**Робототехнические системы и устройства в сельскохозяйственном производстве**

С конца 80-х годов в аграрной сфере многих госу­дарств стала активно внедряться робототехника [1].

Крупнейшие игроки на рынке сельскохозяйствен­ной робототехники - DeLaval (Швеция), Fullwood (Великобритания), Lely (Нидерланды) и GEA FarmTechnologies (Германия). По данным исследо­вателей рынка робототехники, сельскохозяйственная робототехника занимает 39 % от всего рынка роботов Европы (рис. 1) [4].

Весьма высокими темпами развивается сельско­хозяйственная робототехника в Нидерландах, кото­рые вообще не относятся к лидерам рынка данной техники. Наиболее сильные позиции страна занимает именно в нише сельскохозяйственной робототехни­ки. Крупнейший голландский производитель робото­техники - компания Lely - является мировым лиде­ром в области роботизированных доильных систем.

В настоящее время самым распространенным робототехническим продуктом можно назвать доиль­ную робототехнику. В декабре 2002 года в мире на­считывалось 1754 доильных робота, а спустя 5 лет их стало 8190, в 2010 году - более 16 тысяч. При этом в Германии и Франции в 2010 году 30 % всего до­ильного оборудования составляли роботы, в Дании - 50 %, Нидерландах - 57 % [2]. По прогнозам экспер­тов, рынок доильной робототехники составит к 2018 году 28 600 роботов в год [3].

Объективная необходимость внедрения робото­техники в сельском хозяйстве вызвана:

— потребностью в создании рабочих мест в смежных отраслях. Дело в том, что робототехника способствует созданию рабочих мест в промышлен­ности, программировании, производстве электрон­ных компонентов и т. д.;

— необходимостью повышения производительно­сти труда в сельском хозяйстве. В случае правильно выбранных роботизированных систем производи­тельность труда по сравнению с ручным производ­ством возрастает в разы [6, 7];

— требованиями безопасности на вредных и опас­ных видах производства. Применение робототехники весьма эффективно на вредном производстве, оказы­вающем неблагоприятное воздействие на человека. В сельском хозяйстве это работа с пестицидами, ядохи­микатами, удобрениями или отходами жизнедеятель­ности в животноводстве. Необходимо учесть, что роботизация сельского хозяйства позволяет снизить профессиональную заболеваемость и травматизм на производстве, сократить затраты на лечение и меро­приятия по охране труда и технике безопасности;

— необходимостью повышения качества сельско­хозяйственной продукции. Человек склонен совер­шать ошибки и в силу субъективных факторов не всегда следует инструкциям, в отличие от робототех­ники, которая всегда следует заложенной програм­ме. Снижение роли человеческого фактора приводит к минимизации ошибок рабочих и сохранению по­стоянной повторяемости на всей производственной программе. Специалистами отмечается, что доиль­ная робототехника способствует повышению каче­ства производимого молока [8];

— необходимостью повышения содержательности труда в сельском хозяйстве. Труд в сельском хозяй­стве на основе традиционных технологий, как пра­вило, лишен творческого содержания и требует боль­ших физических усилий. Изменение состава трудо­вых ресурсов вследствие роста образовательного уровня и социальных ожиданий нового поколения кадров повышает требования к условиям и харак­теру труда. Сегодняшнюю молодежь не привлекает лишенный творческого подхода ручной труд в сель­ском хозяйстве, трансформацию претерпели сами представления о рабочем месте и содержании труда. Выход из указанного противоречия заключается в применении принципиально новых технических решений на основе робототехники, позволяющей освободить человека от однообразных физически тя­желых и лишенных интеллектуального содержания операций. Эти решения на основе робототехники в сельском хозяйстве позволяют повысить привлека­тельность отрасли для нового поколения кадров.

Следует заметить, что в западной Европе ос­новным фактором использования робототехники в сельском хозяйстве является снижение издержек на оплату труда. С экономической точки зрения чистая прибыль при роботизированном доении выше, чем в доильном зале.

Важное значение имеет определение робототех­ники в сельском хозяйстве, учитывающее специфи­ку отрасли. Считаем необходимым дать следующее определение: сельскохозяйственная робототехника - это совокупность автоматических программируемых устройств, выполняющих операции по производству сельскохозяйственной продукции или другие опера­ции с высокой точностью и повторяемостью авто­номно или посредством команд оператора.

Отдельно взятый робот - автоматическое устрой­ство, предназначенное для осуществления производ­ственных и других операций в сельском хозяйстве, которое действует по заранее заложенной программе и получает информацию о внешнем мире от датчиков, самостоятельно осуществляет производственные и иные операции, обычно выполняемые человеком. При этом робот может как иметь связь с оператором (полу­чать от него команды), так и действовать автономно.

Робототехника может быть использована и ис­пользуется практически в любой отрасли сельского хозяйства: в растениеводстве, животноводстве, пере­работке сырья, транспортировке, хранении и реали­зации продукции.

В связи с этим важное теоретическое и практиче­ское значение имеет классификация сельскохозяй­ственной робототехники.

По нашему мнению, сельскохозяйственную ро­бототехнику следует классифицировать, прежде все­го, по отраслям применения и видам выполняемых работ.

Так, сельскохозяйственную робототехнику можно классифицировать по отраслям:

— применяемая в животноводстве;

— применяемая в растениеводстве;

— применяемая во вспомогательных производ­ствах.

В свою очередь, робототехнику в животноводстве можно классифицировать по видам:

— доение животных (коров, коз и т. д.);

— уборка навоза;

— подравнивание кормов;

— раздача кормов;

— стрижка овец.

Робототехнику в растениеводстве также можно классифицировать по видам выполняемых работ:

— посев сельскохозяйственных культур; опрыскивание растений ядохимикатами и удобрениями;

— удаление, прополка сорняков;

— контроль всхожести посевов; кошение кормовых культур;

— сбор фруктов;

— уход за виноградниками и садовыми деревьями;

— транспортировка рассады в теплицах;

— полив растений в теплицах;

— механизированные работы по подготовке почвы, выполняемые беспилотным (автономным) трактором.

Робототехника, выполняющая работы во вспо­могательных производствах организаций сельского хозяйства, может быть классифицирована по следу­ющим видам работ:

— мониторинг сельскохозяйственных угодий;

— сортировка сельскохозяйственной продукции;

— упаковка сельскохозяйственной продукции.

Робототехнику в сельском хозяйстве можно клас­сифицировать по характеру перемещения:

— стационарная робототехника;

— мобильная робототехника;

— беспилотные летательные аппараты.

Робототехнику в сельском хозяйстве можно клас­сифицировать по типу управления:

— управляемая оператором;

— полуавтоматическая;

— автономная.

Данную робототехнику в сельском хозяй­стве можно также классифицировать по уровню специализации:

— специальная - для выполнения одной техно­логической операции или обслуживания конкретно­го технологического оборудования;

— специализированная - предназначены для выполнения технологических операций одного вида;

— универсальная - для выполнения различных основных и вспомогательных операций.

Так, система управления современными промыш­ленными роботами, основана на повторении запро­граммированных движений в фиксированных зонах, в то время сельскохозяйственная робототехника ис­пользует системы управления, функционирующие в условиях изменяющихся природно-климатических условий. При этом она:

— обеспечивает работу с живыми организмами - растениями, животными, оперирует с неотсортиро­ванными и неупорядоченными объектами (различ­ными сортами растений, кустарников, плодонося­щих деревьев и т. д.);

— использует инструменты и другое оборудова­ние, предназначенные для работы человека;

— обеспечивает перемещение робота в живот­новодческих помещениях или открытой местности,

— обеспечивают безопасность для работающих рядом людей и животных.

По нашему мнению, активизация внедрения робо­тотехники в сельском хозяйстве требует разработки и освоения ее производства в отечественных организа­циях. Вместе с тем имеется ряд проблем, связанных с созданием сельскохозяйственной робототехники российского производства. В настоящее время отече­ственный рынок сельскохозяйственной робототехни­ки является весьма емким по потреблению, однако по производству робототехники существенно отстает от мировых лидеров. На российском рынке отсутству­ют собственные разработки сельскохозяйственной робототехники, наблюдается доминирование миро­вых производителей, в основном европейских. В свя­зи с этим возрастает актуальность создания россий­ских образцов сельскохозяйственной робототехники с возможным участием партнеров других стран, в том числе Индии.

При этом следует учитывать, что создание сель­скохозяйственной робототехники сопряжено с рядом задач. Так, в области механики робототехники требуются:

— выбор рациональных кинематических схем, аналитических и численных методов исследования динамики роботов;

— оптимизация точностных характеристик;

— разработка методов гашения упругих колебаний;