской Федерации [2], будет осуществляться ряд взаимосвязанных капитальных инженерно-технических и строительно-монтажных мелиоративных мероприятий, направленных на повышение эксплуатационной надежности и технологической безопасности производственных мелиоративно-водохозяйственных объектов.

Согласно прогнозным расчетам и контрольным показателям стратегии инновационного развития, до 2030 года, мелиорируемая площадь, задействованная в сельскохозяйственном производстве, должна увеличиться по следующим параметрам [16]:

- Первая очередь включает комплекс строительно-монтажных работ по реконструкции до 2027 года — линейной и мелиоративной инфраструктуры системы IV класса, 65 оросительных систем площадью 551,53 тыс.гектаров.
- Второй этап модернизации мелиоративной инфраструктуры, охватывающий период до 2030 года, включает строительно-монтажные работы по реконструкции гидромелиоративных сооружений, имеющих третий класс технического состояния, с подвешенной площадью 143,84 тыс.гектаров.
- Интегральный целевой индикатор составит 695,67 тыс.гектаров.
- Целевой индикатор технического перевооружения составляет 30 мелиоративных систем площадью 215,17 тыс.гектаров.
- Целевой индикатор ремонтно-эксплуатационных работ составляет 6 мелиоративных систем площадью 38,57 тыс.гектаров.

Для **анализа и оценки результатов** по уровню использования интегральных ресурсов при реализации инерционного и инновационного сценариев развития мелиоративного комплекса введено несколько относительных критериев эффективности (табл. 4).

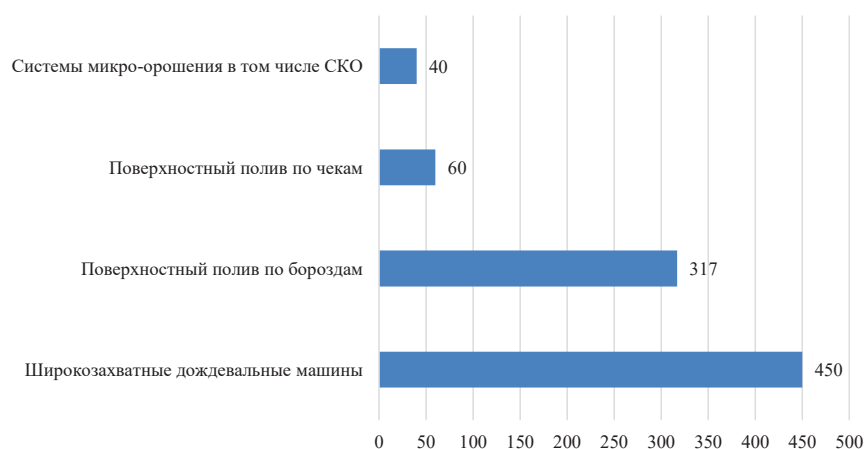


Рисунок 6. Использование поливной техники и способов поливов СКФО по инновационному варианту развития мелиорации

Figure 6. The use of irrigation equipment and irrigation methods in the NCFD according to an innovative development option for land reclamation

Таблица 1. Эффективность использования интегральных ресурсов при альтернативных сценариях развития мелиоративного комплекса СКФО

Table 1. Efficiency of using integral resources in alternative scenarios for the development of the land reclamation complex in the NCFD

№ п.п.	Показатели	Инерционный сценарий	Устойчивое развитие
1.	Водоподача на 1 га (м^3)	5600,00	3400,00
2.	Коэффициент полезного действия межхозяйственного оросительного комплекса	0,72	0,92
3.	Коэффициент водпользования на внутрихозяйственной сети и орошаемом участке	0,60	0,80
4.	Удельные затраты оросительной воды на производство растениеводческой продукции ($\text{м}^3/\text{т}$)	540,00	340,00
5.	Удельная водоподача для получения финансового результата в растениеводстве ($\text{м}^3/1000$ рублей)	25,00	14,00



При инерционном варианте развития получается, что площади фактически орошаемых земель составят не более 486,0 тыс.га, при водоподаче за вегетационный период около 2900,00 млн м³, при норме водопотребления с учетом структуры агробиоценозов 5960 м³/га (табл. 4).

При развитии мелиорации в СКФО по инновационному сценарию, получается площади орошаемых агробиоценозов составят более 900,00 тыс. гектаров, при водоподаче за вегетационный период около 3500,00 млн.м³ и норме водопотребления с учетом структуры агробиоценозов составляющей 350,0 мм, при повышении до 0,80-0,90 коэффициента полезного действия межхозяйственной оросительной сети (рис. 6).

При инерционной траектории развития орошаемого земледелия, производство на орошаемых землях, может достичь в стоимостном выражении до 21,0% от валового производства растениеводческой продукции агрокомплекса СКФО, что безусловно является низким показателем и говорит о неиспользуемом на полную мощность потенциале орошаемых земель региона.

С учетом достигнутых величин урожайности сельскохозяйственных культур, в орошаемом земледелии СКФО, всего может быть обеспечен валовый выход растениеводческой продукции в 6,31 млн. тонн, при следующей структуре полученной продукции: овощи и картофель составят до 15%, культуры кормового клина до 60%, плодовые и ягодные культуры до 8,0%, зерновые с учетом риса до 14,0% (рис. 7).

Если рассмотреть выход продукции растениеводства по стоимостным показателям, то при стоимости произведенной продукции в 106,42 млрд рублей, максимальный коммерческий эффект обеспечит производство овощей — доля составит более 38,40% и культуры кормового клина — доля составит более 31,70% (рис. 8).

Если рассмотреть уровень производства сельского хозяйства дифференцированно субъектам СКФО, максимальный эффект орошаемого земледелия будет достигнут в Дагестане, где составит до 45,0% в структуре сельскохозяйственного производства, а наименьшие показатели орошаемого земледелия получены в Карачаево-Черкессии и Северной Осетии, составив менее 3,0%, а близкие к средним показатели продуктивности орошаемых земель в аграрном производстве будут получены в следующих регионах: Ингушетия — около 38,0%, Кабардино-Балкария — около 22,0%, Чеченская республика — до 18,0%, Ставропольский край — 15,0% (рис. 9) [16].

При интенсивном варианте развития прогнозируется, что производство на орошаемых землях, может достичь в стоимостном выражении до 54,0% от валового производства растениеводческой продукции агрокомплекса СКФО.

С учетом достигнутой урожайности сельскохозяйственных культур, в орошаемом земледелии СКФО, всего может быть обеспечен валовый выход растениеводческой продукции в 10,26 млн тонн, при следующей структуре полученной продукции: овощи и картофель составят до 19,0%, культуры кормового клина до 45,0%, плодовые и ягодные культуры до 10,0%, зерновые с учетом риса более 23,0% (рис. 7).

Если рассмотреть выход продукции растениеводства по стоимостным показателям, то при стоимости произведенной продукции

в 267,02 млрд рублей (овощей — 108,10 млрд рублей, кормовых культур — 63,53 млрд рублей, плодово-ягодных культуры — 44,10 млрд рублей, прочих — 16,62 млрд рублей), максимальный коммерческий эффект в структуре орошаемых земель, обеспечит производство: овощей — доля составит более 40,0%, культур кормового клина — доля составит более 23,0%, зерновые культуры около-13,0%, садоводство обеспечит более 16,50% (рис. 8) [16].

Если рассмотреть уровень производства сельского хозяйства дифференцированного по субъектам СКФО, максимальный эффект орошаемого земледелия будет достигнут в Дагестане, где составит до 95,0% в структуре сельскохозяйственного производства, а наихудшие показатели в Карачаево-Черкессии, составив менее 14,0%.

По другим регионам Северо-Кавказского федерального округа будут получены следующие

показатели доли продукции на орошаемых землях: Ингушетия — до 79,0%, Кабардино-Балкария — до 58,0%, Чеченская республика — 40,0%, Ставропольский край — 25,0% (рис. 9).

Результаты расчёта социально-экологической и экономической эффективности инвестиций [13] в реализацию комплекса мероприятий по инновационному сценарию развития мелиорации в целом по **Северо-Кавказскому федеральному округу** с использованием критериев прироста чистого дисконтированного дохода и срока окупаемости инвестиций, свидетельствуют о целесообразности осуществления инновационной траектории развития мелиоративного комплекса, так как характеризуются высоким уровнем общественного эффекта и результатов реализации механизма государственно-частного партнерства инновационной стратегии устойчивого развития, в том числе для отдельных участников



Рисунок 7. Продуктивность орошаемых земель в СКФО, (тыс. т)
Figure 7. Productivity of irrigated lands in the North Caucasus Federal District, (thousand tons)

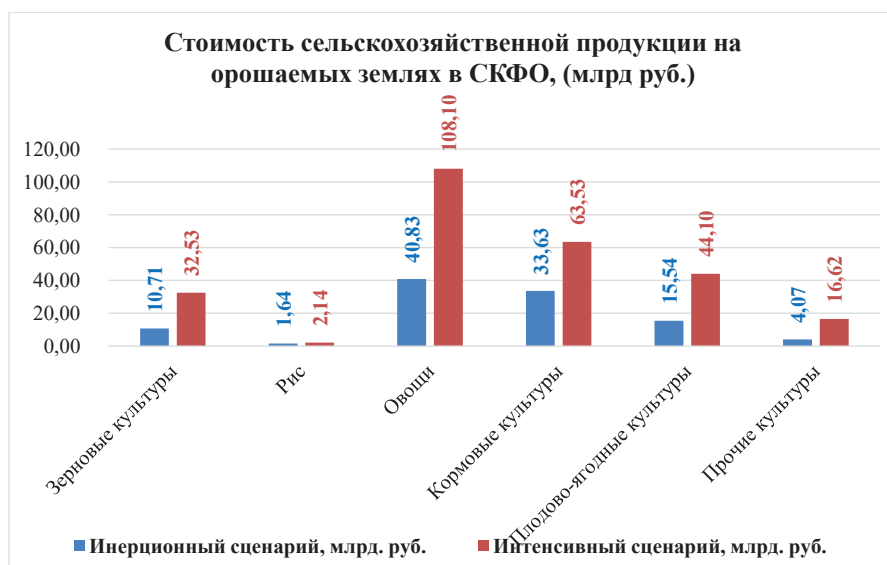


Рисунок 8. Стоимость продукции на орошаемых землях СКФО, (тыс. т)
Figure 8. The cost of production on the irrigated lands of the North Caucasus Federal District, (thousand tons)



Рисунок 9. Доля стоимости продукции на орошаемых землях в растениеводстве СКФО, (тыс. т)
Figure 9. Share of the cost of production on irrigated lands in crop production in the North Caucasus Federal District, (thousand tons)

мелиоративно-производственных мероприятий деятельности:

- для производителей сельскохозяйственной продукции, коммерческая эффективность характеризуется следующими показателями: прирост чистого дисконтированного дохода составляет 440,00 млрд рублей, а срок окупаемости инвестиций — 3 года;
- бюджетная эффективность характеризуется следующими показателями: прирост чистого дисконтированного дохода составляет 165,00 млрд рублей, а срок окупаемости государственных инвестиций — 5 лет;
- общественная эффективность характеризуется следующей системой показателей, учитывающих социо-эколого-экономические последствия от реализации проекта и его существенную экологическую значимость, связанную со снижением техногенной нагрузки на природную среду: прирост чистого, дисконтированного дохода составляет 701,20 млрд рублей, а срок окупаемости инвестиций — 4 года. [14,16].

Заключение

Следует особо отметить, что при снижении качества и объема эксплуатации и управления оросительными системами, а также при сохранении сложившегося отношения к развитию мелиоративного комплекса региона, низкой востребованностью использования мелиорированных земель, в целом, недостаточного финансирования мероприятий и отказа от принятия кардинальных мер по восстановлению отрасли возможен обвалный выход из строя действующих межхозяйственных мелиоративных систем, отдельностоящих сооружений и поливной техники, как следствие, снижение плодородия почвы сельскохозяйственных культур и эффективности земледелия в регионе.

К основным факторам преодоления деструктивной тенденции и неуклонному переходу к инновационному развитию мелиоративного комплекса СКФО, определяющему эффективность сельскохозяйственного производства на

мелиорированных землях, относятся: степень влагообеспеченности земель, агротехнические кондиции пахотного и корнеобитаемого слоя почвы, агрономически выверенные дозы и способы внесения минеральных и органических удобрений, степень промывки почв от засоления, рациональная организация угодий и севооборотов, техническое состояние мелиоративной сети и сооружений на ней, наличие современных типов и видов поливной техники, фондооснащенность и трудообеспеченность хозяйств, энергообеспеченность, финансовая стабильность, своевременность проведения эксплуатационных мероприятий на мелиоративной сети.

Анализ полученных результатов информационно-аналитических и статистических исследований реализационных траекторий инновационного развития мелиоративного комплекса позволяет сделать вывод о высокой эффективности государственной поддержки водохозяйственных предприятий и сельхозпроизводителей, использующих орошаемые земли, при реализации комплекса мелиоративных мероприятий по инновационному варианту, позволяющему максимально использовать потенциальные возможности водно-ресурсного обеспечения и мелиоративного фонда, государственной мелиоративной инфраструктуры и орошаемых земель сельскохозяйственных товаропроизводителей Северного Кавказа.

При адаптивном и эколого-технологическом выверенном водопользовании, окупаемость вложенных средств будет гарантирована за счет повышения на 70-90% продовольственного обеспечения Северо-Кавказского региона и валового регионального продукта, оптимального переустройства мелиоративной инфраструктуры по ресурсо- и энергосбережению, создания новых рабочих мест, повышения уровня социально-экономических условий жизни сельского населения региона, что интегративно соответствует основным направлениям Государственной социально-экономической политики и Стратегии продовольственной безопасности Российской Федерации.

Список источников

1. Распоряжение Правительства РФ от 30.04.2022 № 1089-р «Стратегия социально-экономического развития Северо-Кавказского федерального округа на период до 2030 года».
2. Постановление Правительства РФ от 14 мая 2021 г. № 731 «О Государственной программе эффективного вовлечения в оборот земель сельскохозяйственного назначения и развития мелиоративного комплекса Российской Федерации» (с изменениями и дополнениями).
3. Дубенок Н.Н. Мелиорация — важнейший фактор устойчивого развития агропромышленного комплекса Северо-Кавказского Федерального округа // Проблемы развития АПК региона. № 4(4), 2010 г.
4. Хаштаров Б.Л. Инновационный путь развития сельского хозяйства Северо-Кавказского округа // Проблемы и перспективы экономики и управления: материалы II Международной научной конф., Санкт-Петербург, Реноме, 2013. С. 134-136.
5. Информационный портал ФГБНУ ВНИИ «Радуга» <http://inform-raduga.ru/about> (дата обращения 25.02.2025).
6. Разработать техническо-экономическое обоснование развития мелиоративного комплекса Северного Кавказа: отчет о НИР / ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева; рук. Дубенок Н.Н. А.А.; исполн.: Кабуков О.В., Бенин Д.М. [и др.]. Москва, 2023. 343 с.
7. Повышение эффективности использования водных ресурсов и перспективы развития водопользования на мелиоративных системах Северного Кавказа: монография / кол. авторов; под ред. Г.В. Ольгаренко. Москва: РУСАЙНС, 2024. 246 с.
8. Нормы водопотребности и экологически безопасные режимы орошения сельскохозяйственных культур на Северном Кавказе (рекомендации) / А.В. Колганов, В.Н. Щедрин, Г.Т. Балакай, И.Н. Ильинская. М: ООО «Эдэль-М» 2000. 152 с.
9. Кузьмичев А.А., Рыжаков А.Н., Мартынов Д.В. Оценка водного потенциала территорий Северо-Кавказского федерального округа и его использования в целях мелиорации земель // Мелиорация и гидротехника. 2022. Т. 12, № 3. С. 141-157.
10. Дубенок, Н.Н. Перспективы восстановления мелиоративного комплекса Российской Федерации / Н.Н. Дубенок, Г.В. Ольгаренко // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2021. № 2. С. 56-59.
11. Кабуков, О.В. Задачи управления и планирования по рациональному использованию региональных водных ресурсов на переходном этапе к постиндустриальному обществу. Сборник статей ЦНС «Международные научные исследования» по материалам VII международной научно-практической конференции: «Проблемы и перспективы современной науки», Часть 1, г Москва: сборник статей (уровень стандарта-академический уровень). Москва: ISI-journal, 2016. с. 88-92
12. Щедрин, В.Н., Колганов, А.В., Васильев, С.М., Чураев, А.А. Оросительные системы России: от поколения к поколению: монография В 2 ч. Ч. 1. Новочеркасск: Геликон, 2013. 283 с.
13. Методика оценки экономической эффективности мероприятий по реконструкции мелиоративных систем с учетом технического состояния гидромелиоративных объектов, вероятностного характера изменения природно-климатических условий, хозяйственных, экологических и социальных условий функционирования, мелиорируемых агроландшафтов, экологической ценности природных экосистем, степени эрозии, структуры природных ландшафтов и ущерба здоровью человека: науч. издание. Коломна: ИП Воробьев О.М., 2015. 116 с.
14. ГОСТ Р 70611-2022. Национальный стандарт Российской Федерации. Мелиорация земель. Методика оценки дистанционными методами технического и экологического состояния. 2022. 31 с.
15. Комплексная оценка и экологически безопасное использование деградированных земель: науч.-практ. изд. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2022. 124 с.





16. ГОСТ Р 70229-2022. Почвы. Показатели качества почв. /Российский институт стандартизации. //ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт имени В.В. Докучаева»-Росстандарт: Москва, 2022, с.22.

17. Государственное свидетельство о регистрации базы данных № 20203623726 «Геоинформационная система мелиоративного комплекса Северо-Кавказского федерального округа» дата регистрации 2 ноября 2023 года.

18. Разработка научно-методического обоснования и определение перспективы использования водных ресурсов Северо-Кавказского федерального округа Российской Федерации, а также научно обоснованных рекомендаций по повышению эффективности использования водных ресурсов Северо-Кавказского федерального округа Российской Федерации при мелиорации земель сельскохозяйственного назначения на основе водного баланса территории (отчет о НИР заключительный за 2021-2023 гг.) Отчет о НИР (заключительный) Всероссийский научно-исследовательский институт систем орошения и сельхозводоснабжения «Радуга»: Коломна 2023. Номер государственной регистрации: 22312050005. 941 с.

References

1. HSE (2022). *Strategiya social'no-ekonomicheskogo razvitiya Severo-Kavkazskogo federal'nogo okruga na period do 2030 goda, Rasporyazhenie Pravitel'stva RF ot 30.04.2022 № 1089-r* [Strategy for the socio-economic development of the North Caucasus Federal District for the period up to 2030, Order of the Government of the Russian Federation of 30.04.2022 No. 1089-r].
2. HSE (2021). *O Gosudarstvennoj programme effektivnogo вовлечения v oborot zemel' sel'skhozozajstvennogo naznacheniya i razvitiya mелиоративного комплекса Rossijskoj Federaci, Postanovlenie Pravitel'stva RF ot 14 maya 2021 g. № 731*, [On the State Program for the Effective Involvement of Agricultural Land in the Turnover and the Development of the Reclamation Complex of the Russian Federation (with amendments and additions), Decree of the Government of the Russian Federation of May 14, 2021 No 731].
3. Dubenok, N. (2010). *Mелиорация — vazhnejshij faktor ustojchivogo razvitiya agropromyshlennogo kompleksa Severo-Kavkazskogo Federal'nogo okruga* [Land Reclamation as the Most Important Factor in the Sustainable Development of the Agro-Industrial Complex of the North Caucasian Federal District]. *Problems of development of the agro-industrial complex of the region*, no. 4(4), pp. 9-17.
4. Khashtarov, B. (2013). *Innovatsionnyy put' razvitiya sel'skogo hozyaistva Severo-Kavkazskogo okruga* [Innovative way of development of agriculture in the North Caucasian District]. *Proceedings of the Scientific. Conf., St. Petersburg, June. St. Petersburg: Renome*, pp. 134-136.
5. HSE, All-Russian Research Institute of Irrigation and Agricultural Water Supply Systems «Raduga» (2021). *Informacionnyj portal FGBNU VNI «Raduga»* [Information portal of the Federal State Budgetary Scientific Institution All-Russian Research Institute «Raduga»]. <http://inform-raduga.ru/about> (accessed on 25.02.2025)

6. Dubenok, N. (2023). *Razrabotat' tekhnicheskoe-ekonomicheskoe obosnovanie razvitiya mелиоративного комплекса Severnogo Kavkaza: otchet o NIR* [To develop a technical and economic justification for the development of the reclamation complex of the North Caucasus: a report on research], *FSBEI HE RGAU-MSHA named after K.A. Timiryazev*; Moscow, 343 p.

7. Olgarenko, G. (2024). *Povyshenie effektivnosti ispol'zovaniya vodnyh resursov i perspektivy razvitiya vodopoz'zovaniya na mелиоративnyh sistemah Severnogo Kavkaza* [Improving the Efficiency of Water Resources Use and Prospects for the Development of Water Use in the Reclamation Systems of the North Caucasus], Monograph, Moscow: RUSAYNS, 246 p.

8. Kolganov, A., Shchedrin, V., Balakay, G. & Ilyinskaya, I. (2000). *Normy vodopotrebnosti i ekologicheski bezopasnye rezhimy orosheniya sel'skhozozajstvennyh kul'tur na Severnom Kavkaze (rekommendacii)* [Norms of water needs and ecologically safe irrigation regimes of agricultural crops in the North Caucasus (recommendations)], GU YuzhNIIGiM, Moscow, Edel-M, 152 p.

9. Kuzmichev, A., Ryzhakov, A. & Martynov, D. (2022). *Ocenka vodnogo potenciala territorij Severo-Kavkazskogo federal'nogo okruga i ego ispol'zovaniya v celyah mелиорации zemel'* [Assessment of the water potential of the territories of the North Caucasian Federal District and its use for the purpose of land reclamation]. *Reclamation and hydraulic engineering*, vol. 12, no. 3, pp. 141-157.

10. Dubenok, N. & Olgarenko, G. (2021). *Perspektivy vosstanovleniya mелиоративного комплекса Rossijskoj Federacii* [Prospects for the restoration of the reclamation complex of the Russian Federation]. *Bulletin of Russian Agricultural Science*, no. 2, pp. 56-59.

11. Kablukov, O. (2016). *Zadachi upravleniya i planirovaniya po racional'nomu ispol'zovaniyu regional'nyh vodnyh resursov na perekhodnom etape k postindustrial'nomu obshchestvu* [Tasks of management and planning for the rational use of regional water resources at the transition stage to post-industrial society] *Proceedings of the Collection of articles of the CNS "International Scientific Research" based on the materials of the VII International Scientific and Practical Conference: "Problems and Prospects of Modern Science"*, Part 1, Moscow, collection of articles, ISI-journal, pp. 88-92.

12. Shchedrin V., Kolganov, A., Vasilyev, S. & Churaev, A. (2013). *Orositel'nye sistemy Rossii: ot pokoleniya k pokoleniyu* [Irrigation Systems of Russia: From Generation to Generation], monograph, vol. 1. Novocheboksarsk, Helikon, 283 p.

13. HSE, All-Russian Research Institute of Irrigation and Agricultural Water Supply Systems «Raduga» (2015). *Metodika ocenki ekonomicheskoy effektivnosti meropriyatij po rekonstrukcii mелиоративnyh sistem s uchetom tekhnicheskogo sostoyaniya gidromелиоративnyh ob'ektov, veroyatnostnogo haraktera izmeneniya prirodno-klimaticheskikh uslovij, hozyaistvennyh, ekologicheskikh i social'nyh uslovij funkcionirovaniya, mелиоративnyh agrolandshaftov, ekologicheskoy cennosti prirodnih ekosistem, stepeni erozii, struktury prirodnih landshaftov i ush-*

cherba zdorov'yu cheloveka: nauchn. izdanie [Methodology for assessing the economic efficiency of measures for the reconstruction of reclamation systems taking into account the technical condition of hydro-reclamation objects, the probabilistic nature of changes in natural and climatic conditions, economic, ecological and social conditions of functioning, reclaimed agrolandscapes, the ecological value of natural ecosystems, the degree of erosion, the structure of natural landscapes and damage to human health. edition], Kolomna, IP Vorobyov O.M., 116 p.

14. HSE, Rosstandart (2022). *GOST R 70611-2022. Nacional'nyj standart Rossijskoj Federacii. Mелиорация zemel'. Metodika ocenki distancionnymi metodami tekhnicheskogo i ekologicheskogo sostoyaniya* [National Standard of the Russian Federation. Land reclamation. Methodology for assessing the technical and environmental condition by remote methods], 31 p.

15. HSE, Rosinformagrotech (2022). *Kompleksnaya ocenka i ekologicheski bezopasnoe ispol'zovanie degradirovannyh zemel'* [Integrated Assessment and Environmentally Safe Use of Degraded Lands] Moscow, Rosinformagrotech, 124 p.

16. HSE, Rosstandart (2022). *GOST R 70229-2022. Pochvy. Pokazateli kachestva pochv*. [Soil. Soil quality indicators. Russian Institute for Standardization]. Federal Research Center "Soil Institute named after V.V. Dokuchaev"; Rosstandart, Moscow, p.22.

17. HSE (2023). *Gosudarstvennoe svidetel'stvo o registracii bazy dannyh № 20203623726 «Геоинформационная система мелиоративного комплекса Северо-Кавказского федерального округа» data registracii 2 noyabrya 2023 goda* [State Certificate of Registration of the Database no 20203623726 "Geographic Information System of the Reclamation Complex of the North Caucasus Federal District", registration date November 2].

18. HSE, All-Russian Research Institute of Irrigation and Agricultural Water Supply Systems «Raduga» (2023). *Razrabotka nauchno-metodicheskogo obosnovaniya i opredelenie perspektivy ispol'zovaniya vodnyh resursov Severo-Kavkazskogo federal'nogo okruga Rossijskoj Federacii, a takzhe nauchno obosnovannyh rekomendacij po povysheniyu effektivnosti ispol'zovaniya vodnyh resursov Severo-Kavkazskogo federal'nogo okruga Rossijskoj Federacii pri mелиорации zemel' sel'skhozozajstvennogo naznacheniya na osnove vodnogo balansa territorii (otchet o NIR zaklyuchitel'nyj za 2021-2023 gg.)* [Development of scientific and methodological justification and determination of the prospects for the use of water resources in the North Caucasus Federal District of the Russian Federation, as well as scientifically based recommendations for improving the efficiency of water resources use in the North Caucasian Federal District of the Russian Federation in the reclamation of agricultural land based on the water balance of the territory (final research report for 2021-2023)]. All-Russian Research Institute of Irrigation and Agricultural Water Supply Systems «Raduga». Kolomna. 941 p.

Информация об авторах:

Дубенок Николай Николаевич, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик РАН, заведующий кафедры сельскохозяйственных мелиораций, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9059-9023>, ndubenok@rgau-msha.ru

Ольгаренко Геннадий Владимирович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, член-корреспондент РАН, главный научный сотрудник, ВНИИ «Радуга», ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1225-3147>, olgarenko@mail.ru

Каблюков Олег Викторович, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры сельскохозяйственных мелиораций, РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8022-7904>, o.kablukov@rgau-msha.ru

Information about the authors:

N.N. Dubenok, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, head of the department of agricultural land reclamation, the Russian State Agrarian University-Moscow State Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9059-9023>, ndubenok@rgau-msha.ru

G.V. Olgarenko, doctor of agricultural sciences, professor, corresponding member of the Russian Academy of Sciences, Professor, Chief Researcher of the All-Russian Research Institute «Raduga», ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1225-3147>, olgarenko@mail.ru

O.V. Kablukov, candidate of technical sciences, associate professor, associate professor of the department of agricultural land reclamation, the Russian State Agrarian University-Moscow State Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8022-7904>, o.kablukov@rgau-msha.ru