

УДК 631.6.02:626.8

СТАНОВЛЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ПЛАТФОРМ МЕЛИОРАТИВНОГО ВОДОХОЗЯЙСТВЕННОГО КОМПЛЕКСА

И. Ф. Юрченко, доктор технических наук, главный научный сотрудник

*Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации
имени А. Н. Костякова, Москва*

Дата поступления в редакцию 17.12.2019

Дата принятия к печати 11.03.2020

Актуальность. Цифровые платформы приобретают статус трендов новой инфраструктуры «продвинутых» отраслей отечественной экономики, выполняя функции ее цифрового двойника. По оценке Минсельхоза России, использование специализированных информационных платформ АПК повышает рентабельность сельхозпроизводства более чем на 20 % за счет точечной оптимизации затрат и эффективного распределения средств, что актуализирует их становление в сфере мелиоративной деятельности. **Цель исследований** – теоретическое обоснование концептуальных подходов к разработке цифровой платформы мелиоративного водохозяйственного комплекса. Новизна заключается в формировании принципиальных направлений теории и практики создания информационной цифровой платформы мелиоративного водохозяйственного комплекса на основе интегрированных технологий решения основополагающих задач агропроизводства на мелиорируемых землях. Практическая значимость – в систематизации существующих подходов к становлению «платформенной» экономики мелиорируемых агроэкосистем и разработке предложений для обсуждения в части приоритетных направлений ее эволюции. **Материалы и методы.** В процессе исследований применялись методы информационно-аналитического, сравнительного и системного анализа, а также статистических и экспертных оценок. **Результаты и обсуждение.** Выполнен анализ использования систем цифровизации агропроизводства на мелиорируемых землях, выявивший потребность и возможность развития информационного обеспечения сферы мелиорации на базе современных инновационных технологий. Раскрыта специфика предлагаемой к разработке цифровой платформы мелиоративного водохозяйственного комплекса, обеспечивающей информационно-технологическую поддержку развития мелиоративной деятельности. Осуществлена оценка ожидаемых результатов и перспективы дальнейшего развития платформ мелиорации в отечественном АПК.

Ключевые слова: цифровые платформы, мелиоративный водохозяйственный комплекс, агроэкосистемы, умные мелиоративные системы, прецизионное управление.

Цитирование. Юрченко И. Ф. Становление цифровых платформ мелиоративного водохозяйственного комплекса, *Известия НВ АУК*. 2020. 1(57). 380-395. DOI: 10.32786/2071-9485-2020-01-37.

Введение. Согласно Доктрине продовольственной безопасности Российской Федерации (2010), своевременное снабжение населения качественными продуктами питания является показателем сильной государственности и суверенитета страны, приоритетным фактором демографической политики, безусловным гарантом выполнения цели стратегии национального развития – повышения качества жизни российских граждан путем обеспечения ее высоких стандартов [2]. Решающим условием стабильно высокого производства сельскохозяйственной продукции выступает комплексная мелиорация земель в сочетании с применением наукоемких аграрных технологий [4, 28].

В эпоху цифровой экономики каждой индустрии необходима новая инфраструктура – цифровой двойник отрасли (industry digital platform), в качестве которого находит применение цифровая платформа [19, 22]. По оценке Минсельхоза России, использование цифровых технологий в АПК, базирующихся на специализированных информационных платформах, повышает рентабельность сельхозпроизводства более чем на 20 % за счет точечной оптимизации затрат и эффективного распределения средств [5].

Вместе с тем по данным Росстата финансирование развития информационно – коммуникационных технологий (ИКТ) по разделу «Сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство» (0,85 млрд руб., или 0,2 % от объемов финансирования указанного направления) было самым низким в 2017 г. по сравнению с другими разделами экономики. С одной стороны эти цифры свидетельствуют о недостаточном внимании властных структур к цифровизации отечественного сельского хозяйства, с другой, – указывают на большой потенциал для инвестиций в ИКТ агропроизводства. Все это актуализирует необходимость внедрения цифровых решений в технологии сельскохозяйственных мелиораций.

Цель настоящих исследований – теоретическое обоснование концептуальных подходов к разработке цифровой платформы мелиоративного водохозяйственного комплекса, которая реализуется в виде субплатформы в составе платформенных комплексов отечественного АПК, предусмотренных программой Цифровая экономика.

Основные задачи исследований:

- выполнить анализ развития систем цифровизации агропроизводства на мелиорируемых землях;
- раскрыть специфику предлагаемой к разработке – цифровой платформы мелиоративного водохозяйственного комплекса;
- оценить ожидаемые результаты и перспективы дальнейшего развития платформ мелиорации в отечественном АПК.

Новизна работы заключается в формировании принципиальных направлений теории и практики создания информационной цифровой платформы мелиоративного водохозяйственного комплекса на основе интегрированных технологий решения основополагающих задач агропроизводства на мелиорируемых землях. При этом открываются новые возможности применения имеющихся апробированных знаний в процессе услуг, предоставляемых цифровой платформой на базе унифицированных, научно-обоснованных решений наиболее важных проблем прецизионного управления продуктивностью мелиорируемых фитоценозов.

Практическая значимость – в систематизации существующих подходов к становлению «платформенной» экономики и разработке предложений для обсуждения в части приоритетных направлений ее эволюции.

Материалы и методы. В процессе исследований применялись методы информационно – аналитического, сравнительного и системного анализа, а также статистических и экспертных оценок. В качестве научного материала использовались «Стратегия инновационного развития РФ», проект концепции «Индустрия 4.0», «Прогноз научно-технологического развития агропромышленного комплекса РФ», данные с российских приоритетных технологических платформ, научные публикации по проблемам инновационного развития АПК и цифровизации экономики [13-15].

Результаты и обсуждение. Ограниченно управляемые и саморегулирующиеся мелиоративные системы сменили регулируемые ручную поливы сравнительно недавно (порядка последних 100 лет) [9, 10, 24]. Следуя уровню развития агропроизводства и необходимости его интенсификации, технологии на мелиорируемых землях эволюционировали от уровня элементарных («туземных») до высокотехнологичных технологий, пройдя через этапы механизации, автоматизации, электронизации, информатизации [7, 10, 27]. Развитие поколений оросительных систем и этапов мелиорации в период с начала 20 до начала 21 века, систематизированные по данным [10], представлены в таблице 1

Внедрение цифровой мелиорации, по аналогии с цифровизацией промышленности и АПК, ассоциируется в научной среде и практике мелиоративной деятельности с достижением большего потенциала и эффекта за счет использования инновационных разработок и принятия оптимальных управленческих решений при модернизации мелиорации в высокотехнологичный сектор экономики [16, 29, 30]. Однако следует помнить, что основу экономики глобального лидерства государства составляют фундаментальная наука и высокотехнологичное интеллектуальное отечественное производство [6-8, 12].

Таблица 1 – Поколения оросительных систем и этапы развития мелиоративных технологий (составлена на основе материалов [8])

Table 1 – Generations of irrigation systems and stages of development of reclamation technologies (compiled on the basis of materials [8])

Поколение оросительных систем (ОС) / Generation of Irrigation Systems	Период внедрения технологии / Technology Implementation Period	Общая характеристика применяемых технологий / General characteristics of applied technologies	Отличительные признаки применяемых технологий / Distinctive features of applied technologies
1	2	3	4
Период «примитивной» мелиорации / The period of «primitive» reclamation			
I	1900-1920 гг.	Самотечная подача воды на орошение. Широкое использование лиманного орошения, поливов затоплением, напуском, промывных. Отсутствие научной базы, проектной и нормативной документации, специализированных строительных организаций. Практическое отсутствие противофильтрационных покрытий водопроводящей гидромелиоративной сети / Gravity water supply for irrigation. Widespread use of estuary irrigation, irrigation by flooding, inlet, flushing. Lack of a scientific base, design and regulatory documentation, specialized construction organizations. The practical absence of antifiltration coatings of the water supply irrigation and drainage network	Не инженерная распределительная сеть ОС из мелких водотоков (арыков), не предусматривающая управление водораспределением / Non-engineering OS distribution network of shallow watercourses (irrigation ditches) that does not provide for water distribution management
Механизация на мелиоративных системах / Mechanization on reclamation systems			
II	1924-1933 гг.	Развитие сети государственных магистральных и межхозяйственных каналов с регулирующими и водомерными сооружениями. Водоподача с постоянным током воды / Development of a network of state trunk and inter-farm canals with regulatory and water metering facilities. Direct current water supply	Наличие проектов на инженерные ОС, элементов методики расчета конструктивных параметров системы, а также первых дождевальных машин / The presence of projects for engineering OS, elements of the methodology for calculating the structural parameters of the system, as well as the first sprinkling machines

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4
	1935-1950 гг.	Развитие и уточнение методов централизованного диспетчерского управления водораспределением «по плану» (план водопользования с использованием данных водохозяйственного баланса) / Development and refinement of the methods of centralized dispatch control of water distribution «according to plan»	Учет требований по безопасности, регламентированных в соответствующих СНиП. Проектирование распределительных и внутрихозяйственных каналов инженерного типа с применением противофильтрационных покрытий – бетонных, железобетонных, асфальтобетонных, снижающих потери воды примерно на порядок / Consideration of safety requirements regulated in the relevant SNiP. Design of engineering-type distribution and on-farm canals with anti-filtration coatings - concrete, reinforced concrete, asphalt concrete, which reduce water losses by about an order of magnitude
Автоматизация мелиоративных систем / Automation of land reclamation systems			
III	50-70 гг. 20 века / 50-70 years 20th century	Развитие систем для орошения крупных массивов с автоматизированным регулированием водоподачи и водораспределения / Development of systems for irrigation of large tracts with automated regulation of water supply and water distribution	Применение гидроавтоматики, автоматизации водоучета, эксплуатационной гидрометрии, комплексов гидрометрических работ. Становление систем АСУ, СППР, АСУ ТП / The use of hydroautomatics, automation of water accounting, operational hydrometry, complexes of hydrometric works. Formation of ACS, SPPR, ASU TP systems
Электронизация и информатизация мелиоративной деятельности / Electronization and informatization of land reclamation activities			
IV	70-90 гг. 20 века / 70-90 years 20th century	Системы автоматизированного управления оснащаются средствами телемеханики / Automated control systems are equipped with telemechanics	Внедрение средств оперативного получения, сохранения, обработки и передачи информации. Применение ЭВМ, дальнейшее усовершенствование компьютерных технологий при автоматизации мелиорации / The introduction of means of prompt receipt, storage, processing and transmission of information. The use of computers, the further improvement of computer technology in the automation of land reclamation

Окончание таблицы 1

1	2	3	4
Период цифровой мелиорации / Digital Reclamation Period			
V	конец 20 – начало 21 вв. / end of 20 - beginning of 21 centuries	Применение точного (прецизионного) управления урожайностью орошаемых сельскохозяйственных культур; самоконтроль качества агротехнологических операций при изменяющихся условиях роста и развития растений (погодных, влажности почвы, фаз вегетации); использование высокоскоростного соединения Internet и TCP/IP / The use of precise (precision) yield management of irrigated crops; self-monitoring of the quality of agrotechnological operations under changing conditions of plant growth and development (weather, soil moisture, vegetation phases); Using high-speed Internet and TCP / IP	Практика поливного земледелия оперирует данными спутникового зондирования почв и растительного покрова для управления сетями дождевальных машин. Спутниковые данные применяются для формирования и текущей корректировки процессов орошения, обеспечивающих своевременные и комплексные воздействия на условия произрастания культур. Применение методов автоматизированного управления сложными динамическими системами и процессами (SCADA) / Irrigation practice uses satellite-based sensing of soils and land cover to control sprinkler networks. Satellite data are used for the formation and current adjustment of irrigation processes that provide timely and comprehensive impacts on crop growth conditions. Application of automated control systems for complex dynamic systems and processes (SCADA)

Сегодня Россия импортирует около 90 % аппаратного и 60 % программного обеспечения [11]. В 2015 г. из представленных на внешних рынках технологий только 12 % являлись принципиально новыми и конкурентоспособными, из них в области производственных информационных систем – всего 7,6 %. Для достижения максимального эффекта от цифровой мелиорации: необходимы полная кооперация практического опыта и научного потенциала, накопленных за всю историю развития мелиоративного комплекса; а также максимально возможное использование новейших достижений науки и техники в цифровизации продвинутых секторов экономики страны.

Стратегический план действий по обеспечению инновациями процессов цифровизации отечественной экономики определяется программой «Цифровая экономика Российской Федерации» (2017), устанавливающей цели и базовые подходы к ее развитию. Согласно Программе основная задача цифровой трансформации агропроизводства – интеграция потоков объективных данных сельхозпроизводителей и государственных сведений в платформу цифрового агропромышленного комплекса для гарантированного глобального планирования деятельности в отрасли и предоставления точных рекомендаций участникам рынка, включая использование технологий искусственного интеллекта, IOT – технологий (технологий Интернета вещей) и технологий больших данных (Big Data).

Становление направления «платформенной экономики», использующей для работы организаций внешних площадок (платформ) и связанных с ними экосистем, началось сравнительно недавно. Использование платформ позволяет компаниям сократить ИКТ-издержки и уменьшить временные затраты на выведение новых продуктов на рынок. Платформенная экономика определяется как экономическая деятельность с использованием онлайн-посредника, обеспечивающая площадку для предоставления определенного товара или услуги клиентам непосредственно владельцами. Устанавливается методологическая общность функциональной структуры цифровых платформ, которые связывают работников или продавцов непосредственно с клиентами и позволяют пользователям ненормированную по времени работу, а также обеспечивают через платформу оперативную оплату после выполнения работы или предоставления товара [3, 17-19].

В отечественной научной практике термин «платформенная экономика» только начинает приживаться, теоретические основы функционирования и развития цифровых платформ исследованы фрагментарно. Тезаурус цифровой платформы в настоящее время только формируется и определяет:

- группу технологий, использующихся в качестве базовой основы реализации конкретизированной и специализированной задачи цифрового взаимодействия;
- прорывную инновационную информационную систему многостороннего взаимодействия пользователей по обмену информацией и ценностями, обеспечивающую снижение объединенных транзакционных издержек; рационализацию бизнес-процессов; повышение действенности операций, связующих технологии поставок товаров и предоставляемых услуг;
- объекты инновационной инфраструктуры, позволяющие обеспечить эффективную коммуникацию и создание перспективных коммерческих технологий, высокотехнологичной, инновационной и конкурентоспособной продукции на основе участия всех заинтересованных сторон (бизнеса, науки, государства, общественных организаций)

Учитывая сложность разрабатываемой Программой цифровой экономики Российской Федерации проблемы и сжатые сроки разработки (порядка 6 месяцев), можно понять критику научной общественности и практиков производства в ее адрес и рассмотреть предложения по совершенствованию. Настоящее время, когда планируется трансформации действующей Программы цифровой экономики в Национальный проект, – максимально подходящий период для реализации назревших изменений и дополнений.

Представляется, что для сферы мелиорации актуальным становится формирование в составе платформы АПК, разрабатываемой в рамках Программы цифровой экономики субплатформы «Мелиоративный водохозяйственный комплекс». Цель ее создания – разработка и запуск программного продукта для сельскохозяйственных производителей, который способствует реализации динамического прецизионного управления мелиоративным режимом агроэкосистем в рамках базового элемента ресурсосберегающих технологий в сельском хозяйстве – «точного/прецизионного» земледелия.

Задачи создания указанной цифровой субплатформы:

- повышение эффективности сельскохозяйственного производства и потенциала роста оборота отрасли за счет внедрения цифровых решений;
- внедрение высоких технологий в сферу сельского хозяйства для минимизации негативного воздействия мелиоративных вмешательств на окружающую среду, обусловленных экологическими императивами;
- практическое применение принципов «интеллектуального», прецизионного управления водными ресурсами в агроэкосистемах различного уровня территориальной иерархии для устойчивой интенсификации растениеводства;

-экономия водных ресурсов, сохранение плодородия и целостности почвенного покрова, создание благоприятной экологической обстановки в агроландшафте;
-реализация ответственного в экономическом, социальном и экологическом отношении мелиоративного водопользования.

Наличие в структуре ЦП АПК субплатформы «Мелиоративный водохозяйственный комплекс» потребует, помимо разработки ИТ прецизионного управления мелиоративным режимом агроэкосистем, ускоренного развития информационно-коммуникационного обеспечения процесса регулирования экономически целесообразного и экологически безопасного водопользования, включающего восстановление, модернизацию и развитие мелиоративных систем. Программная оболочка ИТ «Мелиоративный водохозяйственный комплекс» формируется на базе комплекса API (Application Programming Interface – интерфейс прикладных программ), предоставляемого этой субплатформой, решающей также и все другие основные производственные задачи цифровизации в сфере мелиораций (рисунок 1).

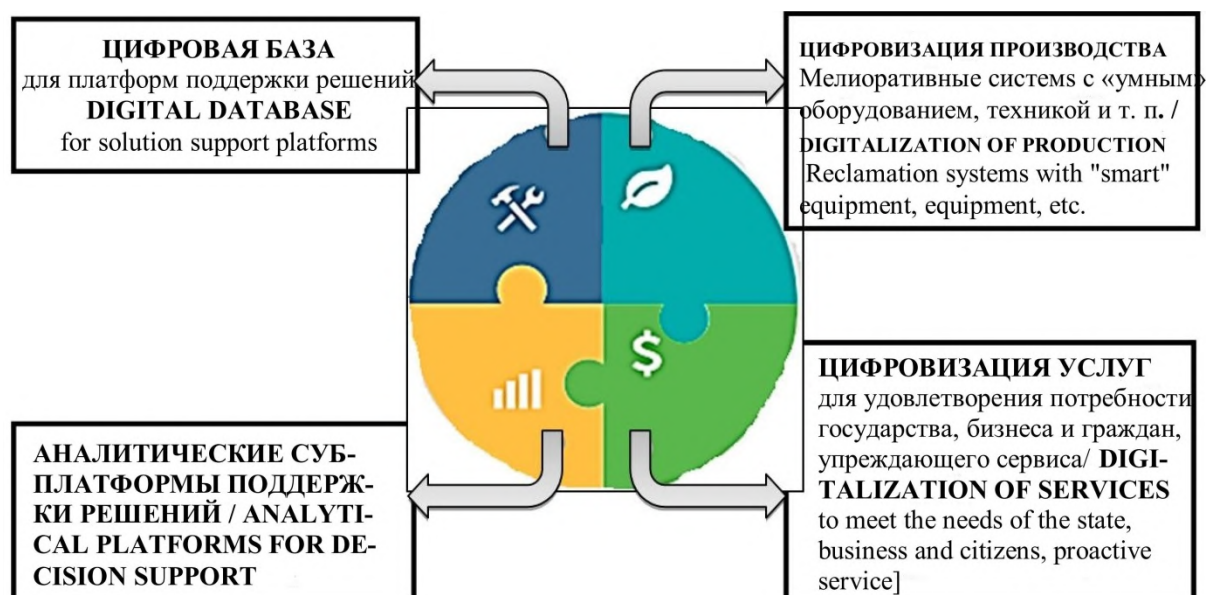


Рисунок 1 – Основные направления цифровизации предприятий мелиоративного водохозяйственного комплекса

Figure 1 – Main directions of digitalization of enterprises of the reclamation water management complex

В основу работы цифровой платформы необходимо заложить сетевой принцип, а также принципы открытости технологий и данных. Задача экосистем – организовать информационные потоки и сделать их безопасными и доступными цифровым платформам и пользователям. Создание цифровых платформ – это двуединая задача разработки новых:

- технологий, обеспечивающих обработку больших объемов данных и поддержку глобальных систем сохранения, распространения и обработки информации;
- моделей деятельности на базе возможностей этих информационных систем.

Благодаря цифровой платформе абсолютно изменяются: непосредственно, сами технологии, организационная структура, компетенции, навыки и умения персонала, взаимосвязи с поставщиками и клиентами, модели деятельности, целевые рынки и все другие области, где бизнес взаимодействует с людьми, обществом и государством.

В настоящее время нет возможности достоверно оценить предлагаемые решения по разработке цифровой платформы сферы мелиораций, так как в практике отечественного АПК отсутствуют платформы «умного» управления водоподачей и водоотведением для «точной» мелиорации сельхозугодий, играющих значимую роль в повышении урожайности и снижении затрат сельхозпроизводства, способствуя при этом экологической устойчивости агроландшафта. Успешным примером разработки и внедрения цифровых платформ для управления водными ресурсами в агропроизводстве в ближнем и дальнем зарубежье могут служить платформы SWAMP (Smart Water Management Platform, США) и «СУВ-инфо» (Узбекистан).

Проект SWAMP реализует интеллектуальную платформу управления водными ресурсами на основе Интернета вещей IoT для точного орошения в сельском хозяйстве с практическим подходом (внедрение пилотных проектов в Бразилии и Европе). Платформа настраивается и используется в зависимости от требований и ограничений различающихся условий ее применения, обусловленных спецификой страны, климата, почв и сельскохозяйственных культур, что требует значительной гибкости для адаптации к диапазону конфигураций развертывания, включающих разнообразное сочетание технологий. Опыт создания и реализации SWAMP показал первоочередные проблемы, препятствующие широкому использованию IoT для точного орошения, к которым относится [25]:

- отсутствие возможности полной автоматизации разработки программного обеспечения по ирригации;
- современных программных платформ для автоматизации процесса и интеграции технологий: IoT; аналитики больших данных, облачных вычислений, обеспечивающих развертывание пилотных приложений для интеллектуального управления водными ресурсами;
- соответствующих стандартов и информационных моделей, требующихся для интеграции разнородных датчиков в систему контроля и управления.

Концептуальная цифровая платформа в сфере устойчивого управления водными ресурсами в сельской местности «СУВ-инфо» (Узбекистан) находится на стадии разработки. Научно-образовательная (консультационная) направленность этого проекта призвана:

- обеспечить дальнейшее содействие водному сектору Республики Узбекистан на всех уровнях реализации (от национального, бассейнового до фермерских хозяйств);
- повышение общественной осведомленности о рациональном использовании водных и других связанных с ними ресурсов в агропроизводстве [3].

В рамках реализации данной Программы создается программный продукт, включающий единую справочную базу данных «СУВ-инфо». Последняя предназначена специалистам в сфере водного хозяйства и водопользования; экспертам в области мелиорации и орошения, ассоциациям водопользователей (АВП) и фермерским хозяйствам для ускорения необходимых гидравлических и прочих расчетов, упрощения процесса поиска и получения информации, а также распространения знаний, связанных со всеми аспектами управления и использования водных ресурсов.

Платформа поможет улучшить знания заинтересованных сторон и организаций о технических аспектах управления водными ресурсами станет полезным инструментом для ученых, молодых специалистов и студентов специализированных учебных заведений. Ожидается, что создание электронной справочной базы данных и мобильного приложения (версии для ОС Android и iOS) будет способствовать укреплению научно-исследовательских программ в водном секторе и модернизации средств для поддержки образовательного процесса колледжей/лицеев и высших образовательных учреждений.

Объем работ над системой включает создание инновационной, современной интерактивной среды, основанной на новейших технологиях, которая будет доступна из любого места через веб-браузер или через наиболее распространенные мобильные устройства. Система будет доступна даже в районах с ограниченной скоростью Интернет-соединения.

В Российской Федерации выделяется шесть основных направлений цифровой трансформации сельского хозяйства и научно-технологического развития в области «умного сельского хозяйства», предполагающих внедрение не менее пяти проектов полного инновационного комплексного научно-технического цикла сквозных цифровых систем классов [5]: «умное сельскохозяйственное предприятие», «умное поле», «умная ферма», «умная теплица», «умный сад», «умное землепользование».

Платформа мелиоративного водохозяйственного комплекса по своей сути и направленности отвечает классу цифровых систем «Умное поле», предусматривающих формирование условий для развития научной и научно-технической деятельности, а также получения результатов, необходимых для создания цифровых технологий мониторинга и управления производственными процессами полевого растениеводства. Последние используют технологии Больших Данных и научную теорию продуктивности агроэкоценозов для получения продукции, товаров и оказания услуг, обеспечивающих независимость и конкурентоспособность отечественного агропромышленного комплекса.

В случае практической разработки цифровой платформы мелиоративного водохозяйственного комплекса, цифровой продукт должен пройти значимые этапы своего становления от идеи и накопления знаний о продукте до его использования на практике. Концептуально эти этапы можно выстроить в следующей последовательности:

I – этап изучения и накопления знаний о цифровом продукте;

II – этап формирования алгоритмов практической реализации для модели продукта;

III этап – принятие решения о целесообразности продукта и его практической эффективности;

IV этап – внедрение реализованного продукта в производство с целью верификации;

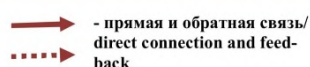
V этап – использование продукта по результатам подтверждения его практической значимости и эффективности.

Практика использования информационных технологий в мелиорации показывает расширение круга задач, к решению которых применяется компьютерная поддержка, важнейшими из которых остаются задачи формирования гидромелиоративных систем, обеспечивающих эффективность водоподдачи и водоотведения.

В настоящее время технический уровень мелиоративных систем позволяет автоматизировать процесс распределения воды от источника орошения к растениям. Однако не только вода является фактором, ограничивающим рост и развитие растений. Часто это элементы питания, теплового и газового состава почвенного воздуха и приземного слоя атмосферы, загрязнение и деградация почв, водная эрозия и пр. факторы. Этим обусловлена необходимость создания цифровых технологий для комплексного регулирования мелиоративного режима агроэкосистем, включающего водный, пищевой, тепловой, газовый и пр. режимы почв и грунтов, формирующих оптимальные условия для роста и развития сельскохозяйственных культур в преобладающих погодных условиях в конкретном году.

Представляется, что исследования в сфере «цифровой мелиорации» должны обеспечить приоритетную разработку инновационных систем управления агропроизводством, контролируемых в режиме «онлайн» мелиоративную ситуацию агроэко-

По результатам этих работ успешное решение обозначенных проблем цифровизации мелиоративного водохозяйственного комплекса предлагается начинать с создания коммерческих вариантов АСУ мелиоративным режимом (АСУ ТП_{мр}) агроэкосистем. Функциональная структура указанных АСУ рассчитана на максимально возможную автоматизацию процедур работы с данными, характеризующими процессы почвообразования, приземный слой атмосферы и управление техническим оборудованием, формирующими мелиоративный режим агроэкосистем по результатам моделирования агропроизводственных технологий на уровне поля в режиме реального времени (рисунок 2).



СУБД – система управления базой данных/ DBMS-database management system
СУБМ – система управления базой моделей/ DBMS-database management system
СЗ – система знаний/ KS – knowledge system

Figure 2 – Structural and functional scheme of the automated control system with reclamation regime and agroecosystem fertility

390

Предлагаемая к разработке АСУ прецизионного регулирования мелиоративного режима агроэкосистем по своей сути является структурной единицей комплексной «Цифровой платформы АПК», в связи с чем она помимо интегрирования в общую структуру, должна соотноситься в практическом плане с другими субплатформами Цифровой платформы АПК, составные части которой следует формировать программно совместимыми. Поскольку в процессе разработки подходов к продукту цифровизации управления мелиорируемыми агроэкосистемами использовалась логика мелиоративного комплекса на уровне поля, перспективным направлением модернизации платформы станет ее укрупнение до более высокого иерархического уровня организации (участка, хозяйства и т. д и т. п.). Практическое внедрение и сопровождение множества требующихся точных взвешенных цифровых решений в агропроизводство на мелиорированных землях будет способствовать не только повышению его продуктивности, но и реализации экологической составляющей высокоинтенсивных точных технологий, являющейся основой устойчивого развития общества [2].

Основной ожидаемый результат от внедрения цифровой платформы мелиоративного водохозяйственного комплекса – повышение продуктивности полевого растениеводства на 20 % за счет снижения влияния лимитирующих факторов продуктивности растений, в частности из-за применения мелиоративных мероприятий в конкретных условиях с высокой точностью и научной обоснованностью [20, 21, 23, 26].

Выводы. Специализированная цифровая платформа «Мелиоративный водохозяйственный комплекс» позволит получить качественно новые инструменты управления за счет:

- повторного использования информации при производстве и предоставлении услуг;
- ограничения экономической активности только размерами Интернета;
- обеспечения конкурентоспособности компании, не зависящую от ее размера.

Для выхода агропроизводства на мелиорируемых землях на новый уровень развития с использованием достижений цифровизации требуется одновременное совпадение, как минимум, следующих условий:

- мотивированность государства в развитии цифровизации сферы производственных технологий сельского хозяйства;
- наличие инновационных цифровых оболочек для интеграции создаваемого в должном объеме и с требуемым качеством технологического оборудования в сквозные автоматизированные технологии управления;
- подготовка в достаточном количестве кадровых специалистов с необходимым уровнем профессионализма.

Библиографический список

1. Анализ существующих автоматизированных систем управления технологическим процессом / Минин П. Е., Конев В. Н., Сычев Н. В., Крымов А. С., Савчук А. В., Андряков Д. А. // Спецтехника и связь. 2014. № 1. С. 29-37. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-suschestvuyuschih-avtomatizirovannyh-sistem-upravleniya-tehnologicheskim-protsessom>.
2. Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации «Росинформагротех», 2018. 108 с. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://kremlin.ru/events/president/news/6752/>.
3. Запрос на подачу предложения: разработка программного продукта базы данных “Suv-info” с мобильным приложением. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://procurement-notices.undp.org/view_file.cfm?doc_id=176768.

4. Итоги реализации (2014-2017 годы) федеральной целевой программы «Развитие мелиорации земель сельскохозяйственного назначения России на 2014-2020 годы»: информ. издание. М.: ФГБНУ: <https://rosinformagrotech.ru/data/send/66-normativnye-dokumenty-spravochniki-katalogi/1301-itogi-realizatsii-2014-2017-gody-federalnoj-tselevoj-programmy-razvitie-melioratsii-zemel-selskokhozyajstvennogo-naznacheniya-rossii-na-2014-2020-gody-2018>.
5. Концепция «Научно-технологического развития цифрового сельского хозяйства» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://mcxas.ru/upload/iblock/97d/97d2448548e047b0952c3b9a1b10edde.pdf/>.
6. Научные основы создания и управления мелиоративными системами в России / под ред. Л. В. Кирейчевой. М.: «ФГБНУ ВНИИ агрохимии», 2017. 296 с.
7. Новые технологии проектирования, обоснования строительства, эксплуатации и управления мелиоративными системами / под ред. Л. В. Кирейчевой. М.: ВНИИА, 2010. 240 с.
8. Об общих научных подходах к созданию унифицированных прецизионных энергосберегающих АСУ ТП / Г. И. Канюк [и др.] // Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит. 2016. № 2 (145). С. 20-32. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/ob-obschih-nauchnyh-podhodah-k-sozdaniyu-unifitsirovannyh-pretsizionnyh-energoberegayuschih-asu-tp>.
9. Огневцев С. Б. Концепция цифровой платформы агропромышленного комплекса // Международный сельскохозяйственный журнал. 2018. №2. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/kontseptsiya-tsifrovoy-platformy-agropromyshlennogo-kompleksa>.
10. Оросительные системы России: от поколения к поколению: монография / В. Н. Щедрин, А. В. Колганов, С. М. Васильев, А. А. Чураев. В 2 ч. Ч. 1. Новочеркасск: Геликон, 2013. 283с.
11. Савина Т. Н. Цифровая экономика как новая парадигма развития: вызовы, возможности и перспективы // Финансы и кредит. 2018. №3 (771). [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovaya-ekonomika-kak-novaya-paradigma-razvitiya-vyzovy-vozmozhnosti-i-perspektivy>.
12. Эколого-экономическая эффективность комплексных мелиораций Барабинской низменности / под ред. Л. В. Кирейчевой. М.: ВНИИА, 2009. 312 с.
13. Юрченко И. Ф., Трунин В. В. Система поддержки принятия решений по водораспределению на базе Веб технологий // Научный журнал Российского НИИ Проблем мелиорации. 2014. №2(14). С.87-97.
14. Юрченко И. Ф., Трунин В. В. Совершенствование оперативного управления водораспределением на межхозяйственных оросительных системах // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия: сб. науч. тр. ФГБНУ «РосНИИПМ». Новочеркасск: РосНИИПМ, 2014. Вып. 53. С. 166-170.
15. Bandurin M. A., Volosukhin V. A., Yurchenko I. F. The efficiency of impervious protection of hydraulic structures of irrigation systems // Advances in Engineering Research. 2018. P. 56-61.
16. Bandurin M. A., Yurchenko I. F., Volosukhin V. A. Remote Monitoring of Reliability for Water Conveyance Hydraulic Structures // Materials Science Forum. 2018. Vol. 931, P. 209-213.
17. Yang S. H. Internet-based Control Systems: Design and Applications // Springer, 2011. 224 p.
17. Chakravorti B., Chaturvedi R. Sh. Digital Planet 2017: How Competitiveness and Trust in Digital Economies Vary Across the World. Medford: The Fletcher school Tufts university, 2017. 70 p. [Электронный ресурс]. URL: https://sites.tufts.edu/digitalplanet/files/2017/05/Digital_Planet_2017_FINAL.pdf (Дата обращения: 20.03.2018.).
18. CropX. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.cropx.com>
19. Gray J., Rumpe B. Models for digitalization // Soft & Systems Modeling. 2015. Vol. 14. Issue 4. P. 1319-1320.
20. Heather Clancy Why smart irrigation startups are bubbling up. - [Electronic resource]. Access mode: <https://www.greenbiz.com/article/why-smart-irrigation-startups-are-bubbling>.

21. John Deere Field Connect. [Electronic resource]. Access mode: <https://www.deere.com/en/technology-products/precision-ag-technology/field-and-water-anagement>.
22. Lehmann R. J., Reiche R. and Schiefer G. Future internet and the agri-food sector: State-of-the-art in literature and research // Comput. Electron. Agric. 2012. № 89. P.158-174.
23. Lindsay Corporation. Plug & Play Add-Ons. [Electronic resource]. Access mode: <http://www.growsmart.com>.
24. Mobile Drip Irrigation. [Electronic resource]. Access mode: <https://www.youtube.com/watch?v=3yT9yijB-4>.
25. SWAMP: An IoT-based Smart Water Management Platform for Precision Irrigation in Agriculture / Kamienski C., Soininen J. P., Taumberger M., Fernandes S., Toscano A., Salmon T., Filev, R., Torre A. // Proceedings of the IEEE Global IoT Summit. 2018. (GloTS'18), Bilbao, Spain, 4-7 June 2018. [Electronic resource]. Access mode: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30641960>.
26. Tevatronic. Autonomous Irrigation. [Electronic resource]. Access mode: <http://tevatronic.net>.
27. Variable Rate Irrigation (VRI) Animation. [Electronic resource]. Access mode: <https://www.youtube.com/watch?v=tIDfSqAz1Is>.
28. Yang S.H. Internet-based Control Systems: Design and Applications. Springer, 2011. 224 p.
29. Yurchenko I. F. Information support system designed for technical operation planning of reclamative facilities // Journal of Theoretical and Applied Information Technology. 2018. No. 96(5). P. 1253-1265.
30. Yurchenko I. F. Information support for decision making on dispatching control of water distribution in irrigation // Journal of Physics: Conference Series. 2018. V. 1015. P. 042063.

Conclusion. Specialized digital platform Meliorative water management complex will allow to obtain qualitatively new management tools due to:

- reuse of information in the production and provision of services;
- restrictions on economic activity only by the size of the Internet;
- ensuring the competitiveness of the company, regardless of its size.

For agricultural production on reclaimed lands to a new level of development using the achievements of digitalization, simultaneous matching of at least the following conditions is required:

- State motivation in the development of digitalization in the sphere of agricultural production technologies;
- the availability of innovative digital shells for the integration of technological equipment created in the proper volume and with the required quality into end-to-end automated control technologies;
- training in a sufficient number of personnel specialists with the necessary level of professionalism.

References

1. Analiz suschestvuyuschih avtomatizirovannyh sistem upravleniya tehnologicheskimi processami / Minin P. E., Konev V. N., Sychev N. V., Krymov A. S., Savchuk A. V., Andryakov D. A. // Spectehnika i svyaz'. 2014. № 1. P. 29-37. [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-suschestvuyuschih-avtomatizirovannyh-sistem-upravleniya-tehnologicheskimi-protssom>.
2. Doktrina prodovol'stvennoj bezopasnosti Rossijskoj Federacii "Rosinformagroteh", 2018. 108 s. [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <http://kremlin.ru/events/president/news/6752/>.
3. Zпрос na podachu predlozheniya: razrabotka programmnogo produkta bazy dannyh "Suv-info" s mobil'nym prilozheniem. [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: http://procurement-notices.undp.org/view_file.cfm?doc_id=176768.

4. Itogi realizatsii (2014-2017 gody) federal'noj celevoj programmy "Razvitie melioratsii zemel' sel'skohozyajstvennogo naznacheniya Rossii na 2014-2020 gody": inform. izdanie. M.: FGBNU: <https://rosinformagrotech.ru/data/send/66-normativnye-dokumenty-spravochniki-katalogi/1301-itogi-realizatsii-2014-2017-gody-federalnoj-tselevoj-programmy-razvitie-melioratsii-zemel-selskokhozyajstvennogo-naznacheniya-rossii-na-2014-2020-gody-2018>.

5. Koncepciya "Nauchno-tehnologicheskogo razvitiya cifrovogo sel'skogo hozyajstva" [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <http://mcx.ac.ru/upload/iblock/97d/97d2448548e047b0952c3b9a1b10edde.pdf>.

6. Nauchnye osnovy sozdaniya i upravleniya meliorativnymi sistemami v Rossii / pod red. L. V. Kirejchevoj. M.: "FGBNU VNII agrohimii", 2017. 296 p.

7. Novye tehnologii proektirovaniya, obosnovaniya stroitel'stva, jekspluatscii i upravleniya meliorativnymi sistemami / pod red. L. V. Kirejchevoj. M.: VNIIA, 2010. 240 p.

8. Ob obschih nauchnyh podhodah k sozdaniyu unificirovannyh precizionnyh jnergoberegayuschih ASU TP / G. I. Kanyuk [i dr.] // Jenergoberezhenie. Jenergetika. Jenergoaudit. 2016. № 2 (145). P. 20-32. [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <https://cyberleninka.ru/article/n/ob-obschih-nauchnyh-podhodah-k-sozdaniyu-unifitsirovannyh-pretsizionnyh-energoberegayuschih-asu-tp>.

9. Ognivcev S. B. Koncepciya cifrovoy platformy agropromyshlennogo kompleksa // Mezhdunarodnyj sel'skohozyajstvennyj zhurnal. 2018. №2. [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <https://cyberleninka.ru/article/n/kontseptsiya-tsifrovoy-platformy-agropromyshlennogo-kompleksa>.

10. Orositel'nye sistemy Rossii: ot pokoleniya k pokoleniyu: monografiya / V. N. Schedrin, A. V. Kolganov, S. M. Vasil'ev, A. A. Churaev. V 2 ch. Ch. 1. Novocherkassk: Gelikon, 2013. 283s.

11. Savina T. N. Cifrovaya jekonomika kak novaya paradigma razvitiya: vyzovy, vozmozhnosti i perspektivy // Finansy i kredit. 2018. №3 (771). [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovaya-ekonomika-kak-novaya-paradigma-razvitiya-vyzovy-vozmozhnosti-i-perspektivy>.

12. Jekologo-jekonomicheskaya jeffektivnost' kompleksnyh melioracij Barabinskoj nizmennosti / pod red. L. V. Kirejchevoj. M.: VNIIA, 2009. 312 p.

13. Yurchenko I. F., Trunin V. V. Sistema podderzhki prinyatiya reshenij po vodoraspredele-niyu na baze Veb tehnologij // Nauchnyj zhurnal Rossijskogo NII Problem melioratsii. 2014. №2(14). P. 87-97.

14. Yurchenko I. F., Trunin V. V. Sovershenstvovanie operativnogo upravleniya vodoraspredele-niem na mezhhozyajstvennyh orositel'nyh sistemah // Puti povysheniya jffektivnosti oroshaemogo zemledeliya: sb. nauch. tr. FGBNU "RosNIIPM". Novocherkassk: RosNIIPM, 2014. Vol. 53. P. 166-170.

15. Bandurin M. A., Volosukhin V. A., Yurchenko I. F. The efficiency of impervious protection of hydraulic structures of irrigation systems // Advances in Engineering Research. 2018. P. 56-61.

16. Bandurin M. A., Yurchenko I. F., Volosukhin V. A. Remote Monitoring of Reliability for Water Conveyance Hydraulic Structures // Materials Science Forum. 2018. Vol. 931. P. 209-213. Yang S. H. Internet-based Control Systems: Design and Applications // Springer, 2011. 224 p.

17. Chakravorti B., Chaturvedi R. Sh. Digital Planet 2017: How Competitiveness and Trust in Digital Economies Vary Across the World. Medford: The Fletcher school Tufts university, 2017. 70 p. [Электронный ресурс]. URL: https://sites.tufts.edu/digitalplanet/files/2017/05/Digital_Planet_2017_FINAL.pdf (Дата обращения: 20.03.2018.).

18. CropX. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.cropx.com>

19. Gray J., Rumpe B. Models for digitalization // Soft & Systems Modeling. 2015. Vol. 14. Issue 4. P. 1319-1320.

20. Heather Clancy Why smart irrigation startups are bubbling up. - [Electronic resource]. Access mode: <https://www.greenbiz.com/article/why-smart-irrigation-startups-are-bubbling>.

21. John Deere Field Connect. [Electronic resource]. Access mode: <https://www.deere.com/en/technology-products/precision-ag-technology/field-and-water-anagement>.

22. Lehmann R. J., Reiche R. and Schiefer G. Future internet and the agri-food sector: State-of-the-art in literature and research // Comput. Electron. Agric. 2012. № 89. P.158-174.

23. Lindsay Corporation. Plug & Play Add-Ons. [Electronic resource]. Access mode: <http://www.growsmart.com>.
24. Mobile Drip Irrigation. [Electronic resource]. Access mode: <https://www.youtube.com/watch?v=3yT9yijB-4>.
25. SWAMP: An IoT-based Smart Water Management Platform for Precision Irrigation in Agriculture / Kamienski C., Soininen J. P., Taumberger M., Fernandes S., Toscano A., Salmon T., Filev, R., Torre A. // Proceedings of the IEEE Global IoT Summit. 2018. (GloTS'18), Bilbao, Spain, 4-7 June 2018. [Electronic resource]. Access mode: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30641960>.
26. Tevatronic. Autonomous Irrigation. [Electronic resource]. Access mode: <http://tevatronic.net>.
27. Variable Rate Irrigation (VRI) Animation. [Electronic resource]. Access mode: <https://www.youtube.com/watch?v=tLDfSqAz1Is>.
28. Yang S.H. Internet-based Control Systems: Design and Applications. Springer, 2011. 224 p.
29. Yurchenko I. F. Information support system designed for technical operation planning of reclamative facilities // Journal of Theoretical and Applied Information Technology. 2018. No. 96(5). P. 1253-1265.
30. Yurchenko I. F. Information support for decision making on dispatching control of water distribution in irrigation // Journal of Physics: Conference Series. 2018. V. 1015. P. 042063.

Authors Information

Yurchenko Irina Fedorovna, chief researcher of the Department of Environmental and information technologies of the all-Russian research Institute of hydraulic engineering and land reclamation named after A. N. Kostyakov (Russia, 127550 Moscow, Bolshaya Akademicheskaya str., building 2), doctor of technical Sciences, associate Professor, ORCID: 0000-0003-2390-1736. Tel. +7 916 328-85-1, e-mail: Irina.507@mail.ru

Информация об авторе

Юрченко Ирина Федоровна, главный научный сотрудник отдела природоохранных и информационных технологий Всероссийского научно-исследовательского института гидротехники и мелиорации имени А. Н. Костякова (РФ, 127550 г. Москва, ул. Большая Академическая, дом 44, строение 2), доктор технических наук, доцент, ORCID: 0000-0003-2390-1736. Тел. +7 916 328-85-1, e-mail: Irina.507@mail.ru