

Подходы к формированию информационной системы «Цифровая мелиорация»

В. Н. Щедрин¹, С. М. Васильев¹, В. В. Слабунов¹, А. В. Слабунова¹, А. А. Завалин²

¹ Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, г. Новочеркасск, Россия
² Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии имени Д. Н. Прянишникова, г. Москва, Россия

Аннотация. Целью исследований является разработка методологических подходов к формированию информационной системы «Цифровая мелиорация». Проведенный анализ научных исследований по применению информационных технологий в области мелиорации показал, что проблема информационного обеспечения мелиоративной деятельности заключается в том, что проводимые исследования разрозненны, результаты исследований не приведены к современному единому информационному формату и отсутствует системный подход к решению данной проблемы. Приведено понятие «цифровой мелиорации» с учетом всех аспектов мелиоративной деятельности. Обоснованы структура и методические подходы к формированию информационной системы. Формирование единой информационной системы «Цифровая мелиорация» позволит в полной мере использовать имеющиеся разработки в области информационных технологий в совокупности с передовыми результатами исследований в области мелиорации, повысить оперативность принятия управленческих решений при производстве мелиоративных работ на всех стадиях жизненного цикла мелиоративной системы.

Ключевые слова: цифровая мелиорация, информационная система, модель, мелиоративная система, информационные технологии/

DOI 10.14357/20718632200106

Введение

Одним из основных и самых важных условий развития и повышения эффективности современной мелиорации является всестороннее и широкомасштабное использование научно-технических достижений. При этом, помимо активного внедрения в производство новых средств и технологий, возникает потребность и в актуализации уже имеющихся наработок, их систематизации и разработке предложений по их наиболее эффективному и рациональному использованию. У мелиоративного комплекса России есть все необходимые предпосылки для дальнейшей реализации цифрового потенциала и ускорения темпов цифровизации.

Среди российских разработок в области информационных технологий в мелиорации стоит выделить работу Насырова Н.Н. [1]. Им проводятся исследования по созданию компьютерных средств повышения качества управления мелиорацией земель, прежде всего, их информационного обеспечения – предложена четырехуровневая структура такого информационного обеспечения с выделением субрегионального уровня, охватывающего отдельный административный район.

В работе Хашировой Т.Ю. рассмотрена имитационная модель по управлению твердым стоком на горных и предгорных ландшафтах [2]. Мишениной Е.С. более комплексно проанализированы вопросы использования инфор-

мационных технологий в мелиорации, рассмотрена возможность внедрения в условиях комплексной мелиорации таких компьютерных программ, как системы поддержки принятия решений, оценки почв, ГИС-мониторинг агро-мелиоративного состояния орошаемых земель, системы поддержки принятия решений по управлению плодородием почв [3].

В сфере эксплуатации мелиоративных систем (МС) и гидротехнических сооружений (ГТС) действенность принимаемых решений по водопользованию и совершенствованию условий труда диспетчерской службы повышается путем автоматизации регулирования водораспределения на орошении [4]. Юрченко И.Ф. предложен ряд мероприятий по стратегическому развитию информационных систем управления водохозяйственным мелиоративным комплексом, реализующих системный подход к построению автоматизированных систем управления водораспределением на оросительных системах [5]. Коржовым В. И. разработаны мобильные средства поддержки управления водораспределением, предназначенные для повышения оперативности и качества принимаемых решений, связанных с организацией и проведением оперативного управления водораспределением на оросительных системах [6]. Среди разработчиков, занимающихся информационными технологиями в области мелиорации, стоит также отметить Корсака В. В. [7], Ольгаренко И. В. [8] и ряд других авторов.

В результате проведения научно-исследовательских работ (НИР) учеными ФГБНУ «РосНИИПМ» были разработаны методические основы по применению информационных технологий в области совершенствования технологий водных мелиораций, позволяющих повысить рациональность использования водных ресурсов, сократить негативное антропогенное воздействие на водные объекты, повысить эксплуатационную надежность МС, которые, на наш взгляд, могут являться методической и информационной основой при создании информационной системы «Цифровая мелиорация» (ИС «ЦМ»). Разработанные положения нашли свое отражение: в концепции структурно-функциональной организации ресурсосберегающей оросительной системы [9]; в рекоменда-

циях по разработке имитационной модели комплекса водозабор – оросительная система – водосброс [10, 11]; в рекомендациях по проведению сценарных исследований зависимости урожайности и водопотребления сельскохозяйственных культур от оросительной нормы для летних периодов различной обеспеченности осадками, от гидрологической обстановки, состояния водных источников и водоприемников, напряженности метеоусловий с учетом способов и техники полива на примере регионов аналогов [12, 13]; рекомендациях по управлению распределением водных ресурсов, оптимального управления назначением поливов и проведением поливных работ с использованием экономических и экологических критериев на основе гидрологической информации и агрометеопараметров [14, 15]; в рекомендациях по использованию технико-экономических показателей функционирования комплекса ОС и их оптимальных значений, включая показатели надежности снабжения водой АПК и оценку экологической безопасности состояния источников водных ресурсов и агроландшафта с учетом вариации гидрологических и климатических факторов [16]; в усовершенствованных технологиях водных мелиораций, обеспечивающих рациональное использование водных ресурсов, и при разработке имитационной модели оросительной системы комплекса «водозабор – оросительная система – водосброс» [17, 18].

Одним из ярких примеров практического использования разработанных методических подходов является внедрение элементов прецизионного земледелия в процессы орошения земель, разработанные российскими учеными ФГБНУ «РосНИИПМ», с привлечением научно-технического потенциала Ракетно-космического центра «Прогресс», ФГБОУ ВО «СамГТУ», ФГАОУ ВО «СамНИУ» им. С. П. Королева, ИСОИ РАН – филиала ФНИЦ «Кристаллография и фотоника» РАН [19–21].

Таким образом, на наш взгляд, проблема информационного обеспечения мелиоративной деятельности заключается в том, что оно разрозненно и не систематизировано, не приведено к современному единому информационному формату. Решению данной проблемы, на наш взгляд, должно в значительной степени способ-

ствовать созданию единого инструментария (например, программно-информационный комплекс «Цифровая мелиорация»), который бы систематизировал и объединял в себе всю информацию, необходимую для развития и повышения эффективности управления мелиорацией. В состав комплекса должны входить следующие подсистемы: информационно-справочной информации, нормативно-технической документации, проведения технологических расчетов, технологии проведения работ, методики и др.

Началом «оцифровки» различных областей хозяйственной деятельности в нашей стране можно считать принятие «Стратегии развития информационного общества в России на 2017–2030 годы» [22] и программы «Цифровая экономика Российской Федерации» [23], где законодательно закрепляются такие понятия как: «информационное общество», «информационное пространство», «цифровая экономика».

Для начала необходимо определить, что представляет из себя информационная система «Цифровая мелиорация» (ИС «ЦМ»). Так, в работе А. Т. Напрасникова цифровая мелиорация представлена как «мелиорация планеты» с позиции ее системного единства с географией, выраженного посредством географической и цифровой информации [24] – с одной стороны. В работе [25] это понятие интерпретируется как модель оптимального и оперативного землепользования в эколого-экономических целях. Оба определения не совсем точно, по нашему мнению, отражают суть понятия «цифровая мелиорация» (ЦМ). Данное понятие должно быть более конкретным и при этом охватывать все информационное пространство мелиоративной отрасли, как в теоретическом, так и практическом аспектах. Целью развития цифровой мелиорации в России является повышение качества жизни, обеспечение конкурентоспособности страны и национальной безопасности. В дальнейшем под ЦМ будем понимать мелиоративную деятельность (охватывающую все стадии жизненного цикла мелиоративных систем) с использованием цифровых технологий.

За последнее десятилетие произошел большой скачок в применении информационных технологий для производственной деятельно-

сти в различных областях. Характерным примером может служить применение BIM-технологий при строительстве капитальных объектов. Данная технология позволила объединить процессы замысла, проектирования, строительства, эксплуатации, а также выбора и контроля принятия управленческих решений.

Однако структура и методология информационного моделирования таких объектов, как мелиоративная система, на данный момент не сформированы (в отличие от информационного моделирования капитальных сооружений, которое закреплено пакетом нормативно-технических документов различного уровня – от ГОСТ (СП) до методических указаний) и, безусловно, это является актуальной задачей.

Структура информационной модели

Целью разработки ИС «ЦМ» является создание комплексного подхода к повышению эффективности планирования и реализации мелиоративных мероприятий с учетом всех факторов (экологических, экономических, природных, технологической и технической обеспеченности) на всех стадиях жизненного цикла мелиоративной системы. Будем понимать под «мелиоративной системой» не только линейные и капитальные сооружения, но и сельскохозяйственные земли, которые обслуживает данная система и являющиеся объектом мелиорации.

Структура информационной модели должна, на наш взгляд, состоять из трех основных взаимосвязанных основополагающих блоков (Рис. 1):

- правовая, нормативно-техническая и нормативно-методическая документация;
- технологии и техника выращивания сельскохозяйственных культур;
- разработка мелиоративной системы.

Основополагающий блок «Правовая, нормативно-техническая и нормативно-методическая документация» должен строиться на компиляции с применяющимися в российской практике системами («Гарант», «Гранд-Смета», «1С: Бухгалтерия» и т.п.), представляющими актуальную информацию о правовых документах (кодексах, федеральных законах, постановлениях РФ и т.п.); документах в области стандар-

тизации (ГОСТ, ГОСТ Р, СП и т.д.); нормативно-технических и нормативно-методических документах (методических указаниях, аттестованных методиках и т.д.).

Немаловажно отметить, что документация не должна ограничиваться только областью собственно мелиоративной деятельности, так как для различных стадий жизненного цикла мелиоративных мероприятий и, в частности, для разработки мелиоративных систем, необходима агрегированная информация – как по строительным материалам, технике и технологиям, так и, например, сметные нормативы, позволяющие дать экономическую оценку и осуществить выбор более эффективного решения на разных стадиях жизненного цикла [26, 27]. Для данных этого блока должны использоваться СУБД с возможностью обмена информацией на каждом этапе с другими основополагающими блоками, а также с возможностью постоянного обновления (актуализации) имеющейся в ней информации.

В свою очередь, основополагающий блок «Технологии и техника выращивания сельскохозяйственных культур» должен быть представлен основными моделями:

- оптимального выбора технологии и техники выращивания сельскохозяйственных культур,
- расчетов влагопереноса в почвогрунтах,
- прогнозирования водного режима мелиорируемых земель и продуктивности сельхозугодий,
- оптимизации управления мелиоративной деятельностью в экономическом и экологическом аспектах.

Так как территории различных регионов Российской Федерации существенно различаются как по зонам выращивания сельскохозяйственных культур, агроклиматическим параметрам, так и по социальным факторам, то основные модели должны быть представлены специализированными комплексами моделей, обеспечивающими решение той или иной задачи с привязкой к конкретному природному



Рис. 1. Структура информационной системы «Цифровая мелиорация»

району, сельскохозяйственной культуре, виду и способу мелиоративного мероприятия.

Подсистемы, формирующие эти модели, должны иметь возможность обмена информацией с другими основополагающими блоками и обеспечивать выбор оптимального варианта на стадиях замысла, проектирования мелиоративной системы, и ее эксплуатации.

Блок «Разработка мелиоративной системы», являющийся, по нашему мнению, главным из трех основополагающих, должен отражать все стадии жизненного цикла мелиоративной системы. Однако целесообразно отнести эти стадии к трем обобщенным – это «проектирование», «строительство» и «эксплуатация». Так, в подсистему «Проектирование» должны войти такие стадии жизненного цикла мелиоративной системы (МС), как замысел (планирование) и проектирование; в блок «Эксплуатация» – стадии эксплуатация (поддержка) и утилизация (обновление).

В основной блок «Проектирование» должны входить два специализированных комплекса моделей: предпроектной и проектной. Разработка предпроектной модели не регламентируется действующими нормативными документами, но, в свою очередь, является важной составляющей, так как на предпроектном этапе («замысел» проекта) формируются: инвестиционное обоснование, проектные решения объекта и непосредственно техническое задание на проектирование. На основании данных предпроектных исследований (инженерные изыскания и т.д.), а также во взаимодействии с основополагающими блоками «Технологии и техника выращивания сельскохозяйственных культур» и «Правовая, нормативно-техническая и нормативно-методическая документация» (используя соответствующие модели и информационные ресурсы) может быть реализована презентационная имитационная 3D-модель, позволяющая наглядно оценить разрабатываемый проект, устранить различные коллизии (поиск и устранение ошибок в геометрических параметрах и нарушений нормируемых расстояний между различными элементами объекта проектирования), например, в части отвода земель, и дополнительно привлечь инвесторов к реализации проекта.

В свою очередь, подсистема «Проектная» модель должна состоять из специализированных моделей:

- по разработке специализированных разделов проектной документации (проекта организации строительства, проекта оценки воздействия на окружающую среду, паспорта мелиоративного объекта и т.п.). Данная модель должна формироваться в четком соответствии с содержанием БД блока «Правовая, нормативно-техническая и нормативно-методическая документация»,

- по разработке изометрических чертежей мелиоративной системы, (линейных и капитальных объектов системы, а также земельного участка, на котором проводятся мелиоративные работы). Данные модели могут быть отображены в цифровой информационной модели с привязкой к инженерной цифровой модели местности. Данные модели позволяют оптимизировать работы по монтажу элементов мелиоративной системы за счет наличия всей необходимой информации (спецификаций, технологических операций и т.п.),

- сводной структурно-иерархической модели проектирования мелиоративной системы, используемой для создания каталога проектной документации (исполнительной и рабочей) и интеграции полученной проектной документации в 3D-модель календарно-сетового графика строительства и визуализации строительно-монтажных работ в блоке «Строительство», с последующим формированием исходных данных для проектов ремонта, модернизации или реконструкции в блоке «Эксплуатация».

Комплексный подход при проектировании, основанный на использовании 3D-моделей, позволит повысить качество проектной документации за счет повышения контроля правильности принятия проектных решений и тем самым – исключения коллизий пространственных конструктивных решений, используемых в различных разделах проекта мелиоративной системы. Корректируемая 3D-модель объекта используется для поддержки принятия управленческих решений на всех стадиях жизненного цикла мелиоративной системы.

Основой для блока «Строительство» является сводная модель проектирования мелиора-

тивной системы, структура которой имеет определенную иерархию. Модель может быть уточнена (скорректирована). Данный блок комплектуется следующими специализированными моделями:

- комплексных календарно-сетевых графиков строительства (КСГ),
- контроля фактических объемов выполненных работ и отклонений от проектных параметров в процессе производства строительно-монтажных работ (СМР). Данный контроль возможно реализовать с помощью лазерного сканирования и последующей автоматической коррективы исполнительных 3D-моделей:
- актуальной модели генерального плана и чертежей мелиоративной системы,
- исполнительных 3D-моделей строительства, разрабатываемых с учетом моделей контроля отклонений от проектных параметров и актуальной модели генерального плана и чертежей мелиоративной системы,
- атрибутивной модели технологических и конструктивных параметров мелиоративной системы (МС),
- сводной структурно-иерархической модели строительства МС, позволяющей предоставить актуальные сведения по любому элементу МС в трехмерном изображении для дальнейшего формирования исполнительной эксплуатационной 3D-модели в блоке «Эксплуатация».

Реализации блока «Строительство» на основе моделирования позволяет сократить внеплановые затраты и время на простои при производстве СМР за счет применения актуальной (проверенной) исполнительной, рабочей документации и обеспечения контроля на всех этапах строительства, а также оптимизировать процессы работы с инженерно-технической документацией.

Отсутствие ошибок по результатам моделирования в блоках «Проектирование» и «Строительство» позволяет упростить проведение эксплуатационных работ, в частности, ремонтов на МС. В свою очередь, блок «Эксплуатация» должен комплектоваться, с учетом основных принципов и методов эксплуатации МС [28] и блока «Правовая, нормативно-техническая и нормативно-методическая документация», следующими специализированными моделями:

- ремонтов мелиоративной системы (текущих, внеплановых, капитальных), поставляющей оперативную информацию по структуре управления ремонтами; планированию объемов выполняемых эксплуатационных работ; интегрированный график производства работ и т.п.,
- управления водораспределения на МС и поливами сельскохозяйственных культур,
- электронно-цифровой паспортизации технологического оборудования и/или МС (его элемента, при необходимости), информация которой может быть использована для создания (ведения) БД «Электронно-цифровые паспорта объектов», а также для модели «Расчет безопасности объекта» (декларация ГТС и т.п.),
- симуляторов для обучения или повышения квалификации обслуживающего персонала, позволяющие отработать алгоритмы действий при различного рода аварийных ситуациях,
- управления выращиванием сельскохозяйственных культур, использующая информацию основополагающего блока «Технологии и техника выращивания сельскохозяйственных культур»,
- структурной моделью эксплуатации МС, позволяющей всегда иметь актуальную (в случае каких-либо технических и технологических произведенных изменений в процессе эксплуатации) исполнительную документацию на МС, а также обеспечить соответствующими исходными данными проектировщика при реконструкции (модернизации) МС.

Немаловажным фактором при разработке ИС «ЦМ» является ее интеграция как с разрабатываемыми на данный момент, так и действующими информационными системами различных ведомств и организаций (Минстрой России, Росреестр, Росгидромет и т.п.), которая позволит обеспечить оперативный учет всех видов информации (картографическая, нормативная, аналитическая и др.) в реальном времени и повысить эффективность принятия управленческих решений на всех этапах жизненного цикла мелиоративной системы (Рис. 2).

Заключение

Формирование единой ИС «ЦМ» позволит в полной мере использовать имеющиеся разработки в области информационных технологий в совокупности с передовыми результатами ис-

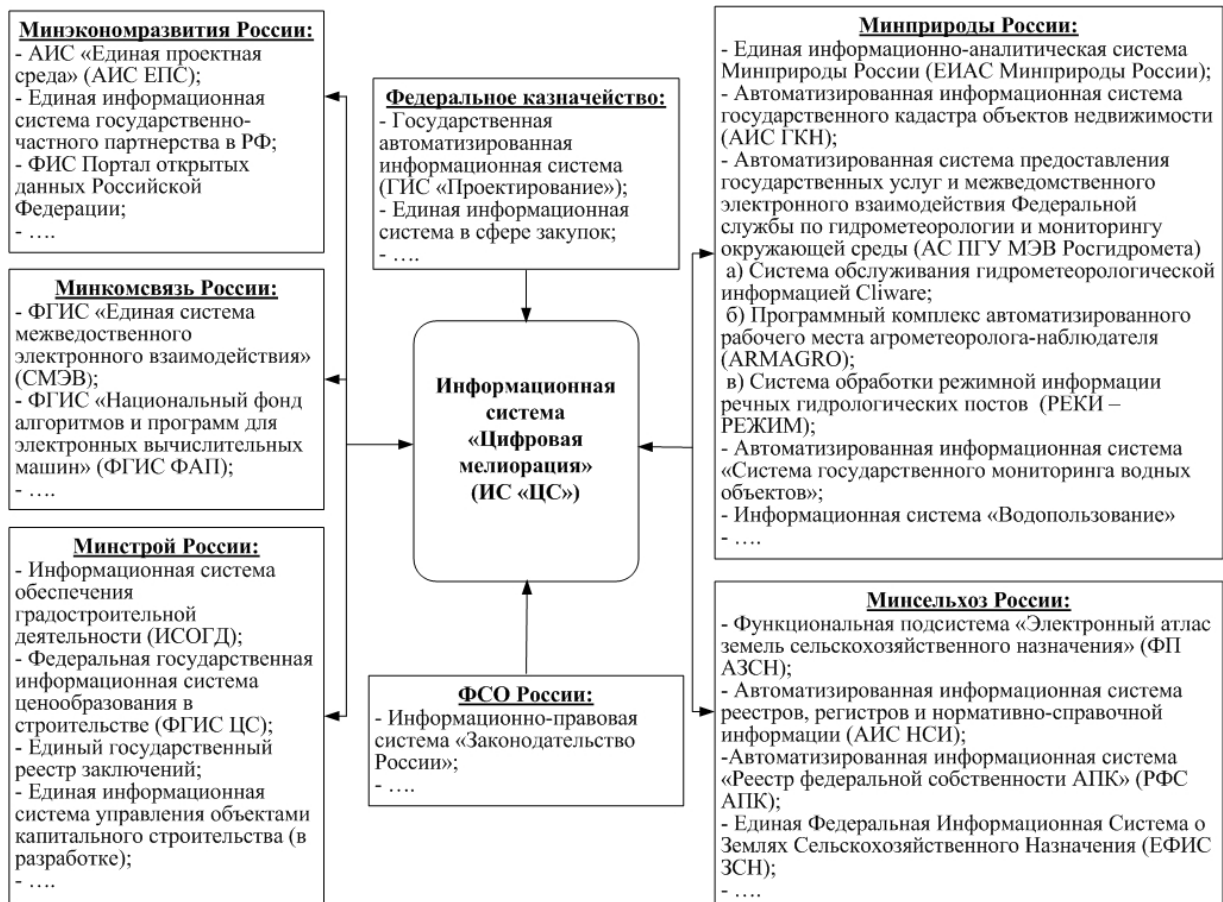


Рис. 2. Взаимодействие ИС «ЦМ» с различными информационными системами

следований в области мелиорации, повысить оперативность принятия управленческих решений при производстве мелиоративных работ на всех стадиях жизненного цикла мелиоративной системы. Однако необходимо отметить, что цифровизация мелиоративной деятельности находится в стадии становления, и для реализации направления «Цифровая мелиорация» потребуется проведение обширных исследований – для разработки моделей, баз данных, СУБД и соответствующих программных приложений.

Литература

1. Насыров, Н. Н. Информационное обеспечение управления орошаемым земледелием Саратовского Заволжья на субрегиональном уровне / Н. Н. Насыров // Аграрный научный журнал. – 2014. – № 1. – С. 65–68.
2. Хаширова, Т. Ю. Применение информационных технологий в вопросах охраны и мелиорации природных ландшафтов / Т. Ю. Хаширова // Природообустройство. – 2011. – № 1. – С. 22–28.
3. Мишенина, Е. С. Использование современных информационных технологий в комплексной ресурсосберегающей мелиорации (на примере Омского Прииртышья) / Е. С. Мишенина // Вестник Омского аграрного университета. – 2011. – № 1. – С. 48–50.
4. Злодеев, Ю. Г. Опытная эксплуатация цифровой технологии поддержки управления водораспределением на орошении / Ю. Г. Злодеев, Ялалова Я. Г. // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. – 2018. – № 4(72). – С. 12–19.
5. Юрченко, И. Ф. Информационные системы управления водохозяйственным мелиоративным комплексом / И. Ф. Юрченко // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2016. – № 1. – С. 12–15.
6. Коржов, В. И. Мобильные средства поддержки управления водораспределением для условий реальной эксплуатации оросительной системы / В. И. Коржов, О. В. Сорокина, Г. О. Матвиенко, И. В. Коржов // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации [Электронный ресурс]. – 2018. – № 4(32). – С. 38–59. – Режим доступа: <http://www.rosniipm-sm.ru/archive?n=567&id=570>. – DOI: 10.31774/2222-1816-2018-4-38-59.
7. Корсак, В. В. Информационные технологии рационального природопользования на орошаемых землях Поволжья

- жя: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.01.02 / Корсак Виктор Владиславович. – Новочеркасск, 2002. – 23 с.
8. Ольгаренко, И. В. Информационные технологии планирования водопользования и оперативного управления водораспределением на оросительных системах: автореф. дис. ... д-ра техн. наук / Ольгаренко Игорь Владимирович. – Саратов, 2013. – 44 с.
 9. Совершенствование технологий водных мелиораций на базе имитационных моделей оросительных систем, обеспечивающих рациональное использование водных ресурсов. Этап 1 Концепция структурно-функциональной организации ресурсосберегающей оросительной системы: отчет о НИР (промежут.): ГК № 1-НИОКР/1-4-2012 / ФГБНУ «РосНИИПМ»; Щедрин В. Н., Балакай Г. Т., Васильев С. М. и др. – № ГР 01201355410. – Инв. № 02201355822, Новочеркасск, 2013. – 114 с.
 10. Совершенствование технологий водных мелиораций на базе имитационных моделей оросительных систем, обеспечивающих рациональное использование водных ресурсов. Этап 2 Рекомендации по разработке имитационной модели комплекса водозабор–оросительная система–водосброс: отчет о НИР (промежут.): ГК № 1-НИОКР/1-4-2012 / ФГБНУ «РосНИИПМ»; Щедрин В. Н., Балакай Г. Т., Васильев С. М. и др. – № ГР 01201355410. – Инв. № 02201355821, Новочеркасск, 2013. – 750 с.
 11. Акопян, А. В. Модель компоновки унифицированного прототипа конструкции оросительной системы / А. В. Акопян, В. В. Слабунов, Л. Р. Нозадзе // Научный журнал «Научное обозрение» – 2014. – № 3. – С. 27-33.
 12. Совершенствование технологий водных мелиораций на базе имитационных моделей оросительных систем, обеспечивающих рациональное использование водных ресурсов. Этап 3. Разработать рекомендации по проведению сценарных исследований зависимости урожайности и водопотребления сельскохозяйственных культур от оросительной нормы для различной обеспеченности осадками, гидрологической обстановки, состояния водоисточников и водоприемников, напряженности метеоусловий с учетом способов и техники полива на примере регионов аналогов: отчет о НИР (промежут.): ГК № 1-НИОКР/1-4-2012 / ФГБНУ «РосНИИПМ»; Щедрин В. Н., Балакай Г. Т., Васильев С. М. и др. – № ГР 01201355410. – Инв. № 214121750004, Новочеркасск, 2013. – 548 с.
 13. Васильев, С. М. Экономическое обоснование целесообразности орошения культур и их оросительных норм с помощью сценарных исследований / С. М. Васильев, В. В. Слабунов, А. В. Акопян // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации: электрон. периодич. изд. / Рос. науч.-исслед. ин-т проблем мелиорации. – Электрон. журн. – Новочеркасск: РосНИИПМ, 2015. – № 1(17). – 13 с. – Режим доступа: <http://www.rosniipm-sm.ru/archive?n=318&id=319>
 14. Совершенствование технологий водных мелиораций на базе имитационных моделей оросительных систем, обеспечивающих рациональное использование водных ресурсов. Этап 4. Подготовить рекомендации по управлению распределением водных ресурсов, оптимального управления назначением поливов и проведением поливных работ с использованием экономических и экологических критериев на основе гидрологической информации и агрометеопараметров: отчет о НИР (промежут.): ГК № 1-НИОКР/1-4-2012 / ФГБНУ «РосНИИПМ»; Щедрин В. Н., Колганов А. В., Васильев С. М. и др. – № ГР 01201355410. – Инв. № 214121750003, Новочеркасск, 2013. – 382 с.
 15. Щедрин, В. Н. Управление водораспределением на открытых оросительных системах на основе гидрологической информации и агрометеопараметров / В. Н. Щедрин, Васильев С. М., Слабунов В. В., Акопян А. В. // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. – 2014. – № 2 (34). – С. 152-158.
 16. Совершенствование технологий водных мелиораций на базе имитационных моделей оросительных систем, обеспечивающих рациональное использование водных ресурсов. Этап 5. Разработать рекомендации по использованию технико-экономических показателей функционирования комплекса ОС и их оптимальных значений, включая показатели надежности снабжения водой АПК и оценку экологической безопасности состояния источников водных ресурсов и агроландшафта с учетом вариации гидрологических и климатических факторов: отчет о НИР (промежут.): ГК № 1-НИОКР/1-4-2012 / ФГБНУ «РосНИИПМ»; Щедрин В. Н., Колганов А. В., Васильев С. М. и др. – № ГР 01201355410. – Инв. № 215022440056, Новочеркасск, 2014. – 285 с.
 17. Совершенствование технологий водных мелиораций на базе имитационных моделей оросительных систем, обеспечивающих рациональное использование водных ресурсов. Этап 6. Создать усовершенствованные технологии водных мелиораций, обеспечивающие рациональное использование водных ресурсов: отчет о НИР (промежут.): ГК № 1-НИОКР/1-4-2012 / ФГБНУ «РосНИИПМ»; Щедрин В. Н., Балакай Г. Т., Васильев С. М. и др. – № ГР 01201355410. – Инв. № 215040370003, Новочеркасск, 2014. – 402 с.
 18. Слабунов, В. В. Алгоритм управления водораспределением для закрытой оросительной системы / В. В. Слабунов, А. В. Акопян // Научная жизнь. – 2014. – № 2. – С. 110-120.
 19. Ольгаренко, В. Иг. Научная концепция и алгоритм реализации элементов прецизионного земледелия в условиях оросительной сельскохозяйственной мелиорации / В. Иг. Ольгаренко, А. Н. Бабичев, В. А. Монастырский // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации [Электронный ресурс]. – 2018. – № 1(29). – С. 160-169. – Режим доступа: <http://www.rosniipm-sm.ru/archive?n=526&id=536>.
 20. Балакай, Г. Т. Концепция дождевальной машины нового поколения для технологии прецизионного орошения / Г. Т. Балакай, С. М. Васильев, А. Н. Бабичев // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации [Электронный ресурс]. – 2017. – № 2(26). – С. 1-18. – Режим доступа: <http://www.rosniipm-sm.ru/archive?n=476&id=477>.
 21. Щедрин, В. Н. Перспективы использования возможностей дистанционного зондирования земли для управления технологией прецизионного орошаемого земледелия / В. Н. Щедрин // Актуальные проблемы ракетно-космической техники: материалы V Всерос-

- сийской науч.-техн. конф. – Самара: СамНЦ РАН, 2017. – Т. 1. – С. 275–280.
22. О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017-2030 годы: Указ Президента РФ от 09.05.2017 г. № 203. // ИС «Техэксперт: 6 поколение» Интранет [Электронный ресурс]. – Кодекс Юг, 2019.
 23. Об утверждении программы «Цифровая экономика Российской Федерации»: распоряжение Правительства РФ от 28.07.2017 г. № 1632-р // ИС «Техэксперт: 6 поколение» Интранет [Электронный ресурс]. – Кодекс Юг, 2019.
 24. Напрасников, А. Т. Геоинформационная и цифровая мелиорация: методический аспект / А. Т. Напрасников // *Успехи современного естествознания*. – 2018. – № 7. – С. 209–214. – DOI: 10.17513/use.36827.
 25. Геоинформационная и цифровая мелиорация: учеб.-метод. пособие / А. Т. Напрасников. – Иркутск: Изд-во ИГУ, 2018. – 288 с.
 26. Щедрин, В. Н. Аспекты формирования нормативной базы мелиоративного комплекса России / В. Н. Щедрин, Г. А. Сенчуков, В. В. Слабунов, А. А. Чураев // *Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации: электрон. периодич. изд. / Рос. науч.-исслед. ин-т проблем мелиорации*. – Электрон. журн. – Новочеркасск: РосНИИПМ, 2012. – № 3(07). – 27 с. – Режим доступа: <http://www.rosniipm-sm.ru/archive?n=113&id=114>.
 27. Нормативно-методическое обеспечение системы государственного контроля и надзора в мелиорации: Монография / Сост. В. Н. Щедрин, Г. Г. Гулюк, В. Я. Бочкарев, Г. Т. Балакай: ФГНУ «РосНИИПМ» – М.: ФГНУ ЦНТИ «Медиаодинформ», 2003. – 437 с.
 28. Основные принципы и методы эксплуатации магистральных каналов и сооружений на них: монография / под общ. ред. В. Н. Щедрина. – Новочеркасск: РосНИИПМ, 2015. – 361 с.

Щедрин Вячеслав Николаевич. Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации» (ФГБНУ «РосНИИПМ»), г. Новочеркасск, Россия. Главный научный сотрудник, академик РАН, профессор, доктор технических наук. Количество печатных работ: 679 (в том числе 25 монографий). Область научных интересов: мелиорация, информационные технологии. ORCID: 0000-0002-6170-0014. E-mail: rosniipm@yandex.ru

Васильев Сергей Михайлович. Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации» (ФГБНУ «РосНИИПМ»), г. Новочеркасск, Россия. Врио директора, доктор технических наук, доцент. Количество печатных работ: 270 (в том числе 12 монографий). Область научных интересов: мелиорация, информационные технологии. ORCID: 0000-0001-8155-8978. E-mail: rosniipm@yandex.ru

Слабунов Владимир Викторович. Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации» (ФГБНУ «РосНИИПМ»), г. Новочеркасск, Россия. Ведущий научный сотрудник, кандидат технических наук. Количество печатных работ: 146 (в том числе 3 монографии). Область научных интересов: мелиорация, информационные технологии. ORCID: 0000-0003-0150-5193. E-mail: slabunovvv@mail.ru

Слабунова Александра Васильевна. Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации» (ФГБНУ «РосНИИПМ»), г. Новочеркасск, Россия. Старший научный сотрудник, кандидат технических наук. Количество печатных работ: 96. Область научных интересов: мелиорация, информационные технологии. ORCID: 0000-0001-6769-3866. E-mail: slabunovaAV@yandex.ru

Завалин Алексей Анатольевич. Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии» имени Д. Н. Прянишникова, (ФГБНУ «ВНИИ агрохимии»), г. Москва, Россия. Заведующий лабораторией. Количество печатных работ 430. Область научных интересов: сохранение и повышение плодородия мелиорированных земель, регулирование продукционного процесса растений, применение удобрений. ORCID: 0000-0001-7717-877X. E-mail: zavalin.52@mail.ru

Approaches to the Information System Formation “Digital Land Reclamation”

V. N. Shchedrin¹, S. M. Vasilyev¹, V. V. Slabunov¹, A. V. Slabunova¹, A. A. Zavalin¹

¹Russian Research Institute of Land Improvement Problems, Novocherkassk, Russian Federation

¹Pryanishnikov All-Russian Scientific Research Institute of Agrochemistry, Moskva, Russian Federation

Abstract. The aim of the research is the development of methodological approaches to the formation of the information system "Digital Land Reclamation". The conducted analysis of scientific research on the application of information technologies in the field of land reclamation showed that the problem of information support for land reclamation activities lies in the fact that the research conducted is scattered, the research results were not brought to a modern uniform information format and there is

no systematic approach to solving this problem. The concept of “digital land reclamation” is given, taking into account all aspects of reclamation activity. The structure and methodological approaches to the formation of an information system are substantiated. The formation of a unified information system “Digital Land Reclamation” will make full use of existing developments in the field of information technologies together with advanced results of research in the field of land reclamation, increase the efficiency of management decision making in the reclamation works at all stages of the reclamation system life cycle.

Keywords: digital reclamation, information system, model, reclamation system, information technologies.

DOI 10.14357/20718632200106

References

- Nasyrov N.N. 2014. Informatsionnoe obespechenie upravleniya oroshaemym zemledeliem Saratovskogo Zavolzh'ya na subregional'nom urovne [Information support for management of irrigated agriculture in Saratov Trans-Volga Region at the subregional level]. *Agrarnyy nauchnyy zhurnal* [Agrarian Scientific Journal], no. 1, pp. 65–68. (In Russian).
- Khashirova T.Yu. 2011. Primenenie informatsionnykh tekhnologiy v voprosakh okhrany i melioratsii prirodnykh landshaftov [Application of information technologies in protection and reclamation of natural landscapes]. *Prirodobustroystvo* [Environmental Engineering], no. 1, pp. 22–28. (In Russian).
- Mishenina E.S. 2011. Ispol'zovanie sovremennykh informatsionnykh tekhnologiy v kompleksnoy resursosberegayushchey melioratsii (na primere Omskogo Priirtysh'ya) [Use of modern information technologies in the complex resource-saving reclamation (on the example of Omsk Irtysh)] *Vestnik Omskogo agrarnogo universiteta* [Bull. of Omsk Agrarian University], no. 1, pp. 48–50. (In Russian).
- Zlodееv Yu.G., Yalalova Ya.G. 2018. Opytnaya ekspluatatsiya tsifrovoy tekhnologii podderzhki upravleniya vodoraspredeleeniem na oroshenii [Experimental operation of digital technology for water distribution control support at irrigation]. *Puti povysheniya effektivnosti oroshaemogo zemledeliya* [Ways of Increasing the Efficiency of Irrigated Agriculture], no. 4(72), pp. 12–19. (In Russian).
- 5 Yurchenko I.F. 2016. Informatsionnye sistemy upravleniya vodokhozyaystvennym meliorativnym kompleksom [Information systems for water economy reclamation complex control]. *Vestnik rossiyskoy sel'skokhozyaystvennoy nauki* [Bull. of Russian Agricultural Science], no.1, pp. 12–15. (In Russian).
- Korzhev V.I., Sorokina O.V., Matvienko G.O., Korzhov I.V. 2018. Mobil'nye sredstva podderzhki upravleniya vodoraspredeleeniem dlya usloviy real'noy ekspluatatsii orositel'noy sistemy [Mobile support of water distribution management for irrigation system real-time operation]. *Nauchnyy Zhurnal Rossiyskogo NII Problem Melioratsii* [Scientific Journal of Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems], no. 4(32), pp. 38–59. available: <http://www.rosniipm-sm.ru/archive?n=567&id=570>. DOI: 10.31774/2222-1816-2018-4-38-59. (In Russian).
- Korsak V.V. 2002. Informatsionnye tekhnologii ratsional'nogo prirodopol'zovaniya na oroshaemykh zemlyakh Povolzh'ya. Avtoreferat diss. d-ra s.-kh. nauk [Information technologies of rational use of natural resources on irrigated lands of the Volga region. Abstract of Dr. agri. sci. diss]. Novocheerkassk, 23 p. (In Russian).
- Ol'garenko I.V. 2013. Informatsionnye tekhnologii planirovaniya vodopol'zovaniya i operativnogo upravleniya vodoraspredeleeniem na orositel'nykh sistemakh. Avtoreferat dis. ... d-ra tekhn. nauk [Information technologies for water use planning and operational management of water distribution in irrigation systems. Abstract of Dr. agri. sci. diss]. Saratov, 44 p. (In Russian).
- Shchedrin V.N., Balakay G.T., Vasil'ev S.M. 2013. Sovershenstvovanie tekhnologiy vodnykh melioratsiy na baze imitatsionnykh modeley orositel'nykh sistem, obespechivayushchikh ratsional'noe ispol'zovanie vodnykh resursov. Etap 1 Kontseptsiya strukturno-funktsional'noy organizatsii resursosberegayushchey orositel'noy sistemy. Otchet o NIR (promezhut.) [Improvement of water reclamation technologies on the irrigation systems simulation models basis ensuring the rational use of water resources. Stage 1 The concept of structural and functional organization of the resource-saving irrigation system. Research Report (interim)]. Novocheerkassk, 114 p. (In Russian).
- Shchedrin V.N., Balakay G.T., Vasil'ev S.M. 2013. Sovershenstvovanie tekhnologiy vodnykh melioratsiy na baze imitatsionnykh modeley orositel'nykh sistem, obespechivayushchikh ratsional'noe ispol'zovanie vodnykh resursov. Etap 2 Rekomendatsii po razrabotke imitatsionnoy modeli kompleksa vodozabor–orositel'naya sistema–vodosbros. Otchet o NIR (promezhut.) [Improvement of water reclamation technologies on the irrigation systems simulation models basis ensuring the rational use of water resources. Stage 2 Recommendations for the development of a simulation model of a water-intake – irrigation system – outlet complex. Research Report (interim)]. Novocheerkassk, 750 p. (In Russian).
- Akopyan A.V., Slabunov V.V., Nozadze L.R. 2014. Model' komponovki unifitsirovannogo prototipa konstruktssii orositel'noy sistemy [Arrangement model of the unified prototype of irrigation system design]. *Nauchnyy zhurnal «Nauchnoe obozrenie»* [Scientific Journal "Scientific Review"], no. 3, pp. 27–33. (In Russian).
- Shchedrin V.N., Balakay G.T., Vasil'ev S.M. 2013. Sovershenstvovanie tekhnologiy vodnykh melioratsiy na baze imitatsionnykh modeley orositel'nykh sistem, obespechivayushchikh ratsional'noe ispol'zovanie vodnykh resursov. Etap 3. Razrabotat' rekomendatsii po provedeniyu stsenarnykh issledovaniy zavisimosti urozhaynosti i vodopotrebleniya sel'skokhozyaystvennykh kul'tur ot

- orositel'noy normy dlya razlichnoy obespechennosti osadkami, gidrologicheskoy obstanovki, sostoyaniya vodoistochnikov i vodopriemnikov, napryazhennosti me-teousloviy s uchetom sposobov i tekhniki poliva na pri-mere regionov analogov. Otchet o NIR (promezhut.) [Im-provement of water reclamation technologies on the irrigation systems simulation models basis ensuring the ra-tional use of water resources. Stage 3 To develop recom-mendations for conducting scenario research of crop yields and water consumption dependence on the irrigation norm for different precipitation availability, hydrological condi-tions, water sources and water intakes state, meteorologi-cal tensions taking into account irrigation methods and techniques by example of analog regions. Research Report ((interim)]. Novocherkassk, 2013. 548 p. (In Russian).
12. Vasil'ev S.M., Slabunov V.V., Akopyan A.V. 2015. Ekonomicheskoe obosnovanie tselesoobraznosti orosheniya kul'tur i ikh orositel'nykh norm s pomoshch'yu stsenarnykh is-sledovaniy [Economic substantiation of reasonability for crop irrigation and their irrigation requirements using scenario study]. Nauchnyy Zhurnal Rossiyskogo NII Problem Melioratsii [Scientific Journal of Russian Scientific Research Insti-tute of Land Improvement Problems]. Novocherkassk, Ros-NIIPM, no. 1(17), 13 p. Available: <http://www.rosniipm-sm.ru/archive?n=318&id=319> (In Russian).
 13. Shchedrin V.N., Kolganov A.V., Vasil'ev S.M. 2013. Sovershenstvovanie tekhnologiy vodnykh melioratsiy na baze imitatsionnykh modeley orositel'nykh sistem, obespechivayushchikh ratsional'noe ispol'zovanie vodnykh resursov. Etap 4. Podgotovit' rekomendatsii po upravleniyu raspredeleniem vodnykh resursov, optimal'nogo upravleniya naznacheniem polivov i provedeniiem polivnykh rabot s ispol'zovaniem ekonomicheskikh i ekologicheskikh kriteriev na osnove gidrologicheskoy informatsii i agrometeoroparametrov: otchet o NIR (promezhut.) [Improvement of water reclamation tech-nologies on the irrigation systems simulation models basis en-suring the rational use of water resources. Stage 4. To prepare recommendations for water resources distribution manage-ment, optimal control of irrigation designation and irrigation work using economic and environmental criteria based on hydrological information and agricultural meteorological pa-rameters. Research Report (interim)]. Novocherkassk, 382 p. (In Russian).
 14. Shchedrin V.N., Vasilyev S.M., Slabunov V.V., Akopyan A.V. 2014. Upravlenie vodoraspredeleniem na otkrytykh orositel'nykh sistemakh na osnove gidrologicheskoy in-formatsii i agrometeoroparametrov [Management of water distribution on open irrigation systems based on hydrologi-cal information and agrometeoroparameters]. Izvestiya Nizhnevolzhskogo agro-universitetskogo kompleksa [Bul-letin of Nizhnevolzhskiy Agrarian University Complex]. no. 2 (34), pp. 152-158. (In Russian).
 15. Shchedrin V.N., Kolganov A.V., Vasil'ev S.M. 2014. Sovershenstvovanie tekhnologiy vodnykh melioratsiy na baze imitatsionnykh modeley orositel'nykh sistem, obespechivayushchikh ratsional'noe ispol'zovanie vodnykh resursov. Etap 5 Razrabotat' rekomendatsii po ispol'zovaniyu tekhniko-ekonomicheskikh pokazateley funktsionirovaniya kompleksa OS i ikh optimal'nykh znacheniy, vkluchaya pokazateli nadezhnosti snabzheniya vodoy APK i otsenku ekologicheskoy bezopasnosti sostoyaniya istochnikov vodnykh resursov i agroland-shafta s uchetom variatsii gidrologicheskikh i klimatich-eskikh faktorov. Otchet o NIR (promezhut.) [Improvement of water reclamation technologies on the irrigation sys-tems simulation models basis ensuring the rational use of water resources. Step 5. To develop recommendations on using technical and economic indicators of the irrigation systems complex operation and their optimal values, in-cluding indicators of reliability of water supply to the agroindustrial complex and an environmental safety as-sessment of water sources state and agrolandscape taking into account variations in hydrological and climatic fac-tors. Research Report (interim)]. Novocherkassk, 285 p. (In Russian).
 16. Shchedrin V.N., Balakay G.T., Vasil'ev S.M. 2014. Sovershenstvovanie tekhnologiy vodnykh melioratsiy na baze imitatsionnykh modeley orositel'nykh sistem, obespechivayushchikh ratsional'noe ispol'zovanie vodnykh resursov. Etap 6 Sozdat' usovershenstvovannye tekhnologii vodnykh melioratsiy, obespechivayushchie ratsional'noe ispol'zovanie vodnykh resursov: otchet o NIR (promezhut.) [Improvement of water reclamation technologies on the irrigation systems simulation models basis ensuring the rational use of water resources. Stage 6 To create advanced water reclamation technologies ensur-ing the rational use of water resources. Research Report (interim)]. Novocherkassk, 402 p. (In Russian).
 17. Slabunov V.V., Akopyan A.V. 2014. Algoritm upravleniya vodoraspredeleniem dlya zakrytoy orositel'noy sistemy [Algorithm of water distribution control for closed irriga-tion system]. Nauchnaya zhizn' [Scientific Life]. no. 2, pp. 110-120. (In Russian).
 18. Ol'garenko V.Ig., Babichev A.N., Monastyrskiy V.A. 2018. Nauchnaya kontseptsiya i algoritm realizatsii ele-mentov pretsizionnogo zemledeliya v usloviyakh orositel'noy sel'skokhozyaystvennoy melioratsii [Scientific concept and implementation algorithm of precision farm-ing elements under irrigated agricultural reclamation]. Nauchnyy Zhurnal Rossiyskogo NII Problem Melioratsii [Scientific Journal of Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems]. no. 1 (29), pp. 160-169. Available: <http://www.rosniipm-sm.ru/archive?N=526&id=536>. (In Russian).
 19. Balakay G.T., Vasil'ev S.M., Babichev A.N. 2017. Kontseptsiya dozhdeval'noy mashiny novogo pokoleniya dlya tekhnologii pretsizionnogo orosheniya [The concept of a new generation sprinkler for precision irrigation tech-nology]. Nauchnyy Zhurnal Rossiyskogo NII Problem Melioratsii [Scientific Journal of Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems]. no. 2 (26), pp. 1-18. Available: <http://www.rosniipm-sm.ru/archive?n=476&id=477>. (In Russian).
 20. Shchedrin V.N. 2017. Perspektivy ispol'zovaniya vozmozhnostey distantsionnogo zondirovaniya Zemli dlya upravleniya tekhnologiy pretsizionnogo oroshaemogo zemledeliya [Prospects of using the Earth remote sensing possibilities to control the technology of precision irrigat-ed agriculture]. Aktual'nye problemy raketno-kosmicheskoy tekhniki: materialy V Vserossiyskoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii [Actual Problems of Rocket and Space Technology: the Vth All-Russian scien-

- tific-technical conference]. Samara, SamSC of RAS, vol. 1, pp. 275-280. (In Russian).
21. O Strategii razvitiya informatsionnogo obshchestva v Rossiyskoy Federatsii na 2017-2030 gody [About the Strategy for the Development of the Information Society in the Russian Federation for 2017–2030]. Decree of the President of the Russian Federation. no. 203 of May 9, 2017. (In Russian).
 22. Ob utverzhdenii programmy «Tsifrovaya ekonomika Rossiyskoy Federatsii» [On approval of the program “Digital Economy of the Russian Federation”]. Order of the Government of the Russian Federation no. 1632-p of July 28, 2017. (In Russian).
 23. Naprasnikov A.T. 2018. Geoinformatsionnaya i tsifrovaya melioratsiya: metodicheskiy aspekt [Geoinformation and Digital Reclamation: methodological aspect]. Uspekhi sovremennogo yestestvoznaniya [Advances in Modern Natural Science]. no.7, pp. 209–214. DOI: 10.17513 / use.36827. (In Russian).
 24. Naprasnikov A.T. 2018. Geoinformatsionnaya i tsifrovaya melioratsiya: uchebno metodicheskoe posobie [Geoinformation and Digital Reclamation: study guide]. Irkutsk, ISU Publ., 288 p. (In Russian).
 25. Shchedrin V.N., Senchukov G.A., Slabunov V.V., Churaev A.A. 2012. Aspekty formirovaniya normativnoy bazy meliorativnogo kompleksa Rossii [Aspects of Reclamation Complex of Russia Regulatory Framework Formation]. Nauchnyy Zhurnal Rossiyskogo NII Problem Melioratsii [Scientific Journal of Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems]. Novocherkassk, RosNIIPM, no. 3 (07). 27 p. Available: <http://www.rosniipm-sm.ru/archive?n=113&id=114>. (In Russian).
 26. Shchedrin V.N., Gulyuk G.G., Bochkarev V.Ya., Balakay G.T. 2003. Normativno-metodicheskoe obespechenie sistemy gosudarstvennogo kontrolya i nadzora v melioratsii: Monografiya [Regulatory and Methodological Support of tLand Reclamation State Control and Supervision System: Monograph]. Moscow, FGNU TsNTI “Medium-water forms”, 437 p. (In Russian).
 27. Shchedrin V.N. 2015. Osnovnye printsipy i metody ekspluatatsii magistral'nykh kanalov i sooruzheniy na nikh: monografiya [Basic Principles and Methods of Operating Main Canals and Structures on Them: a monograph]. Novocherkassk, RosNIIPM, 361 p. (In Russian).

Shchedrin Vyacheslav Nikolayevich. Russian Scientific-Research Institute of Land Improvement Problems, Novocherkassk, Russian Federation. Chief Researcher, Academician of the Russian Academy of Sciences, Professor Doctor of Technical Sciences. Number of printed works: 679 (including 25 monographs). Research interests: land reclamation, information technology. ORCID: 0000-0002-6170-0014. E-mail: rosniipm@yandex.ru

Vasilyev Sergey Mikhailovich. Russian Scientific-Research Institute of Land Improvement Problems, Novocherkassk, Russian Federation. Acting Director, Doctor of Technical Sciences, ssociate Professor. Number of printed works: 270 (including 12 monographs). Research interests: land reclamation, information technology ORCID: 0000-0001-8155-8978. E-mail: rosniipm@yandex.ru

Slabunov Vladimir Viktorovich. Russian Scientific-Research Institute of Land Improvement Problems, Novocherkassk, Russian Federation. Leading Researcher, Candidate of Technical Sciences. Number of printed works: 146 (including 3 monographs). Research interests: land reclamation, information technology. ORCID: 0000-0003-0150-5193. E-mail: slabunovvv@mail.ru

Slabunova Alexandra Vasilievna. Russian Scientific-Research Institute of Land Improvement Problems, Novocherkassk, Russian Federation. Senior Researcher, Candidate of Technical Sciences. Number of printed works: 96. Research interests: land reclamation, information technology. ORCID: 0000-0001-6769-3866. E-mail: slabunovaAV@yandex.ru

Zavalin Aleksey Anatolievich. Pryanishnikov All-Russian Scientific Research Institute of Agrochemistry. Pryanishnikov Street, 31-a, Moscow, 127550 Russia. Head of laboratory. Number of printed works 430. Research interests: conservation and improvement of reclaimed land fertility, regulation of plant production process, application of fertilizers. ORCID: 0000-0001-7717-877X. E-mail: zavalin.52@mail.ru