

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РОБОТИЗАЦИИ В АПК

Малашевич Д.Г

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь*

Ефремов А.А. – канд. экон. наук, доцент

В данной научной работе рассматриваются основные тренды роботизации в агропромышленном комплексе. Были выделены основные причины для активного развития робототехники в растениеводстве и животноводстве. Были обозначены тенденции совершенствования АПК с помощью роботизации. Определены основные направления развития роботизированных систем в АПК.

На сегодняшний день технологии робототехники широко применяются в различных сферах человеческой деятельности. Робототехнические комплексы используются на предприятиях для автоматизации производственного процесса, во время чрезвычайных происшествий для оперативной и безопасной помощи.

Применение робототехники связано с оптимизацией процесса — снижением издержек и сроков, а также с качественным улучшением результата. Например, применение роботов на автомобильных заводах сокращает производственный цикл, повышает качество продукции, устраняет фактор человеческой ошибки.

Использование робототехники в сельском хозяйстве в последние годы набирает популярность. Повышенный интерес к применению роботов для сельского хозяйства связан с несколькими факторами, среди которых повышение уровня доступности технологий, расширение областей применения роботов, а также технологический прорыв — развитие беспилотных технологий.

Мировой рынок роботов для сельского хозяйства вырос на 30% в 2018 году по сравнению с уровнем 2019 года. Было продано 477 единиц сельскохозяйственных роботов. Объем рынка составил 2,4 млн долл. По оценкам экспертов, в 2019 году объем мирового рынка сельскохозяйственных роботов увеличился вдвое по сравнению с уровнем 2018 года. Рост рынка в 2020–2022 гг. оценивается в 50% ежегодно.

Роботы для сельского хозяйства помогают прежде всего сокращать издержки, связанные с человеческим фактором. Для Республики Беларусь актуальность данной сферы применения робототехники обуславливается следующими причинами:

- нехватка рабочей силы: роботы могут заменять трактористов и комбайнеров, заниматься удобрением полей и сбором урожая;
- издержки в связи с недобросовестным выполнением работы: робот не пропустит рабочую смену и не украдет горючее или урожай;
- сложные условия работы: автопилот на комбайне или тракторе уже сегодня может освободить механизатора от вождения и позволить сконцентрироваться на контроле навесного оборудования;
- трудные погодные условия: робот может работать в условиях низкой видимости (туман), в холод и дождь [1].

В растениеводстве роботы используются, как правило, для выполнения таких операций, как посев семян, внесение удобрений, точное опрыскивание растений, контроль состояния посевов, борьба с сорняками, уборка урожая.

Борьба с сорняками — одна из наиболее распространенных задач, выполняемых сельскохозяйственными роботами [2]. При этом сорняки можно уничтожать физическими (выдергивание), химическими методами, лазерным и микроволновым излучением. Например, роботизированная платформа производства Deerpfield Robotics (Германия) уничтожает сорняки, вдавливая их в землю приводом. Робот для прополки HortiBot имеет аналогичный функционал, который с помощью специального алгоритма распознает 25 видов сорняков и уничтожает их опрыскиванием, лазером или пламенем.

Роботизированные комплексы могут быть продуктивными при уборке урожая, если требуется большое количество монотонных операций. В отличие от человека, робот не устает и может работать круглосуточно без перерыва. Одной из таких разработок является робот производства испанской компании Agrobot [3]. Робот способен самостоятельно передвигаться по посевным участкам и собирать хрупкие плоды клубники. Благодаря встроенным датчикам он способен определять степень спелости ягод. По словам разработчика, такой робот способен собрать клубнику с 800 акров за три дня.

Современные тенденции развития роботизированных систем для сбора урожая следующие: совершенствование искусственного интеллекта, распознающего необходимые для сбора плоды, и совершенствование манипуляторов роботов.

Интересная разработка — садовый робот, разработанный калифорнийским стартапом Farmbot. Он выполнен в виде подвижной рамы, на ней расположен ряд сменных насадок. Оператор с помощью приложения на компьютере или смартфоне может в интерактивном режиме выбрать, где и какие растения будут располагаться, все остальное робот сделает сам — посеет семена, поливает и удаляет сорняки. Устройство ориентировано на погоду, может собирать дождевую воду и питается от встроенной солнечной батареи.

При использовании солнечных батарей стоит отметить тенденцию их активного внедрения в сельскохозяйственных роботов с целью повышения их автономности и независимости от электроснабжения. Солнечные батареи установлены, например, на робота Божья коровка, разработанный в Австралии. Это позволяет пропалывать собирать урожай. В 2019 году товарная овощная ферма ACFR в Коуре использовались роботы, работающие на солнечной энергии и способные к различным видам мониторинга, оценки урожая и борьбы с сорняками путем опрыскивания [4].

Одной из тенденций развития полевых роботов является повышение их универсальности за счет создания мобильных платформ со сменными модулями, как, например, реализовано в роботе *BoniRob*. Уникальная конфигурация платформы позволяет роботу двигаться независимо, адаптируясь к различным конфигурациям поля. Многофункциональная платформа позволяет фермеру перемещать полезный груз массой до 150 кг и работать автономно до 24 часов. Производитель заявил о возможности смены модулей в этой платформе в зависимости от текущей задачи.

Среди российских разработок также можно выделить колесный беспилотный роботизированный тягач. *Agrobot* разработан компанией *Avroga Robotics*. Трактор может работать в автономном режиме за счет встроенного искусственного интеллекта и выполнять различные сельскохозяйственные операции. Управление трактором также может взять на себя оператор, находящийся поблизости или в диспетчерском пункте. Один оператор может одновременно управлять несколькими роботами-тракторами.

Беспилотные тракторы уже не являются чем-то новым [5]. Еще в 2017 году *CNH Industrial* представила беспилотный трактор без кабины водителя. Такой трактор оснащен датчиком GPS, радаром, видеокамерами, лазерным радаром и другими устройствами. На основе заранее запрограммированных операций трактор сам рассчитывает оптимальный путь движения с учетом размера поля, рельефа местности, расположения других машины в поле и другие факторы. Встроенные системы безопасности, включая датчики приближения, минимизируют риск столкновения трактора с другими объектами. Такой трактор управляется дистанционно через персональный или планшетный компьютер.

Рассматривая развитие цифровых систем в животноводстве, можно отметить тенденции развития технологий «точного животноводства» [6]. Такие технологии обеспечивают индивидуальный подход к каждому животному: идентификацию животных по специальным «умным» меткам и чипам, в том числе слежение за важными показателями животных – температурой тела, активностью, изменением веса, удоем и т.д. Для контроля состояния пастбищ и скота, сложные системы предлагаются с использованием дронов и специальных меток, прикрепленных к животным. Такие устройства передают сигналы от датчика GPS, акселерометра и термометра на дроны в режиме реального времени. Тем самым становится возможным контролировать каждое животное и вовремя реагировать на особые ситуации, например, нахождение животного вне территории пастбища, появление хищников и т. д. [7].

Активно ведутся разработки по автоматизации процессов доения, кормления и навозоудаления [8]. Например, голландская компания *Lely* разработала и выпустила целую линейку роботов в области животноводства. Доильный робот *Lely Astronaut* имеет бесшумную гибридную руку и инновационную систему обнаружения соска, эти элементы обеспечивают комфортные условия доения для коров. Робот *Lely Juno* может управляться мобильным устройством и на основе предварительно введенных данных автоматически перемещает подачу с заданной периодичностью и оптимально выравнивает ее. Очиститель навоза *Lely Discovery* не проталкивает навоз перед собой, как обычные роботы-уборщики, он удаляет навоз с помощью вакуума. Робот *Lely Luna*, оснащенный специальной вращающейся щеткой, улучшает здоровье коров, очищая их кожу и стимулируя кровообращение.

В настоящее время более тысячи ферм в Европе установили автоматизированные системы кормления животных с помощью роботов, что снижает себестоимость готовой продукции. Кормовые роботы, которые передвигаются по подвесным путям или по полу и аккуратно укладывают животным ровные полоски однокомпонентного корма или кормовой смеси, как, например, кормовоз *MixMeister 3000*.

Для улучшения самочувствия сельскохозяйственных животных также используются цифровые технологии, такие как виртуальная реальность (VR). На одной из подмосковных ферм испытали на коровах специальные очки виртуальной реальности, чтобы показать им летнее поле. В ходе исследования было установлено, что данная технология позволяет улучшить эмоциональное состояние животных и повысить их надои [8].

В последние годы происходит централизация вычислительных мощностей робототехнических и цифровых систем: данные с датчиков, расположенных в поле, на животных и сельскохозяйственных машинах отправляются на сервер, где они обрабатываются, анализируются и на телефон фермера отправляются рекомендации для принятия решения, а также корректирующие сигналы для роботизированных машин. [9] Эта система широко используется в так называемых «умных фермах». По мнению специалистов, использование умных ферм, где автоматизированы процессы кормления, доения и контроля за здоровьем животных, позволяет более рационально использовать кормовую базу и увеличить надои на 30-40% [10]. Важным фактором является поддержание микроклимата в животноводческом помещении с применением цифровых интеллектуальных систем мониторинга и управления микроклиматом [11].

Рассматривая публикационную активность в области сельскохозяйственной робототехники, можно отметить, что для полевых и фермерских роботов количество патентов превышает

количество научных статей. Согласно базе данных INNOGRAPHY, наиболее распространенными темами в области сельскохозяйственных роботов являются: роботы-манипуляторы и системы визуализации, а также разработка роботов для таких целей, как выращивание скота, сбор урожая, доение и скашивание травы [12].

Анализируя информацию о появлении новых роботизированных комплексов для агропромышленного комплекса за последние несколько лет, можно прийти к выводу об основных тенденциях их развития:

– в сфере растениеводства: повышение универсальности роботизированных агрегатов, повышение точности идентификация фруктов и растений при их переработке и сборе, повышение степени автономности агрегатов, в том числе с использованием солнечных батарей, и повышение скорости работы роботизированных систем;

– в области животноводства: разработка технологий «точного животноводства», автоматизация и цифровизация всех технологических операций, обеспечение комфортных условий для сельскохозяйственных животных.

Таким образом, роботизированные системы получают все большее распространение в агропромышленном комплексе. Их ценность действительно проявляется в условиях действия опасных и вредных для человека факторов - например, при химической обработке растений, в условиях монотонной работы (уборки урожая), а также в условиях тяжелых работ - погрузки, разгрузки и транспортировки тяжелых предметов. Следует отметить, что в ближайшем будущем роботы будут все больше внедряться в сельское хозяйство и повышать эффективность агропромышленного комплекса.

Список использованных источников:

1. Перспективные направления применения робототехники в бизнесе – Информационно-аналитическая система Росконгресс [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://roscongress.org/materials/perspektivnye-napravleniya-primeneniya-robototekhniki-v-biznese/>
2. Боуден О., Кулк Дж., Рассел Р. Робот для борьбы с сорняками [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/rob.21727>
3. Роботы для сельского хозяйства [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/132850/>
4. Робототехнические средства в растениеводстве [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2016/04/pdf/109.pdf>
5. АгроБот Беспилотный трактор [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.tadviser.ru/index.php/%D0%9F%D1%80%D0%BE%D0%B4%D1%83%D0%BA%D1%82:%D0%90%D0%B3%D1%80%D0%BE%D0%91%D0%BE%D1%82_%D0%91%D0%B5%D1%81%D0%BF%D0%B8%D0%BB%D0%BE%D1%82%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%BE%D1%80
6. Точное животноводство [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://livepcwiki.ru/wiki/Precision_livestock_farming
7. Lely-Центр Эко-Агро [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.lely.com/ru/centers/ecoagro/>
8. Цифровизация производства: зачем VR/AR технологии нужны промышленности? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://modulab.com/blog/industry>
9. Skolkovo community [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://old.sk.ru/net/p/media>
10. Пасти или не пасти? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.agroinvestor.ru/technologies/article/23202-pasti-ili-ne-pasti-kakoy-sposob-soderzhaniya-korov-vybrat/>
11. Создание микро-климата [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://micro-climat.by/material/microklimat>
12. Точное животноводство [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Промышленный_робот