

- условиях. – М.: ВИМ, 2010. – С. 5-241.
10. Измайлов А.Ю., Лобачевский Я.П. Система машин и технологий для комплексной механизации и автоматизации сельскохозяйственного производства на период до 2020 года // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. – 2013. – № 6. – С. 6-10.
11. Измайлов А.Ю., Лобачевский Я.П. Система технологий и машин для инновационного развития АПК России // *Система технологий и машин для инновационного развития АПК России: Сб. докл. Междунар. науч.-техн. конф.* – М.: ВИМ, 2013. – С. 9-12.
12. Лачуга Ю.Ф., Горбачев И.В., Ежевский А.А., Измайлов А.Ю., Елизаров В.П., Артюшин А.А., Лобачевский Я.П. и др. Система машин и технологий для комплексной механизации и автоматизации сельскохозяйственного производства на период до 2020 года. – М.: ВИМ, 2012. – 304с.
13. Измайлов А.Ю., Лобачевский Я.П. Система машин и технологий для комплексной механизации и автоматизации сельскохозяйственного производства на период до 2020 года // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. – 2013. – № 6. – С. 6-10.

УДК 631.3

### **ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ**

*Шило И.Н., д.т.н., профессор, Толочко Н.К., д.ф.-м. н. профессор,  
Романюк Н.Н., к.т.н., доцент, Нукешев С.О., д.т.н., доцент,  
Белорусский государственный аграрный технический университет,  
г. Минск, Беларусь,  
Казахский агротехнический университет им. С.Сейфуллина,  
г. Астана, Казахстан*

Важнейшей тенденцией развития современного производства является его интеллектуализация, т.е. такая его модернизация, при которой выполнение технологических процессов и организационно-экономическое управление производством базируется на применении интеллектуальных систем (ИС). Характерной особенностью ИС является способность реагировать на изменения, происходящие во внешней среде, настраивая определенным образом свои параметры в зависимости от состояния внешней среды. В последние годы ИС все шире применяются в АПК. Основные направления, масштабы и темпы развития ИС в АПК определяются его отраслевой структурой с учетом уровня механизации, автоматизации и компьютеризации конкретных видов агропромышленных производств. Существуют различные технические подходы к проектированию ИС, основанные на применении разнообразных по назначению и принципу действия автоматических систем управления, включая системы программно-логического управления [1]. Создание интеллектуальной сельхозтехники предполагает широкое использование интеллектуальных материалов изготавливаемых на их основе интеллектуальных устройств [2-15].

Интеллектуализация в сфере АПК связана, прежде всего, с модернизацией машин и оборудования для отраслевого производства, а также средств их технического

обслуживания. Кроме того, интеллектуальные технологии применяются в аграрной электроэнергетике, логистике, жилищном строительстве и жилищно-коммунальном хозяйстве (ЖКХ).

#### *Машины и оборудование для агропромышленного производства*

Применение ИС в сельхозтехнике направлено на повышение эффективности ее работы [3, 4]. Типовые примеры использования ИС, благодаря которым обеспечивается автоматическое управление работой сельхозтехники путем соответствующего реагирования на изменения условий эксплуатации и технического состояния: система мониторинга поля, устанавливаемая в тракторе, которая позволяет трактористу контролировать местонахождение на поле других тракторов, комбайнов или прицепов и принимать решения по взаимодействию с ними, необходимые в данный момент времени; в частности, она информирует тракториста трейлера о степени заполнения бункера, позволяя определить, как скоро потребуется разгрузка, к какому комбайну подойти в первую очередь, если уборка поля ведется несколькими комбайнами; гидropневматическая подвеска колес трактора, которая поддерживает установленную высоту кузова над землей независимо от нагрузки, а также равномерно распределяет нагрузку на колеса, что создает оптимальные условия для работы шин на всех колесах, обеспечивает плавный ход и улучшает сцепные качества колес с почвой; система регулировки предварительной камеры в рулонном пресс-подборщике-обмотчике с функцией прессования, которая позволяет полностью автоматизировать технологический процесс – от подборки и прессования до связывания, обмотки и выгрузки; в частности, система устанавливает скорость движения трактора в зависимости от загрузки пресс-подборщика; гидropневматическая система снижения нагрузки на косилку с автоматической регулировкой опорного давления, которая поддерживает постоянное опорное давление элементов косилки при волнистом рельефе и варьирующейся скорости движения, что способствует улучшению адаптации косилки к рельефу при большой ширине захвата и большой массе; система регулировки скорости зерноуборочного комбайна, которая измеряет количество поступающей массы на жатке и подающем шнеке путем изменения натяжения приводного ремня, после чего задает определенную рабочую скорость комбайна, соответствующую оптимальным возможностям жатки, а также система регулировки положения жатки, которая обеспечивает поддержание заданной высоты среза на неровных полях при работе жатки на всю ширину; система управления центрифугальным разбрасывателем удобрений, которая позволяет снизить нежелательное влияние бокового ветра на качество его работы путем изменения частоты вращения тарелок и выбора точек сброса удобрений в зависимости от их вида и с учетом текущих характеристик ветра (сила, направление) в зоне шлейфа разбрасывания, регистрируемых с помощью встроенной метеостанции; встроенная в измельчитель система регулировки скорости тянущего трактора в зависимости от мощности валка благодаря применению сенсора, определяющего форму валка, и сенсора крутящего момента на измельчающем роторе; подобным образом в рулонном пресс-подборщике обеспечивается регулировка скорости трактора в зависимости от грузочной способности пресс-подборщика, а в картофелеуборочной машине – в зависимости от скольжения ботвичной ленты и загрузки сепаратора; система регулировки давления в сошнике на основе данных о

его изменении заглубления, регистрируемых с помощью сенсора на заглубляющем ролике, благодаря чему обеспечивается заданная глубина укладки семян, что важно для их надежного прорастания; система регулировки мощности в сушилке на основе измерения температуры и влажности зерна и воздуха.

Специальные требования предъявляются к ИС точного земледелия. К основным функциям таких систем относятся [5, 6]: «пространственная привязка» объектов конкретного сельскохозяйственного комплекса и высокоточное позиционирование сельскохозяйственных агрегатов с помощью глобальных навигационных спутниковых систем; навигационно-информационная поддержка управления применяемой при обслуживании сельхозугодий подвижной техники; мониторинг растений, почв и климатических показателей отдельных участков с их «компьютерным» ведением в течение многолетнего цикла; цифровое моделирование местности, рельефа, состояния почв, внесения удобрений и «производительности» выращивания культур, интегрируемых с данными геоинформационных систем и дистанционного зондирования Земли; автоматизированные системы поддержки принятия решений на основе многолетних сквозных баз данных состояния и использования земельных ресурсов.

Особое направление интеллектуализации сельхозтехники – ее роботизация [7]. Роботы применяются для доения коров, стрижки овец, удаления сорняков, приготовления рассадочных грядок, прополки и ухода за растениями, орошения, селективной уборки урожая и т.д.

В последние годы получили распространение «умные» теплицы и фермы. В теплицах устанавливаются сенсоры температуры и влажности воздуха, солнечной радиации, концентрации углекислого газа, содержания влаги в почве, а также системы регулируемого орошения почвы [8]. На молочных фермах обеспечивается автоматизация доения, кормораздачи и других технологических процессов, так что биотехнический комплекс фермы превращается в гибкую самоадаптирующуюся систему машин, параметры и режимы которых увязаны с продуктивностью животных [9]. Аналогично, на птицефермах осуществляется автоматическое поддержание микроклимата, содействующего оптимальным показателям роста птицы за счет регулирования температурно-влажностного и светового режимов и качества воздуха, а также дозированное кормление при оптимальном соотношении количеств потребляемых воды и корма [10].

#### *Техническое обслуживание машин и оборудования*

ИС технического обслуживания получили распространение в первую очередь в связи с развитием диагностического обслуживания, что, в свою очередь, требует развития автоматизации управления техническим обслуживанием в целом на основе широкого использования информационных технологий. Диагностическое обслуживание осуществляется с помощью сенсоров, которые устанавливаются на удаленных машинах (мобильных или стационарных). Они передают потоки данных об условиях функционирования машин на станцию контроля, которая затем анализирует их в реальном времени, используя методы упреждающего анализа, и выявляет проблемы в поведении машин. При обнаружении таких проблем выполняются соответствующие действия, направленные на то, чтобы уведомить оператора о необходимости принятия корректирующих мер.

Сенсоры в системе диагностического обслуживания выполняют следующие основные измерительные процедуры [11]: контроль температуры (выявление чрезмерного перегрева, ухудшения теплообмена и электрических соединений); контроль движения (выявление износа и разрывов, разбалансировки, несоосности, смещений, внутренних повреждений поверхности); анализ жидкостей (определение качества масел); контроль коррозии (выявление масштаба и скорости распространения коррозионных зон); неразрушающий контроль (определение роста потенциальных аномалий в машинах); электрические испытания (выявление ухудшения электрической изоляции, повреждения электрических проводников двигателя).

#### *Аграрная электроэнергетика*

Интеллектуализация аграрной электроэнергетики предполагает в первую очередь создание интеллектуальных распределительных электросетей, в которых управление, измерение, защита, создание базы данных, контроль и оптимизация распределения электроэнергии осуществляются в режиме реального времени с учётом потребностей рынка электроэнергии [12]. Тем самым обеспечивается успешная реализация главной функции аграрной электроэнергетики – обеспечения эффективного развития производства и жилищно-бытовых и социальных условий жизни на селе.

Ключевыми технологиями для создания интеллектуальных электроэнергетических систем являются не только информационные технологии, использующие интеллектуальные электронные приборы, системные программно-аппаратные комплексы и базы данных, но и технологии интеллектуального силового электрооборудования, включая трансформаторы, распределительные устройства и специальное оборудование, снабженные системами управления, защиты, мониторинга и учёта электроэнергии.

#### *Аграрная логистика*

Использование ИС в аграрной логистике способствует совершенствованию доставки сельхозпродукции конечным потребителям и в значительной мере связано с развитием информационных и коммуникационных технологий [13]. Для АПК характерны два типа интеллектуальных логистических систем: транспортные и складские. Интеллектуальные транспортные логистические системы работают с пространственно-распределенной информацией (геоинформацией), осуществляют управление подвижными объектами, функционируют в режиме реального времени с применением систем единства координат и времени в пространственной области управления объектами. В свою очередь, интеллектуальные складские логистические системы обеспечивают поддержание стабильного движения материальных потоков и соответствующей информации, оптимизацию всех процессов складского производства.

#### *Аграрное жилищное строительство и ЖКХ*

Успешное развитие аграрного жилищного строительства и ЖКХ требует применения эффективных организационно-технических подходов, в том числе, основанных на использовании ИС. В частности, проектирование инженерных коммуникаций и подготовку к строительным работам эффективно осуществлять с помощью специализированных геоинформационных систем, которые позволяют оптимизировать выбор участка под застройку, планирование размещения объектов распределенной социальной инфраструктуры в районе застройки, проектирование инженерных, энергетических и транспортных сетей, определение ресурсных потребностей для выполнения

строительных работ.

Особое место занимают ИС в эксплуатации зданий – это так называемые системы «умный дом», предполагающие новый подход в организации жизнедеятельности в доме, при котором на основе комплекса высокотехнологичного оборудования обеспечивается единое автоматизированное управление всеми устройствами жизнеобеспечения, что позволяет значительно повысить эффективность их функционирования и тем самым создает условия для комфортного, безопасного и экономного жилья [14].

### Литература

1. Чинакал В.О. *Интеллектуальные системы и технологии: учеб. пособие.* – М.: РУДН, 2008. – 303 с.
2. Нукешев С.О. [и др.]. *Умные материалы в современной технике: учеб. пособие.* – Астана: КазАТУ, 2014. – 285 с. 5.
3. Черноиванов В.И., Ежевский А.А., Федоренко В.Ф. *Интеллектуальная сельскохозяйственная техника.* – М.: Росинформагротех, 2014. – 123 с.
4. Артюшин А.А., Смирнов И.Г. *Техническое обеспечение управления производственными процессами в растениеводстве // Информационные технологии, системы и приборы в АПК: Сб. докл. IV Междунар. науч.-техн. конф. – СИБФТИ, 2009. – С. 89-95.*
5. Петрова А.В., Репин Д.Ю. *Системы «точного земледелия» в обеспечение продовольственного суверенитета России: текущие возможности и перспективы // Проект материалов МЭФ – 2013. – С. 1-10.*
6. Личман Г.И., Марченко Н.М., Смирнов И.Г. *Информационные технологии в системе точного земледелия // Модернизация сельскохозяйственного производства на базе инновационных машинных технологий и автоматизированных систем: Сб. докл. XII Междунар. науч.-техн. конф. Ч.2. – М.: ВИМ, 2012. – С. 303-308.*
7. Yaghoubi S. [et al]. *Autonomous robots for agricultural tasks and farm assignment and future trends in agro robots // Int. J. Mech. & Mechatron. Eng. IJMME.-IJENS. – 2012. – Vol. 13. – №3. – P. 1-6.*
8. Maliappis M.T. [et al]. *Gims: A Web-based Greenhouse Intelligent Management System // World J. Agricultural Sciences. – 2008. – №4. – P. 640-647.*
9. Самосюк В.Г. [и др.]. *Особенности современного механизированного доения коров // Матер. XVI Междунар. симп. по машинному доению с/х животных (Минск-Гомель, 27-29 июня 2012 г.) / Минск: НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства, 2012. – С. 143-159.*
10. Третьяков С.А., Шержуков Е.Л. *Умная птицеферма. Взгляд в ближайшее будущее // Автоматизация в промышленности. – 2009. – № 1. – С. 1-5.*
11. Palem G. *Condition-based maintenance using sensor arrays and telematics // Int. J. Mobile Network Communications & Telematics. – 2013. – Vol.3. – №3. – P. 19-28.*
12. Вариводов В.Н., Коваленко Ю.А. *Интеллектуальные электроэнергетические системы // Электричество. – 2011. – № 9. – С. 4-9.*
13. Verdouw C.N. *Smart agri-food logistics: requirements for the future internet // 3rd Int. Conf. Dynamics in Logistics, Bremen, Germany, February 27th - March 1st, 2012 /In: Dynamics in Logistics. Kreowski H.-J. [et al] (eds.) Berlin Heidelberg : Springer-Verlag, 2013. – P. 247-257.*
14. Жиленков Н. *«Умный дом» – перспективы развития // СТА. – 2005. – №1. – С. 60-63.*
15. Измайлов А.Ю., Лобачевский Я.П. *Инновационные механизированные технологии и автоматизированные технические системы для сельского хозяйства // Модернизация сельскохозяйственного производства на базе инновационных машинных технологий и автоматизированных систем: Сб. докл. XII Междунар. науч.-техн. конф. Ч. 1. – М.: ВИМ, 2012. – С. 31-44.*