

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ РОБОТОТЕХНИКИ ЗА РУБЕЖОМ

Е. А. СКВОРЦОВ,
старший преподаватель,
Е. Г. СКВОРЦОВА,
аспирант, Уральский государственный аграрный университет
(620075, г. Екатеринбург, ул. К. Либкнехта, д. 42)

Ключевые слова: сельскохозяйственная робототехника, тенденции развития робототехники, доильный робот.

За рубежом активно работают над «безлюдным» сельским хозяйством на основе применения роботов. Роботов для использования в сельском хозяйстве относят к категории сервисных роботов, они способны выполнять различные операции от обработки почвы до доения скота и т. д. Необходимо обобщить и использовать опыт передовых стран по сельскохозяйственной робототехнике. В США действует Национальная робототехническая программа, которая подразумевает выделение средств и определяет условия финансирования исследований в области сельскохозяйственной робототехники. Через Министерство сельского хозяйства США в 2013 г. выделило средства на пять долгосрочных проектов на сумму 4,5 млн дол., в 2014 г. на ту же сумму. К наиболее мощным робототехническим кластерам можно отнести Кластер Кремниевой долины, Питтсбургский кластер, Массачусетский кластер. В Массачусетском кластере работает 3,2 тыс. человек, 6 % от которых занимаются сельскохозяйственной робототехникой. В Германии и Франции еще в 2010 г. 30 % всего доильного оборудования составляли роботы, в Дании – 50 %, Нидерландах – 57 %. К крупнейшим производителям сельскохозяйственной робототехники относятся DeLaval (Швеция), Fullwood (Великобритания), Insentec (Голландия), Lely (Голландия), GEA Farm Technologies (Германия). Успехи европейской робототехники определяются государственной поддержкой и деятельностью отраслевых ассоциаций, однако есть и проблемы использования роботов. Препятствием развития сельскохозяйственной робототехники КНР является слабый уровень точного машиностроения, поэтому ярких примеров здесь нет. Южной Корее также присуще отставание в исследованиях и развитии аграрной робототехники. Перспективы японского рынка робототехники для сельского и лесного хозяйства, пищевой промышленности оцениваются в 121,2 млрд йен на 2020 г. (1,0 млрд йен в 2014 г.). В целом Европа является лидером в производстве сельскохозяйственных профессиональных сервисных роботов и занимает значимую долю на этом рынке, и России необходимо использовать этот опыт.

TRENDS OF DEVELOPMENT OF AGRICULTURAL ROBOTICS ABROAD

Е. А. SKVORTSOV,
senior lecturer,
Е. Г. SKVORTSOVA,
graduate student, Ural State Agrarian University
(42 K. Liebknehta Str., 620075, Ekaterinburg)

Keywords: agricultural robotics, trend of robotics development, milking robot.

Abroad there is an active work on a “deserted” agriculture based on the use of robots. Robots for use in agriculture were classified as service robots, they are able to perform a variety of operations from tillage to milking of cattle etc. It is necessary to generalize and use the experience of advanced countries on agricultural robotics. In the USA there is a national robotics program that involves the allocation of funds and defines the conditions for funding research in the area of agricultural robotics. Through the Ministry of agriculture of the United States in 2013 has allocated funds for five long-term projects worth 4.5 million dollars, in 2014 for the same amount. The most powerful robotic clusters include the Silicon valley Cluster, a cluster of Pittsburgh, the Massachusetts cluster. In Massachusetts the cluster is running 3.2 thousand people, 6 % of which engaged in agricultural robotics. In Germany and France in 2010 30 % of all milking equipment was robots, in Denmark – 50 %, the Netherlands – 57 %. The largest producers of agricultural robotics are DeLaval (Sweden), Fullwood (UK), Insentec (Netherlands), Lely (Netherlands), GEA Farm Technologies (Germany). The success of European robotics is determined by the state support and the activities of industry associations, however, there are problems of using robots. An obstacle for the development of agricultural robotics of China is the low level of precision engineering, so there are no striking examples here. South Korea is also characterized by a gap in the research and development of agricultural robotics. The prospects of the Japanese market of robotics for agriculture and forestry, the food industry is estimated at 121.2 billion yen in 2020 (1.0 billion yen in 2014). In general, Europe is a leader in the production of agricultural professional service robots and occupies a significant share in this market, and Russia needs to use this experience.

Положительная рецензия представлена П. В. Михайловским, доктором экономических наук, профессором кафедры экономики, организации и проектирования строительства Уральской государственной архитектурно-художественной академии.



Для прогнозирования тенденций развития сельского хозяйства широко используется технология «форсайт» – это карта достаточно вероятных событий, которые могут произойти в обозримом будущем и которые важно учитывать для принятия решений в настоящем [1]. Эффективное применение данного инструмента должно быть построено на анализе тенденций развития передовой науки и техники в России и за рубежом.

Передовые страны работают над переходом к «безлюдному» автоматизированному сельскому хозяйству на основе широкого применения мобильных и стационарных роботов. Как ожидается, это позволит добиться роста производительности, трудосбережения на фоне повышения рентабельности, что обеспечивает снижение себестоимости продукции. Роботы способны выполнять различные операции – обработку почвы, ее удобрение, посев, посадку, доение скота, стрижку шерсти, кормление и т. п.

Роботов в сельском хозяйстве относят к категории сервисных. В свою очередь, можно выделить такие подкатегории, как беспилотники, агророботы, доильные роботы и т. п. Сферы использования самые разные – как земледелие, особенно точное земледелие, так и животноводство.

Согласно новому отчету от Tractica, годовой объем поставок сельскохозяйственных роботов достигнет 992 тыс. во всем мире к 2024 г., по сравнению с 33 тыс. в 2015 г. Фирма прогнозирует, что в некоторых из крупнейших сегментов будут применяться беспилотные летательные аппараты (БПЛА) для сельскохозяйственных целей, роботы, беспилотные трактора [2].

Рассмотрим опыт развития исследований и применения сельскохозяйственной робототехники за рубежом в разрезе стран.

Объем продаж сельскохозяйственных роботов в США в 2013 г. составил 0,9 млрд дол. Большая часть этого количества пришлась на автоматизированные доильные системы. Также значительную часть представляли роботы для уборки помещений и автоматической подачи кормов.

В июне 2011 г. во время визита в Университет Карнеги-Меллон президент США Барак Обама объявил о создании Национальной робототехнической программы (National Robotics Initiative, NRI) как части более широкого комплекса мер по возрождению американской промышленности [3].

Программа NRI создана с целью повышения эффективности финансирования робототехники и охватывает государственные ведомства, заинтересованные в ее развитии. Она подразумевает выделение дополнительных средств и определяет условия финансирования фундаментальных и прикладных

исследований в области робототехники, в том числе сельскохозяйственной.

В рамках программы NRI четыре министерства в зависимости от выделенного бюджета каждый год будут направлять от 30 до 50 млн дол. США на фундаментальные и прикладные исследования по робототехнике. Средства могут быть предоставлены в форме грантов, кооперативных соглашений. Представители ведомств принимают активное участие в НИОКР с момента предоставления средств.

Данная программа направлена на исследование робототехники, используемой при производстве и для увеличения производства продуктов питания, а также переработки и распределения, приносящей пользу потребителям и фермерам. Ожидается, что проекты будут привлекать исследователей из научных кругов, промышленности, других заинтересованных сторон в целях проведения фундаментальных и прикладных исследований, обеспечивая подготовку следующего поколения ученых, инженеров и технологов.

Высокопроизводительные инновационные роботизированные технологии в области сельского хозяйства США включают следующие направления:

- автоматизированные системы для инспекции, сортировки, переработки или обработки животных или растительных продуктов (в том числе лесных товаров) в процессе уборки, обработки или распределения продукции;
- автоматизированные системы посадки, опрыскивания, культивации, полива, сбора урожая и посева зерновых (включая леса), чтобы уменьшить расходы труда, повысить эффективность или снизить расходы воды, удобрений и химикатов;
- сельскохозяйственная робототехника для осмотра, контроля, выращивания, сортировки и обработки цветов и растений в контролируемых условиях сооружения и питомника или для обработки (например, сортировки, вакцинации, дегельминтизации) сельскохозяйственных животных;
- мультимодальные систем быстрого зондирования для выявления дефектов, степени зрелости, физического повреждения, микробного загрязнения, определения размера, формы, других параметров качества растительных или животных продуктов (в том числе лесной продукции) или для мониторинга качества воздуха и воды.

Финансируемые проекты подразделяются по объему выделяемых средств на:

- 1) мелкие (длительность проектов от года до пяти лет);
- 2) крупные (длительность проектов от трех до пяти лет, обязательное условие – проекты должны быть мультидисциплинарными).



Приведем конкретные примеры проектов по сельскохозяйственной робототехнике, профинансированных за счет программ поддержки. Министерство сельского хозяйства США в 2013 г. выделило средства на пять долгосрочных проектов – в общей сумме 4,5 млн дол. Гранты были выданы:

1) Калифорнийскому университету в Дэвисе для разработки робота по сбору клубники (1,1 млн дол.);

2) Университету Центральной Флориды на разработку робота, способного отслеживать на ранней стадии заболевания у растений (1,2 млн дол.);

3) Университету Флориды на проект по созданию робота-сборщика цитрусовых (660 тыс. дол.);

4) Университету Небраски для разработки полуавтоматических летательных аппаратов, собирающих информацию и образцы воды (956 тыс. дол.);

5) Государственному университету Вашингтона для создания робота по сбору фруктовых плодов с деревьев (548 тыс. дол.) [4].

В 2014 г. Министерство сельского хозяйства США выделило средства на пять долгосрочных проектов также на сумму 4,5 млн дол. Гранты были выданы:

1) Технологическому Институту Джорджии (900,4 тыс. дол.): этот проект будет развивать роботизированные технологии, необходимые, чтобы самостоятельно собирать листья и образцы почвы, которые имеют решающее значение для осуществления комплексной борьбы с вредителями сельскохозяйственных культур;

2) Университету Иллинойса (532,6 тыс. дол.): основной целью данного проекта является построение надежной сельскохозяйственной базы для кооперативных сетей операторов и роботизированных мобильных платформ, которые обеспечивают гаранти-

рованную производительность в крайне изменчивой местности и почвенные условия поддержки и взаимозаменяемости инструментов, платформ и культур;

3) Университету Карнеги-Меллон (556,7 тыс. дол.): целью данной работы выступает разработка общего подхода для обнаружения и отслеживания рабочих мест в сельскохозяйственной среде, для которых необходимым условием безопасного и эффективного осуществления деятельности является применение робототехнической сельскохозяйственной техники;

4) Университету Штата Вашингтон (1,010 тыс. дол.): цель данного исследования – создание базовых технологий и интерфейса для среды «робот – человек» и среды «робот – природа», необходимых в построении интеллектуальных бин-систем управления, реализуемых в естественной среде на примере фруктовых садов [5].

Один из ключевых факторов успеха робототехники, в том числе аграрной робототехники, в США – формирование профильных кластеров вокруг наиболее сильных университетов. К наиболее мощным кластерам можно отнести Кластер Кремниевой долины, Питтсбургский кластер, Массачусетский кластер. Последний из перечисленных является наиболее сильным в Америке. По данным MassTLC, в нем работает более 3,2 тыс. человек; за период с 2005 по 2011 г. в робототехнические проекты было инвестировано более 200 млн дол. США, средний рост доходов с 2008 по 2011 г. составил 11 %. При этом на долю компаний, специализирующихся на робототехнике для сельского хозяйства, приходилось 6,1 % [6].

Развитие кластеров во многом обеспечено государственным финансированием в форме грантов и контрактов.

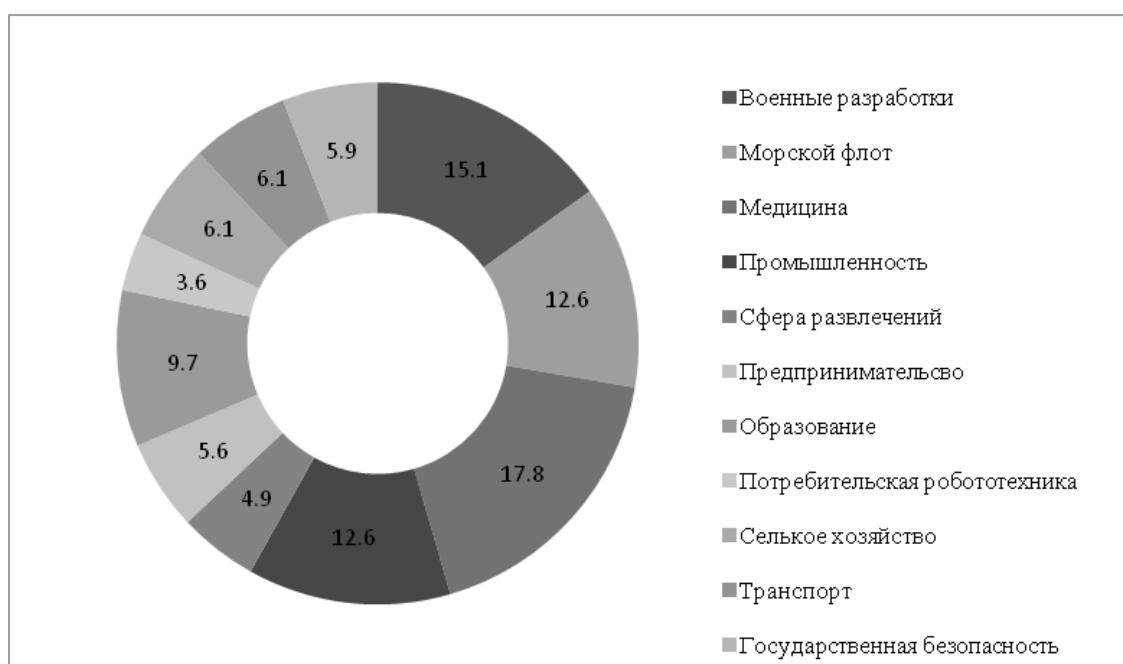


Рис. 1. Распределение компаний робототехнического кластера в Массачусетсе по отраслям, %

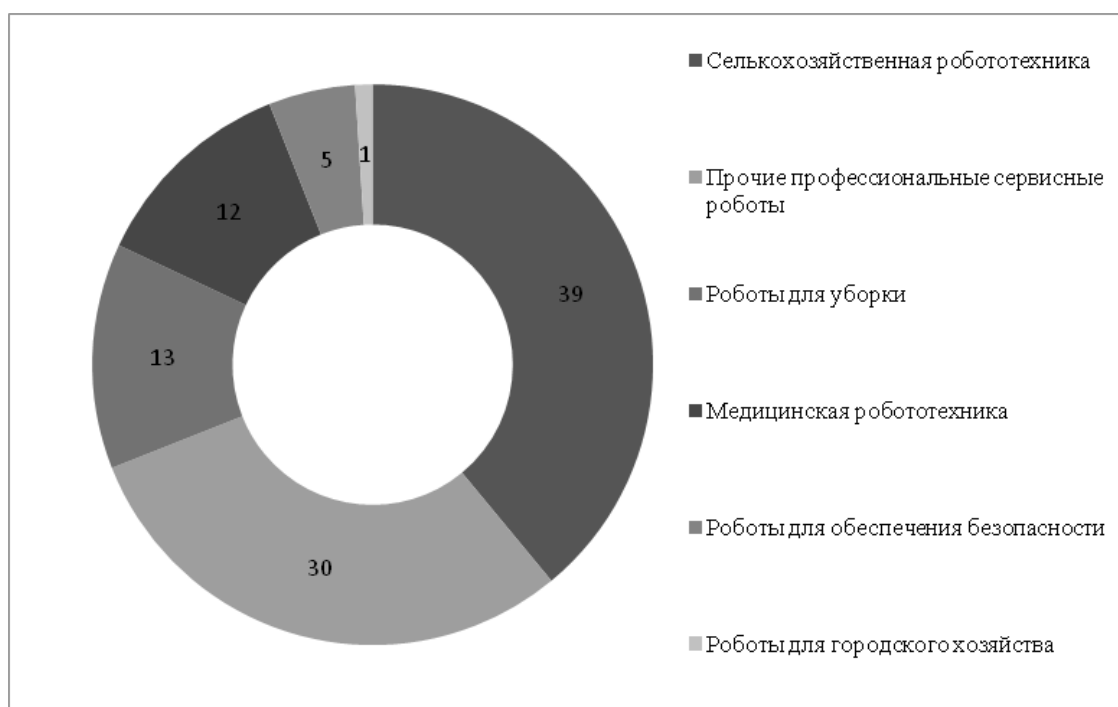


Рис. 2. Области применения профессиональных сервисных роботов в Европе

Сельскохозяйственные роботы широко распространены в Европе. Они преимущественно используются в растениеводстве (с функциями опрыскивания, прополки, сбора урожая) и в животноводстве (с функциями доения, кормления, стрижки животных). Наибольшее распространение получили доильные роботы. Не случайно за рубежом роботизированное доение получает все более широкое развитие. В декабре 2002 г. в мире насчитывалось 1754 доильных робота, а спустя 5 лет их было 8190, в 2010 г. – более 16 тыс. При этом в Германии и Франции в 2010 г. 30 % всего доильного оборудования составляли роботы, в Дании – 50 %, Нидерландах – 57 % [7].

Наиболее продвинутыми производителями робототехники для сельского хозяйства считаются DeLaval (Швеция), Fullwood (Великобритания), Insentec (Голландия), Lely (Голландия), GEA Farm Technologies (Германия). По данным исследователей рынка робототехники, по состоянию на 2011 г. сельскохозяйственная робототехника занимала 39 % от всего рынка роботов в Европе [8].

Ярким примером развития сельскохозяйственной робототехники являются Нидерланды, которые в отличие, например, от Германии, не относятся к лидерам рынка робототехники в целом. Наиболее сильные позиции страна занимает как раз в нише сельскохозяйственных роботов. Крупнейший голландский производитель роботов – компания Lely является мировым лидером в области автоматических доильных систем. Общая выручка голландских производителей роботов для доения в 2010 г. составила 390 млн дол. США – около 11 % мирового рынка профессиональной сервисной робототехники и 52 % сегмента сельскохозяйственных роботов.

С 2010 г. координация усилий по стимулированию робототехники в Нидерландах была поручена платформе RoboNED, в задачи которой входит проведение анализа и разработка рекомендаций по развитию отрасли [9].

В настоящее время системы автоматизации применяются с ограниченным уровнем автономности. Возможности дальнейшего развития робототехники в сельском хозяйстве связаны с анализом накопленных статистических данных, оптимизацией производственных сельскохозяйственных процессов, повышением эффективности использования ресурсов на основе полученных выводов (например, информация о количестве потребляемого животным корма за определенный период может быть использована для оптимизации количества числа кормлений и размера порции). Также робототехника будет развиваться в направлении повышения уровня автономности сельскохозяйственного оборудования.

Несмотря на огромные успехи по аграрной робототехнике, использование роботов в сельском хозяйстве в Европе имеет определенные сложности:

- отсутствие законодательной базы для функционирования автономных систем;
- возможность перекрестного заражения (зерна, сорняков, бактерий и т. д.) при использовании робототехники;
- сложность хранения, обслуживания и содержания автономных машин;
- отсутствие стандартов интерфейса машин для взаимодействия с человеком;
- обеспечение конфиденциальности данных о фермерских хозяйствах.

В ближайшей перспективе планируется развивать возможности робототехники в сельском хозяйстве в следующих направлениях:

- 1) повышение совместимости машин посредством стандартизации (например, стандарты ISOBUS как универсальный протокол для электронной связи между инструментами, тракторами и компьютерами);
- 2) переход к потоковому, непрерывному процессу (24 ч доения, восьмиразовое автоматизированное кормление);
- 3) улучшение взаимодействия автономных систем с целью повышения качества и эффективности работы;
- 4) развитие коммуникаций, обеспечивающих дистанционное управление;
- 5) повышение энергоэффективности за счет оптимизации использования машин;
- 6) разработка методик, позволяющих снизить применение антибиотиков и пестицидов.

Основными факторами развития европейской робототехники являются государственная поддержка, отраслевая координация и механизмы софинансирования. В Европе существенную роль в развитии робототехники имеют отраслевые ассоциации, активно участвующие в формировании промышленной политики на национальном и общеевропейском уровнях.

Робототехника в КНР была и во многом до сих пор остается промышленной. В 1970-е гг., в период становления рынка роботизированных манипуляторов, Китай не обладал технологиями для их производства, и перед экономикой страны стояли совсем другие задачи. В настоящее время в фокусе внимания правительства КНР находится промышленная робототехника, в которой нуждается растущая национальная промышленность. Основными препятствиями на создании робототехники для сельского хозяйства является отсутствие четкого сценария развития отрасли: некоторые институты работают над решением одних и тех же задач. Другим явным препятствием остается слабый уровень развития в КНР точного машиностроения. По причине зависимости от импорта комплектующих (прежде всего из Японии) китайские производители не способны создать образцы, а также предложить конкурентоспособные цены на сельскохозяйственную робототехнику.

Эксперты связывают большие надежды с развитием сервисной сельскохозяйственной робототехники Китая в будущем, но пока она находится на стадии разработки единичных экземпляров для государственных нужд.

В Корее робототехника входит в число десяти приоритетных направлений развития науки и техники. Правительством Южной Кореи поставлена амбициозная цель – выйти на лидирующие позиции в

мире в области робототехники к 2022 г. [10]. Для достижения этой глобальной цели KIRIA предполагает решить следующие задачи:

- 1) довести объем производства роботов в Южной Корее до 22 млрд дол. США;
- 2) создать 30 тыс. новых рабочих мест в этой отрасли;
- 3) увеличить экспорт робототехнической продукции на 30 %;
- 4) создать 7 региональных институтов, специализирующихся на робототехнике.

Вопреки грандиозным планам и явным успехам в области промышленной робототехники у Южной Кореи есть проблемы в этой отрасли, страна существенно отстает в исследованиях и развитии аграрной робототехники. Учитывая важность малых и средних компаний в сегменте сервисной робототехники, можно понять, почему, несмотря на 15 лет усилий правительства, это направление остается на уровне прототипов и редких коммерчески успешных продуктов.

Мировым лидером в развитии робототехники в целом остается Япония. Робототехника стала быстро распространяться в Японии с 1980-х гг., прежде всего в промышленном секторе. В частности, в автомобильных, электрических и электронных отраслях промышленности применение роботов оказало значительное влияние на повышение производительности труда.

Так же как и в России, в Японии отрасль сельского хозяйства, лесного хозяйства и рыбной промышленности испытывает дефицит трудовых ресурсов либо по причинам отказа трудиться в сложных условиях, либо потому, что занятость создается в основном работниками в престарелом возрасте. Существуют проблемы, связанные с количеством работников, готовых участвовать в труде, с тяжелыми отраслевыми условиями труда, поскольку работать необходимо на крутых склонах, под горячим палящим солнцем и с живыми организмами. Аналогичным образом в пищевой промышленности ручной труд предполагает непосредственное участие, это определяет высокую трудоемкость и дефицит рабочей силы в данной отрасли, что влечет серьезные проблемы в перспективе.

Именно поэтому в Японии актуально такое направление, как трудосбережение за счет применения робототехники. По оценкам Министерства экономики торговли и промышленности Японии, а также Организации развития новых энергетических и промышленных технологий (NEDO), потенциал и размер всего рынка робототехники оценивается в 2020 г. примерно в 2853 млрд йен (около 860 млрд йен 2014 г.), а для сельского и лесного хозяйства, пищевой промышленности – примерно 121,2 млрд йен (приблизительно 1,0 млрд. йен в 2014 г.) [11].



Таблица 1
Оценки и текущий размер отраслевого рынка робототехники в Японии, млрд йен

Сектора робототехники	2014 г.	2015 г.	2020 г.	2025 г.	2035 г.
Обрабатывающий сектор	660,0	1001,8	1256,4	1580,7	2729,4
Человекоподобные роботы	140,0	177,1	451,6	805,7	1555,5
Сельское хозяйство, лесное хозяйство и рыболовство	1,0	46,7	121,2	225,5	466,3
Другая сервисная робототехника (медицинские роботы и т. д.)	60,0	373,3	1024,1	2646,2	4956,8
Итого	860,0	1599,0	2853,3	5258,0	9708,0

Как видим по данным таблицы, робототехника, имеющая отношение к сельскому хозяйству, занимает в общем объеме рынка роботов незначительную долю и существенно уступает сервисной медицинской робототехнике и робототехнике в обрабатывающем секторе. Вообще, в Японии основной интерес сосредоточен на промышленных роботах, в том числе в автомобилестроении, человекоподобных роботах, роботах по уходу за больными людьми и роботах в сфере развлечений. Однако следует заметить, что в 2015 г. резко вырос интерес к аграрным роботам, и рынок увеличился в десятки раз. Ожидается, что к 2035 г. рынок вырастет более чем в 10 раз по отношению к сегодняшнему уровню и составит 466 млрд йен.

В области сельского хозяйства, лесного хозяйства, рыболовства и пищевой промышленности Япония сосредоточила усилия на значительном повышении производительности труда путем активного использования технологии на основе робототехники, чтобы механизировать и автоматизировать труд. В дополнение к устранению недостатков труда в сельском хозяйстве это позволит использовать технологии экономики энергии и улучшить качество продукции.

По оценкам экспертов усилия по созданию сельскохозяйственной робототехники будут способствовать удвоению доходов всей сельскохозяйственной промышленности в ближайшие десятилетия, как указано в Плане для генерации энергии для сельского хозяйства, лесного хозяйства и рыболовства, промышленности и местных общин. Экспертами в Японии установлены следующие индексы для оценки эффективности прогресса этих усилий:

- 1) разработка самоходных тракторов к 2020 г.;
- 2) введение по крайней мере 20 моделей новых роботов, которые будут способствовать энергосбережению, трудосбережению в области сельского хозяйства, лесного хозяйства и пищевой промышленности [11].

Следует отметить, что Япония, являясь лидером по промышленной робототехнике, активно разрабатывает человекоподобных роботов, сервисных медицинских роботов и собственно промышленных роботов, однако существенно отстает от лидеров отрасли по сельскохозяйственной робототехнике. Безусловно, имея существенный задел по точной механике и опыт конструирования роботов, Япония способна добиться значительных успехов этой сфере.

Выводы. Европа является лидером в производстве сельскохозяйственных профессиональных сервисных роботов и занимает значимую долю на рынке сельскохозяйственной робототехники. Однако угрозу ее положению представляет быстрое догоняющее развитие сельскохозяйственной робототехники в Японии, Южной Корее и Китае. Существенный задел в развитии сельскохозяйственной робототехники сделан в США на основе Национальной робототехнической инициативы (NRI), которая использует сочетание кластерного развития и широкую государственную поддержку фундаментальных исследований в этой сфере. Необходимо учесть зарубежный опыт развития сельскохозяйственной робототехники и создать комплексную программу развития российской сельскохозяйственной робототехники на базе отраслевой науки с привлечением ведущих университетов страны.

Литература

1. Донник И. М. Воронин Б. А. Направления развития аграрной экономики в современной России // Аграрный вестник Урала. 2015. № 11.
2. Economic and Demographic Trends are Driving Increased Interest in Farm Automation Technologies. URL : <https://www.tractica.com/newsroom/press-releases/agricultural-robot-shipments-to-reach-nearly-1-million-units-annually-by-2024>.
3. Report to the president ensuring American leadership in advanced manufacturing. URL : <https://www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/ostp/Advanced-manu.pdf>.
4. Grants Modernization 2013/ <http://nifa.usda.gov/grants-modernization>
5. USDA Robotics Research Grants to Improve Agriculture Production, Efficiency. URL : <http://nifa.usda.gov/press-release/usda-robotics-research-grants-improve-agriculture-production-efficiency>.
6. The Massachusetts robotics revolution: inspiring innovation, driving growth and competitiveness in leading industries. URL : http://c.mcdn.com/sites/www.masstlc.org/resource/_resmgr/annual_reports.masstlc_robotics_final_web.pdf.

7. Кормановский Л. П. Развитие роботизации доения коров // Вестник ВНИИМСХ. 2013. № 2.
8. Industrial and service robotics in Europe. August 2011. URL : <http://fr.slideshare.net/bizresonance/robotique-industrielle-et-de-service-europe-aout-2011-8839337>.
9. Голландская платформа робототехники для компаний, научных институтов и правительств. URL : <http://www.roboned.nl/en/home>.
10. Robotworld 2014. Korea. URL : <https://walterfarah.wordpress.com/2014/05/09/robotworld-2014-kintex-korea>.
11. Trends in the Market for the Robot Industry in 2012. Summary of Survey Results. URL : http://www.meti.go.jp/english/press/2013/pdf/0718_01.pdf.

References

1. Donnik I. M., Voronin B. A. Areas of development of agrarian economy in modern Russia // Agrarian Bulletin of the Urals. 2015. № 11.
2. Economic and Demographic Trends are Driving Increased Interest in Farm Automation Technologies . URL : <https://www.tractica.com/newsroom/press-releases/agricultural-robot-shipments-to-reach-nearly-1-million-units-annually-by-2024>.
3. Report to the president ensuring American leadership in advanced manufacturing / <https://www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/ostp/Advanced-manu.pdf>.
4. Grants Modernization 2013. URL : <http://nifa.usda.gov/grants-modernization>.
5. USDA Robotics Research Grants to Improve Agriculture Production, Efficiency. URL : <http://nifa.usda.gov/press-release/usda-robotics-research-grants-improve-agriculture-production-efficiency>.
6. The Massachusetts robotics revolution: inspiring innovation, driving growth and competitiveness in leading industries. URL : http://c.mcdn.com/sites/www.masstlc.org/resource/resmgr/annual_reports/masstlc_robotics_final_web.pdf.
7. Kormanovsky L. P. Development of robotics milking cows // Bulletin of VNIIMSKH. 2013. № 2.
8. Industrial and service robotics in Europe. August 2011. URL : <http://fr.slideshare.net/bizresonance/robotique-industrielle-et-de-service-europe-aout-2011-8839337>.
9. Dutch robotics platform for companies, research institutes and government. URL : <http://www.roboned.nl/en/home>.
10. Robotworld 2014. Korea. URL : <https://walterfarah.wordpress.com/2014/05/09/robotworld-2014-kintex-korea>.
11. Trends in the Market for the Robot Industry in 2012. Summary of Survey Results. URL : http://www.meti.go.jp/english/press/2013/pdf/0718_01.pdf.