УДК 331; 332; 631.158

DOI: 10.35330/1991-6639-2019-6-92-171-177

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВНЕДРЕНИЯ РОБОТИЗАЦИИ И АВТОМАТИЗАЦИИ В АГРОПРОМЫШЛЕННЫЙ КОМПЛЕКС РЕГИОНА

М.И. ХАДЖИЕВА, С.Х. ШАЛОВА, М.А. КАНОКОВА

ФГБНУ «Федеральный научный центр
«Кабардино-Балкарский научный центр Российской академии наук»
360002, КБР, г. Нальчик, ул. Балкарова, 2
E-mail: cgrkbncran@bk.ru

В статье актуализируется вопрос повышения производительности труда в сельскохозяйственном производстве за счет автоматизации и внедрения робототехники. В результате исследования было выяснено, что хозяйства различного типа испытывают потребность в автоматизации процесса уборки урожая, что обусловило дальнейшие направления анализа. Представлен обзор современного состояния рынка сельскохозяйственных роботов и выявлены его ключевые игроки. Поставлены и сформулированы задачи роботизации сельского хозяйства. Автоматизация процессов аграрного сектора является средством повышения эффективности производства продукции, а также средством адаптации предприятия к изменениям социальной, экономической и экологической среды. Также были выявлены негативные аспекты влияния внедрения сельскохозяйственной робототехники, в первую очередь связанные с выпадением больших объемов рабочего класса из производственного процесса.

Ключевые слова: технологическое развитие, роботизация, сельскохозяйственная отрасль, решение прикладных задач, беспилотные летательные аппараты, эффективность производства продукции.

Актуальность данного исследования заключается в том, что современные масштабы технологического развития требуют инновационного подхода в области переоснащения для интенсификации производства в агропромышленном комплексе. Увеличение численности населения планеты и рост его благосостояния приводят к постановке задач повышения производительности труда, увеличения урожайности в сельском хозяйстве, которые заключаются в скорейшем внедрении роботизации и автоматизации производства. Появление данных технологий может способствовать снижению занятости населения.

Продолжающийся же рост численности населения, ведущий к неуклонному увеличению спроса на продукцию сельского хозяйства и росту затрат в этом секторе, является одним из главных факторов массовой автоматизации и роботизации в агропромышленном комплексе.

Целью статьи является выявление теоретических аспектов внедрения роботизации и автоматизации в агропромышленный комплекс региона.

Экономически развитые страны находятся в процессе глобальной автоматизации сельского хозяйства, разрабатывая и применяя для этого различные виды роботов. Прогнозируется, что данный подход к автоматизации и роботизации в сфере сельского хозяйства приведёт к скачку роста производительности на фоне повышения рентабельности, тем самым снизив себестоимость продукции. На сегодняшний день большинство роботов могут выполнять ряд операций, таких как обработка почвы, ее удобрение, посев, посадка, доение скота, стрижка шерсти, кормление, разделывание мяса и рыбы и т.п.

Использование программно-аппаратных комплексов беспилотного управления с целью замены водителей в агропромышленном комплексе ведёт к существенному сокращению

перерасхода материалов и увеличению урожайности за счет существенного повышения качества обработки земли.

Таким образом, можно выделить следующие задачи роботизации в сельском хозяйстве:

- мониторинг и прогнозирование;
- снижение себестоимости сельскохозяйственного производства;
- улучшение качественных показателей;
- снижение экологической нагрузки сельскохозяйственного производства;
- повышение конкурентоспособности средних и мелких сельскохозяйственных производителей;
- повышение безопасности сельскохозяйственного производства [1].

Если рассматривать Китай в качестве примера, то с 2000 года в сельском хозяйстве высвободилось почти 140 млн. человек, а производство выросло при этом на 60%.

Структура агропромышленного комплекса состоит из трех сфер:

- 1) Отрасли, специализирующиеся на средствах производства для сельского хозяйства (машиностроение, строительство).
- 2) Отрасли, перерабатывающие сельскохозяйственное сырье.
- 3) Отрасли, которые обеспечивают заготовку, хранение, транспортировку и реализацию сельскохозяйственной продукции.

В настоящее время можно выделить следующие основные направления внедрения инноваций в агропромышленный комплекс:

- 1) селекционно-генетические;
- 2) технико-технологические и производственные;
- 3) организационно-управленческие и экономические;
- 4) социально-экологические.

В России сельское хозяйство играет значимую роль в экономике страны: почти 65 % занятых приходится на производственные отрасли АПК.

В экономически развитых странах ведущую роль занимает третья сфера агропромышленного комплекса. Таким образом, в США основная доля сельского хозяйства приходится на сбытовую и перерабатывающую деятельность (около 70%).

В настоящее время слабо развиты перерабатывающие отрасли, а для уборки урожая сельскохозяйственной продукции в основном используется тяжелый низкооплачиваемый физический труд. Потери урожая от такого труда составляют от 30 до 50 процентов, так как в основном сельскохозяйственная продукция остается и пропадает на поле. Степень износа оборудования в АПК составляет примерно 70%. Повышение интенсивности производственного процесса в растениеводстве посредством дальнейшего наращивания единичной мощности средств механизации труда ограничено порогами необратимой деградации почв и порогами устойчивости растений к повреждающим воздействиям.

Рис. 1. Цепочка создания стоимости сельскохозяйственных процессов

Высокий уровень развития материально-технической базы в агропромышленном комплексе в развитых странах обеспечивает переход от наращивания энергетических мощностей и насыщения техникой как к совершенствованию её структуры, так и значительному повышению уровня материально-технической базы.

Необходимость увеличения продуктивности АПК, а также поставки более доступной техники и обновления оборудования наглядно демонстрирует, что на сегодняшний день массовая роботизация и автоматизация является неотъемлемой частью развития сельского хозяйства и главным инструментом на пути к дальнейшему прогрессу. Хотя в конце второй половины прошлого века было популярно мнение, что глобальная роботизация является исключительно причиной роста стоимости труда и воспринималась как инструмент его сдерживания. Однако темпы высвобождения человека от тяжелого и монотонного труда оказались гораздо ниже ожидаемых, поэтому на сегодняшний день массовая автоматизация сельского хозяйства в первую очередь ориентирована на повышение производительности и улучшение качества производства.

Глобальная роботизация ведёт к минимизации потерь рабочего времени, практически исключая влияние человеческого фактора: опоздания, больничные, прогулы и т.д. Соответственно годовой фонд рабочего времени возрастает и ведёт к дополнительному производству продукции [2].

Целями роботизации сельскохозяйственной отрасли являются:

- экологизация растениеводства и животноводства;
- снижение себестоимости продукции.

Задачами роботизации сельскохозяйственной отрасли в настоящее время являются:

- мониторинг и диагностирование экологической ситуации, состояния растений и животных;
- повышение качества сельхозпродукции;
- обеспечение продовольственной безопасности посредством использования технологий точечного земледелия и индивидуализации животноводства;
- снижение зависимости от погодно-климатических факторов.

Существуют общие принципы, разработанные и предложенные профессором Л.И. Волчкевичем, которые дают нам представление о том, при каких условиях возможно эффективное внедрение робототехники в производственные процессы [3]. Рассмотрим их применительно сельскохозяйственного производства:

1) Первый принцип – достижение конкретных результатов. Внедрение автоматизированных систем и роботизации в сельскохозяйственное производство будет эффективным только в том случае, если роботы будут не просто заменять рабочую силу, а превосходить ее по качественным и количественным характеристикам.

2) Второй принцип – комплексность подхода. Основные компоненты сельскохозяйственного производства должны быть рассмотрены и решены на новом, более высоком уровне. Например, обработка почвы перед посевом должна производиться более щадящим способом, обрезка деревьев перед заморозками должна быть с минимальным захватом плодоносящих ветвей.

3) Третий принцип – необходимость. Автоматизации и роботизации в первую очередь должны подвергаться не те сельскохозяйственные процессы, которые легче усовершенствовать или в которые легче их внедрить, а те, которые не могут обойтись без этих инноваций.

4) Четвертый принцип – своевременность. Внедрение и тиражирование недостаточно созревших технических решений недопустимо. Очень часто мы сталкиваемся с ситуациями, когда сельхозтоваропроизводители спешат с внедрением инноваций, для того чтобы обойти конкурентов. Такая спешка по внедрению непроверенных или не доведенных до конца проектов по автоматизации и роботизации чаще всего оказывает негативный эффект.

В настоящее время наиболее внедренной роботизированной технологией в регионе являются доильные аппараты. На 2017 год доля данных роботов значительно превышала долю других роботов в АПК. По состоянию на 2018 год в России насчитывалось около 113 роботизированных молочных ферм. Подобная картина наблюдается в последние годы, но уже в ближайшее время прогнозируется заметный рост числа и разновидностей иных роботов в сфере сельского хозяйства. Европа является лидером рынка полевой робототехники, доли Северной Америки и Азиатско-Тихоокеанского региона суммарно не превышают и 10% [1].

Рис. 2. Мировая динамика внедренных в молочные фермерские хозяйства доильных роботов

* Составлено на основе данных журнала Control Engineering Россия

Прогноз объемов продаж сельскохозяйственных роботов на 2016-2019 годы позволяет рассчитать совокупный доход, который будет получен при покрытии всех продаж сельскохозяйственных роботов (табл. 1).

Таблица 1

ПРОДАЖИ И СОВОКУПНЫЙ ДОХОД ОТ ПРОДАЖ НА 2016-2019 ГОДЫ [4]

Показатель / Год	2016	2017	2018	2019
Прогноз продаж сельскохозяйственных роботов, ед.	500	1600	4100	6396
Совокупный доход от продажи сельскохозяйственных роботов, млрд. рублей	1,45	4,64	11,89	18,55

Таким образом, объем продаж будет расти в среднем в 2,5 раза за 2016-2019 годы, увеличивая совокупный доход от продажи в среднем на 144% в год, который к 2019 достигнет чуть более 18,5 млрд. рублей.

Большое значение для успешной автоматизации и роботизации СКФО имеет сумма инвестиций в АПК, как государственных, так и частных, а также желание сельхозтоваропроизводителей кооперироваться.

Если рассматривать наиболее перспективную отрасль АПК в СКФО для автоматизации и роботизации, то, по нашему мнению, ею является отрасль сельскохозяйственной переработки, т.к. очень много инвестиционных проектов СКФО на 2019 год приходится именно на данную отрасль.

Сумма инвестиций в перерабатывающую промышленность АПК СКФО составила около 41 млрд. руб. Учитывая, что направление сельхозпереработки в России только развивается, инвестиции дадут возможность расширить данное направление и независимо от роботизации обеспечить трудоспособное население новыми рабочими местами. [5]

Существует высокая степень возможности появления отрицательных моментов, которые заключаются в следующем:

- Фрагментарность роботизации.
- Низкая степень автономизации.
- Безработица, растущая в результате внедрения робототехники на различных участках реализуемой деятельности в сельском хозяйстве.
- Деградация, связанная с негативным влиянием современных роботов и их применения на человека в будущем.

Основные составляющие кадрового аспекта применения робототехники в сельском хозяйстве:

- повышение производительности труда и эффективности производства за счет экономии фонда заработной платы при росте реальной заработной платы работающих;
- интеллектуализация труда, обогащение его содержания, создание предпосылок для воспроизводства кадров и увеличения притока молодых людей в сельском хозяйстве [6].

Основной результат нашего исследования заключается в выводе о новом качественном состоянии инновационного процесса в сельскохозяйственной отрасли, состоящем в том, что сквозная роботизация производственных процессов исключила из инновационного процесса внутренние факторы предприятия.

Прежде при фрагментарной роботизации все зависело от следующих внутренних факторов:

- необходимость наличия квалифицированного персонала для согласования производственных процессов на роботизированных участках, механизированных и участках ручного труда;
- достаточное количество современных средств механизации и автоматизации;
- существенная зависимость применимости робототехнических систем для выполнения отдельных групп операций от внешних физических условий.

Изначально наше исследование заключалось в следующем тезисе: общество может быть экономически эффективным и прогрессивно эволюционирующим только при ориентированности на использование интеллектуального труда и развитости институтов использования его результатов [7].

Инновационные проекты, разрабатываемые учеными ФГБНУ «Федеральный научный центр» Кабардино-Балкарский научный центр Российской академии наук», могут изменить сельское хозяйство в корне.

Основными проектами являются:

1. Мультиагентный робототехнический комплекс для уборки плодоовощной продукции в защищенном грунте.
2. Разработка опытно-демонстрационного образца мультиагентного робота для сбора плодоовощной продукции в теплицах.

Представленные технологии решают существующие проблемы в организации сельского хозяйства:

1. Сложность организации ручного труда и издержки, связанные с человеческим фактором.
2. Низкий уровень производительности и эффективности при уборке урожая.
3. Повреждение плодов и посадок при традиционных видах уборки.
4. Ограничения в использовании ручного труда [8, 9].

ВЫВОДЫ

1. Ориентированность общества на приоритетное использование интеллектуального труда и применение его результатов является экономически выгодным и ведёт к прогрессу.
2. Прогнозируется снижение ценности сырья. В будущем ресурсы будут принадлежать тем, кто обладает нужными знаниями в сфере технологий для их освоения. А номинальные владельцы ресурсов могут быть отстранены от участия в экономических процессах.
3. Формируются задачи по управлению интеллектуальной собственностью и доходом в условиях радикальной смены производственных отношений.
4. Необходимо искать пути привлечения инвестиций в СКФО для создания новых масштабных проектов и предприятий в АПК с возможностью автоматизации и роботизации сельскохозяйственных процессов.
5. Цель автоматизации и роботизации сельскохозяйственных процессов должна состоять не в замене человека, а в выполнении таких задач, которые без внедрения робототехники были бы невозможны.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бойко А. Сельское хозяйство и роботы [Электронный ресурс]. <http://robotrends.ru/robopedia/selskoe-hozyaystvo-i-roboty>
2. Ананьев А.Н. Проблемы применения роботов в сельскохозяйственном производстве [Электронный ресурс]. http://www.cckrb.ru/news/Innovatsii-v-APK/Problemy-primeneniya-robotov-v-selskokhozyaystvennom-proizvodstve-/?sphrase_id=2302
3. Волчкевич Л.И. Автоматизация производственных процессов ГУП ППП "Типография "Наука" РАН. 2007. С. 24-27.
4. Анчиков М.И., Кильчукова А.Л., Шалова С.Х. Решение проблем автоматизации процесса сбора плодоовощной продукции // Инженерный вестник Дона. 2016. № 4 (43). С. 73.
5. Журнал «Вестник Северного Кавказа» / 2019 г. [Электронный ресурс] <http://www.severnnykavkaz.ru/ratings/building/#!/8892>
6. Шалова С.Х. Обзор и анализ исследований в области систем обволакивающего интеллекта // Инженерный вестник Дона. 2016. № 4 (43). С. 125.
7. Загазежеева О.З., Мамбетов А.Х. Инновационные технологии как фактор опережающего развития региона // Известия КБНЦ РАН. 2017. № 6 (80). Ч. 2. С. 97-101.
8. Скворцов Е.А. Кадровый аспект внедрения робототехники в сельском хозяйстве [Электронный ресурс]. docplayer.ru/37832721-Kadrovyy-aspekt-vnedreniya-r...skom-hozyaystve.html
9. Aseem Prakash. Agriculture Robots: Four Global Trends to Watch [Электронный ресурс]. Tractica. URL: <https://www.precisionfarmingdealer.com/articles/1966-agriculture-called-the-most-attractive-robotics-market-opportunity>

REFERENCES

1. Boyko A. *Sel'skoye khozyaystvo i roboty* [Agriculture and robots] [Electronic resource]. <http://robotrends.ru/robopedia/selskoe-hozyaystvo-i-roboty>
2. Ananyev A.N. *Problemy primeneniya robotov v sel'skokhozyaystvennom proizvodstve* [Problems of using robots in agricultural production] [Electronic resource]. http://www.cckrb.ru/news/Innovatsii-v-APK/Problemy-primeneniya-robotov-v-selskokhozyaystvennom-proizvodstve-/?sphrase_id=2302
3. Volchkevich L.I. *Avtomatizatsiya proizvodstvennykh protsessov* [Automation of production processes] / *GUP PPP "Tipografiya "Nauka" RAN* [GUP PPP "Printing house" Science "RAS"]. 2007. P. 24-27.

4. Anchekov M.I., Kilchukova A.L., Shalova S.Kh. *Resheniye problem avtomatizatsii protsessa sbora plodoovoshchnoy produktsii* [Solving problems of automation of the process of collecting fruits and vegetables] // Engineering Herald of the Don, 2016, No. 4 (43). P. 73.
5. The journal "Bulletin of the North Caucasus" / 2019.
6. Shalova S.Kh. *Obzor i analiz issledovaniy v oblasti sistem obvolakivayushchego intellekta* [Review and analysis of studies in the field of enveloping intellect systems] / Engineering Bulletin of the Don // 2016, No. 4 (43). P. 125.
7. Zagasezheva O.Z., Mambetov A.Kh. *Innovatsionnyye tekhnologii kak faktor operezhayushchego razvitiya regiona* [Innovative technologies as a factor of the leading development of the region] // Bulletin of the KBSC RAS. 2017. No. 6 (80). Part. 2. Pp. 97-101.
8. Skvortsov E.A. *Kadrovyy aspekt vnedreniya robototekhniki v sel'skom khozyaystve* [Personnel aspect of the introduction of robotics in agriculture] [Electronic resource]. docplayer.ru/37832721-Kadrovyy-aspekt-vnedreniya-r...skom-hozyaystve.html
9. Aseem Prakash. Agriculture Robots: Four Global Trends to Watch [Electronic resource]. Tractica. URL: <https://www.precisionfarmingdealer.com/articles/1966-agriculture-called-the-most-attractive-robotics-market-opportunity>

THEORETICAL ASPECTS OF THE INTRODUCTION OF ROBOTIZATION AND AUTOMATION IN THE AGRICULTURAL SECTOR OF THE REGION

M.I. KHADZHIEVA, S.Kh. SHALOVA, M.A. KANOKOVA

Federal state budgetary scientific establishment "Federal scientific center
"Kabardin-Balkar Scientific Center of the Russian Academy of Sciences"
360002, KBR, Nalchik, 2, Balkarov street
E-mail: cgrkbncran@bk.ru

The article actualizes the issue of increasing labor productivity in agricultural production through automation and the introduction of robotics. As a result of the study, it was found that farms of various types feel the need for automation of the harvesting process, which led to further areas of analysis. A review of the current state of the agricultural robot market is presented and its key players are identified. The tasks of agricultural robotization are posed and formulated. Automation of agricultural processes is a means of increasing the efficiency of production, as well as a means of adapting the enterprise to changes in the social, economic and environmental environment. The authors of the article also revealed negative aspects of the impact of the introduction of agricultural robotics, primarily related to the loss of large volumes of the working class from the production process.

Keywords: technological development, robotics, agricultural industry, solving applied problems, unmanned aerial vehicles, production efficiency.

Работа поступила 06.12.2019 г.