

УДК 631.6.02:631.619:631.445.52

АВТОМАТИЗАЦИЯ, ЭЛЕКТРОНИЗАЦИЯ, ИНФОРМАТИЗАЦИЯ, КАК ПРЕДШЕСТВЕННИКИ ЦИФРОВИЗАЦИИ МЕЛИОРАЦИИ

И.Ф. Юрченко

ФГБНУ «ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова», г. Москва, Россия

Введение. Одним из приоритетных направлений институциональной экономической политики современной России является переход к цифровым технологиям производства, цифровизация экономики. Мир уже вступил в эру цифровой глобализации, движимую потоками данных, которые содержат информацию, идеи и инновации. Смарт-устройства уменьшаются в размерах, становятся быстрее, дешевле, мощнее и приобретают статус ключевого инструментария в решении проблем действенности производства. Сегодня настало время, когда интеллектуальные цифровые решения призваны помочь аграриям обеспечить рост продуктивности и устойчивость развития технологических процессов [1].

По предварительным оценкам программы «Цифровая экономика Российской Федерации», утвержденной распоряжением Правительства РФ от 28 июля 2017 г. № 1632-р, ожидаемый на период до 2025 года минимальный общий экономический эффект от внедрения в агропроизводство одной из базовых технологий цифровой экономики, так называемой технологии вещей (IoT), может составить около 469 миллиардов рублей. Эффект прогнозируется за счет оптимизации расходов на персонал; сокращения потерь урожая, топлива и смазочных материалов.

Современному этапу внедрения цифровых технологий в аграрный сектор экономики России предшествовали такие этапы становления и эволюции информационных ресурсов и систем, как автоматизация, электронизация и информатизация [2]. Приходится отмечать, что их использование не смогло обеспечить отрасли должный технологический и экономический уровни развития, предотвращающие глобальные вызовы в сфере продовольственной и биологической безопасности общества в настоящее время. Вместе с тем изучение и анализ опыта эволюции и совершенствования теории и практики автоматизированного управления - одно из гарантированных условий выбора действенных мероприятий цифровизации мелиоративного сектора экономики.

Цель настоящей работы – осуществить анализ и выполнить оценку эффективности основных этапов формирования и развития информационных ресурсов (ИР) и информационных технологий (ИТ) в мелиорации и рассмотреть направления их совершенствования, способствующие успешности цифровизации системы растениеводства на мелиорируемых землях.

Материалы и методы исследования. Материалы исследования - результаты научно – исследовательских работ ФГБНУ «ВНИИГиМ им. А. Н. Костя-

кова», нормативно-правовые документы, а также научные теоретические источники и итоги практических опытов. В исследовании использованы методы: системного анализа, структурно-функционального сравнения.

Из предыстории цифровизации. Развитие новых исследований и появление плодотворных результатов в области теории управления в целом и, в частности, в сфере оптимизации управления производственными процессами, связанного с появлением электронных и компьютерных технологий, инициировало масштабность работ по формированию и внедрению ИТ в сфере мелиорации. Максимальное количество разработок по автоматизации управления объектами ирригации приходится на 70 годы прошлого столетия и совпадает с *этапом автоматизации* технологических процессов в агропромышленном комплексе путем создания и внедрения АСУ ТП - автоматизированных систем управления технологическими процессами [3-5]. Как правило, АСУ ТП имеет пульт (пульта) управления, средства трансформации и хранения собираемой информации, датчики, устройства управления, исполнительные устройства, средства коммуникации. В первую очередь автоматизировалось управление водозаборами из поверхностных и подземных источников, насосным оборудованием, сооружениями на водопроводящих линейных объектах, регулирующими водораспределение на каналах, лотках и трубопроводах ирригационных систем, что способствовало водосбережению за счет сокращения несанкционированных сбросов воды.

Так, автоматизация водозабора на Терско-Кумском гидроузле в республике Северная Осетия (Алания) обеспечила возможность реализации планируемого расхода воды в канале с отклонениями, не превышающими $\pm 3\%$.

Автоматизация распределения воды на сети водопроводящих каналов Атбашинской ирригационной системы в Киргизии гарантировала устойчивость стока и равномерность водоподдачи в систему, стабильность баланса водоподдачи и водозабора на участках водопроводящей сети без должного наблюдения и бесконтрольными потерями воды, бесперебойную подачу воды водопользователям по плану. Для сокращения инвестиций в строительство и эксплуатационных затрат на каналы и автоматизацию ГТС на системе приняты различающиеся контуры автоматического регулирования водоподдачи по независимым участкам, интегрированным в общую систему

Были проведены работы по автоматизации водоподдачи и контролю расходов воды на Невинномысском канале Ставропольского края Российской Федерации, автоматизированы пункты диспетчеризации и вододеления на Петровско-Анастасиевской, Федоровской, Афипской системах в Краснодарском крае, Нижне-Донской, Богаевско-Садковской и других системах в Ростовской области, Кисловской, Городищенской и Тажинской в Волгоградской области и др. [6,7].

Задачи средств диспетчеризации и телемеханики автоматизированных технологических процессов на указанных объектах ирригации заключались в наблюдении и управлении ведущими системообразующими ГТС, согласовании функционирования локальных технологий управления, в части гармонизации водообеспеченности источника орошения и требований поливной воды водопотребителями.

Автоматизированное водораспределение обеспечивается независимыми системами изменения стока воды, регулированием уровней средствами гидравлики, оборудованием комплексной телемеханики, специализированными управляющими машинами. Для аварийных ситуаций на централизованных системах автоматизированного водопользования предусматривался перевод на системы локальной местной автоматизации, что обеспечивало действенность функционирования и высокую надежность принятой иерархии автоматизированного управления вододелением.

Проводились существенные работы по автоматизации и телеуправлению водопользованием на ростовских системах ирригации. Автоматическое управление водопользованием базируется на принципе централизованного диспетчерского управления объектами водораспределения. Для реализации автоматического маневрирования затворами использованы электрифицированные винтоподъемники, что обусловило трансформацию системы электроснабжения ГТС, управляемых с диспетчерского пульта. Реконструированы и вновь построены линии связи с оборудованием средств телемеханики. Все автоматизированные ГТС оснащались технологическими датчиками и системой коммуникации для передачи получаемых от них данных на специализированные пульта централизованного диспетчерского управления, обеспечивающие сбор, обработку и трансформацию данных, принятие оперативных решений и назначение корректирующих воздействий.

В больших объемах создание технологий автоматического и телемеханического управления вододелением осуществлялось на Донском магистральном канале, магистральных и распределительных каналах Пролетарской рисовой, Верхне-Сальской, Нижне-Донской и Азовской систем ирригации. Средства телемеханизации и автоматизации технологических процессов водопользования на ростовских системах осуществляли управление водоподачей на 205 гидротехнических водовыделах на общую площадь полива порядка 140 тыс. га.

Регулирование вододеления проводилось в следующих режимах работы: индивидуальный подбор ГТС автоматизированного управления, циклический контроль всех сооружений, периодический контроль автоматизируемых ГТС в установленном режиме через 0,5...4,0 часа. Системой обеспечивалось выявление аварийных ситуаций, функционирование в режимах ожидания и связи с диспетчерской службой. Окончанием этапа автоматизации, обусловленным начавшейся перестройкой хозяйственного механизма в Российской Федерации, считаются восьмидесятые годы прошлого столетия.

Этап электронизации мелиоративной деятельности, пришедшийся на период 1975 – 1985 гг., связан с автоматизацией проектирования, что, очевидно, объясняется максимальной эффективностью его реализации. Согласно показателям системы КАНАРСПИ (качество, надежность, ресурс изделия с первых изделий), разработанной корпорацией Долгат Серфи, на 1 рубль затрат на автоматизацию проектирования приходится 10 рублей на автоматизацию процесса реализации проекта и 100 рублей на автоматизацию этапа эксплуатации [8].

Разработка систем автоматизированного проектирования (САПР) базируется на формировании технологических линий проектирования (ТЛП), реализуемых с применением ЭВМ для локальных объектов (фрагментов) проекта. По данным экспертов к началу 90-х г. прошлого столетия в области мелиорации были реализованы более 200 программ по автоматизации проектного процесса, были созданы и развивались свыше 350 САПР проектных институтов.

Переход к рыночным отношениям и изменение условий хозяйствования вызвали общее снижение объемов проектных работ и использования службы САПР. Для специализированных подразделений проектных институтов стало возможным «экономить» фонд зарплаты за счет отказа от автоматизированного проектирования вне зависимости от природно – хозяйственных условий объекта и требований технологического процесса проектирования. Игнорирование детальной многовариантной проработки проектных решений на основе моделирования и передовых технологических подходов своего времени привело не только к ухудшению качества решений, но и способствовало безвозвратной потере «информационного наследия» региональных проектных институтов АПК из-за беспрецедентной, безоглядной и скоропалительной ликвидации тщательно выстроенной и выстраданной, дорого обошедшейся обществу системы автоматизированного проектирования объектов мелиорации.

Начиная с 2000 г. в сфере производства проявляется значительный интерес к использованию эффективного класса компьютерных управляющих систем – СППР (систем поддержки принятия решений), обусловленного потребностью в повышении производительности труда и качества управляющих воздействий, назначаемых лицами, принимающими решение (ЛПР). СППР становятся преобладающими ИТ *этапа информатизации* мелиоративного сектора экономики. Математические методы исследований операций и деятельности ЛПР, которые сводятся к разработке моделей поведения объекта, позволяют повысить пределы управляемости, раскрывая специфику методологии управления, определяемую характеристиками изучаемого объекта.

Для теории управления технологическими процессами функционирования гидромелиоративных систем характерны методы, операции и технические процедуры, формирующие нормы и правила применения средств познания при изучении и анализе, базирующиеся на системном подходе. Использование системного подхода в практике автоматизированного управления мелиорациями длительное время сдерживалось отсутствием у ЛПР должной степени владения методами количественного анализа. Практическое применение этих методов стало возможным с приобретением управленцами знаний, необходимых для их реализации.

Возрастающая актуальность методов теории количественного анализа в практике создания ИТ обусловлена также масштабностью функциональных возможностей; удобным интерфейсом; высокой гарантией информационной и технологической поддержки принимаемых решений, присущих компьютерным технологиям, методическое обеспечение которых базируется на положениях системного подхода и анализа.

СППР включают операции сбора, хранения, обработки информации о параметрах и состоянии объекта воздействия, позволяют выполнять прогнозы процессов, происходящих в природной среде, а также обеспечивают поддержку (информационную, технологическую, организационную и пр.) процедурам принятия решений [9,10].

Новое время, характеризующееся «экологическим мышлением» общества, а также политическими и экономическими условиями, ставит перед мелиоративной наукой и практикой новые задачи, решение которых требует современных ИТ с привлечением нетрадиционных методологических алгоритмов, математических моделей и методов [11-14].

Технологический процесс формирования мелиоративного состояния агроэкосистем и энергетического потенциала мелиорированных земель представляется сложным комплексом работ, направленных на поддержание оптимального влажностного, пищевого, температурного и др. режимов почв с учетом изменяющихся во времени потребностей выращиваемой культуры [11]. Такой подход целесообразен для конструирования высокопродуктивного и устойчивого агроландшафта, и его реализация требует ресурсосберегающих технологий точного или «прецизионного» управления агропроизводством (англ. precision agriculture) на мелиорируемых землях [15].

Сегодня на рынке услуг предлагается множество систем (как правило, зарубежной разработки, реализации и комплектации) для мониторинга состояния почвы и погодных условий в режиме реального времени. Они помогают не только наблюдать за изменениями условий агропроизводства, но и принимать действенные управленческие решения, дистанционно управлять системами мелиорации [2].

Структура предлагаемых к реализации коммерческих АСУ ТП по мелиорации может включать локальные системы автоматического управления (САУ) и устройства автоматизации. В этом качестве используются: SCADA (системы диспетчерского управления и сбора данных) и DCS (распределенные системы управления), различающиеся архитектурой системы ввода-вывода и децентрализацией обработки данных; PLC (системы на программируемых логических контроллерах), интегрированные в единый комплекс.

Растущее давление конкурирующих потребностей сельского хозяйства в водных ресурсах наряду с экологическим императивом технологических процессов требует от мелиоративного агропроизводства минимального воздействия на окружающую среду. Решение этой серьезной проблемы - действенного управления водными ресурсами, регулирования почвенного плодородия агроэкосистем для устойчивой интенсификации системы растениеводства при соблюдении экологической безопасности агроландшафта - предстоит решать в эру грядущей цифровизации, успехи которой определяют будущее сферы мелиорации.

Результаты и обсуждение. Выполненный анализ эффективности основных этапов формирования и эволюции информационных ресурсов (ИР) и информационных технологий (ИТ) в мелиорации показал возможность, целесообразность и необходимость развития указанного направления в сфере агропроизводства на

мелиорируемых землях. При том, что ни один из указанных этапов, предшествующих цифровизации экономики, в силу различных причин не был реализован в предусмотренные сроки и в соответствии с прогнозируемыми целевыми показателями, объемами финансирования и прочими факторами, определяющими его эффективность, каждый из них в отдельности, и все они вместе взятые способствовали выживанию сферы мелиорации в сложные периоды социально-экономического развития общества.

Несмотря на очевидное отставание от зарубежных и отечественных продвинутых секторов экономики в части применения автоматизированных систем управления в агропроизводстве, на мелиорируемых землях от этапа к этапу увеличивается количество и возрастает технический уровень применяемых информационных систем. Совершенствуются технологии: сбора, хранения, обработки и трансформации данных и сведений, поступающих от соответствующих датчиков; и информационной поддержки принимаемых решений.

Для преодоления имеющихся барьеров на пути внедрения цифровых технологий в аграрный сектор экономики России, ускорения перевода сферы мелиорации на новый технологический уровень развития потребуются совместная работа разработчиков и интеграторов ИТ-решений в сельском хозяйстве, инвесторов, представителей экспертного сообщества и органов власти. Немаловажную роль в эффективности планируемых мероприятий может и должен сыграть масштабный и глубокий анализ, как свершившихся достижений, так и упущений, имевших место при формировании информационных ресурсов и применения ИТ в мелиоративной деятельности в период до ее цифровизации.

Настоящие исследования выявили следующее. В науке и практике мелиоративной деятельности растет осознание развития проблемы серьезной разбалансированности в достигнутых уровнях технических возможностей информационных систем и качества системы управления агропроизводством, причины появления и развития которой не ясны. Возможно они связаны с повсеместно практикующейся реализации ИТ на базе автоматизации сложившихся, устоявшихся, привычных, удобных и понятных процедур и операций традиционного «ручного» управления, что, кстати, совсем не гарантирует их действенности и соответствия совершенствующимся методам, как общей теории управления, так и теории управления автоматизированными процессами [2]. Очевидно, следует обратить должное внимание на формирование инновационных моделей, наиболее полно отражающих экономические отношения участников рынка.

Отдавая дань роли информационного ресурса и технологиям информационных систем в части совершенствования агропроизводства, следует помнить, что основой действенности применения ИТ является реализация установленной последовательности технологических процедур производства при минимальных затратах энергии, природных и материальных ресурсов, затрат труда и с максимальной скоростью и точностью выполнения [11]. Базовые принципы и требования к созданию ИТ должны формироваться на достижениях основополагающей теории действенного и устойчивого агропроизводства на мелиорируемых землях, прошедших испытание временем [11]. Ключевым фактором успеха в цифровой экономике, высоко конкурентной и трансграничной, становятся не только

и не столько возможности технических средств и оборудования информационных технологий, но, прежде всего, новые модели управления технологиями и данными, позволяющие осуществлять оперативное реагирование и прогнозирование будущих вызовов и проблем для бизнеса, гражданского общества и государств.

Следует обратить внимание и на проблему интеграции информационных ресурсов сферы АПК, решение которой осложняется принятой в отрасли практики «позадачной» реализации программного обеспечения для каждой конкретной разрабатываемой ИТ, технически и информационно изолированной и с другими системами не связанной, что приводит к дублированию сбора данных, трудностям интерфейсного обмена информацией, неоправданно высоким затратам труда и времени на создание локальных баз данных и информационной поддержки управленцев при решении каждой конкретной задачи.

Так на федеральном уровне информация для агропроизводства, не всегда открытая для широкого доступа, формируется Минсельхозом России, Росреестром, Росгидрометом, ФГБУ «ВНИИСХМ», ФГБУ Агротехнической службы МСХ РФ, НЦ ОМЗ АО «Российские космические системы» и ФГБУ «РОССЕЛЬХОЗЗЕММОНИТОРИНГ», Россельхознадзором в формате ГИС-технологий, каждая из которых функционирует на собственной цифровой платформе, не предусматривающей интеграцию и/или интерфейсный обмен [16].

В то же время далеко не все сельхозпроизводители имеют возможность создать, внедрить, а, самое главное, обеспечить эффективную эксплуатацию высокотехнологичных ИТ агропроизводства на основе релевантной, достоверной, своевременно обновляемой и перманентно доступной информации, требующей квалифицированной и слаженной работы профессионалов из различных областей производства, науки и образования. Возможность беспрепятственного наполнения локальных баз данных сельхозтоваропроизводителей из единой отраслевой базы данных и, в свою очередь, передачи на федеральный (региональный) уровень непосредственной «полевой» информации о текущем состоянии агротехнологий может существенно повысить действенность цифровизации агропроизводства.

Отдельного решения требуют вопросы импортозамещения технического, технологического и программного обеспечения ИТ мелиоративного сектора экономики АПК, который в настоящее время ориентирован на зарубежные решения, разработки и реализацию системы автоматизированного управления технологическими процессами, что не способствует эффективному развитию экономики отраслей российского АПК, в целом.

Заключение. Для оценки эволюции информационных ресурсов и ИТ в агропроизводстве на мелиорируемых землях выполнен анализ последствий применения технических и программных средств управления на этапах автоматизации, электронизации и информатизации мелиоративной деятельности, предшествующих наступившей эре цифровизации экономики России.

Результаты анализа уверенно свидетельствуют о высокой действенности средств автоматизации локальных технологических процессов и мелиоративного агропроизводства в целом. Успешность цифровизации технологических

процессов мелиорируемого агропроизводства требует глубокого осмысления и учета в практике управления будущего лучших достижений теории и опыта развития ИТ в агропроизводстве настоящего времени и, прежде всего, ресурсосберегающих технологий точного или «прецизионного» управления агропроизводством для конструирования высокопродуктивного и устойчивого агроландшафта. Эти проблемы ждут своего безотлагательного решения

Список используемых источников

1. Канюк Г.И. Об общих научных подходах к созданию унифицированных прецизионных энергосберегающих АСУ ТП / Канюк Г. И., Бабенко И. А., Козлова М. Л., Сук И. В., Мезеря А. Ю. // 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-pretzionnyh-energoberegayuschih-asu-tp>. (дата обращения 06.08.2019).
2. Огневцев С.Б. Концепция цифровой платформы агропромышленного комплекса// INTERNATIONAL AGRICULTURAL JOURNAL. 2018. № 2 (362). С. 16-22.
3. Юрченко И.Ф. Научно-технические информационные технологии в мелиоративной деятельности. Управление экономическими системами//Электронный научный журнал. -2005. -№ 3. - С. 9 -13.
4. Носов, А.К. Выявление потенциально опасных ГТС сферы мелиораций/А. К. Носов, И. Ф. Юрченко//Пути повышения эффективности орошаемого земледелия: сб. науч. тр./ФГБНУ «РосНИИПМ». -Новочеркасск: Геликон, 2013. -Вып. 51. -С. 101-110.
5. 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.
6. Волосухин Я.В., Бандурин М.А. Вопросы моделирования технического состояния водопроводящих каналов при проведении эксплуатационного мониторинга//Мониторинг. Наука и безопасность. 2012. № 1. С. 70 -74.
7. Волосухин Я.В., Бандурин М. А., Проведение эксплуатационного мониторинга с применением неразрушающих методов контроля и автоматизация моделирования технического состояния гидротехнических сооружений//Мониторинг. Наука и безопасность.-2011.- № 3.-С. 88-93.
8. Минин П.Е. Анализ существующих автоматизированных систем управления технологическим процессом / Минин П. Е., Конев В. Н., Сычев Н. В., Крымов А. С., Савчук А. В., Андрияков 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>. (дата обращения 06.08.2019).
9. Юрченко И.Ф., Носов А.К. Оценка рисков мелиоративных инвестиционных проектов//Мелиорация и водное хозяйство. 2014. № 2. С. 6-10.
10. 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.
11. Научные основы создания и управления мелиоративными системами в России/под редакцией Л.В. Кирейчевой. -М: «ФГБНУ ВНИИ агрохимии», 2017.-296 с.
12. Новые технологии проектирования, обоснования строительства, эксплуатации и управления мелиоративными системами/под ред. Л.В. Кирейчевой. -М.: ВНИИА, 2010. -240с
13. Бандурин М.А., Юрченко И.Ф., Волосухин В.А., Ванжа В.В., Волосухин Я.В. ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ДИАГНОСТИКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ВОДОПРОВОДЯЩИХ СООРУЖЕНИЙ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ//Экология и промышленность России. -2018. -Т. 22. -№ 7. - С. 66-71.

14. Эколого-экономическая эффективность комплексных мелиораций Барабинской низменности/ под ред. Л. В. Кирейчевой. -М.: ВНИИА, 2009. -312 с.
15. Кешелава А.В., Буданов В.Г., Румянцев В.Ю. и др. Введение в «цифровую» экономику (На пороге «цифрового будущего». Книга первая). – М.: ВНИИГеосистем, 2017. – 28 с.
16. Вершинин В. В., Ковалева Т. Н., Демидова М. Н., Лебедев П. П. Геоинформационные проекты землеустройства сельскохозяйственных предприятий как основа цифровизации сельского хозяйства//Московский экономический журнал. 2018. №5(1). С.16- 27.