

УДК 332.1; 332.05

DOI: 10.35330/1991-6639-2019-6-92-178-185

ПРИЗНАКИ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ И СВОЕВРЕМЕННОСТИ РОБОТИЗАЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ОТРАСЛИ

Ю.Х. ХАМУКОВ, О.З. ЗАГАЗЕЖЕВА, Ю.И. ПОПОВ

Институт информатики и проблем регионального управления –
филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр
«Кабардино-Балкарский научный центр Российской академии наук»
360000, КБР, г. Нальчик, ул. И. Арманд, 37-а
E-mail: iipru@rambler.ru

Представлены результаты исследования проблем, стоящих перед производителями сельскохозяйственной продукции, принимающими решения о внедрении передовых (цифровых) технологий в реальных производственных операциях. Для этого сформированы первичные таксономические представления задач исследований, направленных на роботизацию различных отраслей сельского хозяйства. Представлены оценки остроты проблем обеспечения доброкачественными продуктами питания населения Земли в его нынешней и будущей численности. Проанализированы механизмы возникновения потерь произведённых продуктов питания и их долговременных экологических последствий. В том числе представлены обоснования неочевидных причинно-следственных связей между возникновением неблагоприятных для жизнедеятельности человека последствий развития производства продуктов питания с помощью традиционных агротехнических технологий. Сформулированы преимущества перехода на производство продуктов питания первой необходимости с помощью мультиагентных робототехнических систем в местах обитания и жизнедеятельности человека. Представлен результат систематизации видов производства сельскохозяйственной продукции по характеру подлежащих роботизации алгоритмических и кинематических задач, связанных с выполнением производственных операций. Рассмотрена структура основных условий роботизации аграрной отрасли.

Ключевые слова: аграрная отрасль, роботизация, унитарная система, мультиагентный комплекс, продовольственная продукция, экологизация, алгоритмический, кинематический.

Рост масштабов и интенсивности возделывания сельскохозяйственных угодий и связанные с этим риски необратимых изменений в биосферном круговороте биогенного вещества, влаги и углерода обуславливают необходимость совершенствования производства сельскохозяйственной продукции. Задача осложняется необходимостью усложнения агротехнических и социально-экономических процессов для увеличения производства агропродукции [1] при одновременном уменьшении экологических последствий [2] и обеспечении устойчивости качества сельхозпродукции и плодородия почв [3, 4].

Оценка своевременности и целесообразности роботизации производства сельскохозяйственной продукции выявляет два новейших обстоятельства. Первое заключается в том, что результаты исследований второго десятилетия XXI века [1, 2, 3] указывают на необходимость подхода к задачам роботизации аграрного сектора экономики с позиций конвергентности научно-технических программ. Второе – в том, что в производстве сельскохозяйственной продукции наиболее заметно проявляется важнейшая характерная особенность научно-технического и технологического развития на данном этапе – слияние органического мира с неорганическим с соответствующим многократным усложнением представлений о содержании и структуре научных и технико-технологических задач. В частности, стратегию роботизации следует

формировать на принципах трансдисциплинарности исследований и разработок в области агробиологии, агротехнологии, экологии, механизации и автоматизации растениеводства и животноводства, социоэкономики, эконометрики, геофизики, теории машин и механизмов, информатики и технологий компьютерного зрения и искусственного интеллекта. Тактику роботизации следует основывать на принципах междисциплинарности этих областей знания посредством формирования групп исследователей и разработчиков из специалистов различных областей знания. При осуществлении практических действий следует соблюдать принципы полидисциплинарности, то есть формировать программы исследований и технические задания на разработки с сохранением собственной методологии в каждой области знания.

В результате действия этих обстоятельств качественно изменились содержание и смысл технико-технологического развития промышленного производства. Если до конца XX века новые технические системы создавались в основном в форме расширения человеческой сомы с элементами копирования самого человека, то в настоящее время технический прогресс сопровождается созданием новой живой реальности неорганической природы. В этом контексте развитие сельскохозяйственной робототехники следует рассматривать как создание систем, осуществляющих взаимодействие между живыми организмами и техническими устройствами без участия человека. Для этого требуются технологии, основанные на общих для биологических организмов и технических систем базовых принципах. Один из наиболее фундаментальных принципов такого рода – принцип гомеостаза. Он определяет свойства любых живых систем от клетки и до биосферы в целом. Его частные принципы – гомеорезис и гомеоморфоз – являются определяющими принципами жизнедеятельности живых биологических организмов и функциональности технических систем на любом уровне организации. Разница лишь в том, что в одних системах соблюдение принципа постоянства скоростей реакций и принципа поддержания структуры в системе обусловлено результатами статистического (естественного) отбора, а в других обусловлено результатом сознательной (с использованием экзистенциального опыта) деятельности человека в виде целенаправленного конструирования системы.

Очевидно, что соблюдение обоих этих принципов возможно при условии поддержания постоянства молекулярного состава вещества элементов систем. И здесь также соблюдается общий для органических живых организмов и сложных технических систем принцип – принцип циклизации. Этот принцип позволяет многократно использовать одни и те же элементарные структурные элементы систем, функционирующие строго в рамках фундаментальных законов, и тем самым поддерживать гомеостаз в системе в целом.

Также современные высокоадаптивные технические системы мультифункциональны и мультипотентны аналогично органическим живым организмам. Одним из проявлений этого является востребованность нового научно-технического направления – бионаноробототехники, в которой непосредственно реализуется возможность значительных структурных и функциональных перестроек посредством изменения соотношений соответствующих элементарных функциональных блоков.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ

В настоящее время практически не осталось сомневающих в том, что эту задачу нельзя решить традиционными технологиями сплошной обработки почв и массового ухода за живыми организмами. Применимость этих технологий ограничена множеством факторов, начиная от масштабов деградации почв в результате их избыточного диспергирования при вспашке и удобрении, а также засоления при массовом орошении. К ещё более острым проблемам можно отнести истощение почв со снижением плодородия и загрязнение почв пестицидами. В целом по миру из сельскохозяйственного оборота

выпадают десятки миллионов гектаров земли в год, а резервов пахотных земель осталось не более 700 млн гектаров. К этим факторам следует добавить, что единственным выходом из создавшегося положения является отказ от традиционных технологий возделывания сельхозугодий и ухода за растительными и животными организмами.

В этих обстоятельствах закономерной представляется смена парадигмы развития сельскохозяйственного производства на основе интенсификации производственных процессов на парадигму развития за счёт персонализации ухода за каждым отдельным живым организмом [3, 4, 5].

На практике это выражается в придании роботам преимуществ над человеком и даже над практически достигшими пределов расширения применимости средствами механизации производственных процессов в способности выполнения кинематических действий. Эти преимущества должны обеспечить возможность выполнять производственные операции практически любой алгоритмической и кинематической сложности и тем самым перевести растениеводство и животноводство в систему безлюдного производства продуктов питания высокого качества.

В частности, в настоящее время для возделывания полевых культур используются агрегаты, которые обладают глобальной подвижностью для доставки рабочих органов к посадкам и региональной подвижностью для перемещения рабочих органов по посадкам. Всего реализуются три или четыре степени свободы – две на обеспечение глобальной подвижности, одна на приближение рабочих органов к растениям на заданное расстояние и одна на обеспечение поворотов или вращения рабочего органа. Навигацию, позиционирование и управление движением осуществляет человек или в самых передовых системах комплекс с телеоператорным или супервизорным управлением перемещениями агрегата по оснащённому телеметрической системой участку. Для осуществления агротехнических операций в режиме персонализации ухода за отдельными растениями в полевых посадках потребуется придание агрегатам способности автономного осуществления навигационной деятельности, позиционирования и идентификации каждого растения, а также придание рабочим органам агрегата подвижности, сопоставимой с подвижностью человеческой руки. Следует учитывать, что вследствие способности технических систем реализовывать осевую вращательную подвижность элементов рабочего органа количество используемых в рабочем органе степеней свободы может быть существенно уменьшено по сравнению с человеческой рукой – 5-6 вместо 27 при сопоставимой общей подвижности.

В частности, для ухода за посадками кукурузы, помимо способности решать навигационные задачи, робот должен будет уметь позиционировать рабочие органы относительно отдельных растений и идентифицировать каждый кукурузный стебель по его локализации и по минимум полутора десяткам вегетативных и генеративных признаков, а также обладать рабочими органами с шестью степенями свободы. Целесообразность и эффективность роботизации возделывания кукурузы, соответственно, будет определяться относительным снижением экологической нагрузки на экосистему, которая в свою очередь связана с совокупными затратами энергии на производство единицы продукции и соответственным производством энтропии. Учитывая, что в первом приближении для организма человека доля кинетической и определяемой запасом химической энергии потенциальной энергии составляет порядка 2×10^8 Дж (пренебрегая запасом гравитационной энергии, составляющей порядка 10^5 Дж) [6], собственное потребление энергии организмом составляет порядка 80 Вт, средняя долговременно развиваемая человеком дополнительная мощность составляет порядка 100 Вт при КПД не более 27%, а запасы кинетической и химической энергии сопоставимых с человеком по производительности технических системах составляют порядка 10^6 Дж, можно оценить верхний порог собственного энергопотребления экологически эффективных сельскохозяйственных роботов в сотни Вт.

МАСШТАБЫ ЗАДАЧ

Оценку стоящих перед аграрной отраслью задач можно провести по данным ООН о потребности населения Земли в продуктах питания. Из опубликованных в журнале *Bioscience* [6] результатов исследований следует, что в настоящее время производится достаточно еды, чтобы прокормить 10 миллиардов человек, то есть более чем на 2,5 миллиарда больше, чем живет на Земле. При этом порядка двух миллиардов человек страдают от недоедания, а почти 1 миллиард человек живут в состоянии хронического голода.

Если, как ожидается, к 2050 годам численность населения мира приблизится к 10 миллиардам и общее производство продуктов питания должно увеличиться, по разным способам оценки, на 25-70%, проблема накормить население станет ещё острее. И дело не в недостаточности производства еды, а в проблемах её доставки и распределения. По данным Продовольственной и сельскохозяйственной Организации Объединенных Наций (ФАО), ежегодно теряется порядка 30-40% продуктов питания стоимостью 1 триллион долларов. В книге [7] представлен подробный анализ структуры потерь и их долговременные экологические последствия. В том числе показано, что потери воды в неиспользованных продуктах питания равны потребностям в воде всей Африки, а выбросы диоксида углерода эквивалентны выбросам половины автопарка планеты.

Таким образом, эффективность системы производства и доставки еды населению Земли не превышает 60-70%.

СТРУКТУРА ПОТЕРЬ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

Один из основных видов потерь – порча продуктов из-за несоблюдения температурных режимов при транспортировке и хранении. Создание сквозной «холодовой цепи» в системе обеспечения населения продуктами питания приводит к тройному эффекту: позволяет увеличить срок годности продуктов питания в три-восемь раз, увеличить прибыль производителей во всей цепочке снабжения на 23%, втрое снизить объёмы послеуборочной потери продовольствия и на 16% уменьшить выбросы парниковых газов.

К сожалению, в исследовании не приведены сведения относительно того, что резкое увеличение количества дополнительных рефрижераторов на дорогах и в местах хранения продуктов может свести на нет любые экологические выгоды или даже усугубить ситуацию.

В этой части исследования отметим, что роботизация позволяет коренным образом изменить ситуацию с потерей продуктов питания посредством приближения места их производства к месту потребления. Естественно, для этого производство значительной или, возможно, основной части скоропортящихся и необходимых человеку видов продукции следует перенести с крупных сельскохозяйственных комплексов на коллективные и индивидуальные роботизированные растениеводческие и животноводческие мини- и микросистемы. Такие системы, расположенные непосредственно в местах жизнедеятельности человека и встроенные в экосистему его места обитания, избавляют от множества сопряжённых с неизбежными потерями проблем с хранением и доставкой продуктов питания и запускают мультипликативные цепочки благотворных для экосистемных процессов эффектов. Подобные системы выполнимы в настоящее время на основе накопленного в ИИПРУ КБНЦ РАН опыта разработки мультиагентных робототехнических систем различного назначения. Мультиагентная структура подобных сельскохозяйственных комплексов со стационарными и мобильными автономными модулями позволяет разрешить ряд алгоритмических и кинематических проблем, представляющихся неразрешимыми при использовании унитарных универсальных робототехнических систем. При этом существенно возрастают живучесть и ремонтпригодность комплексов, снижаются их стоимость и эксплуатационные

расходы. Также эффективность применения мультиагентных робототехнических комплексов значительно превышает эффективность унитарных систем вследствие реализации преимуществ узкой специализации автономных модулей. Следует также отметить более высокую вариабельность и адаптивность мультиагентных комплексов по сравнению с универсальными унитарными системами.

Естественно, роботизация сельскохозяйственной отрасли сопровождается созданием необходимых условий и порождает сопутствующие явления различного рода. Во-первых, роботизация сельскохозяйственной отрасли сопряжена с тотальной цифровизацией показателей состояния живых объектов и робототехнических систем и, соответственно, насыщением производственной среды цифровыми сенсорными системами. Соответственно, с роботизацией отрасли связано расширение производства многообразных датчиков различной физической природы.

Интеллектуализация производственных процессов в сельскохозяйственном производстве сопряжена с универсализацией и унификацией производственного оборудования, а также с конвергенцией нано-, микро-, био-, инфокоммуникационных технологий и производственных технологий с использованием энергонасыщенного оборудования.

Роботизация производства растениеводческой и животноводческой продукции потребует развития производства методов и средств автономизации мобильной робототехники и производства энергонакопителей для мобильной робототехники.

Выбор методик роботизации сельскохозяйственного производства необходимо основывать на перечне алгоритмических, кинематических и динамических задач, возникающих при осуществлении производственных процессов.

Сельскохозяйственная отрасль как совокупность технологий включает в себя осуществление следующих самостоятельных производственных процессов:

- распределенное энергообеспечение;
- транспортировка больших объемов легкопортящейся продукции;
- сортирование и фасование большого многообразия легкоповреждаемых видов сельхозпродукции;
- обработка почвы;
- посадка сельхозкультур и уборка урожая;
- орошение сельхозугодий;
- содержание и уход за крупным рогатым скотом;
- содержание и уход за мелким рогатым скотом;
- содержание и уход за поголовьем свиней;
- содержание и уход за поголовьем птиц в птицеводстве;
- изготовление кормов и кормление поголовья скота;
- растениеводство закрытого грунта;
- мониторинг больших участков территорий равнинных, предгорных и горных зон;
- консервация растениеводческой и животноводческой видов продукции;
- убой и разделка скота;
- переработка продуктов убоя скота (кожевенное производство, переработка субпродуктов и т.п.);
- утилизация отходов производства растениеводческой и животноводческой сельскохозяйственной продукции (сбор и переработка ботвы на посадках открытого и закрытого грунта, сбор и переработка навоза и т.п.).

Характер алгоритмических, кинематических и динамических задач, решаемых в этих производственных процессах, определён геометрическими, физическими и химическими свойствами производственной среды. Вследствие этого особенностью сельскохозяйственной отрасли является низкая степень замещаемости операций в разных технологиях и, соответственно, механизация производственных операций в отрасли осуществляется

посредством создания большой номенклатуры специализированных агрегатов. Роботизация отличается от механизации способностью к практически неограниченной универсализации робототехнических систем. В настоящее время роботизация сельскохозяйственной отрасли на основе новейших результатов в области создания систем искусственного интеллекта и робототехники позволяет перейти к стратегии полного замещения человека на всех этапах производственной деятельности, начиная с постановки задач и заканчивая анализом их результатов.

При этом роботизация сельскохозяйственного производства потребует создания отдельных семейств исполнительных агрегатов и машин для решения специфических алгоритмических, кинематических и динамических задач в каждом из этих видов производственных процессов. Специфичными будут, естественно, кинематические схемы, массогабаритные и энергетические характеристики исполнительных агрегатов. В отношении систем управления комплексов уже в настоящее время можно рассчитывать на высокую степень их унификации. По мере развития технологии искусственного интеллекта степень универсализации систем управления робототехнических комплексов различного назначения будет возрастать.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Глобальные социо-экономические процессы типа рещоринга и диджитализации бизнеса свидетельствуют о движении общества не в направлении абстрактного «постиндустриального» состояния, а в новую индустриальную эпоху [8], характеризующуюся постепенным (но в то же время ускоренным) выходом человека из сферы материального производства. Одной из важнейших задач в начавшемся переходе является формирование сферы производства продуктов питания, опирающейся не на человеческий труд, а на функционирование взаимодействующих «технетических» систем. Соответственно, из этой производственной сферы выйдут экономические отношения между людьми. О близости подобного качественного изменения отрасли свидетельствуют новейшие достижения в технологиях «машинной» симуляции интеллектуальной деятельности и «разумного» поведения машино-машинных комплексов. Эти и сопутствующие им обстоятельства обуславливают необходимость роботизации сферы обеспечения населения доброкачественными продуктами питания.

Современная сельскохозяйственная робототехника не способна конкурировать с традиционными направлениями механизации производственных процессов и «живым» человеческим трудом по экономической эффективности вследствие следующих обстоятельств:

- недостаточное развитие систем распознавания образов в неструктурированных потоках многомодальных данных сенсорных датчиков;
- недостаточная эффективность сенсорных систем;
- неантропомиметичность рабочих органов робототехнических систем;
- недостаточное развитие интеллектуальных технологий и систем искусственного интеллекта в целом.

В соответствии с указанными обстоятельствами в настоящее время разрабатывается в основном робототехника, предназначенная для замещения человека в производственных процессах, в которых, во-первых, для принятия решений и выработки управляющих сигналов для рабочих органов достаточно результатов анализа небольших объёмов данных от бинарных датчиков. Во-вторых, кинематические и динамические задачи, возникающие при выполнении производственной операции, могут быть решены рабочим органом с небольшим количеством степеней подвижности и низкими силовыми характеристиками.

Следует отметить, что для роботизации сельскохозяйственной отрасли малопригоден опыт применения разнообразных промышленных манипуляторов, успешно выполняющих определённые кинематические и динамические задачи по циклограммам.

Из приведённых сведений и обстоятельств следует, что ключевыми направлениями роботизации сельскохозяйственной отрасли в настоящее время являются разработки систем искусственного интеллекта высокого уровня и разработки антропомиметических рабочих органов исполнительных механизмов. Недостатки сенсорных систем могут быть в достаточной степени компенсированы избыточностью датчиков и применением высокопроизводительных вычислительных систем для реализации сложных методов анализа данных.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аршинов В.И., Буданов В.Г. Парадигма сложности и социогуманитарные проекции конвергентных технологий // Вопросы философии. 2016. № 1. С. 59-70.
2. Аршинов В.И. Конвергентные технологии в контексте постнеклассической парадигмы сложности // Сложность. Разум. Постнеклассика. 2015. № 3. С. 42-54. DOI: 10.12737/13564.
3. Князева Е.Н. Трансдисциплинарные стратегии исследований. Вестник ТПГУ. 2011. 10 (112). С. 193-201.
4. Garnett T., Appleby M.C., Balmford A., Bateman I.J., Benton T.G., Bloomer P., Burlingame B., Dawkins M., Dolan L., Fraser D., Herrero M., Hoffmann I., Smith P., Thornton P.K., Toulmin C., Vermeulen S.J., Godfray H.C.J. Sustainable Intensification in Agriculture: Premises and Policies // Science. 2013. Vol. 341. July. Pp. 33-34.
5. Sundmaeker H., Verdouw C.N., Wolfert J., Freire Perez L. Internet of Food and Farm 2020. // In O. Vermesan, & P. Friess (Eds.). Digitising the Industry: Internet of Things Connecting the Physical, Digital and Virtual Worlds. 2016. Pp. 129-150.
6. Эбеллинг Вернер, Энгель Андреас, Файстель Райнер. Физика процессов эволюции: Пер. с нем. Ю. А. Данилова. М.: Эдиториал УРСС, 2001. С. 74-82.
7. Vasconez J.P., Kantor G.A., Auat Cheein F.A. Humanerobot interaction in agriculture: A survey and current challenges // Biosystems Engineering. 2019. №179. Pp. 35-48.
8. Kunz C., Weber J.F., Gerhards R. Benefits of Precision Farming Technologies for Mechanical Weed Control in Soybean and Sugar Beet-Comparison of Precision Hoeing with Conventional Mechanical Weed Control // Agronomy. 2015. №5. Pp. 130-142.
9. Lampridi M.G., Kateris D., Vasileiadis G., Marinoudi V., Pearson S., Sørensen C.G., Balafoutis A., Bochtis D. A Case-Based Economic Assessment of Robotics Employment in Precision Arable Farming // 2019. Vol 9(4), # 175. Pp.1-14.
10. Widely accepted vision for agriculture may be inaccurate, misleading. - <https://news.psu.edu/story/452218/2017/02/22/widely-accepted-vision-agriculture-may-be-inaccurate-misleading>.
11. Mandyck J.M., Schultz E.B. Food stupidity: the hidden link between food waste, hunger and climate change. 2015, 198 p.
12. Бодрунов С.Д. Экономическое возрождение России. 2018. № 2(56). С. 5-14.

REFERENCES

1. Arshinov V.I., Budanov V.G. *Paradigma slozhnostnosti i sotsiogumanitarnyye proyeksii konvergentnykh tekhnologiy* [Complexity paradigm and socio-humanitarian projections of convergent technologies] // *Voprosy filosofii* [Questions of philosophy]. 2016. No1. S. 59-70.
2. Arshinov V.I. *Konvergentnyye tekhnologii v kontekste postneklassicheskoy paradigmy slozhnostnosti* [Converged technologies in the context of the post-non-classical complexity paradigm] // *Slozhnost'. Razum. Postneklassika* [Difficulty. Mind. Postclassics]. 2015. No 3. P. 42-54. DOI: 10.12737 / 13564.
3. Knyazeva E.N. *Transdistsiplinarnyye strategii issledovaniy* [Transdisciplinary research strategies]. Bulletin of TPGU. 2011.10 (112). P. 193-201.
4. Garnett T., Appleby M.C., Balmford A., Bateman I.J., Benton T.G., Bloomer P., Burlingame B., Dawkins M., Dolan L., Fraser D., Herrero M., Hoffmann I., Smith P., Thornton P.K., Toulmin C., Vermeulen S.J., Godfray H.C.J. Sustainable Intensification in Agriculture: Premises and Policies // Science. 2013. Vol. 341. July. Pp. 33-34.

P.K., Toulmin C., Vermeulen S.J., Godfray H.C.J. Sustainable Intensification in Agriculture: Premises and Policies // Science. 2013. Vol. 341. July. Pp. 33-34.

5. Sundmaeker H., Verdouw C.N., Wolfert J., Freire Perez L. Internet of Food and Farm 2020 // In O. Vermesan, & P. Friess (Eds.). Digitising the Industry: Internet of Things Connecting the Physical, Digital and Virtual Worlds. 2016. Pp. 129-150.

6. Ebeling Werner, Engel Andreas, Feistel Rainer. *Fizika protsessov evolyutsii Per. s nem. YU. A. Danilova* [Physics of the processes of evolution. Per. with him. Yu.A. Danilova]. M.: Editorial URSS, 2001. 328 p. C. 74-82.

7. Vasconez J.P., Kantor G.A., Auat Cheein F.A. Humane robot interaction in agriculture: A survey and current challenges // Biosystems Engineering. 2019. № 179. Pp. 35-48.

8. Kunz C., Weber J.F., Gerhards R. Benefits of Precision Farming Technologies for Mechanical Weed Control in Soybean and Sugar Beet-Comparison of Precision Hoeing with Conventional Mechanical Weed Control // Agronomy. 2015. № 5. Pp. 130-142.

9. Lampridi M.G., Kateris D., Vasileiadis G., Marinoudi V., Pearson S., Sørensen C.G., Balafoutis A., Bochtis D. A Case-Based Economic Assessment of Robotics Employment in Precision Arable Farming // 2019. Vol 9(4), # 175. Pp. 1-14.

10. Widely accepted vision for agriculture may be inaccurate, misleading. - <https://news.psu.edu/story/452218/2017/02/22/widely-accepted-vision-agriculture-may-be-inaccurate-misleading>

11. Mandyck J.M., Schultz E.B. Food stupidity: the hidden link between food waste, hunger and climate change. 2015, 198 p.

12. Bodrunov S.D. *Ekonomicheskoye vozrozhdeniye Rossii* [Economic Revival of Russia]. 2018. № 2 (56). Page 5-14.

SIGNS OF EXPEDIENCY AND TIMELINESS OF AGRICULTURAL INDUSTRY ROBOTIZATION

Y.H. KHAMUKOV, O.Z. ZAGAZEZHEVA, Y.I. POPOV

Institute of Computer Science and Problems of Regional Management –
branch of Federal public budgetary scientific establishment "Federal scientific center
"Kabardin-Balkar Scientific Center of the Russian Academy of Sciences"
360000, KBR, Nalchik, 37-a, I. Armand St.
E-mail: iipru@rambler.ru

The results of a study of the problems facing agricultural producers making decisions on the introduction of advanced (digital) technologies in real production operations are presented. For this, primary taxonomic representations of research tasks are formed, aimed at robotizing various agricultural sectors. Estimates of the severity of the problems of providing benign food products to the world's population in its current and future numbers are presented. The mechanisms of occurrence of losses of produced food products and their long-term environmental consequences are analyzed. The gap between the widely practiced simulation and emulation modeling of advanced agricultural machines and the general agricultural plan and the real results of attempts to robotize the agricultural industry is revealed. In particular, justifications of non-obvious causal relationships between the occurrence of adverse consequences for the development of human nutrition of food products using traditional agrotechnical technologies are presented. The advantages of the transition to the production of essential food products using multi-agent robotic systems in the habitat and human life are formulated. The result of the systematization of the types of agricultural production by the nature of the algorithmic and kinematic tasks to be robotized associated with the implementation of production operations is presented. The structure of the basic conditions for robotization of the agricultural industry is considered.

Keywords: agrarian industry, robotics, unitary system, multi-agent complex, food products, greening, algorithmic, kinematic.

Работа поступила 05.12.2019 г.