

Мелиорация, водное хозяйство и агрофизика

Оригинальная статья

<https://doi.org/10.26897/1997-6011-2025-1-6-12>

УДК 631.6



КОМПЛЕКСНАЯ МЕЛИОРАЦИЯ – ОСНОВА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И СОХРАНЕНИЯ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ

В.А. Шевченко, Л.В. Кирейчева

Федеральный научный центр гидротехники и мелиорации им. А.Н. Костякова (ФГБНУ «ФНЦ ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова»); 127434, г. Москва, ул. Б. Академическая, 44, корп. 2, Россия

Аннотация. Цель исследований: выявление узких мест и определение направлений как научных исследований, так и практических действий по технологическому обеспечению сельского хозяйства комплексными мелиорациями. В статье приведены основные достижения ученых и исследователей Федерального научного центра гидротехники и мелиорации им. А.Н. Костякова, выполненные за последние 5 лет по государственному заданию. Предложенные научные разработки носят как фундаментальный, так и приоритетно-прикладной характер. Комплексные исследования направлены на восстановление и повышение плодородия существующих мелиорированных земель, на ввод в оборот неиспользуемых площадей. Для этого предложены: перспективные агромелиоративные технологии и технические приемы окультуривания деградированных почв; природоподобные агротехнические и мелиоративные технологии устойчивого повышения плодородия почвы; агрофитомелиоративные приемы восстановления деградированных пастбищных экосистем и лиманных угодий; способы защиты посевов от засух и заморозков. Разработаны и внедрены комбинированные малообъемные системы орошения, интеллектуальная автоматизированная система управления водопользованием (ИАСУ «Водопользование»), биоинженерное сооружение для очистки и снижения минерализации дренажно-сбросных вод с рисовой оросительной системы. Созданы новые гибриды кукурузы и сои, а также технологии их возделывания.

Ключевые слова: комплексная мелиорация, мелиоративные системы, плодородие почвы, природоподобные технологии, фитомелиорация

Формат цитирования: Шевченко В.А., Кирейчева Л.В. Комплексная мелиорация – основа технологического обеспечения продовольственной безопасности и сохранения плодородия почв // Природообустройство. 2025. № 1. С. 6-12. <https://doi.org/10.26897/1997-6011-2025-1-6-12>

Scientific article

INTEGRATED LAND RECLAMATION IS THE BASIS FOR TECHNOLOGICAL SUPPORT OF FOOD SECURITY AND PRESERVATION OF SOIL FERTILITY

V.A. Shevchenko, L.V. Kireicheva

Federal State Budgetary Scientific Institution "FNC VNIIGiM named after A.N. Kostyakov"; 127434, Moscow, B. Akademicheskaya str., 44, building 2, Russia

Abstract. The purpose of the research is to identify bottlenecks and identify areas of both scientific research and practical actions for the technological provision of agriculture with integrated land reclamation. The main achievements of scientists and researchers of the Federal Scientific Centre for Hydraulic Engineering and Land Reclamation named after A.N. Kostyakov, carried out over the past 5 years on the base of state assignment, are presented in the paper. The proposed scientific developments are both fundamental and applied in priority. Comprehensive research is aimed at soil fertility restoration and improvement within existing reclaimed lands, as well as unused areas return into cultivation. Prospect agro-reclamation technologies and techniques to provide degraded soils cultivation are proposed for these purposes, such as nature-approach agrotechnical and reclamation techniques to provide sustainable

improvement of soil fertility; agro-phytomeliorative techniques to restore degraded pasture ecosystems and estuarine lands; methods to protect crops from droughts and frosts. Combined low-volume irrigation systems and an intelligent automated water management system (IAWMS "Water Use") have been developed and implemented, Bioengineered structure for drainage flow and waste water purification and mineralization reducing in the rice irrigation system are suggested. New hybrids of corn and soybeans have been created, as well as technologies for their cultivation.

Keywords: integrated land reclamation, reclamation systems, soil fertility, nature-approach technologies, phytomelioration

Format of citation: Shevchenko V.A., Kireicheva L.V. Integrated land reclamation is the basis for technological support of food security and preservation of soil fertility // Prirodoobustrojstvo. 2025. No. 1. P. 6-12. <https://doi.org/10.26897/1997-6011-2025-1-6-12>

Введение. Мелиорация земель – основа стабильности сельскохозяйственного производства. Она играет существенную роль в повышении продуктивности и устойчивости земледелия, и сегодня уже не требует доказательств тот факт, что пустынные, засушливые, переувлажненные, засоленные, эродированные земли, а также земли, утратившие плодородие, могут быть улучшены с помощью мелиорации. Общими проблемами мелиорации сельскохозяйственных земель для всех природных зон и регионов страны являются предотвращение процессов деградации почв, повышение их плодородия, улучшение эколого-мелиоративной обстановки и интенсификация сельскохозяйственного производства.

К сожалению, деградационные процессы за последние 30 лет снизили продуктивность на значительной площади сельскохозяйственных земель, содержание почвенного гумуса в разных регионах страны уменьшилось на 20% и выше. Процесс сработки запасов почвенного гумуса продолжается и в настоящее время с интенсивностью 1-2 т/га в год, что сопровождается ухудшением свойств и снижением плодородия почв [1].

Представляют серьезную проблему процессы изменения климата, характеризующиеся усилением проявлений экстремальных погодных условий, вызывающих подтопление и затопление больших территорий или повторение катастрофических засух, способствующих нестабильности сельскохозяйственного производства.

Снижение плодородия почв, развитие деградационных процессов, климатические риски, определяемые неустойчивым и неравномерным распределением осадков и тепловых ресурсов на территории страны, существенно влияют на продуктивность посевов и инвестиционную привлекательность сельскохозяйственного производства, что негативно сказывается на продовольственной безопасности нашей страны. Комплексная мелиорация в значительной мере позволяет нивелировать нарастающие негативные

тенденции за счет научного и технологического обеспечения сельского хозяйства.

На современном этапе развития определены и реализуются перспективные научные направления в области земледелия, мелиорации и водного хозяйства. Фундаментальные исследования, выполняемые научными организациями, направлены на повышение продуктивности сельскохозяйственных культур, восстановление деградированных и малопродуктивных земель, улучшение состояния агроландшафтов и повышение почвенного плодородия в условиях современных вызовов.

Приоритетными направлениями в области мелиорации и водного хозяйства следует считать: создание совершенных мелиоративно-водохозяйственных комплексов; авторегуляционных гидромелиоративных систем нового поколения, обеспечивающих автоматическое управление технологическим процессом; оптимизацию управления водопользованием на мелиорированных землях с применением искусственного интеллекта включая точное орошение; широкое применение природоподобных технологий для восстановления плодородия мелиорированных земель, борьбы с опустыниванием и переувлажнением почв. Все это позволит перевести мелиоративную отрасль на современный технологический уровень.

Цель исследований: выявление узких мест и определение направлений как научных исследований, так и практических действий по технологическому обеспечению сельского хозяйства комплексными мелиорациями.

Материалы и методы исследований. Объектом исследований являются технологии и технические приемы повышения эффективности мелиорированных земель средствами комплексной мелиорации.

По данным Департамента мелиорации, в 2020 г. «...из 4,67 млн га орошаемых земель в сельскохозяйственном производстве фактически использовалось 3,86 млн га, а поливы

проведены за счет подачи воды государственными мелиоративными системами на площади 1,69 млн га...», что составляет не более 30% [2]. Текущая продуктивность орошаемых земель незначительно превышает урожайность на богаре: для зерновых культур – на 35%, для овощей – на 32,6%, продуктивность кормовых угодий – на 79,3%, что не соответствует потенциальным возможностям мелиорированных земель. На осушенных землях регулирование водного режима и отвод дренажных вод осуществляется на площади 916,86 тыс. га, то есть только на 19% [2]. В связи с этим современным направлением мелиоративной науки и практики становится повышение эффективности существующего мелиоративного клина и обоснование ввода в мелиоративное производство неиспользуемых земель, вышедших из севооборота.

Проблема сокращения посевных земель и вывода их из оборота затронула значительную территорию России, имеющую неблагоприятные демографические, экономические и агроклиматические условия. На осушаемых землях в хорошем состоянии находится 0,86 млн га, в нормативном (удовлетворительном) – 2,14 млн в неудовлетворительном – 1,78 млн га. Из находящихся в неудовлетворительном экологическом состоянии орошаемых земель на площади 1,78 млн га (37,0% к наличию) отмечаются недопустимо близкое (критическое) залегание грунтовых вод и недопустимые сроки отвода поверхностных вод [2]. Все это приводит к снижению валового сбора сельскохозяйственной продукции.

Для решения поставленных задач в первую очередь необходимо провести агроэкологическую оценку всех мелиорированных земель, в том числе выведенных из оборота, и технико-технологический аудит инженерных мелиоративных систем и сооружений с использованием современных цифровых технологий.

Результаты и их обсуждение. В ФНЦ ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова проводятся комплексные исследования, направленные на восстановление и повышение эффективности мелиоративного комплекса страны. Разработана и адаптирована методика агроэкологической оценки природно-ресурсного потенциала сельскохозяйственных земель, основанная на энергетическом балансе агроэкосистемы. Создана автоматизированная информационно-коммуникационная система для Нечерноземной зоны, которая позволяет пользователю системы получать фактические и оптимальные значения основных климатических, почвенных показателей

и агрохозяйственных условий в режиме реального времени, определять фактическую продуктивность земель и назначать мероприятия по повышению урожайности до потенциально возможной для данной природно-климатической зоны [3].

При введении в оборот неиспользуемых сельскохозяйственных земель в зоне избыточного увлажнения важными научными направлениями наряду с адаптивно-ландшафтным земледелием становятся разработка и внедрение перспективных агромелиоративных технологий и технических приемов окультуривания почв. В Федеральном научном центре гидротехники и мелиорации им. А.Н. Костякова разработана и внедрена на объекте ООО «Ручьевское» Тверской области на площади 5297 га эффективная технология, обеспечивающая окультуривание в едином технологическом процессе: внесение мелиорантов по профилю почвы; обогащение органическим веществом в виде навозных стоков пахотного слоя; применение сидеральных культур с разноглубинной заделкой пожнивных остатков и соломы. Это значительно повышает эффективность дальнейшего использования залежных земель в сельскохозяйственном производстве [4, 5].

Для устойчивого земледелия обоснованы природоподобные агротехнические и мелиоративные технологии, в основе которых лежат механизмы, свойственные природным экосистемам:

- максимальное использование биоклиматического потенциала за счет точного регулирования потоков воды и минеральных веществ в агроэкосистеме;

- использование возобновляемых источников углерода, усиливающих биологический круговорот, включая специально разработанные удобрительно-мелиорирующие смеси;

- применение культур – фитомелиорантов, обладающих почвоулучшающим и средостабилизирующим потенциалом (способность давать большую фитомассу и концентрировать питательные вещества);

- направленное использование микробиологических препаратов с целью стимуляции ростовых процессов, азотфиксации (симбиотической и несимбиотической), мобилизации фосфора и калия, деструкции органического вещества и гумификации, защиты растений от патогенов.

Разработкой и исследованием природоподобных технологий для улучшения экологического состояния агроландшафта занимаются также Казанский ФИЦ, ФНЦ зернобобовых и крупяных культур для органического сельского хозяйства, ВНИИ защиты растений для создания новых

средств защиты растений и др. Новое направление требует тесной координации исследований при разработке общих принципов отнесения технологий к природоподобным независимо от того, в какой области знаний они разрабатываются. Это даст возможность разработать показатели и критерии и определить новые эффективные направления в агропроизводстве.

В Федеральном научном центре гидротехники и мелиорации им. А.Н. Костякова на основе биосферного подхода дано теоретическое обоснование применения и совершенствования природоподобных технологий для повышения плодородия почвы. Показано, что информация о почвообразовательном процессе находится в почвенной матрице, определяющей тип почвы и ее основные свойства. На минеральной матрице в зависимости от ее размера – удельной поверхности – происходит образование и адсорбция до 70% гумуса. В результате образующаяся органоминеральная матрица является более высокой организационной структурой, определяющей такие параметры почвенного плодородия, как оструктуренность, емкость катионного обмена, порозность и прочность агрегатов. Почвенное плодородие можно увеличить, повышая развитость почвенной матрицы, формируя заданные свойства почвы дополнительным внесением органических и минеральных веществ и другими природоподобными приемами.

Сформулированы оптимальные условия агрономически ценных микроорганизмов для эффективного действия микробиологических препаратов и проведен лабораторный эксперимент по применению биопрепаратов для ускорения разложения пожнивных и корневых остатков, составлены научно-практические рекомендации по применению природоподобных технологий для сохранения и повышения почвенного плодородия. Среди последних важная роль отводится биологическим приемам [6]. Все это позволяет перейти на новый, экологически безопасный уровень управления почвенным плодородием.

К вызовам в сельском хозяйстве относится нарастающее проявление аридизации климата, способствующей опустыниванию земель и деградации пастбищных угодий. Для сдерживания указанных процессов и восстановления деградированных территорий самым эффективным средством является комплексная мелиорация, в первую очередь – обводнение территории, закрепление песков, лесомелиорация, фитомелиорация деградированных пастбищ.

Агролесомелиоративные комплексы следует считать действенной мерой защиты

от опустынивания агроландшафтов. Ученые Федерального научного центра гидротехники и мелиорации им. А.Н. Костякова совместно с ФНЦ агроэкологии РАН и Прикаспийским аграрным федеральным центром разрабатывают агрофитомелиоративные приемы восстановления деградированных пастбищных экосистем и лиманных угодий, совершенствуют способы выращивания посадочного материала для закрепления песков аридных территорий. Использование информационных технологий для мониторинга состояния земель, подверженных опустыниванию, с применением ГИС-технологий и актуальной космической информации обеспечивает оперативный контроль и прогноз развития ситуации. Все это позволяет на высоком научном уровне подойти к решению проблемы борьбы с опустыниванием и деградацией пастбищных угодий. Аналогичные исследования проводят и другие научные и образовательные учреждения. Практическое применение научных разработок требует консолидации усилий ученых и практиков для предотвращения негативных последствий опустынивания в условиях изменения климата.

Изменение климата прямым образом влияет на сельское хозяйство и является одним из самых серьезных рисков для земледелия России. Разработанные в ФНЦ ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова карты природной тепло- и влагообеспеченности Европейской части Российской Федерации, представленные в виде интерактивного сетевого ресурса, доступного через глобальную сеть Интернет, позволили выявить значимые тренды увеличения температуры воздуха вегетационного периода южнее линии Брянск – Орел – Липецк – Саратов. Выявленное увеличение температуры воздуха позволяет сделать прогноз потенциального дефицита природного увлажнения. В зоне Саратов – Ростов-на-Дону – Ставрополь – Астрахань возможен рост природного дефицита увлажнения на 10-30%. Поэтому следует полагать, что увеличение дефицита отразится как на продуктивности сельскохозяйственных угодий, так и на состоянии водных объектов [7]. Уже сейчас следует принимать соответствующие меры по увеличению водообеспеченности сельскохозяйственных угодий.

По мере аридизации климата наблюдается снижение устойчивости экосистем к деградации, о чем свидетельствует современное состояние земель на территории Европейской части аридного пояса РФ. В настоящее время, по данным обследования сельхозугодий на площади 1996,43 тыс. га, выполненного в 2020 г. на территории Российской Федерации, наибольшая доля негативных

процессов приходилась на водную (15,5% к общей обследованной площади) и ветровую (8,8%) эрозии. Другие виды негативных процессов также получили распространение, но на значительно меньших площадях: переувлажнение почвы выявлено на 830,73 тыс. га (или 6,4%), засоление почв – на 235 тыс. га (или 1,8%). Наиболее значительные площади со всеми видами рассматриваемых негативных процессов выявлены в Северо-Кавказском, Сибирском, Южном и Приволжском федеральных округах [2].

Причинами развития деградации на мелиорированных землях следует считать устаревшие гидромелиоративные системы, приводящие к непроизводительным потерям воды из межхозяйственной сети, повышенному инфильтрационному питанию на поле ввиду несоответствия оросительных норм водопотреблению сельскохозяйственных культур, нарушению технологического регламента проведения агромелиоративных технологий и пр., что вызывает необходимость решения проблемы разработки высокоэффективных технологий и технических средств гидромелиорации.

В Федеральном научном центре гидротехники и мелиорации им. А.Н. Костякова научно обосновано и практически реализовано использование гидромелиоративной системы комбинированного орошения с функцией защиты сельскохозяйственных посевов от климатических рисков. Предложена технология термокомпенсационных поливов, эффективность которой нашла экспериментальное подтверждение при закладке плантаций земляники садовой в Волгоградской области. Полученные данные подтверждают эффективность снижения температуры за счет агротехнических и оросительных мероприятий [8].

Водные мелиорации являются самыми эффективными приемами повышения продуктивности сельскохозяйственных земель и стабильности сельского хозяйства за счет прецизионного регулирования водного, питательного, кислотно-щелочного, теплового и солевого режимов почвы. Осушение переувлажненных земель гарантированно повышает урожайность в 3-5 раза, орошение – в 5-7 раз. ФНЦ ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова является лидером в этом направлении. Учеными Центра разработана и внедрена интеллектуальная автоматизированная система управления водопользованием (ИАСУ «Водопользование») для повышения эффективности использования оросительной воды на государственных мелиоративных системах, обеспечивающая поиск оптимального решения в условиях дефицита. ИАСУ «Водопользование» применяет

методы многокритериального экономико-математического моделирования, искусственного интеллекта, модели-двойников организаций.

Использование искусственного интеллекта дает возможность обрабатывать большой объем пространственной информации с высоким разрешением для разработки рекомендаций по водораспределению с учетом прогнозирования погодных изменений, энергетических затрат и заявок потребителей [9]. Внедрение осуществлено в ФГБУ «Волгоградмелиоводхоз» и его Городищенском филиале с целью оптимизации распределения поливной воды и средств на ремонтно-восстановительные работы в 2023-2024 гг. Экономия ресурсов составила 10% по сравнению с традиционным планированием. В 2023 г. из фактически орошаемой системой площади сельхозугодий, равной 17,94 тыс. га, было полито 13,56 тыс. га, что составляет 75,6%. Для правильного понимания направления дальнейших исследований с применением искусственного интеллекта необходима тесная кооперация в смежных отраслях знаний.

В качестве одного из современных вызовов выступает снижение объема и качества водных ресурсов в зоне интенсивного земледелия на фоне потепления климата. В южных регионах уже сейчас наблюдается дефицит воды, при котором поливается только 40% от используемых орошаемых земель. С целью эффективного использования оросительной воды разработаны научно обоснованные дифференцированные режимы орошения основных культур, позволяющие на 20...25% уменьшить оросительную норму при сохранении урожайности на уровне 5-6 т кор. ед/га. А для улучшения качества оросительной воды разрабатываются малоэнергоёмкие технологии очистки и водоподготовки, представляющие собой биоинженерные сооружения, обеспечивающие комбинированную очистку и снижение минерализации за счет использования высшей водной растительности и природных сорбентов. Биосорбционное сооружение было апробировано в Республике Калмыкия на Сарпинской рисовой оросительной системе. Результаты исследований показали снижение минерализации с 4,30 до 0,49 г/л, ион хлора с 78,2 до 28,1 мг/л, что позволило очищенную воду повторно использовать на орошение риса [10].

Эффективное использование водных ресурсов и интегрированное их управление включены в программу приоритетных направлений фундаментальных и поисковых научных исследований ФНЦ ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова и других мелиоративных и водохозяйственных организаций.

В настоящее время накоплен значительный опыт по разработке способов и технических решений очистки и водоподготовки, который представлен в разработанной Центром базе данных. Считаем необходимым с помощью экспертов обосновать для сферы мелиорации наилучшие доступные технологии и включить их в нормативные документы по проектированию новых гидромелиоративных систем.

Важнейшее направление земледелия, в том числе на мелиорированных землях, связано с обоснованием структуры землепользования и подбором культур, отзывчивых на проведение осушительных и оросительных мелиораций. В Институте орошаемого земледелия (ВНИИОЗ) – филиале ФНЦ ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова – определена структура посевных площадей на орошаемых землях, предложены севообороты разной специализации и ротации культур, системы обработки почв разного гранулометрического состава, установлены нормы и сроки применения удобрений, средства защиты растений. Рекомендованы технологии и технические средства орошения, обеспечивающие высокий уровень продуктивности орошаемых земель при сохранении их плодородия. Разработана и апробирована водосберегающая технология возделывания риса периодическими

поливами на оросительных системах общего назначения. Созданы новые гибриды кукурузы и сои, а также технологии их возделывания. Вопросы селекции, семеноводства и оптимизации посевных площадей в богарных условиях занимается множество научных организаций, однако особенность исследований научного Центра гидротехники и мелиорации им. А.Н. Костякова заключается в том, что выполняемые работы ориентированы на орошаемое земледелие.

Выводы

Комплексная мелиорация является основой технологического обеспечения продовольственной безопасности за счет повышения урожайности и сохранения плодородия почв как национального богатства. Она обеспечивает стабильность сельскохозяйственного производства в условиях глобального потепления и развития непредсказуемых климатических и техногенных рисков посредством их нивелирования. Приведенные в статье научные разработки готовы к внедрению во всех природно-климатических зонах. Сдерживающим фактором является готовность сельхозпроизводителя к использованию научных достижений. Для внедрения НТД необходимы привлечение инвестиций и субсидирование товаропроизводителей.

Список использованных источников

1. Шевченко В.А. Современное состояние выбывших из оборота мелиорированных земель и перспективы их освоения: Монография. Москва: Изд-во ВНИИГиМ, 2021. 409 с.
2. Мелиоративный комплекс Российской Федерации: Информационное издание. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2020. 304 с.
3. Кирейчева Л.В. Информационно-коммуникационная система регулирования параметров мелиоративного состояния агроэкосистемы / Л.В. Кирейчева, А.Д. Тимошкин, А.Л. Аветисян // Природообустройство. 2022. № 3. С. 13-18. DOI: 10.26897/1997-6011-2022-3-13-18.
4. Новиков С.А. Эффективные приемы окультуривания залежных земель в Нечерноземной зоне России: Научные рекомендации / С.А. Новиков, В.А. Шевченко, А.М. Соловьев, И.П. Фирсов, И.Н. Гаспарян. Москва, 2014. 43 с.
5. Шевченко В.А. Регулирование кислотного и гумусового состояния деградированных мелиорированных земель Нечерноземной зоны при их вовлечении в сельскохозяйственный оборот / В.А. Шевченко, А.М. Соловьев, Г.И. Бондарева, Н.П. Попова // Научно-методическое обеспечение развития мелиоративно-водохозяйственного комплекса: Сборник научных трудов. Москва, 2020. С. 197-206. ISBN: 978-5-6042438-4-8.
6. Кирейчева Л.В. Природоподобные технологии повышения плодородия почвы / Л.В. Кирейчева, Т.Ю. Пуховская // Плодородие. 2024. № 3 (138). С. 10-14.
7. Кирейчева Л.В. Оценка тенденций изменения климата в зоне недостаточного увлажнения юга Европейской

References

1. Shevchenko V.A. The current state of reclaimed lands and prospects for their development: monograph. Moscow: VNIIGiM Publishing House, 2021. 409 p.
2. Land reclamation complex of the Russian Federation: inform. edition. Moscow: FSBI "Rosinformagrotech", 2020. 304 p.
3. Kireicheva L.V., Timoshkin A.D., Avetisyan A.L. Information and communication system for regulating the parameters of the reclamation state of the agroecosystem // Prirodoobustrojstvo. 2022. No. 3. P. 13-18. DOI: 10.26897/1997-6011-2022-3-13-18.
4. Novikov S.A., Shevchenko V.A., Solovyov A.M., Firsov I.P., Gasparyan I.N. Effective methods of cultivating fallow lands in the Non-Chernozem zone of Russia: scientific recommendations. Moscow, 2014. 43 p.
5. Shevchenko V.A., Solov'ev A.M., Bondareva G.I., Popova N.P. Regulation of acid and humus state of degraded reclaimed lands of the Non-Chernozem zone at their involvement in agricultural turnover. In collection: Scientific and methodological support of development of melioration and water management complex. Collection of scientific works. Moscow, 2020. C. 197-206. ISBN 978-5-6042438-4-8.
6. Kireicheva L.V., Pukhovskaya T.Yu. Nature-like technologies for improving soil fertility // Plodorodniye. 2024. No 3 (138). P. 10-14.
7. Kireicheva L.V., Korneev I.V. Assessment of climate change trends in the zone of insufficient moisture in the south of the European part of Russia and their consideration when

части России и их учет при обосновании орошения / Л.В. Кирейчева, И.В. Корнеев // Орошаемое земледелие. 2023. № 2 (41). С. 19-26.

8. Лытов М.Н. Технология термокомпенсационных поливов при закладке и эксплуатации плантаций земляники на Нижней Волге // Известия НВ АУК. 2024. № 1 (73). С. 98-107. DOI: 10.32786/2071-9485-2024-01-10.

9. Рогачев Д.А. Технология управления системным водопользованием с применением методов искусственного интеллекта и моделей-двойников организаций / Д.А. Рогачев, Л.В. Кирейчева, И.Ф. Юрченко, А.Ф. Рогачев // Международный сельскохозяйственный журнал. 2024. № 4 (400). С. 404-411.

10. Кирейчева Л.В. Агроинженерная технология улучшения качества дренажно-сбросных вод с рисовых оросительных систем / Л.В. Кирейчева, В.А. Супрун // Мелиорация и водное хозяйство. 2021. № 6. С. 4-8.

justifying irrigation // Irrigated agriculture. 2023. № 2 (41). P. 19-26.

8. Lytov M.N. Technology of thermocompensation irrigations in the establishment and operation of strawberry plantations on the Lower Volga. Izvestiya NV AUC. 2024. 1(73). 98-107. DOI: 10.32786/2071-9485-2024-01-10

9. Rogachev D.A., Kireicheva L.V., Yurchenko I.F. Rogachev, A.F. Technology of system water use management with the use of artificial intelligence methods and models – twin organizations // International Agricultural Journal. 2024 № 4 (400). P. 404-411

10. Kireicheva L.V., Suprun V.A. Agroengineering technology for improving the quality of drainage-discharge water from rice irrigation systems // Melioration and Water Management. 2021. № 6. P. 4-8.

Об авторах

Виктор Александрович Шевченко, академик РАН, д-р с.-х. наук, профессор, директор ФГБНУ «ФНЦ ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова», SPIN-код: 8028-2743; ORCID: 0000-0002-5444-9693; ID РИНЦ 479685; Scopus Author ID 57209792752; WOS Research ID A-8909-2016; shevchenko.v.a@yandex.ru

Людмила Владимировна Кирейчева, д-р техн. наук, профессор, руководитель научного направления Федерального научного центра гидротехники и мелиорации им. А.Н. Костякова; ORCID: 0000-0002-7114-2706; kireychevalw@mail.ru

About the authors

Victor A. Shevchenko, DSc (Agro), RAS academician, professor, director of FSBSI FNC “VNIIGiM named after A.N. Kostyakov”; SPIN-code: 8028-2743; ORCID: 0000-0002-5444-9693; ID РИНЦ 479685; Scopus Author ID 57209792752; WOS Research ID A-8909-2016; shevchenko.v.a@yandex.ru

Lyudmila V. Kireicheva, DSc (Eng), professor, head of the scientific direction of the Federal scientific center of hydraulic engineering and land reclamation named after A.N. Kostyakov; ORCID: 0000-0002-7114-2706; kireychevalw@mail.ru

Критерии авторства / Authorship criteria

Шевченко В.А., Кирейчева Л.В. выполнили теоретические исследования, на основании которых провели обобщение и написали рукопись, имеют на статью авторское право и несут ответственность за плагиат.

Конфликт интересов / Conflict of interest

Авторы заявляют об отсутствии конфликтов интересов / The authors declare that there are no conflicts of interest

Поступила в редакцию / Received at the editorial office 02.12.2024

Одобрена после рецензирования / Approved after peer review 10.01.2025

Принята к публикации / Accepted for publication 10.01.2025

Shevchenko V.A., Kireicheva L.V. carried out theoretical research, on the basis of which they generalized and wrote a manuscript. They have a copyright to the article and are responsible for plagiarism.