

## Мелиорация, водное хозяйство и агрофизика

Оригинальная статья

<https://doi.org/10.26897/1997-6011-2024-2-6-12>

УДК 626/627:004:504.062



### КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ПОДХОДЫ К СОЗДАНИЮ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ВЕБ-СИСТЕМ ДЛЯ ОБОСНОВАНИЯ РЕШЕНИЙ ПО РАЗВИТИЮ МЕЛИОРАТИВНО-ВОДОХОЗЯЙСТВЕННОГО КОМПЛЕКСА

Э.Б. Дедова, С.Д. Исаева , А.В. Матвеев, Р.М. Шабанов

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр гидротехники и мелиорации им. А.Н. Костякова»; 127434, г. Москва, ул. Большая Академическая, 44, стр. 2, Россия

**Аннотация.** Эффективное развитие сельского хозяйства в зоне недостаточного увлажнения определяется надежным функционированием мелиоративных систем, экологически благоприятным состоянием орошаемых земель, наличием необходимых водных ресурсов для орошения, применением обоснованных систем земледелия. Системное управление факторами, обеспечивающими продуктивность сельскохозяйственных угодий, представляет собой сложный экспертно-методический и технологический процесс. Оптимизация процесса возможна за счет использования цифровых технологий, в частности, разрабатываемой геоинформационной веб-системы поддержки принятия решений. Цель исследований заключалась в обосновании концептуальных положений разработки и функционирования геоинформационной системы с веб-платформенной реализацией. Система предназначена для сбора, хранения, анализа и предоставления необходимой для интегрального управления информацией, сужения области поиска рационального решения на основании предоставляемых результатов системных исследований, для повышения обоснованности принимаемых решений. Методической основой геоинформационной веб-системы явились результаты многолетних исследований в области информационно-аналитического обоснования экосистемного водопользования в сельском хозяйстве, информационные и цифровые технологии, методы математического моделирования и статистические методы. Разработаны принципы формирования экспертной веб-системы, необходимые для совместного решения экологических, технических и эксплуатационных задач обеспечения устойчивого развития мелиоративно-водохозяйственного комплекса и сельского хозяйства на орошаемых землях. Определены также принципы ее работы, обеспечивающие удобный для пользователей и надежный инструментарий на основе веб- и геоинформационных технологий. Экспертная геоинформационная веб-система имеет модульную структуру, включает в себя измерительно-диагностический, моделирующий, аналитический, служебный блоки. Разработано специальное программное обеспечение «Геоинформационная веб-система поддержки принятия решений по интегральному управлению мелиоративно-водохозяйственным комплексом Республики Калмыкия».

**Ключевые слова:** водные ресурсы, мелиоративно-водохозяйственный комплекс, геоинформационные технологии, веб-система, дефицит водных ресурсов

**Формат цитирования:** Дедова Э.Б., Исаева С.Д., Матвеев А.В., Шабанов Р.М. Концептуальные подходы к созданию геоинформационных веб-систем для обоснования решений по развитию мелиоративно-водохозяйственного комплекса // Природообустройство. 2024. № 2. С. 6-12. <https://doi.org/10.26897/1997-6011-2024-2-6-12>

Original article

### CONCEPTUAL APPROACHES TO THE CREATION OF GIS WEB SYSTEMS FOR LAND RECLAMATION AND WATER MANAGEMENT COMPLEX DEVELOPMENT JUSTIFICATION

E.B. Dedova, S.D. Isaeva , A.V. Matveev, R.M. Shabanov

All-Russian Research Center for Hydraulic Engineering and Land Reclamation named after A.N. Kostyakov Moscow, Russia

**Abstract.** The effective development of agriculture in a zone of insufficient moisture is determined by the reliable functioning of the irrigation system, the environmentally favorable state of irrigated

lands, the availability of the necessary water resources for irrigation, and the use of sound farming systems. Systematic management of factors ensuring the agricultural land productivity is a complex expert – methodological and technological process. Optimization of the process is possible through the use of digital technologies, in particular, the geoinformation web-based decision support system being developed. The purpose of the work was to substantiate the conceptual provisions of the development and operation of a geoinformation system with a web-platform implementation. The system is designed to collect, store, analyze and provide information necessary for integrated management, narrowing the search area for a rational solution based on the provided results of system research, to increase the validity of decisions made. The methodological basis of the geographic information web system was the results of many years of research in the field of information and analytical substantiation of ecosystem water use in agriculture, information and digital technologies, statistical methods, mathematical modeling. The principles of forming an expert web system necessary for jointly solving environmental, technical and operational problems of ensuring the sustainable development of the land reclamation and water management complex and agriculture on irrigated lands have been developed. The principles of its operation have also been defined, providing user-friendly and reliable tools based on web and geoinformation technologies. The expert geoinformation web-based system has a modular structure and includes measurement and diagnostic, modeling, analytical, and service blocks. Special software has been developed: “Geoinformation web-based decision support system for the integrated management of the reclamation and water management complex of the Republic of Kalmykia.”

**Keywords:** water resources, land reclamation and water management complex, geoinformation technologies, web system, water resource shortage

**Format of citation:** Dedova E.B., Isaeva S.D., Matveev A.V., Shabanov R.M. Conceptual approaches to the creation of geoinformation web systems to substantiate decisions on the development of the reclamation and water management complex // Prirodoobustrojstvo. 2024. No. 2. P. 6-12. <https://doi.org/10.26897/1997-6011-2024-2-6-12>

**Введение.** Создание условий для обеспечения устойчивости сельского хозяйства в любых погодных-климатических условиях базируется на развитии мелиоративно-водохозяйственного комплекса. Использование геоинформационных и веб-технологий, математического и имитационного моделирования, их сочетание в структуре системы принятия решений дают основу для совершенствования управления мелиоративно-водохозяйственным комплексом и обеспечения условий для преодоления дефицита водных ресурсов, улучшения технического состояния мелиоративных систем и повышения продуктивности мелиорированных земель [1-4].

Продуктивность орошаемых земель во многом определяется тремя основными компонентами производства сельскохозяйственной продукции, а именно: техническим состоянием гидромелиоративных систем, водными ресурсами (наличие и качество), эколого-мелиоративным состоянием и плодородием почв [5]. В связи с этим представляется, что обеспечить высокую продуктивность земель можно на основе комплексного, или интегрального, управления состоянием указанных компонентов [6]. Экспертная геоинформационная веб-система предназначена для обоснования принятия решений при интегральном управлении мелиоративно-водохозяйственным комплексом, позволяя обеспечивать синхронный

процесс контроля и комплексного (системного) управления техническим состоянием ГТС, экологическим состоянием мелиорированных земель и состоянием водных объектов (водоисточников и водоприемников). Такой интегральный научно-методический подход позволяет обеспечить рациональное использование водных и земельных ресурсов, эффективное ведение сельского хозяйства и развитие мелиоративно-водохозяйственного комплекса [6].

**Цель исследований:** обоснование концептуальных положений разработки и функционирования геоинформационной системы с веб-платформенной реализацией.

Назначение геоинформационной веб-системы поддержки принятия решений – обеспечение сбора, хранения, пополнения, анализа и представления необходимой для управления мелиоративно-водохозяйственным комплексом информации, сужение области поиска рационального решения на основании предоставляемых результатов системных исследований, повышение обоснованности принимаемых решений.

Научная новизна исследований заключается в систематизации накопленных знаний, в формировании общей системы подходов, принципов, методик для ведения эколого-мелиоративного мониторинга, сельскохозяйственного районирования территории Республики Калмыкия,

интегрального управления мелиоративно-водохозяйственным комплексом с учетом водообеспеченности, качества водных ресурсов, используемых для орошения, продуктивности сельскохозяйственных угодий, мелиоративного состояния земель в целях повышения плодородия почв, обеспечения экологической устойчивости агроландшафтов к климатическим факторам, рационального использования водных ресурсов. Применение разработанной веб-ГИС-системы позволяет дать всестороннее научно-методическое обоснование разработке программ развития мелиоративно-водохозяйственного комплекса Республики Калмыкия.

#### **Материалы и методы исследований.**

В качестве исходных материалов при разработке геоинформационной веб-системы для обоснования решений по развитию мелиоративно-водохозяйственного комплекса использованы результаты многолетних исследований по совершенствованию информационно-аналитического обеспечения экосистемного водопользования в сельском хозяйстве, управления водохозяйственными системами, повышению водообеспеченности орошения на юге Европейской части РФ в условиях текущих климатических изменений и дефицита водных ресурсов, по разработке методических и технологических приемов реализации экосистемного водопользования в орошаемом земледелии в зоне недостаточного увлажнения. Используются натурные, лабораторные, геоинформационные методы ведения комплексного экологического мониторинга водных объектов, гидротехнических сооружений и мелиорированных земель Республики Калмыкия [7-12]. Результаты обработаны с применением статистических методов. Создание веб-ГИС-системы основано на применении IT-технологий как инструментов для обеспечения обработки, хранения, передачи и защиты информации, анализа и визуализации данных.

**Результаты и их обсуждение.** Информационная технология управления процессами функционирования и развития мелиоративно-водохозяйственного комплекса должна обеспечить возможность учета разноплановых факторов и синтезировать процессы принятия решений в интегральный целенаправленный процесс управления использованием водных ресурсов, гидротехническими сооружениями, мелиоративным состоянием земель и производством сельскохозяйственной продукции [1, 6]. Поэтому экспертная веб-система формируется исходя из совокупности принципов, позволяющих, с одной стороны, научно и достоверно обосновать систему необходимых мелиоративных и хозяйственных

мероприятий, повышающих эффективность орошаемого земледелия, с другой – обеспечивающих при этом удобный для пользователей и надежный инструмент на основе геоинформационных технологий [13, 14].

Геоинформационная веб-система предназначена для совместного решения экологических, технических и эксплуатационных задач обеспечения устойчивого развития мелиоративно-водохозяйственного комплекса и сельского хозяйства на орошаемых землях за счет интегрального управления мелиоративными системами.

С учетом рассмотренных положений в качестве концептуальных приняты следующие принципы разработки и функционирования веб-ГИС-системы:

- разрабатываемая система предназначена для интегрального управления отдельными мелиоративными системами и мелиоративным фондом, а также мелиоративно-водохозяйственным комплексом региона;

- разрабатывается на примере Сарпинской обводнительно-оросительной системы (СООС) Республики Калмыкия, но носит универсальный характер по своей архитектуре, масштабируемости, что позволит при адаптации применять ее для мелиоративно-водохозяйственного комплекса региона;

- направлена на упрощение процесса и оптимизацию принятия решений по интегральному управлению;

- в основе системы принятия решений – результаты комплексного экологического мониторинга (база данных), результаты научно-методических исследований в области проведения мелиоративных мероприятий, водопользования и ведения сельского хозяйства, результаты иных, функционально связанных разработок, позволяющих принимать системно обоснованные решения по интегральному управлению (база знаний);

- ориентирована на обеспечение централизованного сбора и обработки данных мониторинга, получаемых с помощью автоматизированных метеорологических, гидрологических, агрохимических наблюдений, беспилотных летательных аппаратов и др. с применением современных коммуникационных средств;

- включает в себя развитую аналитическую подсистему, позволяющую сопоставлять данные во времени и пространстве, развитый поисковый механизм с возможностью ранжирования результатов, может выполнять взаимосвязку между проведенными мероприятиями и их эффективностью, доказанной получаемой урожайностью культур;

– с помощью системы обеспечиваются условия хранения данных в реляционной базе, в том числе для формирования Wiki-портала с базой знаний, необходимых для интегрального управления, в облачных сервисах хранения, позволяющих осуществить персонализированный доступ к информационным хранилищам;

– обеспечивается возможность применения комплекса необходимых математических моделей для принятия решений, проведения сценарных исследований, оптимизации полученных решений;

– в автоматизированном режиме экспертом формируются рекомендации по поддержанию рабочего состояния ГТС мелиоративных систем, их модернизации и т.д., по улучшению мелиоративного состояния земель, управлению вододелием и обеспечением водными ресурсами водопользователей, проведению необходимых мелиоративных мероприятий, по обоснованной технологии выбора сельскохозяйственных культур и системы земледелия, по режимам орошения;

– система делает возможным с использованием сети Интернет круглосуточное (24/7) индивидуальное и коллективное подключение всех заинтересованных лиц, при этом веб-интерфейс должен быть интуитивно понятен пользователю, адаптирован для персонального компьютера и мобильного устройства;

– веб-система должна иметь модульную архитектуру, позволяющую расширять функциональные возможности, обеспечивать бесшовную интеграцию со сторонними программными продуктами и онлайн-сервисами, повышенную производительность и улучшенную масштабируемость в случае увеличения нагрузки.

Концепция предполагает создание веб-ГИС-системы, состоящей из нескольких модулей. Начальным модулем системы является измерительно-диагностический блок, куда поступают необходимые для интегрального управления исходные данные. Эти данные могут быть получены на основе комплексного экологического мониторинга.

Мониторинг представляет собой систему непрерывного слежения и контроля из трех составляющих:

– контроль за техническим состоянием мелиоративных систем и сооружений (плотин, дамб, каналов, водорегулирующих, водопроводящих и сбросных гидротехнических сооружений);

– контроль за объемами и качественным составом воды водоисточников, а также водоприемников;

– контроль эколого-мелиоративного состояния орошаемых земель и прилегающих

территорий (режима грунтовых вод, динамики почвенных процессов).

В модуль поступают данные дистанционного зондирования Земли, автоматизированных и визуальных наблюдений за показателями и состоянием компонентов системы производства сельхозпродукции, данные с метео- и сейсмостанций, показания датчиков влажности почвы, результаты лабораторных и натурных исследований и пр. Информация передается в геоинформационный блок, где происходит наполнение баз данных для веб-ГИС-проектов, в том числе с использованием облачных систем хранения.

Для анализа и обработки данных мониторинга в структуре геоинформационной веб-системы поддержки принятия решений предусматривается моделирующий блок, содержащий модели для статистической обработки данных, а также математические, экологические, экономические модели. Программные продукты позволяют выполнить оценку эффективности деятельности земле- и водопользователей, текущего состояния гидротехнических сооружений и водных ресурсов, почвенного покрова. Производится аналитическое обоснование объемов и технологии водопользования, сравнение разных режимов орошения и технологий поливов, анализ факторов роста и развития растений, динамики свойств почвенного покрова. В этом блоке на основе моделей предполагаются сценарная оценка рисков развития неблагоприятных экологических процессов при орошении, определение эффективности и оптимизация использования водных ресурсов, системы производства сельскохозяйственной продукции.

Результаты модельных исследований используются в аналитической подсистеме (блоке) обоснования тактических и стратегических решений по управлению состоянием ГТС, мелиоративным состоянием земель, по использованию водных ресурсов, и прежде всего – определению и реализации плановых инженерных и мелиоративных мероприятий по снижению экологического риска, оптимизации водопользования, повышению продуктивности земель.

Определяющее значение в разрабатываемой веб-системе имеет служебный блок. Служебный блок экспертной геоинформационной веб-системы, помимо программ сетевого взаимодействия (веб-сервер, веб-приложения для поиска, предварительной обработки, анализа и визуализации данных, система управления базами данных, веб-сервис облачного хранения данных и пр.), должен включать в себя модуль согласования типов и форматов данных при необходимости интеграции разнородных баз данных, а также

модуль резервного копирования. Данный инструментарий позволит в случае технической ошибки пользователя, системного сбоя, разрушительных действий вирусов и других вредоносных программ вернуться к работоспособному состоянию системы и восстановить содержимое баз данных.

Модульная архитектура, гибкость в настройке, возможность расширения экспертной системы позволят улучшить ее функциональные возможности, подключить модели искусственного интеллекта, а также при необходимости адаптировать ее для разных иерархических уровней управления мелиоративно-водохозяйственным комплексом.

Система должна обеспечивать интеграцию готовых программных продуктов, веб-ГИС-проектов и онлайн-сервисов (как свободного доступа, так и коммерческих) в единую технологию поддержки принятия решений, возможность свободного развития и совершенствования на основе собственных разработок.

Использование готового, свободно распространяемого программного обеспечения с открытым исходным кодом, обеспечивает экономию затрат, так как не требует лицензионных отчислений за каждый установленный экземпляр программы или каждый ее запуск. Свободные приложения с открытыми исходными кодами позволяют приспосабливать их под конкретные задачи и создавать на их основе новые программы, при этом обеспечиваются гибкость и простота адаптации. Доступ к исходным кодам программы дает возможность проводить независимый аудит кода и гарантировать повышенный уровень безопасности.

Одновременно в ФНЦ ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова разрабатываются собственные программные продукты, направленные на управление режимом работы водохранилищ для учета требований мелиоративно-водохозяйственного комплекса, оптимизации работы головной насосной станции с учетом требований водопользователей, регулирования водораспределения в пределах мелиоративной системы и др.

Особенностью программного продукта для совершенствования организации управления мелиоративными системами и эколого-мелиоративным состоянием земель должна являться его доступность для пользователей: профильных специалистов агрохолдингов, фермеров, главных агрономов хозяйств, инженеров эксплуатационной службы и др. – при выработке тактических и оперативных решений. С этой целью геоинформационная веб-система основана на клиент-серверной технологии и позволяет через сеть

Интернет подключаться удаленному пользователю с персонального компьютера, смартфона или планшета. В веб-системе должна быть предусмотрена возможность тонкой настройки индивидуальных прав доступа для каждого пользователя и может быть реализовано четыре типа интерфейса: свободного и коммерческого доступа для заинтересованных физических и юридических лиц (ограниченный доступ к информации об объектах и данным мониторинга); пользовательский (наполнение базы данных, поиск и анализ данных, формирование отчетов); административный (полный доступ, возможность создания и изменения учетных записей, журналирование событий для быстрого выявления ошибочно введенных данных в многопользовательской среде).

Перспективы использования геоинформационных веб-систем в мелиорации заключаются в том, что такая экспертная система обеспечивает анализ разнообразных по масштабу и интенсивности происходящих природно-техногенных процессов на локальном (мелиоративная система, ландшафт) или региональном уровнях, а также рассматривает на их фоне процессы производства сельскохозяйственной продукции на мелиорированных землях, определяет особенности эксплуатации гидротехнических сооружений.

Веб-ГИС-система делает доступным обоснование благоприятных условий для возделывания сельскохозяйственных культур, повышения продуктивности орошаемых земель и эффективности сельскохозяйственного производства при рациональном использовании интегральных ресурсов.

### Выводы

При реализации государственных программ в системе обеспечения социально-экономического развития Российской Федерации, решении вопросов национальной и продовольственной безопасности страны все более актуальной становится проблема совершенствования использования и управления водными и земельными ресурсами. Необходимым является развитие экспертных систем и информационных технологий управления процессами функционирования мелиоративно-водохозяйственного комплекса. Возможности современных геоинформационных и веб-технологий значительно повышают ценность информационного обеспечения и эффективность управления мелиоративно-водохозяйственным комплексом. Лицо, принимающее решения, получает возможность оперативно рассматривать большое количество альтернатив, использовать модели при анализе информации и формировании сценариев использования

водных и земельных ресурсов, при их оценке по выбранным критериям с учетом прогнозных последствий принятого решения.

Авторским коллективом разработано специальное программное обеспечение «Геоинформационная веб-система поддержки принятия решений по интегральному управлению мелиоративно-водохозяйственным комплексом» (Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ 2023663383, 22.06.2023). Информационные технологии позволяют учесть разноплановые факторы и синтезировать процессы принятия решений в интегральный целенаправленный

процесс управления использованием водных ресурсов, гидротехническими сооружениями, мелиоративным состоянием земель и производством сельскохозяйственной продукции.

Применение геоинформационной веб-системы является перспективным в качестве системы поддержки принятия решений в агрохолдингах, фермерских хозяйствах, а при ее развитии – в органах управления АПК, региональных ФГБУ «Мелиоводхоз», водохозяйственных и проектных организациях для модернизации и развития мелиоративно-водохозяйственного комплекса.

#### Список использованных источников

1. Шевченко В.А., Исаева С.Д., Дедова Э.Б. Новый этап развития мелиоративно-водохозяйственного комплекса Российской Федерации // Вестник Российской академии наук. 2023. Т. 93, № 4. С. 355-361.
2. Бояркин А. Цифровизация управления: преимущества, технологии, этапы. 2022 г. URL: <https://sales-generator.ru/blog/tsifrovizatsiya-upravleniya/?ysclid=lj78vsigr9332073574>.
3. Юрченко И.Ф. Концепция развития цифровизации комплексной мелиорации // Аграрная наука. 2022. № 1 (7-8). С. 199-209.
4. Щедрин В.Н., Васильев С.М., Слабунов В.В., Слабунова А.В., Завалин А.А. Подходы к формированию информационной системы «Цифровая мелиорация» // Информационные технологии и вычислительные системы. 2020. № 1. С. 54-64.
5. Наумова Т.В. Проблемы технического состояния оросительных систем Юга России и переход управления орошением на новый технологический уровень // Гидротехническое строительство. 2022. № 1. С. 1-5.
6. Шевченко В.А., Исаева С.Д., Дедова Э.Б. Модель принятия решений в инновационных проектах развития сельскохозяйственного водопользования // Международный сельскохозяйственный журнал. 2022. Т. 65, № 2 (386). С. 124-128.
7. Широкова В.А., Дедова А.А., Шабанов Р.А., Дедова Э.Б. Агроэкологический мониторинг состояния Сарпинской обводнительно-оросительной системы // Цифровизация землепользования и кадастров: тенденции и перспективы. Материалы Международной научно-практической конференции. Москва, 25 сентября 2020 г. М.: ФГБОУ ВО «Государственный университет по землеустройству», 2020. С. 496-500. EDN: EUHNTN.
8. Шабанов Р.М., Дедова Э.Б. Формирование реляционной базы данных комплексного мониторинга лиманных агромилиоландшафтов Калмыкии // Мелиорация земель – неотъемлемая часть восстановления и развития АПК Нечерноземной зоны Российской Федерации. Материалы Международной научно-практической конференции. Москва, 24-25 октября 2018 г. М.: ВНИИГиМ имени А.Н. Костякова, 2019. С. 589-593. EDN: ZEOZKX.
9. Дедова Э.Б., Шабанов Р.М. Геоинформационный анализ экологического состояния поверхностных вод озера Сарпа // Проблемы развития сельскохозяйственных мелиораций и водохозяйственного комплекса на базе цифровых технологий. Материалы Международной юбилейной научно-практической конференции.

#### References

1. Shevchenko V.A. Isaeva S.D., Dedova E.B. A new stage in the development of the reclamation and water management complex of the Russian Federation // Bulletin of the Russian Academy of Sciences. 2023 Volume 93. No. 4. P. 355-361
2. Boyarkin A. Digitalization of management: advantages, technologies, stages. – 2022 // Information resource: <https://sales-generator.ru/blog/tsifrovizatsiya-upravleniya/?ysclid=lj78vsigr9332073574>
3. Yurchenko I.F. Concept for the development of digitalization of complex land reclamation // Agricultural Science. 2022. No. 1(7-8). P. 199-209.
4. Shchedrin V.N., Vasiliev S.M., Slabunov V.V., Slabunova A.V., Zavalin A.A. Approaches to the formation of the information system “Digital Land Reclamation” // “Information Technologies and Computing Systems”. 2020 No 1. P. 54-64.
5. Naumova T.V. Problems of the technical condition of irrigation systems in the South of Russia and the transition of irrigation management to a new technological level. / Hydraulic engineering. 2022. No. 1. P. 1-5.
6. Shevchenko V.A., Isaeva S.D., Dedova E.B. Model of decision-making in innovative projects for the development of agricultural water use // International Agricultural Journal, 2022 Volume 65.No. 2 (386). P. 124-128.
7. Agroecological monitoring of the state of the Sarpinsk watering and irrigation system / V.A. Shirokova, A.A. Dedova, R.A. Shabanov, E.B. Dedova // Digitalization of land use and cadastres: trends and prospects: Materials of the international scientific and practical conference September 25, 2020, Moscow, September 25, 2020. Moscow: Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education State University of Land Management, 2020. P. 496-500. – EDN EUHNTN.
8. Shabanov R.M. Formation of a relational database for integrated monitoring of estuary agromeliolandscape of Kalmykia / R.M. Shabanov, E.B. Dedova // Land reclamation is an integral part of the restoration and development of the agro-industrial complex of the Non-Black Earth Zone of the Russian Federation: Materials of the international scientific and practical conference, Moscow, October 24-25, 2018. Moscow: All-Russian Research Institute of Hydraulic Engineering and Land Reclamation named after A.N. Kostyakova, 2019. P. 589-593. – EDN ZEOZKX.
9. Dedova E.B. Geoinformation analysis of the ecological state of the surface waters of Lake Sarpa / E.B. Dedova, R.M. Shabanov // Problems of development of agricultural reclamation and water management complex based

Москва, 23-24 октября 2019 г. М.: ВНИИГиМ имени А.Н. Костякова, 2019. Т. II. С. 58-63. EDN: BDICLE.

10. **Дедов А.А., Дедова Э.Б.** Комплексная оценка эффективности функционирования агроландшафтов на засоленных почвах Калмыкии // Научная жизнь. 2019. Т. 14, № 7 (95). С. 1039-1053. DOI: 10.35679/1991-9476-2019-14-7-1039-1053. EDN: RYGLIW.

11. **Дедова Э.Б., Кониева Г.Н.** Агроэкологическая оценка почв рисовых севооборотов Сарпинской низменности // Российская сельскохозяйственная наука. 2019. № 1. С. 34-39. DOI: 10.31857/S2500-26272019134-39. EDN: VVHNHK.

12. **Дедова Э.Б., Дедов А.А., Шабанов Р.М.** Эколого-мелиоративный мониторинг лиманных агроэкосистем Калмыкии // Основные результаты научных исследований института за 2017 г.: Сборник научных трудов. М.: ВНИИГиМ имени А.Н. Костякова, 2018. С. 102-112. EDN: XTZOCD.

13. **Коломийцев Н.В., Матвеев А.В.** Создание информационно-справочной системы на базе веб-технологий для обоснования выбора технологий восстановления плодородия почв и рекультивации деградированных агроландшафтов // Роль мелиорации в обеспечении продовольственной безопасности: Сборник трудов. М.: ВНИИГиМ, 2022. С. 345-352.

14. **Ильинский А.В., Матвеев А.В., Евсенкин К.Н.** Информационно-справочная Web-система для принятия управленческих решений по повышению продуктивности почв мелиорированных сельскохозяйственных земель // Мелиорация и водное хозяйство. 2021. № 5. С. 15-18.

on digital technologies: Materials of the international anniversary scientific-practical conference, Moscow, October 23-24, 2019. Volume II. – Moscow: All-Russian Research Institute of Hydraulic Engineering and Land Reclamation named after A.N. Kostyakova, 2019. pp. 58-63. – EDN BDICLE.

10. **Dedov A.A.** Comprehensive assessment of the efficiency of functioning of agromeliolandsapes on saline soils of Kalmykia / A.A. Dedov, E.B. Dedova // Scientific life. 2019. T. 14, No. 7(95). pp. 1039-1053. – DOI:10.35679/1991-9476-2019-14-7-1039-1053.–EDNRYGLIW.

11. **Dedova E.B.** Agroecological assessment of soils in rice crop rotations in the Sarpinskaya Lowland / E.B. Dedova, G.N. Konieva // Russian Agricultural Science. 2019. No. 1. P. 34-39. – DOI 10.31857/S2500-26272019134-39. – EDN VVHNHK.

12. **Dedova E.B.** Ecological and reclamation monitoring of estuary agroecosystems of Kalmykia / E.B. Dedova, A.A. Dedov, R.M. Shabanov // Main results of scientific research of the institute for 2017: Collection of scientific papers. – Moscow: All-Russian Research Institute of Hydraulic Engineering and Land Reclamation named after A.N. Kostyakova, 2018, pp. 102-112. – EDN XTZOCD.

13. **Kolomiytsev N.V., Matveev A.V.** Creation of a web-based information and reference system to justify the choice of technologies for restoring soil fertility and reclamation of degraded agricultural landscapes // In the collection: The role of reclamation in ensuring food security. Moscow, 2022. pp. 345-352.

14. **Pyinsky A.V., Matveev A.V., Evsenkin K.N.** Information and reference Web-system for making management decisions to increase the productivity of soils of reclaimed agricultural lands // Melioration and water management. 2021. No. 5. P. 15-18.

#### Об авторах

**Эльвира Батыревна Дедова**, д-р с.-х. наук, профессор РАН; заместитель директора по науке; Researcher ID: C-1822-2014; Scopus: 57130902500; <https://orcid.org/0000-0002-0640-911X>; [dedova@vniigim.ru](mailto:dedova@vniigim.ru)

**София Давидовна Исаева**, д-р техн. наук, заведующая отделом, главный научный сотрудник; <https://orcid.org/0000-0001-9640-2191>; Scopus: 57193422572; [isaeva7sofia@yandex.ru](mailto:isaeva7sofia@yandex.ru);

**Андрей Валерьевич Матвеев**, кандидат технических наук; ведущий научный сотрудник экосистемного водопользования и предотвращения опустынивания земель, главный научный сотрудник; [andrey@vniigim.ru](mailto:andrey@vniigim.ru)

**Рустам Михайлович Шабанов**, канд. с.-х. наук, ведущий научный сотрудник Калмыцкого филиала; <https://orcid.org/0000-0001-8012-692X>; Researcher ID: J-6604-2018; Scopus: 57220038266; [rustam1\\_9@mail.ru](mailto:rustam1_9@mail.ru)

#### Критерии авторства / Criteria of authorship

Дедова Э.Б., Исаева С.Д., Матвеев А.В., Шабанов Р.М. 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 interests

The authors declare no conflict of interests / Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

#### Вклад авторов

Все авторы сделали равный вклад в подготовку публикации / All authors made an equal contribution to the preparation of the publication

Поступила в редакцию / Received at the editorial office 21.01.2024

Поступила после рецензирования / Received after peer review 25.02.2024

Принята к публикации / Accepted for publication 25.02.2024

#### Author information

**Elvira B. Dedova**, DSc (Agro), professor of the RAS; deputy director on science; <https://orcid.org/0000-0002-0640-911X>; Researcher ID: C-1822-2014; Scopus: 57130902500; [dedova@vniigim.ru](mailto:dedova@vniigim.ru)

**Sofia D. Isaeva**, DSc (Eng); head of the department, chief researcher; <https://orcid.org/0000-0001-9640-2191>; Scopus: 57193422572; [isaeva7sofia@yandex.ru](mailto:isaeva7sofia@yandex.ru)

**Andrey V. Matveev**, Candidate of Technical Sciences; Leading Researcher; [andrey@vniigim.ru](mailto:andrey@vniigim.ru)

**Rustam M. Shabanov**, CSc (Agro), leading researcher of the Kalmyk branch; <https://orcid.org/0000-0001-8012-692X>; Researcher ID: J-6604-2018; Scopus: 57220038266; [rustam1\\_9@mail.ru](mailto:rustam1_9@mail.ru)

Dedova E.B., Isaeva S.D., Matveev A.V., Shabanov R.M. carried out theoretical studies, on the basis of which they generalized and wrote the manuscript. They have a copyright on the article and are responsible for plagiarism.