

Для цитирования: Скворцов Е. А., Скворцова Е. Г., Санду И. С., Иовлев Г. А. Переход сельского хозяйства к цифровым, интеллектуальным и роботизированным технологиям // Экономика региона. — 2018. — Т. 14, вып. 3. — С. 1014-1028

doi 10.17059/2018-3-23

УДК 637.112

Е. А. Скворцов^{а)}, Е. Г. Скворцова^{а)}, И. С. Санду^{б)}, Г. А. Иовлев^{а)}

^{а)} Уральский государственный аграрный университет
(Екатеринбург, Российская Федерация; e-mail: 9089267986@mail.ru)

^{б)} Всероссийский научно-исследовательский институт экономики сельского хозяйства (Москва, Российская Федерация)

ПЕРЕХОД СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА К ЦИФРОВЫМ, ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫМ И РОБОТИЗИРОВАННЫМ ТЕХНОЛОГИЯМ¹

В настоящее время субъекты аграрного сектора переходят к цифровым, интеллектуальным и роботизированным технологиям, то есть к роботизации отрасли. Робототехника применяется в различных отраслях аграрного сектора экономики, наибольшее распространение получила доильная робототехника. В организациях сельского хозяйства РФ с 2006 г. по 2016 г. внедрено 393 единицы робототехники, при этом в Свердловской области на начало 2018 г. применяется 37 единиц данной техники. Предлагается для характеристики эффективности перехода к робототехнике использовать показатель «плотность роботизации сельского хозяйства». Данный показатель для России увеличился с 0,02 до 0,78 единиц, а для Свердловской области с 0,3 до 3,17 за рассматриваемые периоды. Однако снижение темпов и низкие значения плотности роботизации сельского хозяйства вызывают необходимость выработки соответствующих мер. В статье предложена модель организационно-экономического механизма перехода к робототехнике, включающего целевой, инвестиционный, технико-технологический и кадровый блоки. Исходной информацией исследования послужили данные министерств и ведомств, а также органов статистики о состоянии внедрения робототехники в организациях сельского хозяйства. Определены сценарии инерционного, точечного, системного развития отраслевой робототехники в зависимости от уровня государственной поддержки. Определен объем необходимых инвестиций роботизации организаций сельского хозяйства Свердловской области на уровне 472 млн руб. Сформулированы задачи, рекомендации и ожидаемый результат подготовки кадров, способных осваивать робототехнику в отрасли. Важнейшей мерой является снижение стоимости данной техники за счет ее отечественного производства. Результаты исследования могут быть использованы органами исполнительной власти при разработке программ инновационного развития сельского хозяйства и технической модернизации отрасли.

Ключевые слова: сельскохозяйственная робототехника, цифровые технологии, интеллектуальные технологии, робототехника, роботы, роботизация, доильная робототехника, плотность роботизации, организационно-экономический механизм, инвестиции, подготовка кадров

Введение

Организации сельского хозяйства функционируют в условиях острой нехватки квалифицированных кадров [1], низкой привлекательности труда в отрасли, снижения ожидаемой продолжительности жизни сельского населения и миграционного оттока жителей сельских территорий [2]. Так, численность населения сельских территорий с 2000 г. сократилась на 2,3 млн чел. и составила на 1 января 2014 г. 37,1 млн². Более того, предполагается сохра-

нение и даже усиление данных тенденций. Прогнозируется, что численность сельского населения моложе трудоспособного возраста к 2040 г. сократится на 4,5 %, а лиц трудоспособного возраста — на 15,7 % [3]. Обозначенные тенденции характерны для депрессивных областей северо-запада и центра европейской части страны, регионов Дальнего Востока с почти повсеместно сокращающимися сельским населением и сельскохозяйственным производством.

Данные обстоятельства вызывают необходимость применения трудосберегающих технологий [4], среди которых можно выделить цифровые, интеллектуальные и роботизированные технологии. В основном данные технологии представлены именно робототехникой,

¹ © Скворцов Е. А., Скворцова Е. Г., Санду И. С., Иовлев Г. А. Текст. 2018.

² Об утверждении стратегии развития сельских территорий Российской Федерации на период до 2030 года. Распоряжение Правительства РФ от 02.02.2015 № 151-р.

одна из важнейших функций которой — интеллектуальная. Интеллектуальная функция робототехники состоит в оперативном получении информации, данных о выполняемых процессах и производимой продукции для повышения эффективности принятия и реализации управленческих решений в сельскохозяйственном производстве.

Ведущие исследователи средств автоматизации Карл Осборн и Бенедикт Фрай, исследуя переход индустриальных стран к цифровой экономике, сформулировали свой подход к роботизации [5]. По их мнению, «роботизация представляет собой автоматизацию системы или задачи такого уровня, когда исчезает необходимость в труде человека, и труд человека заменяется на автоматизированную версию».

Считаем необходимым уточнить понятие «переход организаций сельского хозяйства к робототехнике» (или «роботизация сельского хозяйства»): это процесс определения целесообразности внедрения робототехники, поступления робототехники в организации сельского хозяйства, взаимной адаптации данной техники и системы производства, эксплуатации и определения ее эффективности [6].

С учетом особенностей сельскохозяйственного производства, роботизация сельского хозяйства обладает рядом существенных особенностей.

При внедрении робототехники в организации сельского хозяйства необходимо учитывать региональные особенности и специфику конкретных отраслей аграрного производства.

Региональные особенности роботизации могут быть связаны с особенностями развития региона. К данным особенностям следует отнести уровень и условия социально-экономического развития региона, уровень урбанизации, развитие инфраструктуры, демографические тенденции, конкурентоспособность аграрной сферы по привлечению рабочей силы в сравнении с другими отраслями и др.

Отраслевые особенности, вызывающие необходимость роботизации, могут быть связаны, по нашему мнению, с необходимостью выполнения монотонных повторяющихся процессов, наличием тяжелых, опасных и вредных для здоровья видов деятельности по созданию сельскохозяйственной продукции в аграрной сфере. Важным условием роботизации процессов в сельском хозяйстве является возможность составления определенных алгоритмов, которые лежат в основе функционирования робототехники.

В свою очередь, поступление робототехники в организации сельского хозяйства как составная часть роботизации отрасли подразумевает создание сети дилерских центров по поставке данной техники и ее сервисному обслуживанию. Для повышения эффективности роботизации необходима система государственной поддержки организаций сельского хозяйства по приобретению данной техники, с учетом приоритетности внедрения цифровых интеллектуальных и роботизированных технологий.

Адаптация системы производства как составная часть процесса роботизации сельского хозяйства должна исходить, прежде всего, из необходимости минимизации издержек на этот этап. Так, необходимо учитывать снижение затрат на переоборудование помещений, в которых планируется разместить робототехнику. Другим условием выступает подготовка продуктивного поголовья скота и возделываемых растений, которые по различным параметрам должны соответствовать внедряемым цифровым, интеллектуальным и роботизированным технологиям.

Робототехника может использоваться в животноводстве для доения животных, уборки навоза, стрижки овец и т. д. [7, 8], в растениеводстве для посева сельскохозяйственных культур, опрыскивания растений ядохимикатами и удобрениями, прополки сорняков, контроля всхожести посевов и т. д., во вспомогательном производстве для мониторинга сельскохозяйственных угодий, сортировки и упаковки продукции и др. [6]. В настоящее время самым распространенным робототехническим продуктом можно назвать доильную робототехнику.

Объективная необходимость и цели перехода сельского хозяйства на робототехнику

Переход организаций сельского хозяйства на цифровые, интеллектуальные системы и робототехнику вызван необходимостью ряда его изменений:

— повышение производительности труда в организациях сельского хозяйства [9]. В случае правильно выбранных роботизированных систем производительность труда по сравнению с ручным производством возрастает в разы или на порядок [10, 11];

— повышение безопасности и улучшения условий труда в организациях сельского хозяйства. Применение робототехники весьма эффективно на вредном производстве, оказывающем неблагоприятное воздействие на человека. В сельском хозяйстве это работа с пе-

стицидами, ядохимикатами, удобрениями или отходами жизнедеятельности животных и птицы. 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;

— повышение качества сельскохозяйственной продукции [12, 13]. Человек склонен совершать ошибки и не всегда, в силу субъективных факторов, 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, к примеру, доильная робототехника способствует повышению качества производимого молока [14, 15], сохранению здоровья высокопродуктивного скота [16];

— создание дополнительных рабочих мест в смежных с сельским хозяйством отраслях. Внедрение и использование робототехники требуют создания дополнительных рабочих мест в промышленности при производстве данной техники и электронных компонентов для нее, при создании программного обеспечения и основных узлов данной техники;

— повышение 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 кадров нового поколения повышает требования к условиям и характеру труда. Дело в том, что сегодня людей 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.

«Применение робототехники является папачей и с точки зрения увеличения производительности, эффективности производства,

и с точки зрения решения кадровых проблем отрасли. Необходима комплексная работа по созданию и оценке предпосылок и необходимости внедрения робототехники, которая может включать решение вопросов экономической, зоотехнической, агрономической и т. п. целесообразности и возможности применения в сельском хозяйстве инновационной техники на основе робототехники. Такая работа ведется за рубежом. Решение данного комплекса вопросов невозможно без привлечения отраслевой науки, в том числе аграрных вузов, НИИ, техникумов и т. д. Однако без инновационной робототехники, квалифицированных кадров трудно представить рост производства сельскохозяйственной продукции и увеличение конкурентоспособности отечественного сельского хозяйства в целом» [17].

Переход организаций сельского хозяйства к цифровым, интеллектуальным технологиям и робототехнике должен иметь определенную целевую направленность. При этом можно преследовать следующие цели:

— более экономичное потребление ресурсов, в том числе воды и электроэнергии, по сравнению с традиционными технологиями;

— снижение вредного экологического воздействия и уплотнения почвы по сравнению с традиционными технологиями за счет оптимальных размеров, веса робототехники и точечной обработки посевов;

— снижение потребности в кадрах и экономия затрат на оплату труда;

— снижение ущерба, связанного с неблагоприятным воздействием человеческого фактора на процесс и результаты производства, в том числе несоблюдение технологии производства, хищения, целенаправленное и случайное рисковое поведение;

— снижение затрат на охрану труда и технику безопасности, профилактику профессиональных заболеваний;

— оперативное получение объективной информации для принятия максимально обоснованных управленческих решений;

— экономное расходование семян, удобрений, химикатов за счет использования технологий точного земледелия;

— повышение качества продукции за счет использования современных технологий его контроля.

Таким образом, деятельность по переходу организаций сельского хозяйства к робототехнике должна иметь приоритетное значение, поскольку существуют объективные предпосылки применения данной техники и су-

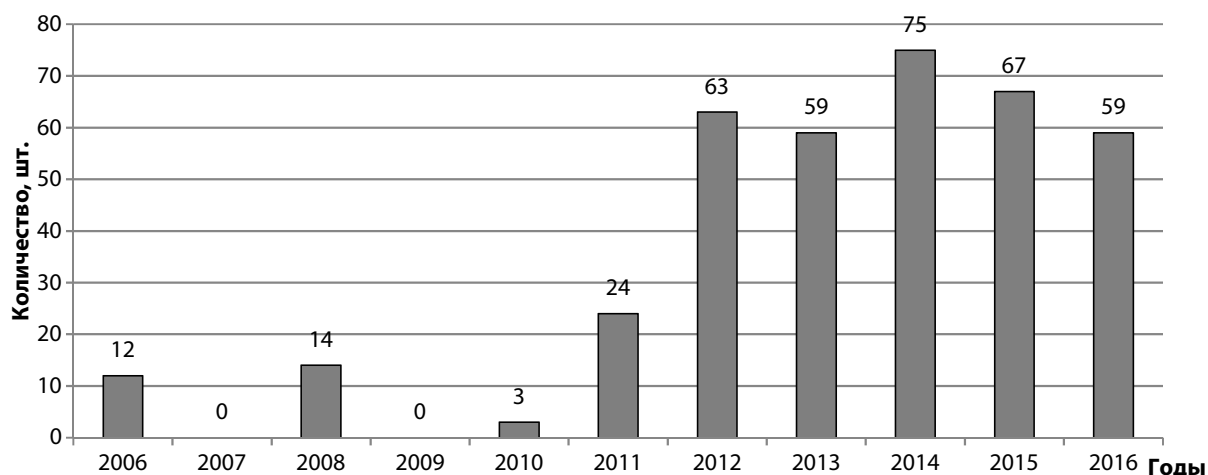


Рис. 1. Динамика внедрения робототехники в организациях сельского хозяйства Российской Федерации

ществленные преимущества использования по сравнению с традиционной технологией.

Динамика внедрения робототехники и плотность роботизации

По состоянию на апрель 2017 г. робототехника используется в 28 регионах страны в 103 организациях сельского хозяйства, в основном молочно-продуктовой направленности (рис. 1).

Приведенные данные показывают, что в организациях сельского хозяйства РФ с 2006 г. по 2016 г. внедрено 393 единицы робототехники. Наиболее активно работы по ее внедрению осуществлялись в 2015 г., однако затем темпы внедрения несколько снизились. Так, в 2016 г. количество внедренных единицы робототехники по сравнению с 2014 и 2015 гг. составило 88,6 и 72,2 % соответственно. Это объясняется тем, что вся используемая в РФ робототехника — импортного производства, и в связи с изменением курса валют и ростом стоимости данной техники она стала труднодоступной для многих организаций сельского хозяйства.

По данным Министерства АПК и продовольствия Свердловской области, по состоянию на 1 января 2018 г. установлены и используются 37 доильных робота и один робот — подравниватель кормов. Данные о сельскохозяйственной робототехнике, применяемой в Свердловской области, по маркам представлены в рисунке 2.

Важным показателем, характеризующим внедрение робототехники в производство, является плотность роботизации. В основном данный показатель рассчитывается для экономики в целом.

Считаем целесообразным использовать показатель «плотность роботизации сельского хозяйства» для характеристики эффективности процесса роботизации отрасли. Плотность

роботизации сельского хозяйства (Π_p) можно рассчитать как отношение численности используемых единиц робототехники в сельском хозяйстве к численности работников, занятых в сельскохозяйственном производстве:

$$\Pi_p = \frac{K_p}{\text{Ч}_{\text{рм}}}, \quad (1)$$

где K_p — количество единиц робототехники, применяемых в сельском хозяйстве, шт.; $\text{Ч}_{\text{рм}}$ — численности работников, занятых в сельскохозяйственном производстве [6].

Данный показатель целесообразно использовать в расчете на 10000 работающих, занятых в сельском хозяйстве. Можно определять плотность роботизации сельского хозяйства в разрезе регионов, использующих робототехнику в аграрном секторе.

Определение плотности роботизации позволит производить количественную оценку перехода на цифровые, интеллектуальные и роботизированные технологии.

Можно привести данные плотности роботизации сельского хозяйства России и Свердловской области (рис. 3).

График на рисунке демонстрирует, что плотность роботизации сельского хозяйства России за последние 10 лет увеличилась с 0,02 до 0,78 единиц робототехники на 10000 работающих. В Свердловской области данный показатель увеличился с 0,3 до 3,17, при этом наибольшие темпы прироста показателя наблюдаются в 2014 г.

Следует заметить средняя плотность роботизации в мире составляет 74 роботов на 10000 работников в целом по экономике (рис. 4)¹.

¹ Плотность роботов растет во всем мире [Электронный ресурс]. URL: <https://ifr.org/ifr-press-releases/news/robot-density-rises-globally> (дата обращения 1.03.2018).

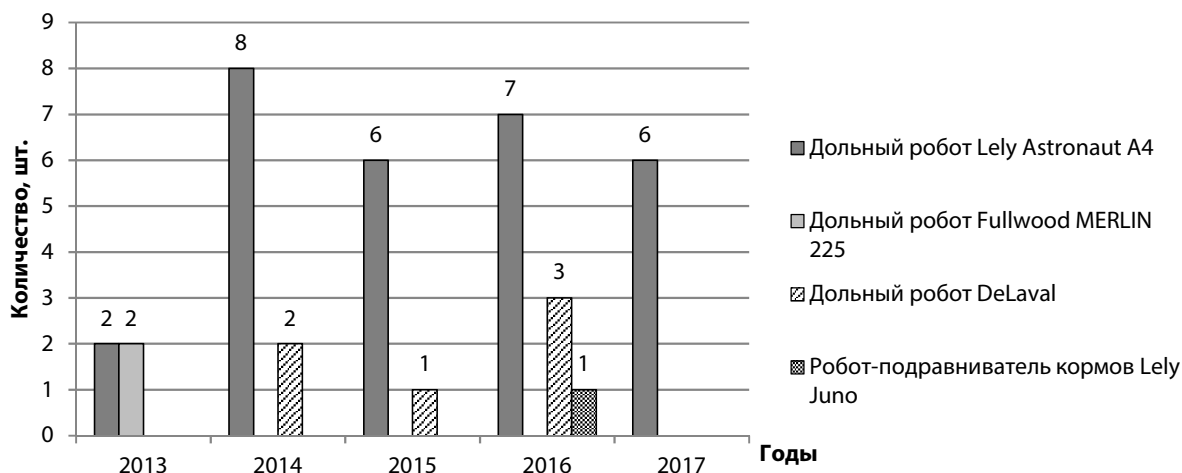


Рис. 2. Марки и назначение робототехники, применяемой в Свердловской области, на 1 января 2018 г.

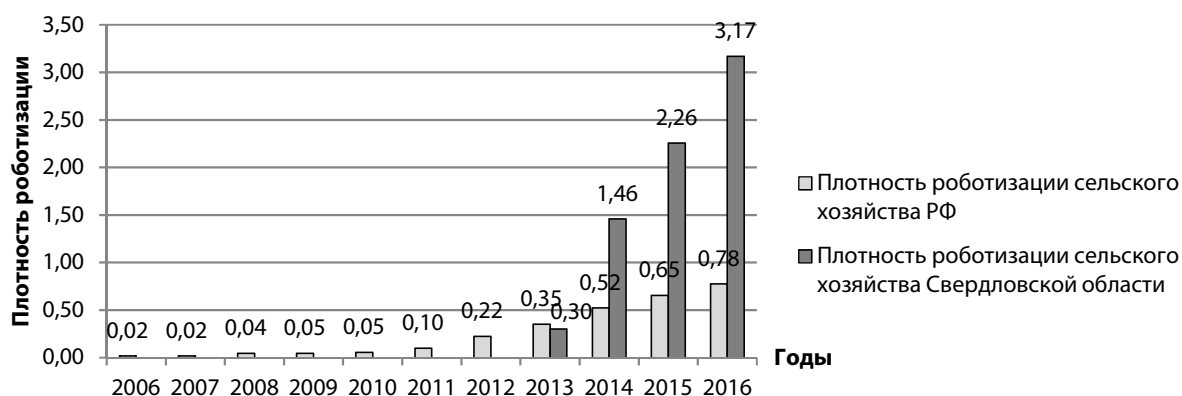


Рис. 3. Плотность роботизации сельского хозяйства России и Свердловской области

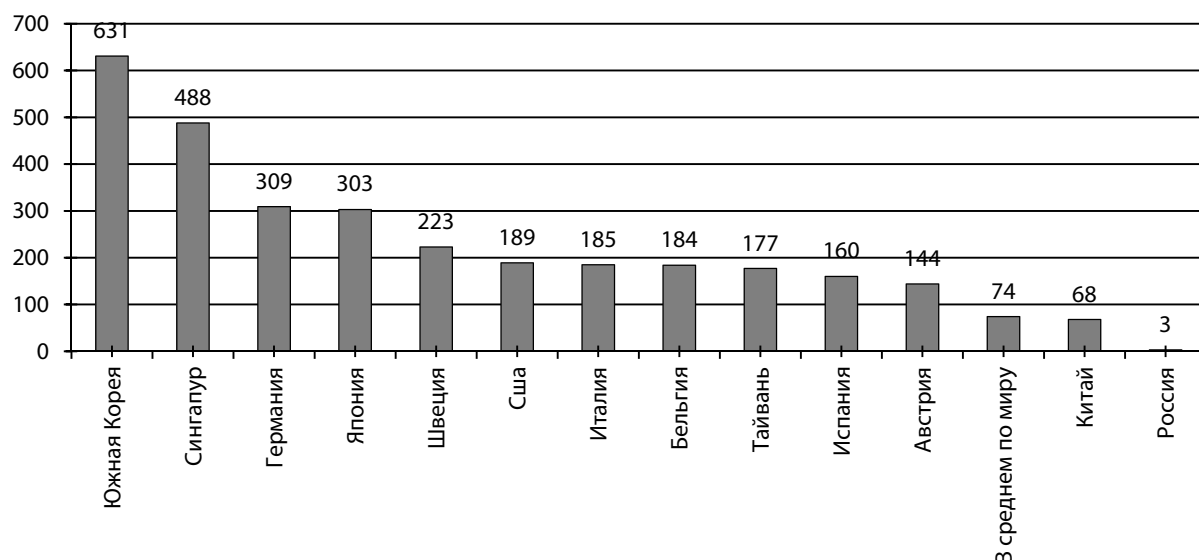


Рис. 4. Плотность роботизации в различных странах и мире в 2017 г.

По данным Международной организации робототехники (IFR), по показателю плотности роботизации отечественное сельское хозяйство и экономика страны в целом существенно отстают не только от ведущих стран, но и от среднемировых значений.

Низкие темпы перехода организаций сельского хозяйства на робототехнику объясняются тем, что данный процесс осуществляется бессистемно и имеются следующие проблемы:

1. Не решается задача создания робототехники отечественного производства с учетом российских условий в соответствии с за-

просами организаций сельского хозяйства. Вся применяемая робототехника зарубежного производства.

2. Отсутствуют научно обоснованные рекомендации по внедрению и использованию интеллектуальных, цифровых и роботизированных технологий в организациях сельского хозяйства.

3. Недостаточно изучены эффективность внедрения и использования робототехнических технологий [18]. Более того, некоторые отечественные и зарубежные исследования показали, что с чисто экономической точки зрения использование доильной робототехники не является целесообразным по причине высокой капиталоемкости [19, 20].

4. Не разработаны учебные программы и перечень компетенций по подготовке специалистов, способных осваивать и использовать робототехнику. Дело в том, что использование данной техники требует от обслуживающих ее кадров новых компетенций: от инженеров — умения эксплуатировать, производить сервисное обслуживание и ремонт робототехники, от экономистов — умения определять целесообразность и рассчитывать экономическую эффективность внедрения робототехники, от зооинженеров — умения взаимодействовать с робототехникой для решения вопросов зоотехнического учета, от ветеринаров — умения использовать данные, полученные робототехникой, для принятия решений о лечении животных. В настоящее время обучение кадров основным навыкам использования робототехники осуществляется, в основном, ее поставщиками.

5. Отсутствует комплексная научно обоснованная оценка влияния применения робототехники на развитие сельских территорий, в частности на характер и тяжесть сельскохозяйственного труда, на уровень заболеваемости и производственного травматизма работников, на качество трудовой деятельности, уровень занятости населения сельских территорий.

Это настоятельно требует разработки и реализации целостного эффективно функционирующего организационно-экономического механизма перехода сельского хозяйства на цифровые, интеллектуальные технологии и робототехнику [21].

Организационно-экономический механизм перехода сельского хозяйства на робототехнику

Переход аграрного сектора экономики на робототехнику способствует преодолению одного из серьезных противоречий современ-

ного производства между растущей специализацией трудовых операций (к примеру, доения) как условием повышения производительности труда, с одной стороны, и необходимостью усиления содержательности и творческого характера труда, с другой стороны. Таким образом, переход сельскохозяйственного производства на робототехнику создает предпосылки для преодоления различий между умственным и физическим трудом в сфере материального производства [22]. В результате внедрения робототехники произойдет исчезновение нетворческого физического труда как особого рода профессиональной деятельности, повысится привлекательность сельского хозяйства для молодежи [23, 24]. Однако некоторые исследователи [25, 26], высказывают мнение, что внедрение цифровых технологий и робототехники может привести к фундаментальной перестройке рынка труда и, в конечном итоге, к полной перестройке экономической системы и общественного договора, что требует дальнейшего исследования.

В последнее время усиливается интерес со стороны государства к развитию передовых технологий. Принята стратегия научно-технологического развития Российской Федерации до 2030 г.¹, одним из приоритетов которой является переход в ближайшие 10–15 лет к цифровым интеллектуальным производственным технологиям, роботизированным системам. Реализация данной стратегии позволит создать соответствующие условия и инфраструктуру, подготовить кадры для достижения лидерства по избранным направлениям научно-технологического развития и построить целостную национальную инновационную систему. В целях реализации данной стратегии разработан и принят план мероприятий, включающий механизм и ожидаемые результаты в данной области развития², принята соответствующая отраслевая программа развития³.

¹ О стратегии научно-технического развития российской Федерации до 2030 года. Указ Президента РФ от 1 дек. 2016 г. № 642 [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/420384257> (дата обращения 1.03.2018).

² План мероприятий по реализации Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации. Расп. Правительства Российской Федерации от 24 июня 2017 г. № 1325-п [Электронный ресурс]. URL: <http://static.government.ru/media/files/g5OvkCKBOKLEhAXjN94ogSBEI V39ObPA.pdf> (дата обращения 1.03.2018).

³ Об утверждении Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017–2025 годы. Постановление Правительства Российской Федерации от 25 авг. 2017 г. № 996 [Электронный ресурс]. URL: <http://>

Вместе с тем роботизация сельского хозяйства затрудняется из-за отсутствия теоретических разработок по данной проблеме, недостаточной изученности целесообразности внедрения и эффективности использования робототехники по сравнению с традиционными технологиями ведения сельского хозяйства, отсутствия методических рекомендаций по внедрению данной техники, а также системной подготовки кадров, способных осваивать робототехнику в сельском хозяйстве.

Существуют отдельные модели, определяющие организационно-экономический механизм применительно к инновационному развитию сельского хозяйства. Так, в одном из источников данный механизм определяют как совокупность взаимосвязанных форм и методов осуществления инновационной деятельности [27]. В другом источнике — это совокупность взаимосвязанных и взаимозависимых элементов различной функциональной направленности [28]. По мнению К.В. Некрасова [29], организационно-экономический механизм следует рассматривать как форму взаимодействия участников определенного процесса, использующую соответствующие функции и методы хозяйствования, обладающие системными свойствами (в том числе целевой направленностью) и связями с субъектами внешней среды, призванную обеспечивать данную деятельность организаций, привлекая для этого необходимые ресурсы.

Однако в данных моделях не уделяется достаточного внимания переходу сельского хозяйства к цифровым интеллектуальным производственным технологиям, роботизированным системам, хотя данные технологии применяются в практике бизнеса. Отсутствуют цели и задачи, связанные с планами по развитию и внедрению робототехники отечественного производства в сельское хозяйство, не указаны возможные сценарии роботизации отрасли. В этих условиях считаем необходимым предложить авторскую модель данного механизма.

Организационно-экономический механизм перехода сельского хозяйства на робототехнику целесообразно делить на блоки, каждый из которых должен выполнять определенные функции (рис. 5).

Организационно-экономический механизм перехода сельского хозяйства на цифровые технологии и робототехнику следует рассматривать как определенную совокупность эле-

ментов, обладающих системными свойствами, важнейшим из которых является целевая направленность. Этот механизм позволит минимизировать указанные проблемы, использовать действенные инструменты перехода аграрного сектора к цифровым и роботизированным системам, обеспечить устойчивые темпы развития и модернизации аграрного производства. По существу, речь идет об институциональной перестройке экономики аграрного сектора с постепенным переходом от традиционных систем ведения сельскохозяйственного производства к принципиально новым системам. Это, в свою очередь, вызовет значительные изменения в социальных, экономических и финансовых подсистемах аграрного сектора.

Так, целевой блок предназначен для определения целевой направленности внедрения робототехники в организациях сельского хозяйства. Целевая направленность внедрения робототехники в организации сельского хозяйства — это направленность на устойчивое производство и рост качества сельскохозяйственной продукции в условиях снижения обеспеченности трудовыми ресурсами и увеличения влияния человеческого фактора на результаты производства.

Следует заметить, что в рамках целевого блока можно выделить три возможных сценария развития отечественной сельскохозяйственной робототехники, реализация которых неразрывно связана с государственной поддержкой данной деятельности:

— инерционный сценарий: сохранение позиции государства в данной сфере, при которой сельскохозяйственная робототехника не входит в число приоритетов государственной поддержки. Сохранение такого подхода существенно снизит шансы на достижение российскими разработчиками успехов на отечественном и зарубежном рынках. Сельскохозяйственная робототехника в рамках данного сценария в условиях ограниченного внутреннего спроса и имеющегося недофинансирования исследований будет представлена единичными проектами создания роботов для сельского хозяйства;

— сценарий точечной поддержки: концентрация усилий на создании отечественной робототехники по указанным направлениям, прежде всего доильной робототехники и универсальной роботизированной платформы для ее последующего использования в растениеводстве и животноводстве;

— сценарий системной поддержки: качественные позитивные изменения в создании и

static.government.ru/media/files/EIQtiyxIORGXoTK7A9i497tyyLAmnIrs.pdf (дата обращения 1.03.2018).

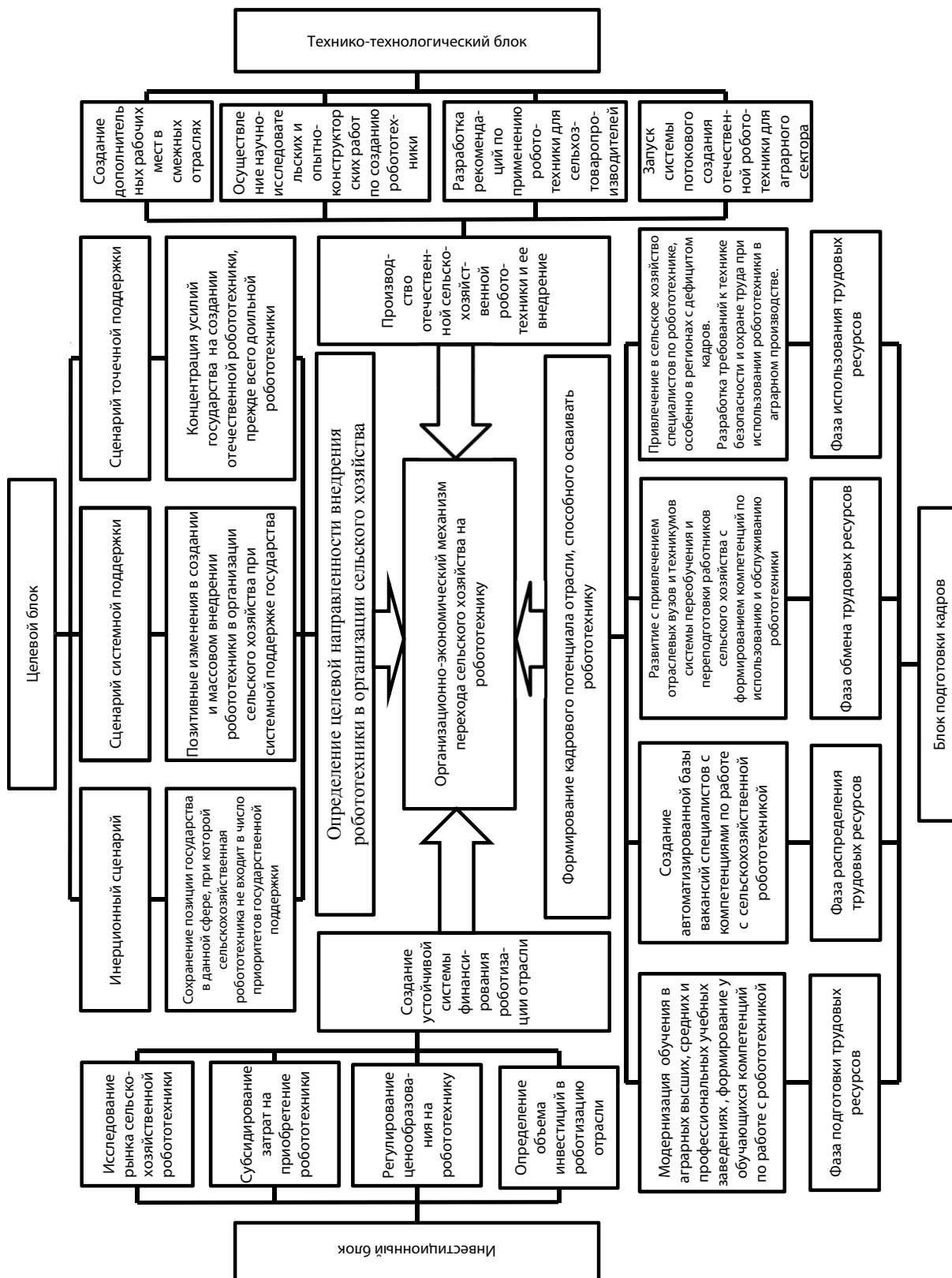


Рис. 5. Организационно-экономический механизм перехода сельского хозяйства на робототехнику

Оценка потребности в инвестициях организаций сельского хозяйства Свердловской области, осуществляющих переход на робототехнику

Выполняемый процесс	Общее поголовье коров, гол	Поголовье на робототехнике в 2016 году, гол	Потребность в робототехнике, шт.	Объем необходимых инвестиций, тыс. руб.
Доеение коров	4255	1067	51	459000
Подравнивание кормов	4255	400	10	13000

массовом внедрении робототехники в организации сельского хозяйства при системной поддержке государства: формирование стратегии развития сельскохозяйственной робототехники, содержащей цели и механизмы ее реализации, учет внешних и внутренних факторов внедрения робототехники, соблюдение принципов ее использования в сельском хозяйстве, государственную поддержку создания сельскохозяйственной робототехники с привлечением отраслевой аграрной науки.

Для реализации этих задач могут применяться следующие инструменты:

— расширение программ прикладных исследований в области робототехники с привлечением отраслевой аграрной науки. Как показывает опыт развития сельскохозяйственной робототехники за рубежом, ведущую роль в этой области играет государственное стимулирование НИОКР. В передовых в этом отношении странах — США, Европе, Японии и Китае — существуют специальные программы по развитию сельскохозяйственной робототехники. Соответственно, для достижения поставленных задач отечественным разработчикам потребуется значительное расширение исследовательских программ в области робототехники с привлечением отраслевой науки, что может быть реализовано через специальные программы Минсельхоза РФ или Минпромторга РФ;

— формирование инженерного потенциала, способного осваивать и создавать робототехнику для сельского хозяйства, с привлечением отраслевых вузов и расширением программ обучения в них с компетенциями по использованию и созданию робототехники;

— организация взаимодействия, кооперации представителей отрасли сельского хозяйства в рамках профессиональных ассоциаций и экспертных мероприятий;

— поддержка отечественных производителей сельскохозяйственной робототехники через систему государственного заказа.

Технико-технологический блок включает выявление потребностей организаций сельского хозяйства в робототехнике, подбор робототехники, максимально соответствующей по

мощности требованиям конкретного производства, разработку для них рекомендаций по применению робототехники, научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по созданию робототехники и цифровых технологий для отрасли.

Российские исследователи отмечают, что основное отличие роботов, применяемых в сельском хозяйстве, от промышленных в том, что им приходится работать не с неодушевленными предметами, а с живыми организмами. Поэтому сельскохозяйственные роботы должны оснащаться логическими устройствами более высокого уровня — искусственными органами чувств, быть более подвижными, обладать рядом других преимуществ по сравнению с ограниченными промышленными роботами [30].

Реализацию мер данного блока целесообразно осуществлять с привлечением отраслевой науки. Разработка отечественной робототехники для аграрного сектора и ее массовое потоковое производство позволят создать дополнительные рабочие места в электронной и машиностроительной промышленности и сфере создания программного обеспечения.

Инвестиционный блок должен включать исследование рынка сельскохозяйственной робототехники, субсидирование затрат на приобретение робототехники, регулирование ценообразования на робототехнику, определение объема инвестиций на роботизацию отрасли.

Опыт применения данной техники показывает, что организации, уже применяющие робототехнику, планируют в дальнейшем полностью роботизировать выполняемые процессы. Считаю целесообразным произвести оценку объема необходимых инвестиций роботизации процессов, которые уже частично роботизированы. В Свердловской области к ним относятся, прежде всего, доение и подравнивание кормов, что определяется спецификой и специализацией сельского хозяйства региона (табл. 1).

Оценочное значение количества необходимой робототехники составляет 61 единиц, а объем необходимых инвестиций для их приобретения равен около 472 млн руб. На данном

Таблица 2

Содержание фаз воспроизводства кадрового потенциала

Фаза воспроизводства кадрового потенциала	Задачи	Рекомендации	Прогнозируемый результат
Фаза подготовки специалистов для организаций аграрной сферы	Формирование у специалистов компетенций по обслуживанию робототехники, по интерпретации получаемой в процессе использования робототехники информации	Модернизация обучения в аграрных высших, средних и профессиональных учебных заведениях, формирование у обучающихся компетенций по работе с робототехникой	Увеличение доли желающих реализовать свой трудовой потенциал в аграрной сфере. Формирование современных специалистов для сельскохозяйственного производства. Повышение заинтересованности студентов в повышении профессиональной подготовки и росте профессионального мастерства
Фаза распределения трудовых ресурсов	Повышение престижности, привлекательности труда в сельском хозяйстве Закрепление молодежи в сельском хозяйстве	Создание автоматизированной базы вакансий специалистов с компетенциями по работе с сельскохозяйственной робототехникой	Эффективная занятость в сельском хозяйстве путем организации и совершенствования рабочих мест в материальном производстве с использованием робототехники
Фаза обмена	Повышение социального статуса занятых в сельском хозяйстве с переориентацией физического характера труда на умственный, с учетом использования робототехники. Увеличение творческой доли труда	Развитие с привлечение отраслевых вузов и техникумов системы переобучения и переподготовки работников сельского хозяйства с формированием компетенций по использованию и обслуживанию робототехники	Увеличение доли работников, занятых творческим трудом. Повышение производительности труда и снижение трудоемкости производства продукции
Фаза использования трудовых ресурсов в АПК	Создание высокопроизводительных рабочих мест в сельском хозяйстве. Снижение профзаболеваемости и травматизма в сельском хозяйстве. Снижение влияния дефицита кадров. Уменьшение объема вредных, монотонных, тяжелых работ в сельском хозяйстве	Привлечение в организации сельского хозяйства специалистов по робототехнике, особенно в регионы с дефицитом кадров. Разработка требований к технике безопасности и охране труда при использовании робототехники в аграрном производстве. Использование на обслуживании робототехники кадров, имеющих компетенции и специальную подготовку	Создание системы мониторинга результатов внедрения робототехники. Уменьшение количества профзаболеваний, травматизма на производстве, сокращение затрат на лечение и мероприятия по охране труда и технике безопасности. Комплексная документация по технике безопасности эксплуатации робототехники. Снижение потребности в трудовых ресурсах, рост производительности. Снижение влияния человеческого фактора на объем и качество выпускаемой продукции

этапе без государственного субсидирования практически невозможно приобретение робототехники для сельскохозяйственного производства, так как проекты роботизации весьма капиталоемки. Следует отметить, в оценке учитываются только организации, уже начавшие осуществлять переход на робототехнику. Оценка объема инвестиций, необходимых на осуществление роботизации всего аграрного сектора, является предметом дальнейших исследований.

На наш взгляд, наибольшее влияние на формирование организационно-экономического механизма внедрения робототехники в организации сельского хозяйства имеет подготовка кадров, способных осваивать робототехнику. Устойчивое развитие сельского хозяйства невозможно без развития системы подготовки и повышения квалификации кадров.

Исследования, проведенные на примере Свердловской области, позволяют дать соответствующие рекомендации и спрогнозировать результаты применения данной техники на кадровый потенциал аграрного сектора в регионах с дефицитом кадров и сокращающимся сельским населением.

Блок подготовки кадров целесообразно рассматривать в разрезе фаз воспроизводства кадрового потенциала. Содержание этих фаз, рекомендации и прогнозы использования робототехники приведены в таблице 2.

Основные фазы воспроизводства кадров для внедрения инноваций, в том числе робототехники, и их характеристики таковы.

Фаза формирования трудовых ресурсов. Для перехода к инновационным технологиям производства на основе робототехники необходима система подготовки кадров для сельского хозяйства, основанная на современных подходах к обучению и мотивации.

Фаза распределения трудовых ресурсов. «Включает распределение и перераспределение совокупной рабочей силы по сферам приложения труда, видам занятости, отраслям народного хозяйства и регионам в соответствии со спросом и предложением на региональных и местных рынках труда» [17]. Распределение по сферам труда произойдет, прежде всего, от специалиста преимущественно физического труда к специалисту умственного труда. В перспективе переход на цифровые и роботизированные технологии в отрасли приведет к появлению новых специалистов в сельском хозяйстве.

Фаза обмена. «Состоит в обмене знаниями, профессиональным мастерством, навыками

управления, общения в коллективе, внутренних и внешних коммуникациях» [17]. Однако людей, труд которых переключают на машины, не сокращают — они проходят обучение и трудоустраиваются в этой же организации. Переход на робототехнику изменит кадровую структуру организации сельского хозяйства, аграрной сферы экономики и общества в целом.

Фаза использования трудовых ресурсов. Включает трудовую деятельность, в процессе которой непосредственно реализуется рабочая сила как совокупность интеллектуальных и физических способностей к труду, обеспечивается занятость трудоспособного населения, желающего реализовать свой трудовой потенциал в общественно полезной работе, приносящей достойный доход работнику и членам его семьи. Большинство современных производственных и социальных процессов уже связано с цифровыми, интеллектуальными технологиями и робототехникой. Это значительно повышает интеллектуальность и содержательность труда в сельском хозяйстве, снижает его тяжесть и создает условия для закрепления молодежи на сельских территориях.

Реализация мер системной поддержки перехода на робототехнику способствует обеспечению появления конкурентоспособных на мировом уровне отечественных производителей.

Выводы

Существует необходимость активизации деятельности по переходу сельского хозяйства на цифровые интеллектуальные и роботизированные системы, имеющая как экономические, так и социальные предпосылки. Для повышения роботизации отрасли необходимо использование соответствующего организационно-экономического механизма. Важнейшей мерой, по нашему мнению, является снижение стоимости данной техники за счет ее отечественного производства, формирования кадрового потенциала отрасли, способного осваивать данную технику.

Снижение затрат на НИОКР и политика, ориентированная на приобретение готовых инновационных решений, не приведут к повышению темпов роботизации сельского хозяйства. Ограничения могут обернуться технологическим отставанием. Необходимо ориентироваться на модернизацию произвольных сил, используя имеющийся технологический потенциал, что позволит обеспечить эффективный переход к цифровым, интеллектуальным технологиям и робототехнике, достичь устой-

чивого развития сельских территорий и аграрной сферы, создать дополнительные рабочие места в смежных секторах экономики.

Необходимость повышения эффективности использования основных фондов и снижения сроков окупаемости проектов по использованию робототехники в сельском хозяйстве требует разработки и освоения ее производства на отечественных предприятиях. В настоящее время отечественный рынок сельскохозяйственной робототехники является весьма емким по потреблению, однако на нем отсут-

ствуют собственные разработки сельскохозяйственной робототехники, рынок полностью занят зарубежными производителями, в основном европейскими. В связи с этим возрастает необходимость внедрения и использования отечественных цифровых, интеллектуальных и роботизированных технологий.

Результаты исследования могут быть использованы органами исполнительной власти при разработке программ инновационного развития сельского хозяйства и технической модернизации отрасли.

Благодарность

Выражаем благодарность Министерству сельского хозяйства и продовольствия Свердловской области, Министерству сельского хозяйства Калужской области, Министерству сельского хозяйства и продовольственных ресурсов Нижегородской области, Министерству сельского хозяйства и продовольствия Кировской области и др.

Список источников

1. Воронин Б. А., Фатеева Н. Б. Обеспечение квалифицированными специалистами АПК. Социально-экономические проблемы. На примере Свердловской области // Аграрный вестник Урала. — 2014. — № 11. — С. 60–63.
2. Кижлай Г. М., Кочурова Е. В., Роголева Н. С. Эффективность использования трудовых ресурсов как фактор роста производства сельскохозяйственной продукции // Аграрный вестник Урала. — 2016. — № 6. — С. 101–110.
3. Блинова Т. В., Былина С. Г. Сценарный прогноз численности сельского населения России на среднесрочную перспективу // Экономика региона. — 2014. — № 4. — С. 298–308.
4. Акимов А. Демографический взрыв, старение населения и трудосберегающие технологии. Взаимодействие в XXI в. // Мировая экономика и международные отношения. — 2016. — Т. 60. — Вып. 5. — С. 50–60.
5. Frey C. B., Osborne M. A. The Future of Employment: How Susceptible Are Jobs to Computerization? — Oxford: Oxford Martin School, 2013. — 72 p.
6. Скворцов Е. А. Повышение эффективности роботизации сельского хозяйства : автореф. дис. ... канд. экон. наук / УрГАУ. — Екатеринбург, 2018. — 24 с.
7. Иванов Ю. А. Направления научных исследований по созданию инновационной техники с интеллектуальными системами для животноводства // Вестник ВНИИМЖ. — 2014. — № 3. — С. 4–17.
8. Кормановский Л. П. Развитие роботизации доения коров // Вестник ВНИИМЖ. — 2013. — № 2. — С. 78–81.
9. Применение доильной робототехники в регионе / Скворцов Е. А., Скворцова Е. Г., Набоков В. И., Кривоногов П. С. // Экономика региона. — 2017. — № 1. — С. 249–260. — doi 10.17059/2017-1-23.
10. Иванов Ю. Г., Лапкин А. Г. Сравнительная оценка энерго-, трудо- и эксплуатационных затрат при переводе коров с доения в молокопровод на робот «lelyastronaut» // Вестник ВНИИМЖ. — 2013. — № 3. — С. 188–191.
11. Суровцев В. Н., Бильков В. А., Никулина Ю. Н. Инновационное развитие молочного животноводства на северо-западе РФ как основа повышения конкурентоспособности производства молока // Экономические и социальные перемены. Факты, тенденции, прогноз. — 2013. — № 4 (28). — С. 143–150.
12. Gustafsson M., Benfalk C. Different locations of instant cooling in the automatic milking system and the effect on milk quality // Proceedings of the international symposium Automatic Milking, a better understanding. — Wageningen: Wageningen Academic Publishers, 2004. — P. 526. — DOI: 10.3920/978-90-8686-525-3.
13. Sumner J. Farm production influences on milk hygiene quality // Proceedings of the IDF Symposium on Bacteriological Quality of Raw Milk. Wolfpassing, Austria, 1996. — P. 94–102.
14. Mikulova M. Content of free fatty acids lipolytic bacteria and somatic cells in relation to milking technology // Journal of Agrobiology. — 2011. — Vol. 28, Issue 1. — P. 49–54. — doi: 10.2478/v10146-011-0005-8.
15. Klungel G. H., Slaghuis B. A., Hogeveen H. The effect of the introduction of automatic milking on milk quality // Journal of Dairy Science. — 2000. — Vol. 83. — P. 1998–2003.
16. Абрамова Н. И., Сереброва И. С. Влияние различных технологий производства молока на молочную продуктивность коров и содержание соматических клеток // Молочнохозяйственный вестник. — 2015. — № 4. — С. 7–11.
17. Скворцов Е. А. Кадровый аспект внедрения робототехники в сельском хозяйстве // Аграрный вестник Урала. — 2016. — № 2. — С. 99–106.
18. Keisner A., Raffo J., Wunsch-Vincent S. Robotics: Breakthrough Technologies, Innovation, Intellectual Property // Foresight and STI Governance. — 2016. — Vol. 10. — No 2. — Pp. 7–27.
19. Морозов Н. М., Горбачев М. И. Экономические аспекты автоматизации доения коров // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный агроинженерный университет им. В. П. Горячкина». — 2008. — № 5. — С. 13–15.

20. *Wauters E., Mathijs E.* The economic implications of automatic milking: a simulation analysis for Belgium, Denmark, Germany and the Netherlands / *Meijering A., Hogeveen H., de Koning C. J. A. M.* Automatic milking, a better understanding. — Wageningen. — The Netherlands : Wageningen Academic Publishers, 2004. — 526 p. — Pp. 68–74.

21. *Суровцев В. Н., Никулина Ю. Н., Бильков В. А.* Повышение эффективности труда в молочном скотоводстве на основе инновационных технологий // Экономика сельского хозяйства России. — 2015. — № 6. — С. 28–36.

22. *Autor D. H.* Skills, education, and the rise of earnings inequality among the «other 99 percent» // American Association for the Advancement of science [Электронный ресурс]. URL: <http://www.sciencemag.org/content/344/6186/843.full?ijkey=75Wfa..Upt6b6&keytype=ref&siteid=sci>. (дата обращения 19.07.2017).

23. *Meskens L., Mathijs E.* Socio-economic aspects of automatic milking, Motivation and characteristics of farmers in vesting in automatic milking systems // Deliverable D2 project EU: Implications of the introduction of automatic milking systems (QLK5–2000–31006). — 2002. — 16 p.

24. *Mathijs E.* Socio-economic aspects of automatic milking // Proceedings of the international symposium Automatic Milking, a better understanding. — The Netherlands : Wageningen Academic Publishers, Wageningen, 2004. — 526 p. — DOI: 10.3920/978–90–8686–525–3.

25. *Krugman P.* Robors and Robber Barons // New York Times. — 2012. — December 9 [Электронный ресурс]. URL: <http://www.nytimes.com/2012/12/10/opinion/krugman-robots-and-robber-barons.html?gwh=054BD73AB17F28CD31B3999AABFD7E86> (дата обращения 19.07.2017).

26. *Земцов С. П.* Роботы и потенциальная технологическая безработица в регионах России. Опыт изучения и предварительные оценки // Вопросы экономики. — 2017. — № 7. — 142–157.

27. *Захаров А. П.* Организационно-экономический механизм инновационного развития сельского хозяйства региона. На материалах Пензенской области : дис. ... канд. экон. наук. — М., 2009. — 137 с.

28. *Шумейко Н. Н.* Повышение эффективности развития молочно-продуктового подкомплекса на основе инноваций. На примере Смоленской области : дис. ... канд. экон. наук. — М., 2012. — 168 с.

29. *Некрасов К. В.* Организационно-экономический механизм инновационного развития перерабатывающих организаций молочно-продуктового подкомплекса региона : дис. ... канд. экон. наук. — Екатеринбург, 2013. — 187 с.

30. *Мишууров Н. П., Соловьева Н. Ф., Цой Ю. А.* Современные роботы в сельском хозяйстве // Техника и оборудование для села. — 2010. — № 5. — С. 46–48.

Информация об авторах

Скворцов Егор Артёмович — кандидат экономических наук, специалист по научной работе, Уральский государственный аграрный университет; Scopus Author ID: 57193737212 (Российская Федерация, 620041, г. Екатеринбург, ул. Тургенева, 23, 4310; e-mail: 9089267986@mail.ru).

Скворцова Екатерина Геннадьевна — старший преподаватель, Уральский государственный аграрный университет (Российская Федерация, 620041, г. Екатеринбург, ул. Тургенева, 23, 4310; e-mail: uralmash91@list.ru).

Санду Иван Степанович — заслуженный деятель науки РФ, доктор экономических наук, профессор, заведующий отделом экономических проблем научно-технического развития, Всероссийский научно-исследовательский институт экономики сельского хозяйства; Scopus Author ID: 56019631800 (Российская Федерация, 123007, г. Москва, Хорошевское шоссе, 35/2, 200; e-mail: anna_gu@mail.ru).

Иовлев Григорий Александрович — кандидат экономических наук, доцент, Уральский государственный аграрный университет (Российская Федерация, 620075, г. Екатеринбург, Тургенева, 23, 4310; e-mail: 89222087846@mail.ru).

For citation: Skvortsov, E. A., Skvortsova, E. G., Sandu, I. S. & Iovlev, G. A. (2018). Transition of Agriculture to Digital, Intellectual and Robotics Technologies. *Ekonomika regiona [Economy of Region]*, 14(3), 1014-1028

E. A. Skvortsov^{a)}, **E. G. Skvortsova**^{a)}, **I. S. Sandu**^{b)}, **G. A. Iovlev**^{a)}

^{a)} Ural State Agricultural University (Ekaterinburg, Russian Federation; e-mail: 9089267986@mail.ru)

^{b)} All-Russian Research Institute of Rural Economics (Moscow, Russian Federation)

Transition of Agriculture to Digital, Intellectual and Robotics Technologies

At present, the entities of the agrarian sector are moving towards the digital, intellectual and robotic technologies or the robotization of the industry. Robotics is used in the various fields of the agrarian sector, the most widespread is the milking robotics. From 2006 to 2016, in the agricultural enterprises of the Russian Federation, 393 units of robotics were introduced. While in the Sverdlovsk region at the beginning of 2018, 37 units of this equipment have been used. We suggest to use the indicator of “density of agricultural robotization” to characterize the effectiveness of the transition to robotics. This indicator for Russia increased from 0.02 to 0.78 units, and for the Sverdlovsk region — from 0.3 to 3.17 for the periods under review. However, the slowdown and low values of the density of agricultural robotics make it necessary to develop appropriate measures. The article proposes a model of an organizational and economic mechanism for the transition to robotics. It includes target, investment, technical and technological as well as personnel sections. The initial data on the state of the introduction of robotics in agricultural organizations was provided by the ministries and departments, as well as statistical bodies. We determined

scenarios of inertial, targeted and system development of robotics in agriculture depending on the level of state support. We have determined that the investments needed for the robotization of agricultural enterprises in the Sverdlovsk region are at the level of 472 million rubles. Moreover, we have formulated the tasks, recommendations and the expected result from the training of personnel capable to master robotics in the industry. The most important measure is the reduction in the cost of this equipment due to its domestic production. The results of the research can be used by the executive authorities in developing programmes for the innovative development and technical modernization of agriculture.

Keywords: agricultural robotics, digital technologies, intelligent technologies, robotics technology, robots, robotics, milking robotics, robotization density, organizational and economic mechanism, investments, training

Acknowledgements

The authors thank the Ministry of Agriculture and Food Products of the Sverdlovsk Region, the Ministry of Agriculture of the Kaluga Region, the Ministry of Agriculture and Food Resources of the Nizhny Novgorod Region, the Ministry of Agriculture and Food Products of the Kirov Region and etc.

References

- Voronin, B. A. & Fateeva, N. B. (2014). Obespechenie kvalifitsirovannymi spetsialistami APK: sotsialno-ekonomicheskie problemy. Na primere Sverdlovskoy oblasti [Providing qualified AIC: Socio-economic problems (illustrated Sverdlovsk Region)]. *Agrarnyy vestnik Urala [Agrarian Bulletin of the Urals]*, 11, 60–63. (In Russ.)
- Kizhlay, G. M., Kochurova, E. V. & Rogaleva, N. S. (2016). Effektivnost ispolzovaniya trudovykh resursov kak faktor rosta proizvodstva sel'skokhozyaystvennoy produktsii [Efficiency of use of labour resources as a growth factor of production of agricultural products]. *Agrarnyy vestnik Urala [Agrarian Bulletin of the Urals]*, 6, 101–110. (In Russ.)
- Blinova, T. V. & Bylina, S. G. (2014). Stsenarnyy prognoz chislennosti sel'skogo naseleniya Rossii na srednesrochnuyu perspektivu [Medium Term Scenario Forecast of the Rural Population in Russia]. *Ekonomika regiona [Economy of Region]*, 4, 298–308. (In Russ.)
- Akimov, A. (2016). Demograficheskiy vzryv, starenie naseleniya i trudoberegayushchie tekhnologii. Vzaimodeystvie v KHKHI v. [Demographic Burst, Population Ageing and Labor-saving Technologies: Interaction in the 21st Century]. *Mirovaya ekonomika i mezhdunarodnye otnosheniya [World Economy and International Relations]*, 60(5), 50–60. (In Russ.)
- Frey, C. B. & Osborne, M. A. (2013). *The Future of Employment: How Susceptible Are Jobs to Computerization?* Oxford: Oxford Martin School, 72.
- Skvortsov, E. A. (2018). *Povyshenie effektivnosti robotizatsii sel'skogo khozyaystva: avtoref. dis. ... kand. ekon. nauk [Increasing the effectiveness of agricultural robotics: Abstract of PhD thesis in Economics]*. UrGAU [USAU]. Ekaterinburg, 24. (In Russ.)
- Ivanov, Yu. A. (2014). Napravleniya nauchnykh issledovaniy po sozdaniyu innovatsionnoy tekhniki s intellektualnymi sistemami dlya zhivotnovodstva [Directions of scientific research on the creation of innovative technology with intelligent systems for livestock production]. *Vestnik VNIIMZH [Journal of VNIIMZH]*, 3, 4–17. (In Russ.)
- Kormanovskiy, L. P. (2013). Razvitie robotizatsii doeniya korov [Development of robotic milking cows]. *Vestnik VNIIMZH [Journal of VNIIMZH]*, 2, 78–81. (In Russ.)
- Skvortsov, E. A., Skvortsova, E. G., Nabokov, V. I. & Krivonogov, P. S. (2017). Primenenie doilnoy robototekhniki v regione [Robotic Milking Implementation in the Sverdlovsk Region]. *Ekonomika regiona [Economy of Region]*, 1, 249–260. doi 10.17059/2017-1-23. (In Russ.)
- Ivanov, Yu. G. & Lapkin, A. G. (2013). Sravnitel'naya otsenka energo, trudo i ekspluatatsionnykh zatrat pri perevode korov s doeniya v molokoprovod na robot "lelyastronaut" [Comparative assessment of energy, labor and operating costs when translated from milking cows in the milk to the robot "Lely Astronaut"]. *Vestnik VNIIMZH [Journal of VNIIMZH]*, 3, 188–191. (In Russ.)
- Surovtsev, V. N., Bilkov, V. A. & Nikulina, Yu. N. (2013). Innovatsionnoye razvitie molochnogo zhivotnovodstva na severo-zapade RF kak osnova povysheniya konkurentosposobnosti proizvodstva moloka [Innovation development of dairy cattle breeding in the North-West of the Russian Federation as the basis for enhancing the competitiveness of milk production]. *Ekonomicheskie i sotsialnyye peremeny. Fakty, tendentsii, prognoz [Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast]*, 4(28), 143–150. (In Russ.)
- Gustafsson, M. & Benfalk, C. (2004). Different locations of instant cooling in the automatic milking system and the effect on milk quality. *Proceedings of the international symposium Automatic Milking, a better understanding*. Wageningen: Wageningen Academic Publishers, 526. DOI: 10.3920/978-90-8686-525-3.
- Sumner, J. (1996). Farm production influences on milk hygiene quality. *Proceedings of the IDF Symposium on Bacteriological Quality of Raw Milk*. Wolfpassing, Austria, 94–102.
- Mikulova, M. (2011). Content of free fatty acids lipolytic bacteria and somatic cells in relation to milking technology. *Journal of Agrobiolgy*, 28(1), 49–54. doi: 10.2478/v10146-011-0005-8.
- Klungel, G. H., Slaghuis, B. A. & Hogeveen, H. (2000). The effect of the introduction of automatic milking on milk quality. *Journal of Dairy Science*, 83, 1998–2003.

16. Abramova, N. I. & Serebrova, I. S. (2015). Vliyanie razlichnykh tekhnologiy proizvodstva moloka na molochnyuyu produktivnost korov i sodержanie somaticheskikh kletok [Effect of different milk production technology on milk yield of cows and somatic cell maintenance]. *Molochnokhozyaystvennyy vestnik [Dairy Farming Journal]*, 4, 7–11. (In Russ.)
17. Skvortsov, E. A. (2016). Kadrovyy aspekt vnedreniya robototekhniki v selskom khozyaystve [Recruitment aspect of implementation of robotics in agriculture]. *Agrarnyy vestnik Urala [Agrarian Bulletin of the Urals]*, 2, 99–106. (In Russ.)
18. Keisner, A., Raffo, J. & Wunsch-Vincent, S. (2016). Robotics: Breakthrough Technologies, Innovation, Intellectual Property. *Foresight and STI Governance*, 10(2), 7–27.
19. Morozov, N. M. & Gorbachev, M. I. (2008). Ekonomicheskie aspekty avtomatizatsii doeniya korov [Economic aspects of cow-milking automation]. *Vestnik Federalnogo gosudarstvennogo obrazovatel'nogo uchrezhdeniya vysshego professional'nogo obrazovaniya "Moskovskiy gosudarstvennyy agroinzhenernyy universitet im. V. P. Goryachkina" [Vestnik of the Federal state educational institution of higher professional education "Moscow State Agroengineering University named after V. P. Goryachkin"]*, 5, 13–15. (In Russ.)
20. Wauters E., Mathijs E. (2004). The economic implications of automatic milking: a simulation analysis for Belgium, Denmark, Germany and the Netherlands. In: *Automatic milking, a better understanding*. In: Meijering A., Hogeveen H., de Koning C. J. A. M. (Eds.) Wageningen. The Netherlands: Wageningen Academic Publishers, 526; 68–74.
21. Surovtsev, V. N., Nikulina, Yu. N. & Bilkov, V. A. (2015). Povyshenie effektivnosti truda v molochnom skotovodstve na osnove innovatsionnykh tekhnologiy [Improving labor efficiency in dairy cattle breeding on the basis of innovative technologies]. *Ekonomika selskogo khozyaystva Rossii [Economics of agriculture of Russia]*, 6, 28–36. (In Russ.)
22. Autor, D. H. *Skills, education, and the rise of earnings inequality among the "other 99 percent"*. American Association for the Advancement of science. Retrieved from: <http://www.sciencemag.org/content/344/6186/843.full?ijkey=75Wfa..Upt6b6&keytype=ref&siteid=sci>. (date of access: 19.07.2017).
23. Meskens, L. & Mathijs, E. (2002). Socio-economic aspects of automatic milking, Motivation and characteristics of farmers in vesting in automatic milking systems. *Deliverable D2 project EU: Implications of the introduction of automatic milking systems (QLK5–2000–31006)*, 16.
24. Mathijs, E. (2004). Socio-economic aspects of automatic milking. *Proceedings of the international symposium Automatic Milking, a better understanding*. The Netherlands: Wageningen Academic Publishers, Wageningen, 526. DOI: 10.3920/978–90–8686–525–3.
25. Krugman, P. (2012, December 9). *Robots and Robber Barons*. New York Times. Retrieved from: <http://www.nytimes.com/2012/12/10/opinion/krugman-robots-and-robber-barons.html?gwh=054BD73AB17F28CD31B3999AABFD7E86> (date of access: 19.07.2017).
26. Zemtsov, S. P. (2017). Roboty i potentsialnaya tekhnologicheskaya bezrobotitsa v regionakh Rossii. Opyt izucheniya i predvaritelnyye otsenki [Robots and potential technological unemployment in the Russian regions: Review and preliminary results]. *Voprosy ekonomiki [Russian Journal of Economics]*, 7, 142–157. (In Russ.)
27. Zakharov, A. P. (2009). *Organizatsionno-ekonomicheskyy mekhanizm innovatsionnogo razvitiya selskogo khozyaystva regiona. Na materialakh Penzenskoy oblasti: dis. ... kand. ekon. nauk [Organizational and economic mechanism of innovative development of agriculture in the region (on the materials of the Penza region): PhD thesis in Economics]*. Moscow, 137. (In Russ.)
28. Shumeyko, N. N. (2012). *Povyshenie effektivnosti razvitiya molochno-produktovogo podkompleksa na osnove innovatsiy. Na primere Smolenskoj oblasti: dis. ...kand. ekon. nauk [Increase of efficiency of development of a dairy product subcomplex on the basis of innovations (on an example of the Smolensk area): PhD thesis in Economics]*. Moscow, 168. (In Russ.)
29. Nekrasov, K. V. (2013). *Organizatsionno-ekonomicheskyy mekhanizm innovatsionnogo razvitiya pererabatyvayushchikh organizatsiy molochno-produktovogo podkompleksa regiona: dis. ... kand. ekon. nauk [Organizational and economic mechanism of innovative development of processing organizations of the dairy product subcomplex of the region: PhD thesis in Economics]*. Ekaterinburg, 187. (In Russ.)
30. Mishurov, N. P., Solovyeva, N. F. & Tsoy Yu. A. (2010). Sovremennyye roboty v selskom khozyaystve [Agricultural Robots in Present-Day Conditions]. *Tekhnika i oborudovanie dlya sela [Machinery and Equipment for Rural Area]*, 5, 46–48. (In Russ.)

Authors

Egor Artyomovich Skvortsov — PhD in Economics, Research Fellow, Ural State Agricultural University; Scopus Author ID: 57193737212 (23, Turgeneva St., Ekaterinburg, 620041, Russian Federation; e-mail: 9089267986@mail.ru).

Ekaterina Gennadyevna Skvortsova — Senior Lecturer, Ural State Agricultural University (23, Turgeneva St., Ekaterinburg, 620041, Russian Federation; e-mail: uralmash91@list.ru).

Ivan Stepanovich Sandu — Honored Scientist of the Russian Federation, Doctor of Economics, Professor, Head of the Department of Economic Problems of Scientific and Technological Development, All-Russian Research Institute of Rural Economics; Scopus Author ID: 56019631800 (35/2 Khoroshevskoe Shosse, Moscow, 123007, Russian Federation; e-mail: anna_gu@mail.ru).

Grigory Aleksandrovich Iovlev — PhD in Economics, Associate Professor, Ural State Agricultural University (23, Turgeneva St., Ekaterinburg, 620041, Russian Federation; e-mail: 89222087846@mail.ru).