



DOI: 10.26898/0370-8799-2017-6-11

УДК 631.171

**ОСОБЕННОСТИ ВНЕДРЕНИЯ РОБОТИЗИРОВАННЫХ
ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ**

Б.Д. ДОКИН¹, доктор технических наук, главный научный сотрудник,
В.М. ЛИВШИЦ¹, доктор технических наук, главный научный сотрудник,
О.В. ИВАКИН¹, доктор технических наук, ведущий научный сотрудник,
А.А. АЛЕТДИНОВА², кандидат технических наук, доцент,
М.С. КРАВЧЕНКО², аспирант

¹*Сибирский научно-исследовательский институт механизации и электрификации
сельского хозяйства СФНЦА РАН*

*630501, Россия, Новосибирская область, пос. Краснообск
e-mail: sibime@ngs.ru*

²*Новосибирский государственный технический университет
630073, Россия, Новосибирск, пр. К. Маркса, 20
e-mail: aletdinova@corp.nstu.ru*

Проведен анализ внедрения роботизированных технических средств в сельском хозяйстве России. Специфика сельского хозяйства, низкий уровень технико-технологического, информационно-коммуникационного, кадрового и управленческого потенциала средних и мелких российских сельскохозяйственных производителей обуславливают низкие темпы внедрения роботов в растениеводстве. На создание роботизированных технических средств накладываются свои требования специфика растениеводства: зависимость от погодных условий, агроландшафтного районирования, сезонности работ и др. Существующие модели техники характеризуются низким уровнем развития технологий понимания речи, требуют создания современных источников питания, бионических систем и использования микроботов. Необходимо решить ряд проблем: обеспечить финансирование научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок в области робототехники; создать нормативную и методическую базу для проведения измерений, испытаний и контроля, оценки качества и безопасности роботов; провести технологическую модернизацию и переоснащение предприятий сельскохозяйственного машиностроения; повысить грамотность персонала и населения по использованию информационно-коммуникационных технологий и роботизированных технических средств; снизить себестоимость техники; создать современную информационно-коммуникационную структуру на селе; создать прогрессивную систему технологий и машин с учетом агроландшафтного зонирования и использованием роботов. Как показывает опыт развитых стран в области развития робототехники, данный процесс не может проходить без государственной поддержки.

Ключевые слова: роботизированные технические средства, сельское хозяйство, растениеводство, сельскохозяйственный робот, инновации.

Европейская ассоциация сельскохозяйственного машиностроения, рассматривая рост численности населения планеты, страдающего от голода, дает прогноз о необходимости увеличения сельскохозяйственного производства к 2050 г. на 70 % [1]. Возможно, через 35 лет эта ситуация несколько нивелируется из-за снижения рождаемости,

старения населения планеты, урбанизации [2], но проблема голода останется актуальной. Продовольственная и сельскохозяйственная организация объединенных наций (ФАО) называет это глобальным продовольственным вызовом [1]. Производство продукции сельского хозяйства не безгранично. В настоящее время общая площадь

пашен Земли составляет около 1,3 млрд га, т.е. 9 % суши, и остается в последние годы величиной стабильной [3]. При этом во всех случаях расширения посевных площадей имеются следующие последствия: изменение газо- и водообмена, климата, стока рек, рельефа, биоценоза, возможность уничтожения ареала популяций и др. Выполняется условие К. Мебиуса о том, что изменение хотя бы одного условия отражается на изменении численности видов, т.е. меняется биоценоз.

Производство сельскохозяйственных культур в России связано с общемировыми ограничениями, а также с низкой интенсификацией, разорением хозяйств, наличием запущенных сельскохозяйственных угодий (табл. 1) [4, 5].

Для решения указанных проблем ФАО в качестве стратегии предлагает рассматривать устойчивую производственную интенсификацию растениеводства, которая позволяет получать больше продукции с участка земли при одновременном снижении на него негативного воздействия на окружающую среду [4].

В течение последних 60 лет роботы играют основополагающую роль в повышении эффективности промышленного производства и снижении себестоимости продукции. В этот же период в сельском хозяйстве внедряется автоматизация операций в производстве, в последнее десятилетие появилась тенденция применения роботизированных технических средств. Переход к точному сельскому хозяйству потребовал применения новых технологий. В зарубежных публикациях уже встречается термин «сельское

смарт хозяйство», которое рассматривается как высокотехнологический кластер, внедряющий инновационные технологии, в частности смарт поколение сельскохозяйственной техники [6]. Анализ рынка европейской сельскохозяйственной техники показал, что 70 % машин, выполняющих операции по внесению удобрений и опрыскиванию, уже используют смарт-технологии [7]. Также дистанционно можно регулировать глубину обработки почвы и посева, создавать интерактивные карты полей, внедрить смарт-системы полива и др. Таким образом, новые технологии приводят к созданию большого числа инноваций, что даст возможность перейти к устойчивому развитию.

Актуальными становятся вопросы:

– готово ли российское сельское хозяйство в целом и растениеводство в частности к использованию агроботов;

– отвечают ли роботы потребностям аграриев;

– в чем заключаются проблемы внедрения роботов в российском растениеводстве.

На разработку сельскохозяйственной робототехники оказывают влияние следующие научные направления: искусственный интеллект; Интернет вещей; Big data; облачные технологии; 3D-печать; мобильный интернет; материалы нового поколения; биотехнологии; бионика; нейронауки; микроэлектроника; механизация и автоматизация; нанотехнологии; когнитивистика.

Накладывают свои требования на создание роботизированных технических средств следующие характеристики растениеводства: зависимость от погодных-климатических условий; применение агроланд-

Таблица 1

Ограничения на ведение сельского хозяйства

Ограничения на ведение сельского хозяйства мирового [1]	Дополнительные препятствия в сельском хозяйстве РФ
Замедление роста производительности	Заброшенность сельскохозяйственных угодий, покрытие их порослью деревьев и кустарников
Ограничение доступности пахотных земель	Эрозия, засоленность почвы
Изменение климата	Сокращение численности сельскохозяйственных предприятий
Цена и доступность энергии	Плохо развитая инфраструктура
Влияние урбанизации на сельские трудовые ресурсы	

шафтного районирования; территориальная разбросанность полей и хозяйств; сезонность работ; использование севооборота; проведение операций с почвой и растениями. Важнейшая задача современной техники – создание машин, не нуждающихся в постоянном внимании человека и его управлении [8].

Наиболее развитым в мире с точки зрения применения роботов в сельском хозяйстве можно считать животноводство: в 2013 г. продано 4790 роботов для доения, в 2014 г. – 5180. Существенно меньше эти показатели для растениеводства. Между тем ожидается увеличение потребности в использовании роботов в нуждах аграриев. Этому свидетельствует постоянно растущий интерес ученых и исследователей к разработке и использованию в растениеводстве сельскохозяйственных роботов (табл. 2).

Если в 2010 г. общее число статей, посвященных роботам и их применению в сельском хозяйстве, по данным поискового инструмента Google Scholar, составляло порядка 8000, то к концу 2016 г. интерес ученых к данной тематике вырос более чем в 1,5 раза. Такой подход к поиску работ и дальнейшей

их оценке может иметь погрешность, причиной которой, например, являются схожие ключевые слова у работ из разных, условно выделенных авторами областей применения роботов. Одна и та же работа может быть учтена несколько раз. Устранить данное несоответствие достаточно проблематично ввиду значительного числа работ. Чтобы подтвердить обнаруженную тенденцию, проведена аналогичная работа по поиску работ в базе данных научных статей Scopus. Общее число работ, посвященных данной тематике, оказалось на порядок ниже. В результате удалось минимизировать ошибку, связанную с учетом одной и той же статьи несколько раз путем просмотра найденных публикаций.

Можно сделать вывод о возможности использования статистики, полученной с помощью Google Scholar. Виден также постоянно растущий интерес со стороны ученых к данной тематике в последние несколько лет (табл. 3).

Рассматривая отдельные группы операций, необходимо отметить, что наибольший интерес российскими и зарубежными учеными проявлен к уборке урожая и

Таблица 2

Число опубликованных научных работ по сельскохозяйственной тематике, обнаруженных с помощью поискового инструмента Google Scholar (по годам)

Поисковый запрос	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	До июня 2017
Сельскохозяйственные роботы и автоматическое управление ими	4024	4207	5179	5500	5962	6307	6724	3040
Автоматический посев и контроль над созреванием, сбор урожая	2934	2951	3043	3120	4153	4187	4204	2316
Автоматический контроль почвы, удаление сорняков, опрыскивание	890	1245	1587	2120	2356	2490	2700	1507

Таблица 3

Число опубликованных научных работ по сельскохозяйственной тематике, обнаруженных с помощью поискового инструмента Scopus (по годам)

Поисковый запрос	2011	2012	2013	2014	2015	2016	До июня 2017
Сельскохозяйственные роботы и автоматическое управление ими	54	57	113	134	148	168	38
Автоматический посев и контроль над созреванием, сбор урожая	61	66	77	86	93	113	38
Автоматический контроль почвы, удаление сорняков, опрыскивание	70	81	107	125	107	114	38

автоматизированному мониторингу роста растений. Опытный образец машины для автоматического обнаружения и контроля роста сахарной свеклы испытан учеными в Голландии [9]. Меньше внимания уделяется контролю почвы и удалению сорняков, так как автоматизация данного направления лишь начинает развиваться [10]. В России первая работа по использованию роботов в сельском хозяйстве появилась еще в 1984 г. [11]. Разработкой робототехнических устройств для растениеводства в России занимается Всероссийский институт механизации (ВИМ). Созданы первые прототипы и опытные образцы [12].

В сельском хозяйстве России началось применение зарубежных и отечественных образцов систем автономной работы, технических средств с многофункциональными шасси, современных комбайнов, беспилотных летательных и специализированных аппаратов. Технологию спутниковой системы позиционирования, имеющую недостатки (например, проблемы с качеством покрытия GPS), заменяют или дополняют технологией создания интерактивной карты, использованием активной RFID системы радиочастотных идентификаторов, инфракрасного, ультразвукового позиционирования, лазерного наведения.

В настоящее время в растениеводстве применяют дистанционные или автономные способы управления роботизированными техническими средствами. В качестве примеров роботизированных технических средств можно привести системы автономной работы (Autonomous Tractor, Kinze Manufacturing и др.); многофункциональные шасси (Spirit, Cleorpath Robotics, Lynex, Hortibat и др.); комбайны (Argobot, Energid, Romobility Yoto и др.); беспилотные летательные аппараты (Agribatix, SenseFly, Precision Hawk и др.); специализированные аппараты (ВИМ-ЭЛЕКОМ 2.0, BoniRob, HortiBot, Vibro Crop Robottii, Prospero, Spider Mini и др.). Накоплен положительный и отрицательный опыт использования этих средств.

Основные тенденции в создании роботов для растениеводства направлены на переход от выполнения технологической операции к реализации всего производственного процесса; минимизацию затрат труда человека; сохранение здоровья человека; снижение расхода природных ресурсов; уменьшение вреда окружающей среде.

Автономия в сельскохозяйственных системах может быть обеспечена лишь при соблюдении условий эффективного применения самих систем, а также безопасности их эксплуатации и сохранности обслуживаемого поля. Необходимо обеспечивать абсолютную или относительную ориентацию в поле, обнаружение препятствий и целевых элементов, взаимодействие с внешними пользователями и другими автономно используемыми машинами, автономную навигацию или дистанционное управление.

Сельскохозяйственные роботизированные системы можно разделить на две основные подсистемы: автономное транспортное средство и автономное орудие. Автономное транспортное средство (например, усовершенствованный полевой трактор) направляет всю систему в поле для выполнения определенной операции, такой как посев, уборка, борьба с сорняками. Сами операции выполняются автономным орудием, установленным на транспортном средстве. Учитывая сложность задачи, необходимо обеспечение большого количества специализированных датчиков и исполнительных механизмов.

В экспертно-аналитическом отчете РБК дана оценка влияния прогресса в различных областях науки на развитие отраслевых технологий [13]. Авторская группировка направлений хозяйственной деятельности позволила выделить три группы: с высоким уровнем развития технологий (армия, уход за инвалидами, работа на дому, досуг и игры); со средним (логистика, строительство, здравоохранение); с низким (промышленность, добыча полезных ископаемых, образование и сельское хозяйство). Рассмотрим третью группу подробнее (табл. 4).

Таблица 4

Уровень развития технологий роботостроения

Технология	Область применения			
	Промышленность	Добыча полезных ископаемых	Сельское хозяйство	Образование
Компьютерное зрение	Средний	Высокий	Высокий	Высокий
Понимание речи	Низкий	Низкий	Низкий	»
Сенсорные сети	Средний	Средний	Средний	Средний
Бионические системы	Низкий	Низкий	Низкий	Низкий
Системы навигации	Средний	Высокий	Высокий	»
Источники питания	Низкий	Низкий	Низкий	»
Микророботы	»	»	»	»

В этой группе наблюдается низкий уровень развития технологий бионических систем, источников питания и миниатюризации технических средств. Для сельского хозяйства хорошо развиты технологии компьютерного зрения и систем навигации.

Расхождение в развитии технологий частично объясняется размерами сфер деятельности и их спецификой, широким спектром поставленных задач. На основе прогноза РБК наибольший спрос на внутреннем российском рынке можно ожидать на покупку роботизированных технических средств военных и специальных, для добычи полезных ископаемых, эксплуатации инфраструктуры, логистики и здравоохранения [13].

В марте 2016 г. на заседании Президиума и Коллегии научно-технического совета Минсельхоза России определены основные направления «Прогноза научно-технологического развития агропромышленного комплекса РФ на период до 2030 года». Исчерпание долгосрочных эффектов «зеленой революции» 1960–1980-х годов требует перехода к новой технологической парадигме – технологии «устойчивое развитие

сельского хозяйства при низком расходовании внешних ресурсов» (*low external input sustainable agriculture*), включающей биотехнологии, точное сельское хозяйство, роботизацию, композиционные удобрения, интегрированную биозащиту, ресурсоэффективное локальное сельское хозяйство. Усиливается вклад платформенных технологий межотраслевого назначения [6]. Еще в 2004 г. В.И. Кирюшин отмечал, что высокие технологии требуют современного программного обеспечения, включая автоматизированное проектирование, электронное управление, картографирование [14]. Но готовы ли российские сельскохозяйственные предприятия к ним?

Анализ существующей ситуации в российском сельском хозяйстве показывает, что высоким потенциалом внедрения робототехнических систем обладают крупные агрохолдинги, например растениеводство (табл. 5).

Средним и мелким сельскохозяйственным предприятиям еще необходимо наращивать технико-технологический, информационно-коммуникационный, кадровый

Таблица 5

Потенциал внедрения современных технологий, взаимосвязанных с роботизацией технологических процессов в растениеводстве (на основе данных [14])

Технология	Тип хозяйства			
	АПХ (натуральное хозяйство)	К(Ф)/ИП (полутоварное хозяйство)	Средние сельхозпредприятия, сельхозпроизводительные кооперативы (товарное хозяйство)	Крупные агрохолдинги (товарное, экспортно-ориентированное хозяйство)
Точное земледелие	Низкий	Низкий	Средний	Высокий
Автоматизация и компьютеризация	Низкий	Низкий	Средний	Высокий

и управленческий потенциал. По оценкам А.Н. Ананьева, использование робота в сельском хозяйстве рентабельно, если он при полной амортизации за 3 года заменит не менее двух работников [15].

Низкий спрос на сельскохозяйственные роботы для растениеводства можно объяснить, с одной стороны, их высокой ценой, с другой – необходимостью их дальнейших разработок, обеспечивающих им конкурентные преимущества. Сельхозпроизводители проявляют большой интерес к роботизированным техническим средствам, но относятся к ним настороженно. Наиболее часто возникающие у них вопросы об эффективности использования, стоимости технических систем, необходимых уровнях кадровой подготовки, информационно-коммуникационного обеспечения и др.

Кроме готовности сельхозпроизводителей использовать роботов требуется и технологическое перевооружение отрасли сельскохозяйственного машиностроения. Россия обладает широкой сетью таких заводов, но, как отмечают Ю.Н. Блынский, С.Г. Щукин, еще в 90-х годах произошел большой отток высококвалифицированных научных, инженерных кадров, а также увеличение косвенных затрат на производство. В связи с этим в настоящее время наблюдается технологическое отставание от иностранных производителей [16]. Оно заметно в элементной базе устройств управления, приводах, системах обучения и программного обеспечения [17]. В это же время на рынке установлены низкие пошлины на ввоз зарубежной сельскохозяйственной техники. По данным Всероссийского института механизации, в Европейскую часть России из-за рубежа поставляют тракторы 13 фирм 78 модификаций. По данным Ростехнадзора, в Новосибирскую область поставляют тракторы 34 фирмы 128 марок, комбайны – 23 фирмы 65 модификаций. В ряде хозяйств уже приобретены зарубежные посевные комплексы, которые оказались неприменимы в условиях реального производства.

Необходимо также говорить о проблеме конкурентоспособности роботизированных

технических средств России в целом. Государством и бизнесом востребованы инновации шестого технологического уклада, ликвидация образовавшегося дисбаланса технологий. Концепция долгосрочного социально-экономического развития РФ до 2020 г. ставит задачи вовлечения бизнеса и населения в ускорение научных прорывов роботизации РФ [18]. Такая же задача отражена в Концепции «Индустрия 4.0».

Анализ заявок хозяйств на машины для очистки зерна по состоянию на начало 2016 г. показал неудовлетворительные результаты: 30 % заявок на морально устаревшие машины (ОВС-25; ЗВС-20 и др.), 40 % – на пневмосепараторы разного типа (САД, Алмаз, ПМС и др.), которые не годятся ни для одной технологической операции.

Основные причины такой ситуации – в отсутствии федеральной и региональной программы по технологической и технической модернизации сельского хозяйства; недостаточная информированность руководителей и специалистов хозяйств; недобросовестная реклама изготовителей и торговых посредников.

Бездумное приобретение зарубежной техники, в том числе роботов, создает проблемы в виде эксплуатации многомарочного парка.

Кроме того, сельское хозяйство по сравнению с другими направлениями хозяйственной деятельности можно назвать аутсайдером по внедрению информационного обеспечения инженерной, зооветеринарной, агрономической и других служб, не говоря о принятии управленческих решений. В основном в организациях активно используются системы бухгалтерского учета и юридические информационные справочные.

По мнению Н.И. Комкова, Н.Н. Бондаревой [19], для преодоления стагнации в сфере развития и внедрения роботизированных технических средств в России необходимо использование опыта иностранных государств. Поддержка робототехники в США осуществляется путем финансирования государством через ассигнования, гранты, контракты. Кроме этого активно использу-

ется кластерный подход, венчурное финансирование, постоянно увеличивается роль вузов, создаются условия для сотрудничества. Рынок роботизированных технических средств в Китае находится на восходящем тренде роста благодаря мощной комплексной отраслевой политике с поддержкой создания национальных робототехнических компаний – будущих мировых лидеров отрасли. Государством созданы комплексные налоговые преференции и льготы роботостроителям, привлечены к сотрудничеству мировые робототехнические фирмы, получающие от Китая инвестиции. Это позволило быстро (за 2–3 года) сформировать рынок роботов в масштабах, превышающих прогнозируемые. Этот опыт может использоваться и Россией [19].

На наш взгляд, разработка и внедрение роботизированных технических средств в России имеет следующие проблемы:

- недостаточность финансирования научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок в области робототехники;

- отсутствие нормативной и методической базы для проведения измерений, испытаний и контроля, оценки качества и безопасности роботизированных технических средств;

- недостаточность технологической модернизации и переоснащения предприятий сельскохозяйственного машиностроения и сельхозпроизводителей;

- дефицит высококвалифицированных кадров для обеспечения разработки, создания и внедрения роботов, а в дальнейшем управления ими; низкая грамотность населения по владению информационно-коммуникационными технологиями;

- недостаточность экономической эффективности при серийном производстве, замещении живого труда, разработке новых материалов и другое, т.е. обеспечении низкой себестоимости;

- низкий уровень автоматизации и информационной поддержки технологических процессов и управления сельскохозяйственных предприятий;

- создание цифровых экосистем в АПК;
- разработки прогрессивной системы технологий и машин для сельского хозяйства с учетом введения в производство роботизированных технических средств;

- отсутствие государственных программ поддержки всего цикла от научно-исследовательских работ до введения прототипов в серийное производство и обеспечение единой интеллектуальной системы управления.

На наш взгляд, наиболее перспективно ожидать появления на полях Сибири роботизированных машин с электронными следящими системами, вносящими комплексы минеральных удобрений на основе карты урожайности зерновых культур или карты потребности в элементах удобрений.

Создание прогрессивных роботов невозможно без дальнейшей разработки и совершенствования мобильного Интернета; искусственного интеллекта; Интернета вещей; облачных технологий; материалов нового поколения; аккумуляирования, накопления и использования возобновляемой энергии. Требуется государственная программа поддержки развития роботизированных систем и систем управления ими. Авторы данной работы высказывают предположение, что востребованы и конкурентоспособны будут в первую очередь роботизированные машины с системой дистанционного управления в агрегате со шлейфом сельскохозяйственных машин: буром, опрыскивателями для низкорастущих культур.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При создании роботизированных технических средств для сельского хозяйства необходимо учитывать его отличительные особенности: зависимость от погодно-климатических условий; применение агроландшафтного районирования; территориальную разбросанность полей и хозяйств; сезонность работ; использование севооборота; проведение операций с почвой и растениями. Прогрессивные роботизированные системы должны минимизировать затраты труда человека, перейти к реализации всего технологического процесса, уменьшить

нанесение вреда окружающей среде, потребление невозобновляемых природных ресурсов. В перспективе новые технологии, в частности робототехника, позволят обеспечить получение наивысшей урожайности сельскохозяйственных культур при минимуме совокупных денежных затрат и сохранение баланса между деятельностью человека и биосферой. Для этого необходимо решить ряд серьезных проблем: обеспечить финансирование научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок в области робототехники; создать нормативную и методическую базу для проведения измерений, испытаний и контроля, оценки качества и безопасности роботов; провести технологическую модернизацию и переоснащение предприятий сельскохозяйственного машиностроения; повысить грамотность персонала и населения по использованию информационно-коммуникационных технологий и роботизированных технических средств; снизить себестоимость техники; создать современную информационно-коммуникационную структуру на селе; создать прогрессивную систему технологий и машин с учетом агроландшафтного зонирования и использованием роботов. Как показывает опыт развитых стран в области робототехники, данный процесс не может проходить без государственной поддержки, в том числе проведения мощной комплексной отраслевой политики, предоставления налоговых преференций и льгот роботостроителям, привлечения к сотрудничеству мировых робототехнических фирм.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **The Global Food Challenge:** [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.cema-agri.org/page/global-food-challenge> (Дата обращения 02.06.2017).
2. **Антонов А.И., Борисов В.А.** Динамика населения России в XXI веке и приоритеты демографической политики. – М.: Издат. дом «Ключ-С». – 2006. – 192 с.
3. **География** основных отраслей сельского хозяйства: [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.geographyofrussia.com> (Дата обращения 02.06.2017)
4. **Алетдинова А.А., Кравченко М.С.** От внедрения прорывных технологий к устойчивому развитию агропромышленного комплекса // Формирование новой экономики и кластерные инициативы: теория и практика. – Новосибирск, 2016. – С. 126–153.
5. **Докин Б.Д., Алетдинова А.А.** Эффективность ресурсосберегающих технологий производства зерна в лесостепной зоне // Вестн. алтайской науки. – 2001. – Т. 1, вып. 1. – 169 с.
6. **Прогноз** научно-технологического развития агропромышленного комплекса России на период до 2030 года: глобальные вызовы // Аграрный пульс великой страны: информ. бюл. – 2016. – № 4. – С. 14–21.
7. **Enabling Smart Farming in Europe:** [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.cema-agri.org/page/enabling-smart-farming-europe> (Дата обращения 02.06.2017).
8. **Armapan Z.E.** Global trends in agriculture and technological solutions // Fifth World Summit on Agriculture Machinery. – 2016. – 28 p.
9. **Nieuwenhuizen A.T., Hofstee J.W., van Henten E.J.** Performance evaluation of an automated detection and control system for volunteer potatoes in sugar beet fields // Biosystems Engineering. – 2010. – Vol. 107, N 1. – P. 46–53.
10. **Slaughter D.C., Giles D.K., Downey D.** Autonomous robotic weed control systems: a review // Computers and Electronics in Agriculture. – 2008. – Vol. 61, N 1. – P. 63–78.
11. **Васянин В.И.** Сельскохозяйственные роботы. – М.: Колос, 1984. – 224 с.
12. **Хорт Д.О., Филиппов Р.А., Кутырев А.И.** Многофункциональное робототехническое средство с системой технического зрения // Инновации в сел. хоз-ве. – 2005. – № 4(14). – С. 115–121.
13. **RBC:** [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.rbc.ru/> (Дата обращения 02.06.2017).
14. **Кирюшин В.И.** Точные агротехнологии как высшая форма интенсификации адаптивно-ландшафтного земледелия // Земледелие. – 2004. – № 6. – С. 16–20.
15. **Ананьев А.Н.** Проблемы применения роботов в сельскохозяйственном производстве // Техника в сел. хоз-ве. – 1992. – № 2-3. – С. 4–5.
16. **Блынский Ю.Н., Щукин С.Г.** Сельскохозяйственное машиностроение Западной

- Сибири // Инновации и продовольственная безопасность. – 2013. – № 1. – С. 67–76.
17. **Максимов П.Л., Иванов А.Г., Мохов А.А., Петров В.А.** Изучение возможностей автоматизации сельскохозяйственных работ // Вестн. Ижевской ГСХА. – 2015. – № 33 (44). – С. 32–38.
 18. **Распоряжение** Правительства РФ от 17.11.2008 № 1662-р (ред. от 10.02.2017) «О концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года». – URL: [Электронный ресурс]. – <http://government.ru/info/6217/> (Дата обращения 12.05.2017).
 19. **Комков Н.И., Бондарева Н.Н.** Перспективы и условия развития робототехники в России // Модернизация. Инновации. Развитие. – 2016. – Т. 7, № 2. – С. 8–21.
 8. **Armapan Z.E.** Global trends in agriculture and technological solutions // Fifth World Summit on Agriculture Machinery. – 2016. – 28 p.
 9. **Nieuwenhuizen A.T., Hofstee J.W., van Henten E.J.** Performance evaluation of an automated detection and control system for volunteer potatoes in sugar beet fields // Biosystems Engineering. – 2010. – Vol. 107, N 1. – P. 46–53.
 10. **Slaughter D.C., Giles D.K., Downey D.** Autonomous robotic weed control systems: a review // Computers and Electronics in Agriculture. – 2008. – Vol. 61, N 1. – P. 63–78.
 11. **Vasyanin V.I.** Sel'skokhozyaistvennye roboty. – M.: Kolos, 1984. – 224 s.
 12. **Khorth D.O., Filippov R.A., Kutyrev A.I.** Mnogofunktsional'noe robototekhnicheskoe sredstvo s sistemoi tekhnicheskogo zreniya // Innovatsii v sel. khoz-ve. – 205. – N 4 (14). – S. 115–121.
 13. **RBC:** [Elektronnyi resurs]. – URL: <http://www.rbc.ru/> (Data obrashcheniya 02.06.2017).
 14. **Kiryushin V.I.** Tochnye agrotekhnologii kak vysshaya forma intensivifikatsii adaptivno-landshaftnogo zemledeliya // Zemledelie. – 2004. – N 6. – S. 16–20.
 15. **Anan'ev A.N.** Problemy primeneniya robotov v sel'skokhozyaistvennom proizvodstve // Tekhnika v sel. khoz-ve. – 1992. – N 2-3. – S. 4–5.
 16. **Blynskii Yu.N., Shchukin S.G.** Sel'skokhozyaistvennoe mashinostroenie Zapadnoi Sibiri // Innovatsii i prodovol'stvennaya bezopasnost'. – 2013. – N 1. – S. 67–76.
 17. **Maksimov P.L., Ivanov A.G., Mokhov A.A., Petrov V.A.** Izuchenie vozmozhnostei avtomatizatsii sel'skokhozyaistvennykh rabot // Vestn. Izhevskoi GSKhA. – 2015. – N 33 (44). – S. 32–38.
 18. **Rasporyazhenie** Pravitel'stva RF ot 17.11.2008 N 1662-r (red. ot 10.02.2017) «O kontseptsii dolgosrochnogo sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya Rossiiskoi Federatsii na period do 2020 goda». – URL: [Elektronnyi resurs]. – <http://government.ru/info/6217/> (Data obrashcheniya 12.05.2017).
 19. **Комков Н.И., Бондарева Н.Н.** Перспективы и условия развития робототехники в России // Modernizatsiya. Innovatsii. Razvitie. – 2016. – Т. 7. – N 2. – S. 8–21.
 1. **The Global Food Challenge:** [Elektronnyi resurs]. – URL: <http://www.cema-agri.org/page/global-food-challenge> (Data obrashcheniya 02.06.2017).
 2. **Antonov A.I., Borisov V.A.** Dinamika naseleeniya Rossii v XXI veke i priority demograficheskoi politiki. – M.: Izdat. dom «Klyuch-S». – 2006. – 192 s.
 3. **Geografiya** osnovnykh otraslei sel'skogo khozyaistva: [Elektronnyi resurs]. – URL: <http://www.geographyofrussia.com> (Data obrashcheniya 02.06.2017).
 4. **Aletdinova A.A., Kravchenko M.S.** Ot vnedreniya proryvnykh tekhnologii k ustoichivomu razvitiyu agropromyshlennogo kompleksa // Formirovanie novoi ekonomiki i klasternye initsiativy: teoriya i praktika. – Novosibirsk, 2016. – S. 126–153.
 5. **Dokin B.D., Aletdinova A.A.** Effektivnost' resursosberegayushchikh tekhnologii proizvodstva zerna v lesostepnoi zone // Vestn. altaiskoi nauki. – 2001. – Vyp. 1, T. 1. – 169 s.
 6. **Prognoz** nauchno-tekhnologicheskogo razvitiya agropromyshlennogo kompleksa Rossii na period do 2030 goda: global'nye vyzovy // Agrarnyi pul's velikoi strany: inform. byul. – 2016. – N 4. – S. 14–21.
 7. **Enabling Smart Farming in Europe:** [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.cema-agri.org/page/enabling-smart-farming-europe> (Дата обращения 02.06.2017).

FEATURES OF APPLYING ROBOTIC SYSTEMS IN CROP PRODUCTION

**B.D. DOKIN¹, Doctor of Science in Engineering, Head Researcher,
V.M. LIVSHITS¹, Doctor of Science in Engineering, Head Researcher,
O.V. IVAKIN¹, Doctor of Science in Engineering, Lead Researcher,
A.A. ALETDINOVA², Candidate of Science in Engineering, Associate Professor,
M.S. KRAVCHENKO², Postgraduate Student**

¹ *Siberian Research Institute of Mechanization and Electrification of Agriculture, SFSCA RAS
Krasnoobsk, Novosibirsk Region, 630501, Russia
e-mail: sibime@ngs.ru*

² *Novosibirsk State Technical University
20, Karl Marx Ave, Novosibirsk, 630073, Russia
e-mail: aletdinova@corp.nstu.ru*

The paper offers the analysis of applying robotic systems in agriculture of Russia. A specific character of agriculture, a low level of technical and technological, information and communications, and staff potentials of medium- and small-sized Russian agricultural enterprises explain the slow pace of introduction of agricultural robots. Weather conditions, agrolandscape zoning, seasonal character of work and other specific features of crop production impose restrictions on the development of robotic systems. The existing engineering tools are characterized by a low level of development of speech understanding technologies; they require the creation of modern power sources, bionic systems, as well as the use of microrobots. There are a number of problems to be solved: to provide R&D funding in robotics; to create the normative and methodical base for conducting measurements, tests and monitoring, robot quality and safety assessment; to upgrade and re-equip enterprises producing agricultural machinery; to increase competence of the staff and population in using information and communication technologies and robotic systems; to decrease cost prices for machinery; to create a modern information and communication structure in rural areas; to develop an advanced technology and machinery system with regard to agrolandscape zoning and robot application. Experience of industrially advanced countries in robotics has shown that this process could not pass without government support.

Keywords: robotic systems, agriculture, crop production, agbot, innovation.

Поступила в редакцию 12.10.2017