Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Уральский государственный аграрный университет»

На правах рукописи

СКВОРЦОВ ЕГОР АРТЕМОВИЧ

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РОБОТИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Специальность 080500 – Экономика и управление народным хозяйством: экономика, организация и управление предприятиями, отраслями, комплексами (АПК и сельское хозяйство)

ДИССЕРТАЦИЯ
на соискание ученой степени
кандидата экономических наук

Научный руководитель:
доктор экономических наук,
профессор Набоков В.И.

Екатеринбург – 2017

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ……3
ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ РОБОТОТЕХНИКИ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ……...11
1.1 Сущность, виды и особенности робототехники в сельском хозяйстве….11
1.2 Объективная необходимость, факторы и принципы внедрения и использования робототехники в сельском хозяйстве……27
1.3 Опыт развития сельскохозяйственной робототехники за рубежом…….……..40
ГЛАВА 2. СОСТОЯНИЕ И ПРИЧИНЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РОБОТОТЕХНИКИ В ОРГАНИЗАЦИЯХ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА…… 53
2.1 Необходимость и причины внедрения робототехники в организациях сельского хозяйства Свердловской области……..……..……...53
2.2 Динамика внедрения робототехники в организации сельского хозяйства……....71
2.3 Методика обоснования целесообразности внедрения робототехники в организациях сельского хозяйства……...88
ГЛАВА 3. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РОБОТОТЕХНИКИ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ ……..97
3.1 Методика оценки эффективности использования робототехники в организациях сельского хозяйства ……..…97
3.2 Эффективность применения робототехники в организациях сельского хозяйства Свердловской области…….....…106
3.3 Организационно-экономический механизм внедрения робототехники в организации сельского хозяйства ……..…….…144
ЗАКЛЮЧЕНИЕ……156
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ……...159
ПРИЛОЖЕНИЯ…….....177

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. Рост качества и уровня жизни населения, приход на отечественный рынок зарубежных компаний обостряют конкуренцию на продовольственном рынке и заставляют организации сельского хозяйства наращивать производство продукции, совершенствовать технологические процессы, снижать себестоимость продукции, повышать ее качество, искать новые принципы развития, непременным инструментом которого становится использование инноваций.

В то же время во многих регионах наблюдается острая нехватка кадров, продолжается отток населения из сельской местности.

В этих условиях особое значение приобретают вопросы внедрения инновационной техники и технологий, в том числе робототехники, сберегающих трудовые ресурсы и повышающих творческую составляющую труда в сельском хозяйстве, тем самым закрепляя кадры на селе.

Однако внедрение робототехники в организациях 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.

В данных условиях имеется необходимость в разработке теоретических положений применения робототехники в сельском хозяйстве; учете внешних и внутренних факторов, влияющих на внедрение и использование данной техники; разработке методик определения целесообразности внедрения данной техники, оценки эффективности использования ее по сравнению с традиционной технологией; влияния применения ее на основные показатели производственной деятельности; разработке мер по внедрению робототехники в организациях сельского хозяйства. Этим объясняются актуальность темы

исследования и выбор ее автором.

Степень разработанности проблемы. Важнейшие теоретические и методологические положения, связанные с применением инноваций в сельском хозяйстве, отразили в своих работах отечественные ученые: А.П. Андреев, Т.И. Бухтиярова, М.Я. Веселовский, В.А. Иванов, А.Г. Мокроносов, В.И. Набоков, Н.А. Потехин, А.Л. Пустуев, И.В. Разорвин, О.Д. Рубаева, И.С. Санду, А.Н. Семин, И.Г Ушачев, В.М. Шарапова, А.М. Югай и другие.

Отдельные вопросы, связанные с внедрением и использованием робототехники в сельском хозяйстве, рассмотрели известные российские ученые: Н.И.Абрамова, А.В. Акимов, М.И. Горбачев, А.А Гришин, Л.П. Кормановский, Ю. Ф.Лачуга, Н.М. Морозов, Ю.Н. Никулина, П. А. Савиных, В.К. Скоркин, В.Н. Суровцев, Е.А.Тяпугин, В.К. Углин, Р.Р. Хисамов, Ю.А. Цой, О.С.Чеченихина, С.В.Шаныгин и Е.И. Юревич и другие. Вместе с тем многие аспекты, связанные с внедрением и использованием робототехники в сельском хозяйстве вообще и в животноводстве, в частности, теоретически и методически не разработаны. Недостаточно изучены причины и условия внедрения, последствия использования робототехники и пути оптимизации данной деятельности. Этим объясняется выбор темы, объекта, предмета, цели и задач исследования.

Объект диссертационного исследования – организации сельского хозяйства Среднего Урала, применяющие робототехнику в деятельности по производству продукции.

Область исследования соответствует п. 1.2.40 «Инновации и научно-технический прогресс в агропромышленном комплексе и сельском хозяйстве» и п. 1.2.38 «Эффективность функционирования отраслей и предприятий АПК» – Паспорта специальностей ВАК РФ (экономические науки).

Предметом исследования являются организационно-экономические отношения, возникающие в процессе внедрения и использования робототехники в организациях сельского хозяйства.

Цель диссертационного исследования состоит в разработке

теоретических положений и научно-практических рекомендаций, направленных на повышение эффективности роботизации сельского хозяйства.

Для достижения указанной цели были поставлены и решены следующие **задачи:**

– дополнить понятийный аппарат, раскрыть понятие и сущность робототехники в сельском хозяйстве, выявить их особенности;

– разработать научно обоснованную классификацию робототехники, используемой в сельскохозяйственном производстве;

– выделить и систематизировать основные факторы, влияющие на внедрение и использование робототехники в организациях сельского хозяйства, разработать основные принципы внедрения и использования данной техники;

– разработать и апробировать методики оценки целесообразности внедрения и оценки эффективности использования робототехники в организациях сельского хозяйства, определить влияние робототехники на основные показатели эффективности производства в организациях сельского хозяйства региона;

– разработать организационно – экономический механизм внедрения и использования робототехники в организациях сельского хозяйства.

Теоретической и методологической основой исследования явились труды отечественных и зарубежных ученых по проблемам внедрения и использования инноваций, в том числе робототехники в сельском хозяйстве; федеральные и региональные нормативно-правовые акты, касающиеся внедрения и использования данной техники в организациях сельского хозяйства.

Информационно-эмпирическая и нормативная база исследования: данные Управления Федеральной службы государственной статистики по Свердловской области и Курганской области, министерства агропромышленного комплекса и продовольствия Свердловской области, а также программы правительства Свердловской области по развитию агропромышленного комплекса, бухгалтерские отчеты по основным видам

деятельности организаций сельского хозяйства Свердловской области, использующих робототехнику.

При решении конкретных задач применялись методы исследования: монографический, абстрактно-логический, экономико-статистический, группировок, экспертный опрос, анкетирование.

Научная новизна результатов диссертационного исследования.

Наиболее существенные теоретические и методические результаты исследования, обладающие, по мнению автора, признаками научной новизны и являющиеся предметом защиты, представляются следующими.

1. Разработаны теоретические положения внедрения и использования робототехники в сельском хозяйстве. Дополнен понятийный аппарат, расширена семантика понятия «сельскохозяйственная робототехника». Введены понятия «внедрение робототехники в организации сельского хозяйства», или «роботизация сельского хозяйства», «эффект использования робототехники», «эффективность использования робототехники», понятия и показатели «плотность роботизации сельского хозяйства» и «уровень роботизации сельского хозяйства», учитывающие специфику функционирования отрасли.

2. Выявлены основные классификационные признаки и разработана научная классификация робототехники, учитывающие особенности ее использования в сельском хозяйстве: «по отраслям применения и видам выполняемых работ», «по характеру перемещения», «по типам управления», «по уровням специализации». Это позволяет углубить знания о сельскохозяйственной робототехнике, способствуя их систематизации, расширить спектр используемых организациями сельского хозяйства видов робототехники.

3. Выявлены и систематизированы основные факторы, влияющие на внедрение и использование робототехники в организациях сельского хозяйства, что позволяет снизить влияние препятствующих внедрению данной техники факторов, повысить эффективность ее использования. Выделены объективная

необходимость, цели и принципы внедрения робототехники в хозяйствующих субъектах аграрного сектора экономики, что позволяет активизировать внедрение данной техники в организации сельского хозяйства.

4. Разработана методика комплексной оценки целесообразности внедрения робототехники в организации сельского хозяйства, включающая учет экономических, социальных и иных факторов. Разработаны и апробированы методики оценки экономических эффектов, возникающих при использовании робототехники, в отличие от традиционной технологии, и эффективности данной деятельности. Использование методик позволяет повысить обоснованность решений о целесообразности внедрения робототехники в организации сельского хозяйства, эффективность ее использования.

5. Разработан организационно-экономический механизм внедрения и использования робототехники в организациях сельского хозяйства, включающий блоки: целевой, технико-технологический, инвестиционный, подготовки кадров, а также рекомендации по формированию кадрового потенциала, способного осваивать данную технику. Использование механизма позволит активизировать деятельность по внедрению робототехники в организации сельского хозяйства, повысить эффективность ее использования.

Практическая значимость исследования состоит в возможности использования результатов исследования:

- руководителями и специалистами организаций сельского хозяйства при научном обосновании выбора и использования современной техники и технологий;

- органами исполнительной власти при разработке программ инновационного развития сельского хозяйства и технической модернизации отрасли.

Результаты исследования можно использовать в учебном процессе аграрных вузов при подготовке специалистов, бакалавров и магистров, а также в ходе дальнейших научных исследований и разработок по данному

направлению.

Основные выводы и предложения, содержащиеся в диссертации, могут быть использованы при повышении квалификации руководителей и специалистов организаций и органов управления АПК.

Апробация и реализация результатов исследования.

Диссертационное исследование выполнено в соответствии с планом научно-исследовательских работ Уральского государственного аграрного университета по направлению «Инновационная деятельность на предприятиях агропромышленного комплекса»

Разработанные в процессе исследования методики апробированы СПК «Колос» Талицкого района, ООО «Ямовский» Алапаевского района, ООО «Юбилейная» Верхотурского района.

Основные положения исследования, выводы и рекомендации работы докладывались и обсуждались на международных научно-практических конференциях (Екатеринбург, 2013, 2016, 2017; Рязань, 2013; Тюмень, 2015; Казань, 2015; Санкт-Петербург, 2016; Минск, 2017). Материалы исследования были рассмотрены также на круглых столах, посвященных применению робототехники в сельском хозяйстве, в рамках XVII и XVIII региональных выставок «Агропромышленный форум» (Екатеринбург, 2016, 2017).

Материалы исследования используются в учебном процессе Уральского государственного аграрного университета при подготовке учебно-методических пособий, преподавании авторской дисциплины «Кадровые риски и их оценка», дисциплины «Социально-трудовые отношения в рыночной экономике», при проведении лекционных и практических занятий, написании выпускных квалификационных работ студентами очной и заочной форм обучения.

Публикации.

По теме диссертационного исследования опубликовано 16 работ общим объемом 8,3 п.л (авторские - 5,1 п.л.), в т.ч. 9 статей в журналах, рекомендованных ВАК Российской Федерации.

Объем и структура диссертации. Цель и задачи исследования обусловили структуру диссертационной работы. Диссертация изложена на 182 страницах машинописного текста; состоит из введения, трех глав, включая 38 таблиц и 17 рисунков, заключения, библиографического списка из 161 наименования и 3 приложений.

Во **введении** обоснована актуальность выбранной темы исследования, сформулированы цель и задачи диссертационной работы, показаны предмет и объект исследования, его теоретическая и информационная базы. Отражены научная новизна и практическая значимость полученных результатов.

В **первой главе** «Теоретические аспекты применения робототехники в сельском хозяйстве» раскрыты понятие и сущность робототехники в сельском хозяйстве. Приведена авторская классификация робототехники, применяемой в сельском хозяйстве. Понятийный аппарат дополнен понятиями, характеризующими эффект и эффективность применения робототехники. Выделены особенности робототехники, используемой в организациях сельского хозяйства. Выявлены и систематизированы основные факторы, обуславливающие внедрение и использование робототехники в сельском хозяйстве.

Во **второй главе** «Состояние и причины использования робототехники в организациях сельского хозяйства» проанализированы причины внедрения робототехники организациями сельского хозяйства Свердловской области. Рассмотрена динамика внедрения робототехники организациями сельского хозяйства региона. Предложена авторская методика обоснования целесообразности внедрения робототехники в организациях сельского хозяйства на основе факторов комплексной оценки производства.

В **третьей главе** «Экономическая эффективность использования робототехники в сельском хозяйстве» проанализировано влияние внедрения робототехники на производительность труда, трудоемкость продукции, эффективность использования основных фондов организаций сельского хозяйства региона. Выявлены основные эффекты использования робототехники

по сравнению с традиционной технологией производства. Разработан организационно-экономический механизм внедрения и использования робототехники в организациях сельского хозяйства.

В **заключении** обобщены основные результаты проведенного исследования, сформулированы выводы и предложения.

В **приложении** представлены материалы и статистические данные, иллюстрирующие и дополняющие отдельные положения диссертационной работы.

ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ РОБОТОТЕХНИКИ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

1.1. Сущность, виды и особенности робототехники в сельском хозяйстве

Производители сельскохозяйственной продукции предъявляют растущий спрос на оборудование, действия с высокой производительностью, скоростью, точностью; действия, выполняемые в опасных для жизнедеятельности средах; действия, основанные на оперативном анализе больших объемов данных, а также исключающие неопределенность в сфере управления производством, обусловленную непредсказуемостью человеческого поведения и т.п. Эффективное удовлетворение данного спроса обеспечивается за счет внедрения инноваций в сельское хозяйство, в частности на основе современной робототехники, функционал которой уже сегодня выходит за рамки возможностей как человека (групп людей), так и механических устройств предыдущих поколений.

В условиях дефицита кадров на селе, необходимости снижения влияния кадровых рисков на результаты производства и прочих факторов, необходимости увеличения объемов и качества выпускаемой продукции организации сельского хозяйства сталкиваются с альтернативой при выборе различных технологий производства [6], среди которых можно выделить:

– основанные на традиционных технических системах, не связанных с робототехникой. В сельском хозяйстве к ним относятся средства механизации, которые развиваются с XIX в. Производство основных зерновых культур высоко механизировано и оснащено комплексом разных машин для возделывания почвы, обработки посевов и уборки урожая. В животноводстве (свиноводстве, птицеводстве и молочном скотоводстве) обозначилось развитие не требующих значительного привлечения рабочей силы животноводческих комплексов промышленного типа;

– основанные на сельскохозяйственной робототехнике. Примером интеллектуальной робототехники могут служить роботы, используемые в животноводстве в процессах доения, уборки навоза, стрижки овец и т.д.

Особое значение применение робототехники в сельском хозяйстве имеет для улучшения условий труда работников, снижения профзаболеваемости и травматизма на производстве, повышения творческого характера труда, снижения зависимости от дефицита кадров. Все это возможно решить за счет использования робототехники в опасных, тяжелых, монотонных и утомительных видах работ в сельском хозяйстве.

Важное научное и практическое значение имеет развитие понятийного аппарата данной области исследования.

Прежде всего, следует рассмотреть понятие «робот».

Имеется ряд нормативных документов и руководящих материалов по терминологии в робототехнике: ГОСТ 25686-85 «Манипуляторы, автооператоры и промышленные роботы. Термины и определения», стандарт СЭВ 5948 –87 «Роботы промышленные. Термины и определения», Технический отчет международной организации стандартизации ИСО 8379 «Манипуляционные промышленные роботы. Словарь», терминология, разработанная комиссией по проблемам «Робототехника и автоматизированное производство», «Теория робототехнических систем. Терминология».

Так, ГОСТ 25686-85 дает определение промышленный робот - автоматическая машина, стационарная или передвижная, состоящая из исполнительного устройства в виде манипулятора, имеющего несколько степеней подвижности, и перепрограммируемого устройства программного управления для выполнения в производственном процессе двигательных и управляющих функций. [26].

Иными словами, под роботом понимается автоматическая машина, состоящая из исполнительного устройства в виде одного или нескольких манипуляторов и устройства программного управления их движением. Считаем этот подход к определению робота устаревшим, не отражающим современных

требований к данным видам устройств.

Согласно стандарту ISO 8373:2012, под роботом понимается «робот (robot): приводной механизм, программируемый по двум и более осям, имеющий некоторую степень автономности, движущийся внутри своей рабочей среды и выполняющий задачи по предназначению» [140]. Считаем данный подход узким, сконцентрированным на частных особенностях робота как механизма и не затрагивающим отраслевых особенностей его применения.

По мнению А.М. Прохорова, ро́бот (чеш. robot, от robota — «подневольный труд») – это автоматическое устройство, созданное по принципу живого организма, предназначенное для осуществления производственных и других операций, которое действует по заранее заложенной программе и получает информацию о внешнем мире от датчиков (аналогов органов чувств живых организмов); робот самостоятельно осуществляет производственные и иные операции, обычно выполняемые человеком [70].

Существующие определения рассматриваемых данных понятий приведены в таблице 1.

Таблица 1– Подходы к определению понятий робот и робототехника*

Понятие	Источник/автор	Сущность
Роботизированный технологический комплекс	ГОСТ 26.228-85	Совокупность единицы технологического оборудования, промышленного робота и средств оснащения, автономно функционирующая и осуществляющая многократные циклы
Робототехника	Василенко Н.В., Никитин К.Д., Пономарев В.П., Смолин А.Ю.,	Совокупность технических средств (машин, оборудования, агрегатов и др.), оснащенных робототехническими устройствами либо функционирующими совместно с роботами в едином технологическом процессе
Робототехника	Попов Е. П.	Прикладная наука, занимающаяся разработкой автоматизированных технических систем и являющаяся важнейшей технической основой интенсификации производства
Робототехника	ГОСТ Р ИСО 8373-2014	Наука и практика разработки, производства и применения роботов
Роботизация	Карл Осборн Бенедикт Фрай	Автоматизация системы или задачи такого уровня, когда исчезает необходимость в труде человека и он заменяется на его автоматизированную версию

Окончание таблицы 1

1	2	3
Робот	ISO 8373:2012	Приводной механизм, программируемый по двум и более осям, имеющий некоторую степень автономности, движущийся внутри своей рабочей среды и выполняющий задачи по предназначению
Промышленный робот	ГОСТ 25686-85	Автоматическая машина, стационарная или передвижная, состоящая из исполнительного устройства в виде манипулятора, имеющего несколько степеней подвижности, и перепрограммируемого устройства программного управления для выполнения в производственном процессе двигательных и управляющих функций.
Ро́бот (чеш. *robot*, от *robota*– «подневольный труд»)	А.М. Прохоров	Автоматическое устройство, созданное по принципу живого организма, предназначенное для осуществления производственных и других операций, которое действует по заранее заложенной программе и получает информацию о внешнем мире от датчиков (аналогов органов чувств живых организмов), робот самостоятельно осуществляет производственные и иные операции, обычно выполняемые человеком
Робот	Словарь С.И. Ожегова	Автомат, осуществляющий действия, подобные действиям человека
Робот	Ефремова Т.Ф. Толковый словарь русского языка	Автоматическое устройство с антропоморфным действием, которое частично или полностью заменяет человека при выполнении работ в опасных для жизни условиях или при относительной недоступности объекта
Робот	Малый академический словарь /Ред. Евгеньева А. П. М.: Институт русского языка АН СССР , 1957–1984	Автомат, предназначенный для замены человека при выполнении сложных технических операций
Робот	Большой толковый словарь русского языка. Изд. 1-е. СПб.: Норинт С. А. Кузнецов, 1998	Автоматизированное устройство, предназначенное для замены человека при выполнении монотонных или опасных работ

*Составлено автором.

Следует заметить, что роботы получили наибольшее распространение в промышленности, однако начиная с конца 80-х годов прошлого столетия внедряются и в сельском хозяйстве.

Первые упоминания о роботах сельскохозяйственного назначения в СССР появились в работе В. И. Васянина «Сельскохозяйственные роботы» в

1984 году [16]. В ней шла речь о роботах в качестве механических работников для теплиц, животноводческих ферм. Тем не менее до сих пор понятийный аппарат данной области знания остался не разработанным, а отечественное сельскохозяйственное роботостроение не получило развития.

Учитывая приведенные обстоятельство, а также специфику отрасли сельское хозяйство, считаем необходимым сформулировать понятие «сельскохозяйственный робот».

Сельскохозяйственный робот – это автоматическое устройство, предназначенное для самостоятельного осуществления производственных и других операций в сельском хозяйстве, которое действует по заранее заложенной программе, формирует и использует информацию о производственном процессе и внешней среде от системы датчиков. При этом робот может как иметь связь с оператором (получать от него команды), так и действовать автономно.

Следует рассмотреть также понятие «робототéхника» (от робот и техника; англ. *robotics* – роботик) как прикладную науку, занимающуюся разработкой автоматизированных технических систем и являющуюся важнейшей технической основой интенсификации производства [65].

Ряд исследователей, среди которых Н.В. Василенко, К.Д. Никитин, В.П. Пономарев, А.Ю. Смолин, используют понятие «робототехника» в другом значении, а именно как совокупность технических средств (машин, оборудования, агрегатов и др.), оснащенных робототехническими устройствами либо функционирующими совместно с роботами в едином технологическом процессе [15].

В данном исследовании весьма важное значение имеет понятие «робототехника в сельском хозяйстве», как совокупность робототехнических устройств.

В связи с этим следует заметить, что робототехника, используемая в сельском хозяйстве, имеет существенные особенности, которые состоят в следующем:

– данная техника осуществляет работу с живыми организмами – растениями, животными,

– данная техника совершает операции с неотсортированными и неупорядоченными объектами (различными сортами растений, кустарников, плодоносящих деревьев и т.д.);

– система управления современными промышленными роботами основана на повторении запрограммированных движений в фиксированных зонах, в то время как сельскохозяйственная робототехника использует системы управления, функционирующие в условиях изменяющихся природно-климатических условий;

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

– данная техника (роботы) может перемещаться в животноводческих помещениях или открытой местности;

– данная техника должна обеспечивать безопасность для работающих рядом людей и животных.

В связи с первым положением отечественные исследователи М.П. Мишуров, Н.Ф. Соловьева и Ю.А. Цой отмечают, что основная особенность роботов, применяемых в сельском хозяйстве, по сравнению с промышленными роботами, состоит в том, что им приходится работать не с неодушевленными металлами, 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 [52].

Считаем целесообразным расширить семантику понятия робототехника, учесть специфики отрасли сельское хозяйство, предложить следующее понятие. Сельскохозяйственная робототехника – это, во-первых, техническое средство, т.е. совокупность автоматических программируемых устройств, выполняющих операции по производству сельскохозяйственной продукции или другие

операции с высокой точностью, повторяемостью автономно или посредством команд оператора; во-вторых, научное направление, занимающееся поиском перспективных направлений и внедрением в сельскохозяйственное производство автоматизированных систем; научно-исследовательскими и опытно-конструкторскими работами по их созданию, испытанию и внесению необходимых изменений, определением эффективности их использования; обобщением и распространением опыта их внедрения в отраслях сельского хозяйства [83].

В рассматриваемой нами отрасли особое значение приобретает, учитывая масштабы ее внедрения, доильная робототехника, что вызывает необходимость дать ее определение.

Доильная робототехника (доильный робот)– многофункциональное программируемое устройство с манипулятором, лазерным или оптическим сканером, сенсорными датчиками, ультразвуковым устройством, оптической системой, системой преддоильной обработки сосков, контроля качества молока и с другими необходимыми при доении устройствами.

Считаем необходимым ввести понятие «внедрение робототехники в организации сельского хозяйства», 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.

С учетом особенностей сельскохозяйственной робототехники, обозначенных выше, роботизация сельского хозяйства также 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 выступает 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, а также ее сервисного обслуживания. 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. Важным условием являет возможность переобучения и повышения квалификации кадров, которые будет эксплуатировать робототехнику.

Робототехника может быть использована практически в любой отрасли сельского хозяйства: в растениеводстве, животноводстве, переработке,

транспортировке, хранении и реализации продукции АПК.

В специальной литературе наряду с понятием робот часто используется понятие манипулятор.

Манипулятор – это устройство для выполнения двигательных функций, аналогичных функциям руки человека при перемещении объектов в пространстве, оснащенное рабочим органом. Манипулятор имеет кинематическую цепь, образованную последовательным или последовательно-параллельным соединением тел, называемых кинематическими звеньями, и предназначенную для преобразования движения этих звеньев в требуемое (заданное) движение рабочего органа или схвата. При этом кинематические звенья соединяются друг с другом подвижно с помощью кинематических пар.

Кинематическая цепь, образующая манипулятор, имеет два оконечных звена: одно из них будет являться основанием – стойкой (ему присваивается нулевой номер), а другое оснащается схватом. Этому оконечному звену присваивается последний *n*-й номер, равный при последовательном соединении звеньев числу подвижных звеньев манипулятора [119; 63].

Совокупность манипуляторов образует роботизированный технологический комплекс.

В ГОСТе 26.228-85. «Системы производственные гибкие. Термины и определения» роботизированный технологический комплекс (РТК) определяется как совокупность единицы технологического оборудования, промышленного робота и средств оснащения, автономно функционирующая и осуществляющая многократные циклы [27].

Приведенные обстоятельства позволяют определить сельскохозяйственную робототехнику как целенаправленную, многопрофильную, объединенную единым технологическим процессом, зависящую от природно-климатических условий деятельность, а также как технику и самостоятельное научное направление.

Внедрение робототехники в организации сельского хозяйства необходимо производить с учетом технических, технологических,

экономических, организационных, социальных, экологических и других факторов и их отраслевых особенностей.

Важное значение имеет определение понятий экономического эффекта и эффективность использования робототехники в организациях сельского хозяйства.

По нашему мнению, эффект использования робототехники в сельскохозяйственном хозяйстве – это результат применения робототехники при производстве сельскохозяйственной продукции, выражающийся в приросте производства валовой продукции, повышении ее качества, снижении потребности в трудовых ресурсах, уменьшении вредного воздействия на окружающую среду по сравнению с традиционной технологией производства и т.д.

При этом эффективность использования робототехники в сельском хозяйстве можно определить как соотношение полученных от использования робототехники эффектов и затрат на внедрение данной техники, включающих приобретение, монтаж, обслуживание робототехники и ее модернизацию.

Социальный эффект использования робототехники в сельском хозяйстве – это социальный результат данной деятельности, выражающийся в сокращении доли тяжелого физического, монотонного труда с часто повторяющимися операциями, повышении материального и культурного уровня жизни работающих, снижении профессиональной заболеваемости и травматизма на производстве, увеличении свободного времени и высвобождении части работников для реализации их трудового потенциала в других отраслях.

Важное теоретическое и практическое значение имеет классификация сельскохозяйственной робототехники [81].

По нашему мнению, данную робототехнику следует классифицировать, прежде всего, по отраслям применения. Перечень отраслей применения цифровых, интеллектуальных технологий в сельском хозяйстве непрерывно расширяется и, соответственно, растет перечень видов робототехники,

определяемых их основным назначением. Так, современную сельскохозяйственную робототехнику можно классифицировать по отраслям применения на:

– применяемую в животноводстве;

– применяемую в растениеводстве;

– применяемую во вспомогательных производствах.

В свою очередь, робототехнику в животноводстве можно классифицировать в соответствии с видами работ:

–доение животных (коров, коз и т.д.);

– уборка навоза;

– подравнивание кормов;

– раздача кормов;

– стрижка овец.

Робототехнику в растениеводстве можно классифицировать в соответствии с видами 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 в соответствии со следующими видами работ:

–мониторинг сельскохозяйственных угодий;

– сортировка сельскохозяйственной продукции;

– упаковка сельскохозяйственной продукции.

В соответствии с назначением робототехники в ней применяют устройства передвижения практически всех известных типов: от наземных колесных и гусеничных до предназначенных для передвижения в воде и воздухе [131]. В связи с этим робототехнику в сельском хозяйстве можно классифицировать по характеру перемещения:

– стационарная робототехника. В ней отсутствуют устройства передвижения;

– мобильная робототехника. В ней имеются устройства передвижения различного типа;

– беспилотные летательные аппараты. В ней имеются приспособления для передвижения по воздуху.

Робототехнику в сельском хозяйстве можно классифицировать по типам управления на:

– управляемую оператором. Она неспособна самостоятельно принимать решения, дистанционно или прямо управляться человеком;

– полуавтоматическую. В ней сочетается ручное управление с автоматическим;

– автономную. Она запрограммирована на самостоятельные действия без участия человека.

Робототехнику, используемую в сельском хозяйстве, можно также классифицировать по уровням специализации на:

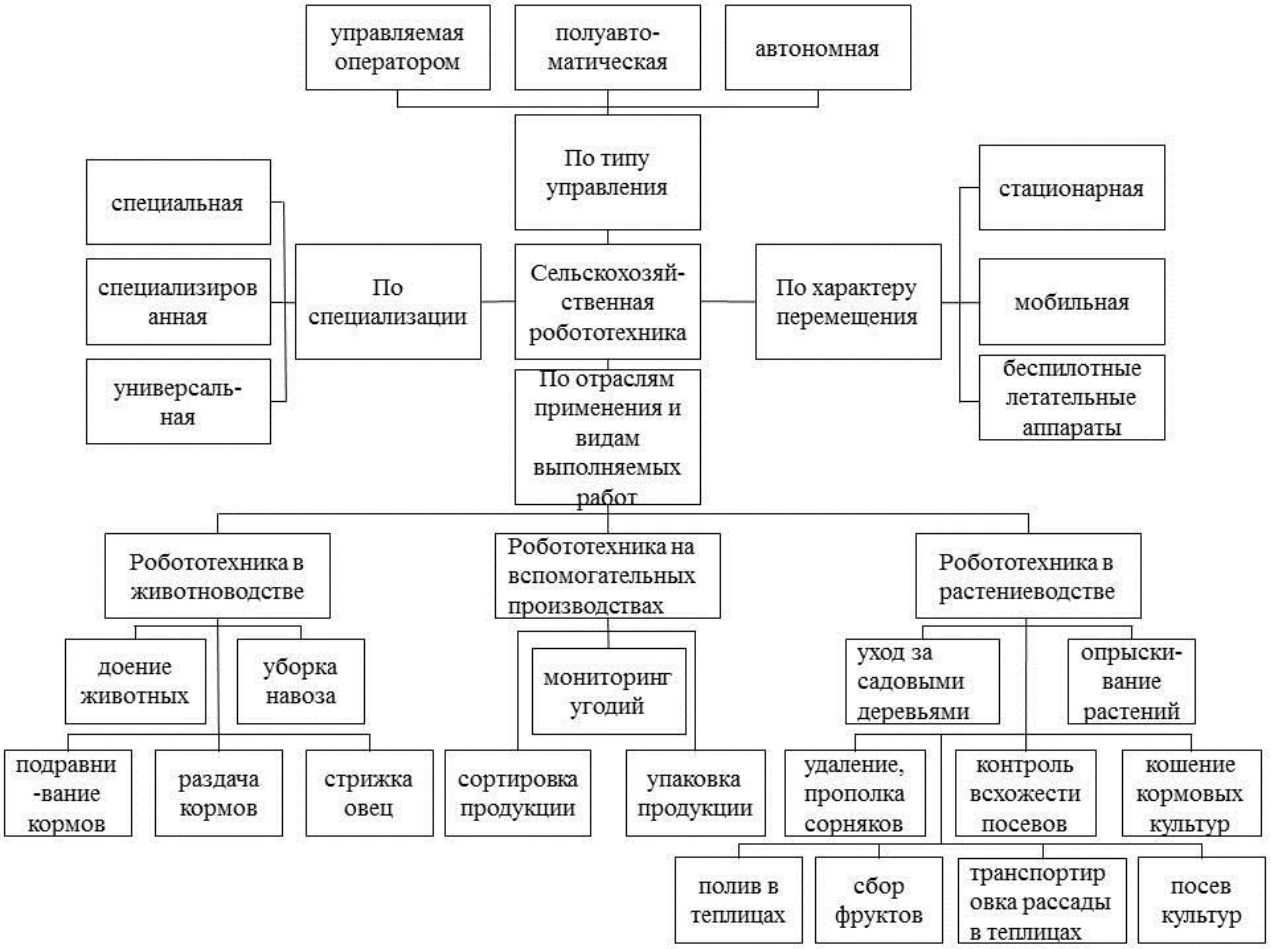
– специальную – предназначена для выполнения одной технологической операции или обслуживания конкретного технологического оборудования;

– специализированную – предназначена для выполнения технологических операций одного вида;

– универсальную – предназначена для выполнения различных основных и вспомогательных операций.

Классификацию робототехники, используемой в организациях сельского

хозяйства, можно представить в виде схемы (рисунок 1).



(составлено автором)

Рисунок 1 – Классификация сельскохозяйственной робототехники

Предложенная нами классификация сельскохозяйственной робототехники позволяет: систематизировать теоретические представления о робототехнике, применяемой в сельском хозяйстве; выявить отрасли и подкомплексы сельского хозяйства, функциональные области организаций, где имеется высокая целесообразность внедрения данной техники.

Использование робототехники в сельском хозяйстве связано с ее функциями, которые выполняются в процессе сельскохозяйственного производства.

Можно выделить следующие функции, выполняемые современной сельскохозяйственной робототехникой:

– выполнение тяжелых, физических и монотонных работ;

– трудосбережение, которое можно рассматривать:

а) на настоящем этапе как уменьшение потребности в трудовых ресурсах; изменение характера труда и снижение его тяжести;

б) в долгосрочной перспективе – как исключение участия человека непосредственно в производстве сельскохозяйственной продукции, формировании фонда жизненных средств или гарантированного жизненного минимума за счет налоговых отчислений от используемой робототехники;

– оперативное получение информации, данных о выполняемых процессах и производимой продукции для повышения эффективности принятия и реализации управленческих решений в сельскохозяйственном производстве;

– снижение профессиональных заболеваний и травматизма на опасных и вредных производствах в сельском хозяйстве;

– ресурсосбережение – за счет использования более экономичных по сравнению с традиционной технологией двигателей и приводов, точечной обработки, экономии расходных материалов;

– сбережение природы – снижение вредного воздействия на природу за счет точеной обработки, оптимальных размеров техники и пр.;

– интеллектуальная – предполагает выполнение современной робототехникой аналитических, творческих операций.

Переход сельского хозяйства на новые, более совершенные технологии производства, обострение кадровых проблем, совершенствование воспроизводственных процессов в сельском хозяйстве в современных условиях значительно повышает необходимость внедрения робототехники в сельском хозяйстве. В настоящее время роботы используются или могут быть использованы практически в любой отрасли сельского хозяйства: в растениеводстве, животноводстве, переработке, транспортировке, хранении и реализации продукции.

Инновации на основе робототехники представляют собой глобальный межотраслевой технологический сектор, в рамках которого осуществляются проектирование, производство, ремонт и утилизация автоматизированных

технических систем широкого спектра применения.

Существуют опасения, что дальнейшее внедрение робототехники в сельское хозяйство может вызвать снижение количества рабочих мест в сельской местности [124], и, следовательно, снижение качества и уровня жизни населения.

Однако, в связи с тем, что сельская территория является в значительной степени диверсифицированной зоной, нельзя отождествлять занятость на селе только с организациями сельского хозяйства. Так, по данным Л.В. Бондаренко [11] лишь 26-28% жителей, проживающих в сельской местности, работают непосредственно в сельском хозяйстве, остальные реализуют свой трудовой потенциал в других отраслях: добыче полезных ископаемых, государственном секторе, жилищно-коммунальном хозяйстве, образовании, медицине и т.д.

С одной стороны, наличие навыков работы с робототехникой повысит стоимость рабочей силы на рынке труда. С другой стороны, на рынке труда в условиях дефицита предложения обострится конкуренция между сельскохозяйственными организациями за квалифицированную молодую рабочую силу, и выиграют те организации, которые применяют инновационные технологии, в том числе на основе робототехники.

Таким образом, внедрение робототехники не отстраняет человека от выполнения работ в сельском хозяйстве, а позволяет поднять решаемые задачи на качественно новый уровень.

Важным аспектом, оказывающим влияние на эффективность использования робототехники, является безопасность ее применения.

Необходимо учитывать, что роботизация сельского хозяйства позволяет уменьшать количество профессиональных заболеваний, снижать травматизм на производстве, сокращать затраты на лечение и мероприятия по охране труда и технике безопасности.

В проблеме безопасности труда при использовании робототехники в сельском хозяйстве необходимо выделить два аспекта:

– применение робототехники как средства повышенной безопасности

производства;

– обеспечение безопасности при эксплуатации самой робототехники.

Первый аспект является основным и по существу соответствует первоочередному назначению робототехники – высвобождению людей из травмоопасного, вредного и тяжелого физического труда. В условиях сельского хозяйства роботы могут быть использованы в контактах с минеральными и органическими удобрениями, ядохимикатами и пестицидами, используемыми в сельском хозяйстве, уборке навоза, доении крупного рогатого скота, транспортировке готовой продукции и кормов, при работе в экстремальных условиях (вредные излучения, предельные температуры, загазованность, запыленность и прочее).

Второй аспект связан с обеспечением безопасности использования робототехники, которая при определенных условиях может представлять источник повышенной опасности для человека.

Следует заметить, что несчастных случаев при использовании робототехники не зафиксировано, в том числе по причине их ограниченного применения в сельском хозяйстве в настоящее время. Вместе с тем опасности применения робототехники, по нашему мнению, существуют по следующим причинам:

– неисправность робота из-за возможных нарушений его механической прочности и кинематики или отказов в системе управления;

– ошибки программирования и настройки, вследствие чего возможны непредвиденные движения и выход из огражденной рабочей зоны, механические повреждения робототехники;

– аварийные ситуации из-за превышения допустимых динамических режимов и перегрузок;

– нарушения персоналом условий эксплуатации робота (вход в рабочую зону, отсутствие личных средств безопасности (каски, спецодежды), превышение допустимой грузоподъемности, несоответствие исполнения робота реальным условиям эксплуатации, другие нарушения условий и технологии

работ);

– неправильная работа средств безопасности, которыми оборудованы робот и его рабочая зона (устройства блокировки, сигнализации, защитные ограждения и т.д.) [131].

Одним из источников аварийных ситуаций, вызванных неправильными действиями персонала, являются медико-биологические и нервно-эмоциональные факторы, возникающие при работе с роботами. Мероприятия по обеспечению безопасности роботизированных производств в сельском хозяйстве должны быть предусмотрены на всех этапах их создания и эксплуатации, начиная с формулирования технических требований, и регламентированы соответствующими нормативно-техническими документами, а также специальными документами по технике безопасности в робототехнике.

Перенос и адаптация технических решений для создания робототехники из других областей техники, где существует большой научно-технический задел по созданию подобных устройств, в специфические тяжелые условия работы, эксплуатации и обслуживания в сельском хозяйстве без существенной доработки или доводки невозможны или малоэффективны [23,44].

1.2. Объективная необходимость, факторы и принципы внедрения и использования робототехники в сельском хозяйстве

В настоящее время сельское хозяйство испытывает огромный дефицит квалифицированных кадров. В последние годы наметился рост объемов инвестиций в отрасль, строятся новые объекты по производству переработке и хранению сельскохозяйственной продукции, переоснащаются новыми техникой и технологиями животноводческие комплексы. Однако количество специалистов, готовых работать в сельском хозяйстве, уменьшается. Кроме того, возраст работающих в отрасли приближается к пенсионному. В связи с этим проблема обеспеченности кадрами является одной из острейших в системе воспроизводственных процессов сельского хозяйства.

В Программе стратегии инновационного развития агропромышленного комплекса РФ на период до 2020 года в качестве одного из ключевых рисков указано усиление межотраслевой конкурентной борьбы за факторы, определяющие конкурентоспособность инновационных систем в АПК, в первую очередь за квалифицированную рабочую силу и капиталы (инвестиции, привлекающие в проекты новые знания, технологии, компетенции), резкое повышение мобильности этих факторов [2]. В условиях низкой эффективности и недостаточной инвестиционной привлекательности сельского хозяйства, сосредоточения значительной части сельскохозяйственного производства в мелких хозяйствах населения происходит ухудшение его кадрового обеспечения, «вымывание» капитала, выведение земель из хозяйственного оборота.

Складывается парадоксальная ситуация: государство выделяет селу значительные финансовые средства на развитие аграрной сферы, но их будет невозможно использовать при внедрении новых технологий и расширении производства, так как за короткий срок не удастся привлечь в сельское хозяйство (смежные с ним отрасли) достаточное количество подготовленных специалистов. Требуется время, чтобы восстановить воспроизводство квалифицированных кадров в сфере АПК [88].

Данную проблему в значительной мере может решить роботизация сельского хозяйства, внедрение в организации отрасли современной робототехники.

Деятельность по внедрению робототехники в организации сельского хозяйства находится под влиянием целого ряда факторов. Данные факторы можно разделить на внешние и внутренние по отношению к организациям сельского хозяйства.

Так, к внешним факторам, влияющим на внедрение робототехники, можно отнести:

– уровень развития рынка сельскохозяйственной робототехники;

– уровень цен на сельскохозяйственную робототехнику;

– возрастной состав сельского населения, демографическая ситуация на селе;

– наличие и уровень государственной поддержки приобретения сельскохозяйственной робототехники;

– уровень конкуренции среди организаций сельского хозяйства (таблица 2).

Таблица 2 – Факторы, влияющие на внедрение и использования робототехники в организациях сельского хозяйства*

Внутренние факторы	Внешние факторы
Финансовое состояние организаций сельского хозяйства;	Уровень развития рынка сельскохозяйственной робототехники
Обеспеченность организаций сельского хозяйства кадрами, способными осваивать и обслуживать робототехнику	Уровень цен на сельскохозяйственную робототехнику по сравнению с традиционными технологиями
	Возрастной состав сельского населения, демографическая ситуация на селе
Уровни морального и физического износа материально-технических средств организаций сельского хозяйства	Наличие и уровень государственной поддержки приобретения сельскохозяйственной робототехники
Уровни качества выполняемых традиционными методами процессов и качества продукции и необходимость их повышения	Уровень конкуренции среди организаций сельского хозяйства
	Развитость инфраструктуры, обеспечивающей внедрение и использование робототехники

*Составлено автором.

К внутренним факторам, влияющим на внедрение робототехники, следует отнести:

– финансовое состояние организаций сельского хозяйства;

– обеспеченность организаций сельского хозяйства кадрами, способными осваивать и обслуживать робототехнику;

– уровни морального и физического износа имеющихся материально-технических средств организаций сельского хозяйства;

– уровни качества выполняемых традиционными методами процессов и качества продукции и необходимость их повышения.

Выделение факторов внедрения робототехники в организации сельского хозяйства основано на традиционных критериях, ориентирующихся на повышение эффективности роботизации аграрного сектора, а именно,

увеличение эффективности использования данной техники и темпов ее внедрения.

Можно также выделить факторы, препятствующие внедрению робототехники в организации сельского хозяйства:

– недостаток финансовых средств в организациях сельского хозяйства для приобретения робототехники;

– недостаток квалифицированных кадров для установки и обслуживания робототехники в организациях сельского хозяйства;

– неразвитость инфраструктуры, обеспечивающей внедрение и использование робототехники;

– низкий инновационный потенциал организаций сельского хозяйства;

– недостаток финансовой поддержки со стороны государства;

– наличие рисков внедрения робототехники.

Учет приведенных факторов, воздействие на них позволяют повысить эффективность использования робототехники в организациях сельского хозяйства

Данные факторы спонтанно влияют на процесс внедрения робототехники, роботизацию. Вместе с тем требуется целенаправленная деятельность по внедрению цифровых, интеллектуальных технологий и робототехники, то есть управление, государственного регулирования.

Объективная необходимость внедрения в современных условиях робототехники в организации сельского хозяйства вызвана следующим:

– необходимостью повышения производительности труда в организациях сельского хозяйства. В случае правильно выбранных роботизированных систем производительность труда по сравнению с ручным производством возрастает в разы или на порядок [38, 98];

– необходимостью повышения 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 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 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, способствует сохранению здоровья высокопродуктивного скота [5];

– необходимостью создания 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;

– 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 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 [21], 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;

– необходимостью повышения привлекательности отрасли сельского хозяйства для нового поколения кадров. Молодежь проявляет повышенный интерес к научно-техническому прогрессу и передовым технологиям. Использование трудовых ресурсов в сельском хозяйстве повысится за счет привлечения юношей и девушек, если они будут иметь возможность более активно участвовать в применении новых технологий и передовых методов организации труда.

Практика показывает, что внедрение робототехники позволяет также минимизировать рабочее пространство многих производственных процессов. Так, правильно скомплектованная ячейка на базе робота более компактна, чем рабочая зона для выполнения ручных работ. Это достигается за счет эргономичной конструкции сборочных компонентов, небольших размеров места, занимаемого роботом, возможности его размещения в подвешенном состоянии и т.д. К примеру, фирма Pellonpaja ОУ (Финляндия) разработала серию подвесных бункерных роботов для раздачи моно- или комбикормов. Они предназначены для использования на фермах с раздельным типом кормления: грубые и концентрированные корма раздаются раздельно различными техническими средствами. Энергоснабжение робототехники осуществляется от двух аккумуляторов. Раздатчик Pellon 2W оснащен выгрузным устройством, позволяющим осуществлять раздачу комбикормов на обе стороны. Данный раздатчик служит для управления кормлением стада с большим поголовьем, оснащен удобным и информативным дисплеем. После ввода исходных данных в компьютер (количество групп животных, рецептов и исходных компонентов кормления и др.) кормление животных осуществляется в автоматическом режиме. Программное обеспечение поддерживает функцию «календарь коровы», которая является инструментом для прогнозирования предстоящих мероприятий и облегчает выполнение индивидуального режима кормления,

автоматически приспосабливаемого к продуктивному циклу животного [91].

Для привлечения молодых квалифицированных кадров необходимо, чтобы трудовой процесс был интеллектуально насыщен и содержателен. Соответственно необходимо устранить все, что ведет к однообразию и монотонности труда, делает его тяжелым и малосодержательным. Однако объективная необходимость повышения производительности труда нередко вызывает противоположные тенденции, что особенно проявляется при глубокой специализации трудовых операций, характерной для сельского хозяйства (к примеру, при доении коров).

Другим аспектом, повышающим необходимость роботизации сельского хозяйства, является обостряющееся противоречие между усилением творческого характера труда (для увеличения привлекательности труда в сельском хозяйстве) и сохранением видов деятельности, лишенных творческого содержания и требующих больших физических усилий (доение, уборка навоза), изменение состава трудовых ресурсов вследствие роста образовательного уровня нового поколения кадров. Это повышает требования к условиям и характеру труда. В современных условиях молодых людей не может привлечь лишённый творческого подхода ручной труд в сельском хозяйстве, так как у нового поколения совершенно другие представления о рабочем месте и содержании труда. Это не компенсируется даже повышенной заработной платой.

Выход из указанного противоречия видится в применении принципиально новых технических решений на основе робототехники, позволяющей освободить человека от однообразных физически тяжелых и лишенных интеллектуального содержания операций. Новые технические решения на основе роботизации сельскохозяйственного производства позволят значительно повысить привлекательность отрасли для нового поколения кадров, создаст условия для повышения закрепляемости выпускников аграрных вузов и техникумов. Новые технические решения возможны на основе использования качественно новых принципов, информационных технологий и

систем управления с использованием искусственного интеллекта.

Кроме того, существуют ограничения, обусловленные возможностями самого человека. Они касаются повышения интенсивности прохождения технологических процессов, возрастания числа технологических процессов, протекающих в агрессивной, вредной для человека среде (агрохимия, удаление продуктов жизнедеятельности, контроль качества продукции на разных стадиях производства). Устранение указанных ограничений возможно посредством передачи части трудовых операций от человека сельскохозяйственным роботам.

На современном этапе можно выделить две основные составляющие кадрового аспекта применения робототехники в сельском хозяйстве:

– повышение производительности труда и эффективности производства за счет экономии фонда заработной платы при росте реальной заработной платы работающих;

– интеллектуализация труда, обогащение его содержания, создание предпосылок для воспроизводства кадров и увеличения притока (закрепляемости) молодых людей в сельское хозяйство.

Достижению указанных целей в полной мере способствует внедрение инноваций на основе робототехники в организации сельского хозяйства.

Внедрение робототехники в сельское хозяйство способствует преодолению одного из серьезных противоречий современного производства: с одной стороны, между растущей специализацией трудовых операций (к примеру, доения) как условия повышения производительности труда и, с другой стороны, необходимостью усиления содержательности и творческого характера труда для привлечения молодежи в отрасль и общего повышения престижности аграрного труда. Таким образом, внедрение робототехники в сельскохозяйственное производство создаст предпосылки для преодоления различий между умственным и физическим трудом в сфере материального производства. В результате внедрения робототехники произойдет исчезновение нетворческого физического труда как особого рода профессиональной

деятельности, повысится привлекательность сельского хозяйства для молодежи.

Использование робототехники в сельском хозяйстве оказывает существенное влияние на такие важные экономические характеристики, как производительность труда, объем произведенной продукции, себестоимость, рентабельность, фондоотдача.

Рост производительности труда обеспечивается, с одной стороны, увеличением объема производства, с другой – сокращением численности производственных рабочих.

Рост объема производства происходит вследствие улучшения использования оборудования, повышения его производительности и снижения брака. При этом улучшение использования оборудования достигается за счет факторов экстенсивного и интенсивного характера. Факторы интенсивного характера предусматривают улучшение использования оборудования в единицу времени вследствие сокращения трудоемкости вспомогательных операций (к примеру, загрузки ящиков с рассадой, транспортировки готовой продукции или кормов и т.п.). Повышение экстенсивного использования оборудования обусловлено увеличением времени его работы. В условиях роботизации сельского хозяйства это обеспечивается сокращением различного рода потерь рабочего времени и повышением сменности оборудования. Как известно, низкая сменность работы в сельском хозяйстве обусловлена, прежде всего, недостатком рабочей силы (на уборке внутрисменные простои могут составлять 50%).

Снижение брака продукции и повышение качества выполняемых операций в сельском хозяйстве возможно посредством устранения влияния индивидуальных и субъективных факторов, таких как утомляемость рабочего, его состояние, абсентеизм и невыходы на работу.

С точки зрения воспроизводства кадров в условиях роботизации произойдет абсолютное и относительное сокращение численности производственных рабочих. Под относительным сокращением численности

работников понимается возможность повысить объем производства при той же численности производственных рабочих благодаря значительному увеличению годового эффективного фонда времени работы оборудования в результате использования робототехники.

Увеличение объемов производства в условиях роботизации сельского хозяйства приводит к снижению себестоимости продукции в результате уменьшения доли условно-постоянных накладных расходов на единицу продукции, сокращения непроизводственных расходов, связанных с кадрами, таких как оплата сверхурочных работ, оплата простоев рабочих, снижение потерь от брака, а также удельных затрат по содержанию и эксплуатации оборудования. Снижение себестоимости продукции достигается за счет экономии заработной платы рабочих, высвобождаемых абсолютно и относительно. Экономия на заработной плате образуется также вследствие опережающего темпа повышения производительности труда по сравнению с темпом роста заработной платы.

Кроме экономического эффекта от внедрения робототехники в сельскохозяйственное производство также существуют социальные эффекты. Внедрение робототехники в сельское хозяйство имеет следующие позитивные социальные последствия: улучшение условий труда, ликвидация тяжелых, опасных и вредных для здоровья персонала видов работ, повышение общей культуры производства. В частности, внедрение робототехники в сельскохозяйственное производство уменьшает текучесть кадров. Это позволяет снизить дополнительные затраты на восполнение недостатка рабочих. Как показывает зарубежный и отечественный опыт, ущерб от текучести кадров образуется вследствие недополучения организацией продукции в течение примерно последних двух недель работы увольняющихся работников, выработка которых сокращается в среднем на 20%. Кроме того, выработка принятых работников в течение первых 1-3 месяцев работы тоже оказывается сниженной не менее чем на 20% в зависимости от специальности и стажа. Текучесть кадров также обуславливает дополнительные затраты на

организацию работы по приему и увольнению, подготовке, адаптации кадров и т.д. [131].

Разумеется, нельзя сказать, что применение робототехники является панацеей 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.

Деятельность по внедрению робототехники в организации сельского хозяйства должна иметь определенную целевую направленность. При этом в качестве целей можно рассматривать:

– 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;

– минимальная потребность в обслуживании данной техники, так как современные сельскохозяйственные роботы благодаря применению асинхронных двигателей, качественных редукторов и т.д. практически не нуждаются в обслуживании. Также изготавливаются специальные модели робототехники из нержавеющей стали, например, для выполнения работ в сельском хозяйстве, при высоких и низких температурах и в агрессивных средах, что делает их менее восприимчивыми к окружающей среде и повышает износостойкость оборудования;

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

Таким образом, деятельность по внедрению робототехники в организации сельского хозяйства, то есть управление, должна иметь определенную целевую направленность.

При этом в качестве субъектов управления данной деятельностью могут выступать:

– органы управления сельским хозяйством;

– исполнительные органы и отраслевые союзы;

– региональные органы исполнительной власти.

Роль государства во внедрении робототехники может состоять в следующем:

1) государственная поддержка внедрения робототехники в организации сельского хозяйства;

2) интеграция деятельности по внедрению робототехники;

3) обоснование целесообразности внедрения робототехники;

4) учет внешних и внутренних факторов;

5) обеспечение принципа эффективности деятельности по внедрению

робототехники.

Можно выделить принципы внедрения и использования робототехники в организациях сельского хозяйства (таблица 3):

Таблица 3 – Принципы внедрения и использования сельскохозяйственной робототехники*

Принципы	Содержание
Приоритетности	Предполагает приоритетное внедрение робототехники на тяжелых, опасных и вредных для здоровья человека видах сельскохозяйственных работ, в также в регионах, испытывающих дефицит кадров сельского хозяйства
Качества	Предполагает обеспечение более высокого качества производимой продукции и выполняемых процессов по сравнению с традиционной технологией за счет исключения неблагоприятного воздействия человеческого фактора, максимального использования возможностей робототехники
Комплексности	Предполагает учет всех факторов производства в едином комплексе при внедрении робототехники в сельскохозяйственные организации: вида получаемой продукции, применяемой технологии, взаимодействия с дополнительным оборудованием, системой управления и сервисного обслуживания, подготовки кадров способных осваивать робототехнику, необходимости государственного субсидирования приобретения робототехники и др.
Экологичности	Предполагает снижение вредного экологического воздействия за счет оптимальности размеров, технологий точной обработки (в том числе опрыскивания, использования удобрений и т.д.)
Экономичности	Использование более экономичных электродвигателей, датчиков контроля, силовых установок и прочих узлов в составе робототехники, позволяющих снизить расход электроэнергии, воды, семян, удобрений, пестицидов, прочих материалов на единицу продукции по сравнению с традиционной технологией
Эффективности	Эффективность деятельности по внедрению и использованию робототехники, повышение производительности труда
Безопасности использования	Предполагает обеспечение техники безопасности при использовании робототехники, снижение уровня профессиональных заболеваний и производственного травматизма в организациях сельского хозяйства за счет снижения доли ручного труда и его тяжести

*Составлено автором.

Использование научно обоснованных принципов внедрения и использования робототехники в организациях сельского хозяйства позволит повысить темпы внедрения данной техники, эффективность ее применения.

В настоящее время все используемые образцы сельскохозяйственной робототехники – иностранного производства, что обуславливает необходимость учитывать опыт развития этой техники за рубежом.

1.3. Опыт развития сельскохозяйственной робототехники за рубежом

Передовые страны работают над переходом к безлюдному автоматизированному сельскому хозяйству на основе широкого применения мобильной и стационарной робототехники. 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.

Робототехнику для использования в сельском хозяйстве относят к категории сервисной робототехники. 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.

По оценке Международной федерации робототехники, к 2020 году объем мирового рынка робототехники, с учетом сопутствующего программного обеспечения и затрат на эксплуатацию, составит 120 млрд. долларов США (по состоянию на 2012 год мировой рынок робототехнической продукции оценивался в объеме 12,1 млрд. долларов США, а с учетом стоимости сопутствующего программного обеспечения и затрат на эксплуатацию – 37 млрд. долларов США).

Несмотря на то, что в гражданском секторе потребительские и сервисные роботы по объему производства пока уступают промышленным (в 2012 году рынок промышленной робототехники составил 8,69 млрд. долларов США, сервисной робототехники – 3,42 млрд.), ожидается, что основная доля гражданского применения робототехники придется именно на бытовое обслуживание населения [158].

Согласно новому отчету фирмы Tractica, годовой объем поставок сельскохозяйственной робототехники достигнет в мире 992 млрд. долл. к 2024 году по сравнению с 33 млрд. долл. в 2015 году. Фирма прогнозирует, что некоторые из крупнейших сегментов включают применение беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) для сельскохозяйственных целей, обработки почвы, управление роботами, робототехники по управлению материальными потоками, беспилотных тракторов, доильных роботов [137].

За рубежом накоплен определенный опыт развития исследований и применения сельскохозяйственной робототехники в сельском хозяйстве.

Так, в США объем продаж сельскохозяйственной робототехники в 2013 году составил 0,9 млрд. долл. Большая часть этого количества пришлась на автоматизированные доильные системы. Также значительную часть составляют роботы для уборки помещений и автоматической подачи кормов.

В июне 2011 года, во время визита в университет Карнеги-Меллон, президент США объявил о создании Национальной робототехнической программы (National Robotics Initiative, NRI) как части более широкого комплекса мер по возрождению американской промышленности [158].

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 и сельскохозяйственной.

В рамках программы NRI четыре министерства в зависимости от выделенного бюджета каждый год будут направлять от 30 до 50 млн. долларов 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 исследования в области робототехники,

используемой для увеличения производства продуктов питания, а также переработки и распределения, что принесет пользу потребителям и фермерам. Ожидается, что проекты будут привлекать исследователей из научных кругов, промышленности, другие заинтересованные стороны и организации, студентов, будут проводиться фундаментальные и прикладные исследования, 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 сооружений и питомников, или для обработки (например, сортировки, вакцинации, дегельминтизации) сельскохозяйственных животных.
- Мультимодальные и системы быстрого зондирования для выявления дефектов, степени зрелости, физического повреждения, микробного загрязнения, определения размера, формы и 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:

– мелкие (длительность проектов от года до пяти лет);

– крупные (длительность проектов от трех до пяти лет, обязательное условие – проекты должны быть междисциплинарными).

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

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

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

3. Университету Флориды на проект по созданию робота – сборщика цитрусовых (660 тыс. долларов США);

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

5. Государственному университету Вашингтона для создания робота по сбору фруктовых плодов с деревьев (548 тыс. долларов США) [34].

В следующем, 2014 году, Министерство сельского хозяйства США выделило средства на пять долгосрочных проектов на общую сумму 4,5 млн. долларов. Гранты были выданы:

1. Технологическому Институту Джорджии, Атланта (900,4 тыс. долл.). Проект предполагает развитие роботизированных технологий, необходимых для того, чтобы самостоятельно собирать листья и образцы почвы, которые имеют решающее значение для комплексной борьбы с вредителями сельскохозяйственных культур.

2. Университету Иллинойса, Урбана (532,6 тыс. долл.). Основная цель проекта – построение надежной сельскохозяйственной базы для кооперативных сетей операторов и роботизированных мобильных платформ, которые обеспечивают гарантированную производительность труда в крайне изменчивой местности и почвенных условий, поддержки и взаимозаменяемости

инструментов, платформ и культур.

3. Университету Карнеги-Меллон, Питтсбург, Пенсильвания (556,7 тыс. долл.). Целью данной работы является разработка общего подхода к обнаружению и отслеживанию рабочих мест в сельскохозяйственной среде, для которых необходимым условием безопасного и эффективного осуществления деятельности является применение роботизированной сельскохозяйственной техники.

4. Университету Штата Вашингтон, Пулман (1,010 тыс. долл.). Целью данного исследования является 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 [158] .

Важно проанализировать эффективность использования робототехники за рубежом. Так, научные сотрудники университета Миннесоты отмечают, что использование доильной робототехники на Среднем Западе США способствует увеличению продуктивности коров. Исследователи отмечают, что увеличение продуктивности составило от 5 до 10% при переходе от доения 2 раза в сутки на традиционной технологии, к доению несколько раз в сутки на робототехнике (таблица 4) [161].

Таблица 4 – Сравнительная характеристика различных технологий доения на Среднем Западе США за 2011-2015 гг,

Показатель	Доильный робот	Доильный зал	Разница
Валовой надой молока на корову в год, фунтов	23532	21528	+ 2004
Валовой доход на корову в год, долл.	4564	4254	+310
Стоимость кормов на корову в год, долл.	2251	2206	+45
Накладные расходы на корову в год, долл.	899	581	+318
Чистый доход на корову в год, долл.	185	230	-45
Амортизация на корову в год, долл.	547	249	+298

Из данных таблицы видно, что валовой доход на 1 корову за год увеличился на 310 долларов. При этом стоимость кормов возросла на 45 долларов, а накладные расходы на 318 долларов в год на корову. Существенно

увеличилась (на 298 долларов год на корову) амортизация. В результате чистый доход на корову сократился на 45 долларов год.

Таким образом, расходы при применении робототехники оказались выше, чем при использовании доильного зала, в результате чего эффективность ниже при тех уровнях цен и субсидий.

Один из ключевых факторов развития робототехники, в том числе аграрной, в США – формирование профильных кластеров вокруг наиболее сильных университетов. К наиболее мощным кластерам можно отнести кластер «Кремниевая долина», Питтсбургский кластер, Массачуссетский 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 гг. в робототехнические проекты было инвестировано более 200 млн. долларов США, средний рост доходов с 2008 по 2011 год составил 11%. При этом на долю компаний, специализирующихся на робототехнике для сельского хозяйства, приходилось 6,1% (рисунок 2) [156].

Рисунок 2 – Распределение компаний робототехнического кластера в Массачусетсе по отраслям, %

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

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 и развитие получили роботизированные доильные работы.

К наиболее известным производителям робототехники для сельского хозяйства можно отнести DeLaval (Швеция), Fullwood (Великобритания), Insentec (Голандия), Lely (Голландия), GEA FarmTechnologies (Германия). По данным исследователей рынка робототехники, по состоянию на 2011 год сельскохозяйственная робототехника занимала 39% от всего рынка робототехники в Европе (рисунок 3) [139].

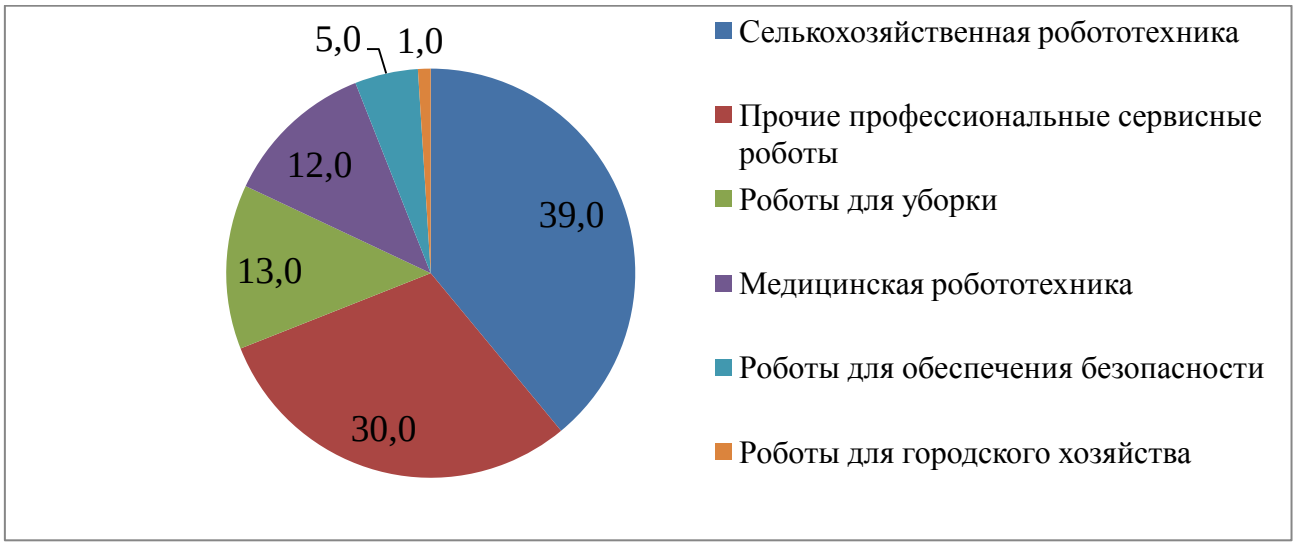


Рисунок 3 – Области применения профессиональной сервисной робототехники в Европе

Ярким примером развития сельскохозяйственной робототехники в стране являются Нидерланды, которые не относятся к лидерам в производстве робототехники вообще. Наиболее сильные позиции страна занимает именно в производстве робототехники для сельского хозяйства. Крупнейший голландский производитель робототехники – компания Lely – является мировым лидером в области автоматических доильных систем. Компания Lely

предоставляет организациям сельского хозяйства рекомендации, касающиеся эффективной организации молочного хозяйства с помощью роботизированных систем, позволяющих облегчить жизнь фермеров посредством инновационных решений и индивидуализированных услуг. Общая выручка голландских производителей робототехники для доения в 2010 году составила около 11% мирового рынка профессиональной сервисной робототехники и 52% сегмента сельскохозяйственной робототехники.

С 2010 года координация усилий по стимулированию робототехники в Нидерландах была поручена платформе RoboNED, в задачи которой входит проведение анализа и разработка рекомендаций по развитию отрасли [25].

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 числа кормлений и размера порции). Также робототехника будет развиваться в направлении повышения уровня автономности сельскохозяйственного оборудования.

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

1. Отсутствие законодательной базы для функционирования автономных систем.
2. Возможности перекрестного заражения (зерна, сорняков, бактерий и т.д.) при использовании робототехники.
3. Сложность хранения, обслуживания и содержания автономных машин.
4. Отсутствие стандартов интерфейса машин для взаимодействия с человеком.

5. Обеспечение конфиденциальности данных о фермерских хозяйствах.

В ближайшей перспективе планируется развивать возможности робототехники в сельском хозяйстве по следующим направлениям:

– повышение совместимости машин посредством стандартизации (например, стандарты ISOBUS как универсальный протокол для электронной связи между инструментами, тракторами и компьютерами);

– переход к потоковому, непрерывному процессу (24 часа доения, восьмиразовое автоматизированное кормление, что благоприятно сказывается на здоровье животных, увеличении их продуктивного долголетия);

– повышение взаимодействия автономных систем с целью повышения качества и эффективности работы;

– развитие коммуникаций, обеспечивающих дистанционное управление;

– повышение энергоэффективности за счет оптимизации использования машин;

– разработка методик, позволяющих снизить использование антибиотиков и пестицидов.

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

В Китае робототехника была и во многом до сих пор остается промышленной. В 1970-е годы, 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. Основным препятствием на пути создания робототехники

для сельского хозяйства является отсутствие четкого сценария развития отрасли: несколько институтов работают над решением одних и тех же задач. Другим явным препятствием является слабый уровень развития в КНР точного машиностроения. По причине зависимости от импорта комплектующих (прежде всего из Японии) китайские производители неспособны создавать конкурентоспособные образцы, а также предложить конкурентоспособные цены на сельскохозяйственную робототехнику. Эксперты связывают большие надежды на будущее развитие в Китае сервисной сельскохозяйственной робототехники, однако пока она находится на стадии разработки единичных экземпляров для государственных нужд.

В Южной Корее робототехника входит в число десяти приоритетных направлений развития науки и техники. Правительством поставлена амбициозная цель – выйти на лидирующие позиции в мире в области робототехники к 2022 году [160]. Для достижения этой глобальной цели предполагается решить следующие задачи:

– довести объем производства робототехники в Южной Корее до 22 млрд. долларов США;

– создать 30 тыс. новых рабочих мест в этой отрасли;

– увеличить экспорт робототехнической продукции на 30%;

– создать 7 региональных институтов, специализирующихся на робототехнике.

Несмотря на грандиозные планы и явные успехи в области промышленной робототехники, Южной Корее присущи некоторые явные проблемы в развитии этой отрасли и существенное отставание 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 остается Япония. Робототехника стала быстро распространяться в этой стране с 1980-х годов,

прежде всего в промышленном секторе. В частности, в автомобильной, электрической и электронной отраслях промышленности применение робототехники оказало значительное влияние на повышение производительности труда.

Также как и в России, в Японии отрасли сельского хозяйства, лесного хозяйства и рыбной промышленности испытывают дефицит трудовых ресурсов либо по причинам отказа людей трудиться в сложных условиях, либо в них заняты в основном работники в престарелом возрасте. Существует серьезная проблема не только дефицита работников, готовых трудиться, но также тяжелых отраслевых условий труда, в частности это работа на крутых склонах, под палящим солнцем и с живыми организмами. Аналогичная проблема в пищевой промышленности: ручной труд, такой как подготовка вручную пищи, предполагает индивидуальное непосредственное участие, что определяет высокую трудоемкость и дефицит рабочей силы в этой отрасли, и это станет серьезной проблемой в перспективе.

Поэтому в Японии ориентируются на трудосбережение за счет применения робототехники (таблица 5).

Таблица 5 –Оценки и текущий размер отраслевого рынка робототехники в Японии*, млрд йен

Сектор 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

*Составлено автором на основе программы развития робототехники в Японии.

Из данных таблицы видно, что п оценкам Министерства экономики торговли и промышленности Японии, а также Организации развития новых энергетических и промышленных технологий (NEDO), потенциал и размер всего рынка робототехники оценивается к 2020 году примерно в 2853 млрд. йен (около 860 млрд. йен в 2014 г.), а для сельского и лесного хозяйства, пищевой промышленности – примерно 121,2 млрд. йен (приблизительно 1,0 млрд. йен в

2014 г.) [157]

Робототехника, имеющая отношение к сельскому хозяйству, занимает в общем объеме рынка данной техники в стране 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, создании человекоподобной робототехники, робототехники по уходу за больными людьми и в сфере развлечений. Однако следует заметить, что в 2015 году произошел резкий рост интереса к аграрным роботам, и рынок вырос в десятки раз. Ожидается, что к 2035 году рынок вырастет еще 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 тяжести труда в сельском хозяйстве, о чем было сказано выше, это позволит использовать технологии экономии 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 генерации энергии для сельского хозяйства, лесного хозяйства, рыболовства, промышленности и муниципалитетов».

Экспертами в Японии установлены следующие показатели для оценки эффективности прогресса этих усилий:

– разработка беспилотных тракторов к 2020 году;

– введение по крайней мере 20 моделей новой робототехники, которые будут способствовать энергосбережению, трудосбережению и т.д., в области сельского хозяйства, лесного хозяйства и пищевой промышленности.

Следует заметить, что Япония, являясь лидером в промышленной

робототехнике, активно разрабатывает человекоподобные роботы, сервисные медицинские роботы и собственно промышленные роботы, однако существенно отстает от лидеров отрасли по сельскохозяйственной робототехнике. Безусловно, имея существенный задел по точной механике и опыт конструирования робототехники, Япония способна добиться значительных успехов в этой сфере.

Таким образом, Европа является лидером в производстве и внедрении сельскохозяйственных профессиональной сервисной робототехники и занимает значимую долю на рынке сельскохозяйственной робототехники. Однако существенную 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.

Российской Федерации следует учесть зарубежный опыт развития робототехники, создать с привлечением ведущих ученых комплексную программу развития отечественной сельскохозяйственной робототехники и, с опорой на отраслевую науку, реализовать ее.

ГЛАВА 2. СОСТОЯНИЕ И ПРИЧИНЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РОБОТОТЕХНИКИ В ОРГАНИЗАЦИЯХ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

2.1. Необходимость и причины внедрения робототехники в организациях сельского хозяйства Свердловской области

Необходимость внедрения робототехники в организациях сельского хозяйства Свердловской области вызвана рядом причин.

Так, важнейшей из них является ухудшение кадрового обеспечения отрасли, снижение закрепляемости молодых специалистов на селе [53].

По нашему мнению, важными причинами, обуславливающими внедрение робототехники в сельское хозяйство, являются также высокие кадровые риски, влияющие на результаты производства, производственный травматизм, дефицит кадров.

Ухудшение кадрового обеспечения отрасли связано с демографическими проблемами, снижением рождаемости и увеличением смертности из-за низкого жизненного уровня и других причин.

В постсоветский период российское село понесло огромные людские потери. Так, за время между переписями населения 1989 г. и 2002 г. в Российской Федерации было утрачено 10,7 тыс. населенных пунктов (7,5% от их числа). Число поселений, не имеющих постоянных жителей, увеличилось на 40% и достигло 13,1 тыс., доля поселений с числом жителей до 10 человек возросла с 19,7 до 22,4%. Средняя плотность сельского населения снизилась с 2,3 до 2,2 чел. на 1 кв. км [11; 96].

Государственной программой развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013–2020 гг. предусмотрено увеличение производства продукции сельского хозяйства в хозяйствах всех категорий в 2020 г. по отношению к 2010 г. на 39% (к 2009 г. – на 27,6%), пищевых продуктов, включая напитки, и табака – на 60% [20]. Достижение данных показателей

требует грамотной, технически обученной и образованной рабочей силы в необходимом объеме для выполнения работ, разработки идей, управления сложными процессами, оказания социальных услуг, обеспечения финансирования и страхования и др. Сегодня даже в сельском хозяйстве физический труд все более уступает место аналитическим навыкам и специальным техническим знаниям [132].

Однако, по мнению специалистов, в ближайшем будущем численность проживающего в сельской местности населения будет сокращаться, причем скорость этого негативного процесса будет нарастать. В настоящее время в сельской местности проживают 39,5 млн. человек, или 27% от общего числа жителей России, из них трудоспособного населения – лишь 21 млн. человек, или 53,2%. Среди жителей села 9,1 млн. человек (23%) составляют пенсионеры [66]. Согласно прогнозам, численность сельского населения в России с учетом миграции к 2020 г. составит 35244 тыс. чел., что на 4,6 % меньше, чем без учета миграции, а к 2040 г. – 29314 тыс. человек (на 10,2 % меньше) [9].

Обозначенная выше тенденция характерна и для Свердловской области, где наметился устойчивый тренд снижения численности трудоспособного населения, причем как в городах, так на селе.

Так, с 2006 по 2014 гг. доля трудоспособного населения области сократилась на 4,9 %. За период с 2015 по 2020 гг., по данным прогноза на 5 лет, доля трудоспособного населения сократится еще на 7,9 %. За этот период доля трудоспособных жителей по отношению к общей численности населения уменьшится с 57,3 до 49,4 % [9].

Негативные демографические тенденции оказывают влияние на занятость людей в организациях сельского хозяйства.

Так, численность работников организаций сельского хозяйства Свердловской области за рассматриваемый период (2003–2013 гг.) сократилась на 49 %, а занятых в аграрном производстве – на 49,5 %, в том числе постоянных рабочих – на 51 %, сезонных – почти на 50 %, служащих – на 41 %. Причем сократилась численность всех категорий работников (таблица 6).

Таблица 6 – Данные о численности и профессиональном составе работников организаций сельского хозяйства Свердловской области*

Категории работников	2003 г.		2013 г.		2014 г.		2015 г.		2016 г.		2016 к 2003, %
	Среднегодовая численность, чел.	Структура, %	Среднегодовая численность, чел.	Структура, %	Среднегодовая численность, чел.	Структура, %	Среднегодовая численность, чел.	Струк-тура, %	Среднегодовая численность, чел.	Структура, %	
Количество работников, всего, в том числе:	61430	100	31354	100	29295	100	28470	100	28150	100	45,8
Работники, занятые в сельскохозяйственном производстве	52368	85,2	26456	84,4	24888	85,0	24180	84,9	23763	84,4	45,4
из них рабочие постоянные	41190	67,1	20139	64,2	19082	65,1	15838	65,5	18551	65,9	45,0
трактористы-машинисты	8114	13,2	3280	10,5	3123	10,7	3018	10,6	3012	10,7	37,1
операторы машинного доения	4689	7,6	2204	7	2108	7,2	2078	7,3	2027	7,2	43,2
скотники кр.рог.скота	5199	8,5	2579	8,2	2526	8,6	2391	8,4	2336	8,3	44,9
работники свиноводства	1092	1,8	681	2,2	594	2,0	598	2,1	591	2,1	54,1
работники птицеводства	1860	3	1476	4,7	1370	4,7	1310	4,6	1295	4,6	69,6
Работники сезонные и временные	3188	5,2	1604	5,1	1372	4,7	1338	4,7	1323	4,7	41,5
Служащие	7990	13	4713	15	4434	15,1	4242	14,9	4166	14,8	52,1
из них руководители	2767	4,5	1698	5,4	1590	5,4	1566	5,5	1562	5,55	56,5
специалисты	4554	7,4	2803	8,9	2666	9,1	2619	9,2	2590	9,2	56,9
Работники, занятые в подсобных промышленных промыслах	6121	10	3477	11,1	2666	10,8	2904	10,2	2646	9,4	43,2
Работники торговли и общественного питания	2077	3,4	936	3	728	2,5	598	2,1	563	2,0	27,1
Работники, занятые строительством хозяйственным способом	268	0,04	94	0,3	45	0,2	57	0,2	56	0,2	21,0
Работники, занятые прочими видами деятельности	596	1	442	1,4	498	1,7	456	1,6	450	1,6	75,6

*Составлено и рассчитано автором.

При этом численность трактористов-машинистов уменьшилась на 60 %, операторов машинного доения и скотников крупного рогатого скота – на 53 и 50 % соответственно. В 2016 г. продолжился процесс сокращения численности на 5–7 % практически по всем категориям работников.

Уменьшение численности работников в меньшей степени коснулось работников свиноводства и птицеводства – на 38 % и 21 % соответственно.

В структуре профессионального состава работников существенных изменений не произошло. Так, работники, занятые в сельскохозяйственном производстве, составляют 85 % от общей численности работников, в том числе постоянные работники – 65 %, сезонные и временные – около 5 %, служащие – 15 %.

Одновременно происходит сокращение численности женщин, входящих в состав трудовых ресурсов организаций сельского хозяйства, с 25,1 до 12,6 тыс. человек. При этом их доля в среднесписочном составе работников практически не меняется и составляет 44,0 –44,5 % [40].

На динамику занятого в сельском хозяйстве населения оказывает влияние общее снижение общей численности экономически активного населения в Свердловской области (таблица 7) [60].

Таблица 7 – Численность рабочей силы (экономически активного населения), занятых и безработных в Свердловской области, чел. тыс. *

Показатели	2000	2012	2013	2014	2015	2016	2016 к 2000,%
Численность рабочей силы (экономически активного населения)	2330,9	2292,8	2309,0	2279,5	2293,1	2230,1	95,7
занятые в экономике	2097,5	2159,5	2172,6	2141,1	2143,7	2092,4	99,8
безработные	233,4	133,4	136,3	138,4	149,4	137,7	59,0
Мужчины	1189,4	1158,8	1171,4	1165,5	1166,8	1165,9	98,0
занятые в экономике	1060,0	1087,9	1093,9	1090,5	1081,0	1055,1	99,5
безработные	129,4	70,9	77,5	75,0	85,8	79,1	61,1
Женщины	1141,5	1134,0	1137,6	1114,0	1126,3	953,5	83,5
в том числе:							
занятые в экономике	1037,5	1071,6	1078,8	1050,6	1062,7	1037,3	100,0
безработные	104,0	62,4	58,8	63,4	63,6	58,6	56,4

*Составлено автором по данным Федеральной службы государственной статистики.

Из данных таблицы видно, что численность рабочей силы (экономически активного населения) снизилась в 2016 году по сравнению с 2000 годом на 1,6%. При этом количество человек, занятых в экономике, снизилось на 0,2% – до 2092,4 тысяч человек несмотря на сокращение количества безработных за рассматриваемый период на 31,0 % – с 233,4 до 137,7 тысяч человек.

В общей численности экономически активного населения лишь небольшая часть занята непосредственно в сельском хозяйстве, что видно из данных о численности занятых по видам экономической деятельности в Свердловской области (таблица 8).

Таблица 8 – Среднегодовая численность занятых в экономике по видам экономической деятельности в Свердловской области (по основному виду деятельности организации), тыс. чел.*[59]

Виды деятельности	2010 г.	2011г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2016 к 2010 %
Сельское хозяйство	108,2	107,0	103,4	99,8	89,1	88,6	88,3	81,6
Всего по экономике	2064,1	2047,4	2043,2	2033,0	2024,5	2137,9	2093,9	101,4

*Составлено автором по данным Федеральной службы государственной статистики.

Из данных таблицы видно, что среднегодовая численность занятых в экономике области в целом увеличилась на 1,4% (до 2093,90 тыс. человек). При этом в сельском хозяйстве снижение составило 18,4% – до 88,3 тыс. человек. Это свидетельствует о более высоких темпах выбытия занятых в сельском хозяйстве по сравнению со средними темпами выбытия занятых в экономике.

С субъективной стороны дефицит кадров обусловлен нежеланием проживающих в сельской местности реализовать свою рабочую силу в организациях сельского хозяйства. Известно, что безработные, проживающие в сельской местности, как правило, не изъявляют желания работать временно по причине низкой оплаты, тяжелых условий труда и сезонного характера работы [89].

Особенно тревожным фактом можно считать уменьшение численности сельской молодежи в возрасте 11–15 лет, которая находится на пороге вступления в трудоспособный возраст. Именно молодежь ориентирована на

работу с инновационной техникой и технологиями и особенно восприимчива к новациям. Сохранение в сельском хозяйстве многочисленных ручных работ обуславливает также высокую потребность организаций в сезонной рабочей силе, удовлетворить которую за счет собственных трудовых ресурсов практически невозможно.

Тяжелые условия труда, монотонность, повторяемость операций в процессе труда в сельском хозяйстве негативно сказываются на привлекательности труда, особенно для молодых людей, отток которых из села наблюдается в последние годы.

Нет сомнений, что убыль населения, в том числе специалистов сельского хозяйства, из сельской местности обусловлена накопившимися социальными и инфраструктурными проблемами. К ним можно отнести плохие дороги, отсутствие жилья и объектов культурного назначения, тяжелые социальные условия жизни людей, резкое сокращение на селе количества школ, медицинских пунктов, библиотек, домов культуры и т.д. Помимо этого, сохраняются «традиционные» для отрасли экономические сложности: низкая и несвоевременная оплата труда работников аграрной сферы, сложное материальное положение сельскохозяйственных предприятий, монотонный и неинтересный физический труд и т.д.

Выпускники аграрных вузов не стремятся трудоустроиться по специальности именно в силу того, что труд в сельском хозяйстве тяжелый, малопривлекательный, рутинный и не способствует постоянному профессиональному и личностному росту, освоению новых технологий. Без сомнений, работа с цифровыми, интеллектуальными технологиями и робототехникой способствовала бы повышению привлекательности и разнообразия труда, оказывая положительное влияние на закрепление молодых специалистов на селе. Среди наиболее важных факторов, способствующих удовлетворенности трудом, можно отметить интерес к работе, минимальное количество монотонных и рутинных процессов, удобные и комфортные производственные условия и т.п. [87].

Негативное отношение к труду в сельском хозяйстве является причиной абсентеизма и высокой текучести кадров на локальном рынке труда. Это влечет за собой целый ряд кадровых проблем: кадровые риски и потери рабочего времени, связанные с невыходом персонала на работу, болезнями, опозданиями, низкими качеством работ и производительности труда и др.

Высокие уровни травматизма и профессиональной заболеваемости работников на производстве являются одним из значимых факторов необходимости внедрения цифровых, интеллектуальных технологий и робототехники. Количество несчастных случаев на производстве, в том числе со смертельным исходом, представлено в таблице 9.

Таблица 9 – Численность пострадавших от несчастных случаев на производстве в Свердловской области по видам экономической деятельности*, чел.

Год	Всего	Виды экономической деятельности					
		Сельское хозяйство	Добыча полезных ископае-мых	Обрабат ываю-щие произво дства	Производство и распределение электроэнергии, газа и воды	Строит ельст-во	Транс-порт и связь
1	2	3	4	5	6	7	8
Всего пострадавших							
2011	1975	336	109	1080	83	160	207
2012	2079	493	137	1057	84	159	149
2013	1565	371	112	776	66	121	119
2014	1500	349	84	758	75	96	138
2015	1110	284	68	560	60	76	62
2016	1132	256	35	64	10	48	52
в том числе со смертельным исходом							
2011	61	6	11	18	3	15	4
2012	56	7	8	19	7	9	6
2013	48	13	3	19	5	6	2
2014	40	6	6	16	2	8	2
2015	31	5	-	14	3	8	1
2016	17	6	3	3	1	3	1
На 1 000 работающих							
Всего пострадавших							
2011	2,6	9,0	3,4	3,3	1,4	3,4	1,8
2012	2,5	4,7	4,2	3,0	1,6	2,9	1,4
2013	2,1	3,4	3,6	2,5	1,4	3,7	1,4
2014	2,0	4,3	3,3	2,4	1,5	2,7	1,5

Продолжение таблицы 9

1	2	3	4	5	6	7	8
2015	1,9	3,7	3,2	2,1	1,8	2,9	2,2
2016	-	6,1	3,5	1,6	0,4	2,3	1,0
в том числе со смертельным исходом							
2011	0,081	0,411	0,343	0,055	0,049	0,320	0,034
2012	0,068	0,215	0,245	0,055	0,135	0,164	0,058
2013	0,064	0,230	0,096	0,060	0,104	0,182	0,023
2014	0,054	0,171	0,233	0,051	0,039	0,277	0,021
2015	0,053	0,527	-	0,053	0,091	0,307	0,035
2016	-	0,202	0,299	0,076	0,042	0,144	0,019

*Составлено автором по данным Росстата.

Из данных таблицы видно, что с 2011 по 2016 гг. количество пострадавших от несчастных случаев в сельскохозяйственном производстве увеличилось на 44%, хотя и количество несчастных случаев со смертельным исходом заметно снизилось – на 44 человека. Снижение уровней производственного травматизма и профессиональных заболеваний требует сокращения физического труда на производстве, внедрения современных цифровых, интеллектуальных технологий, в том числе на основе робототехники.

Таким образом, существуют проблемы в кадровом обеспечении организаций сельского хозяйства, связанные с уменьшением численности сельского населения, оттоком молодежи и снижением закрепляемости молодых специалистов, а также наличием травматизма в сельскохозяйственном производстве.

Весьма важно проанализировать социально-экономические причины внедрения сельскохозяйственной робототехники, исследовав мнения специалистов и руководителей организаций, внедривших данную технику.

С целью определения причин внедрения робототехники в организациях сельского хозяйства Свердловской области были проведены экспертный опрос и анкетирование.

Во-первых, руководители и специалисты организаций сельского хозяйства в ходе экспертного опроса изложили наиболее значимую, с их точки

зрения, причину внедрения робототехники.

Во-вторых, руководители и специалисты организаций сельского хозяйства в анкетном опросе указали наиболее важные причины из закрытого перечня. Анкетный опрос был разделен на две группы причин – социальные и экономические. В целом использование обоих инструментов дало сходные результаты.

Таким образом, методический инструментарий исследования включил в себя экспертное интервью с целью выявления непосредственных причин инвестирования в робототехнику и анкетный опрос, содержащий альтернативные варианты ответов, конкретизирующие социальные и экономические причины применения робототехники.

Выборку можно считать репрезентативной, поскольку в исследовании причин приняли участие руководители 100% организаций сельского хозяйства Свердловской области, использующих робототехнику в своей деятельности.

Характеристика респондентов представлена на рисунке 4.

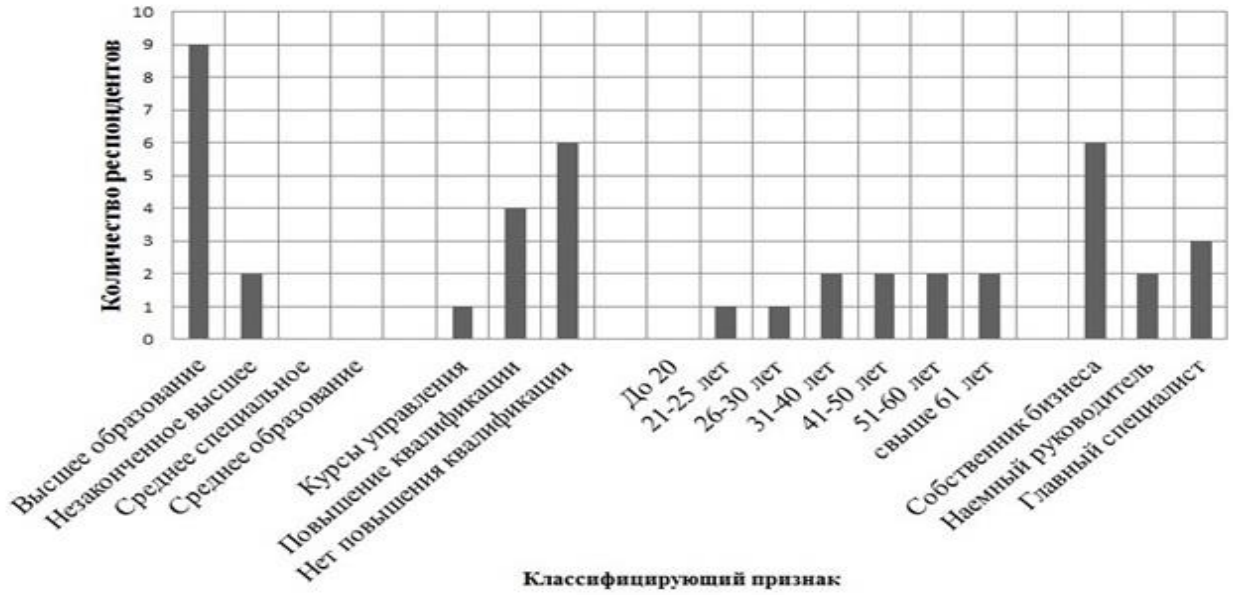


Рисунок 4 – Характеристика респондентов по уровню образования, наличию повышения квалификации, возрасту и руководящему статусу

(составлено автором)

Среди руководителей и специалистов, задействованных в исследовании,

высшее образование имели 9 из 11 респондентов (81,8%), при этом 6 респондентов (54,5%) имели профильное сельскохозяйственное образование. Двое респондентов без высшего образования, в настоящее время заняты получением профильного аграрного высшего образования. Распределение респондентов по возрасту примерно равное по группам, 2 респондента в возрасте свыше 61 года, 1 респондент в возрастной группе 21-25 лет.

Результаты экспертного опроса по выявлению основных причин внедрения робототехники можно сгруппировать следующим образом:

1. Снизить кадровые риски [7]. Они связаны с невыходами людей на работу, абсентеизмом, низким качеством работы, несоблюдением технологии производства и трудовой дисциплины.

2. Снизить дефицит кадров – недостаток предложения рабочих на рынке труда вследствие негативной демографии, реализации трудового потенциала лицами, проживающими в сельской местности, в других отраслях народного хозяйства, трудовой миграции в города.

3. Получить больше информации для повышения качества принимаемых управленческих решений.

4. Снизить издержки на оплату труда и повысить эффективность производства.

5. Улучшить технические параметры доения – это увеличение кратности доения, повышение удоя и качества молока, ранняя диагностика и профилактика заболеваний животных.

6. Ориентация на самые передовые технологии – имиджевый проект, робототехника связана с потребностью постоянно внедрять передовые системы в производство (рисунок 5).

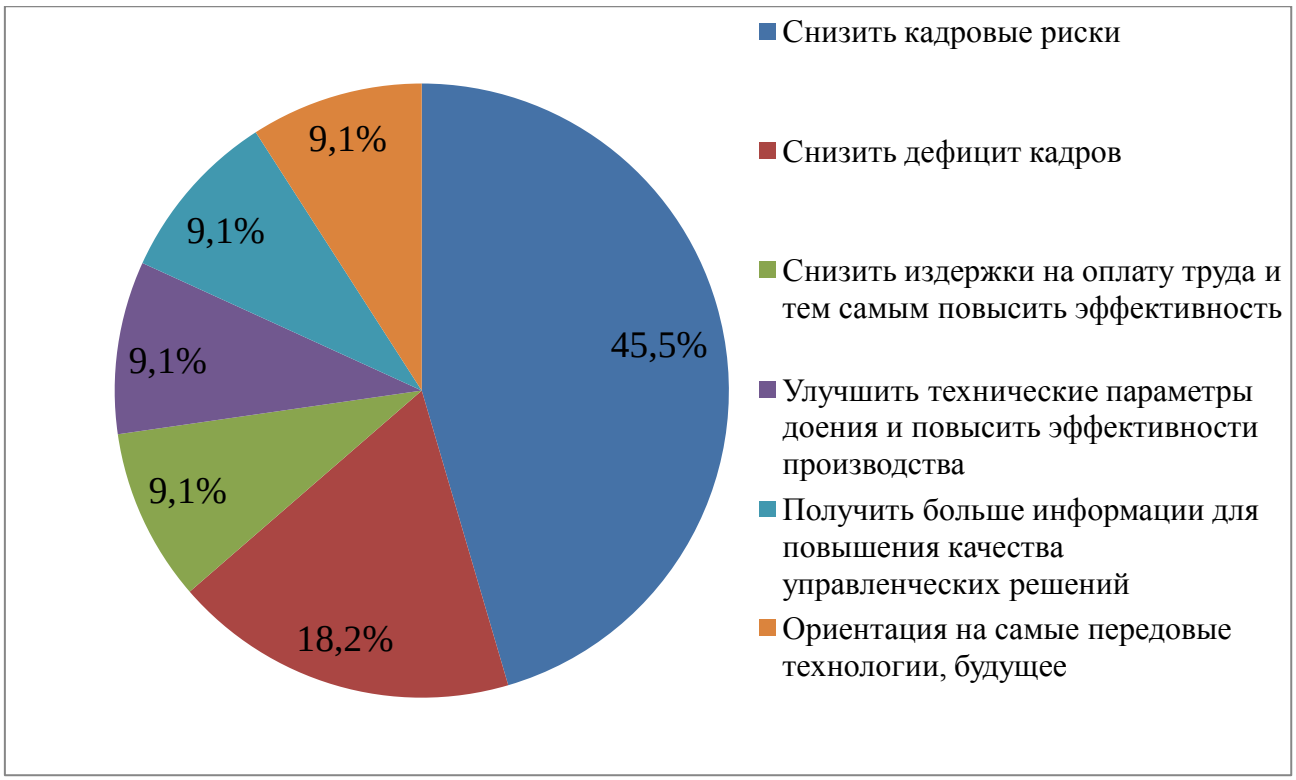


Рисунок 5 – Результаты экспертного опроса о причинах внедрения робототехники

(составлено автором на основе данных экспертного опроса)

Как видно из представленных данных, руководители и специалисты организаций сельского хозяйства в качестве основной причины указали желание снизить кадровые риски (45,5%). В частности, они отмечают желание уйти от ручного труда, снизить влияние человеческого фактора, оказывающего решающее влияние на точность соблюдения технологии и качество продукции. Кроме того, опрашиваемые указывают на невыходы на работу и низкую трудовую дисциплину людей – основное препятствие на пути обеспечения качества и увеличения объемов производства. Дело в том, что качественный состав трудовых ресурсов в сельском хозяйстве несколько снизился. Новое поколение кадров предъявляет повышенные требования к содержанию труда, заработной плате, однако меры по улучшению условий труда не сопровождаются повышением производительности труда и качества выполняемых работ, стабильностью выхода на работу и т.д.

Вторая по значимости причина внедрения робототехники, в частности

доильной, – желание снизить зависимость от негативных тенденций на рынке труда, что проявляется в виде дефицита предложения рабочей силы в сельском хозяйстве (18%). Это можно объяснить демографической ситуацией и спецификой труда в сельском хозяйстве, которая оказывает влияние на привлекательность отрасли для работников. Следует заметить, что негативные тенденции на российском рынке труда обусловлены изменениями демографических параметров не в пользу численности сельского населения. Кроме того, новое поколение кадров ориентировано на усиление творческого характера труда. Его не привлекает лишенный творчества ручной труд, поскольку претерпели трансформацию представления о рабочем месте и содержании труда, в то время как труд в сельском хозяйстве на основе традиционных технологий лишен творческого содержания и требует больших физических усилий. Это является причиной изменения состава трудовых ресурсов вследствие роста образовательного уровня и социальных ожиданий нового поколения кадров, повышает требования к условиям и характеру труда.

Важной причиной внедрения робототехники в организациях сельского хозяйства является желание постоянно внедрять передовые технологии в производство (9,1%). Можно отметить высокую восприимчивость специалистов и руководителей организаций сельского хозяйства к инновациям, поскольку информация об опыте роботизированного доения в нашей стране и за рубежом ими получена в основном самостоятельно.

Один из респондентов отмечает возможность повысить качество управленческих решений, используя информацию, собранную при использовании робототехники в доении (9,1%). Объективная информация о доильной робототехнике, применяемой в организациях, является инструментом для последующего принятия взвешенных управленческих решений, например, дает возможность определить зависимость надоев коров от различных факторов – рациона кормления и др.

Примечательно, что респонденты, вопреки ожиданиям, в меньшей степени упоминали в качестве причины инвестирования в робототехнику

желание снизить издержки на производство, связанные с заработной платой. Очевидно, что заработная плата не является определяющим фактором при принятии решений о внедрении робототехники (9,1%).

Руководители и специалисты организаций сельского хозяйства больше указывали на социальные причины выбора роботизированного способа доения (68,6%), нежели на экономические (31,4%).

Следует заметить, что в Дании, Нидерландах, Германии, Бельгии исследования мотивации среди опрошенных фермеров, применяющих робототехнику в сельском хозяйстве, также показали, что социальные причины (67,3%) превалируют над экономическими (32,7%) [146].

Кроме того, выявлено, что большинство австралийских фермеров, внедривших робототехнику, также не были мотивированы чисто экономическими соображениями. Их мотивы включали экономию собственного времени, желание сделать ферму привлекательной для следующего поколения, решение проблемы привлечения сотрудников [144] .

Одна из основных задач данного анализа состояла в том, чтобы конкретизировать социальные и экономические причины внедрения робототехники, поскольку руководители и специалисты организаций сельского хозяйства могли под воздействием стрессового фактора от участия в исследовании упустить из виду некоторые значимые причины. Также представляет интерес выявления того, в какой степени различаются в качественном отношении причины внедрения робототехники в России и Западной Европе. Причины были разделены на две категории:

1. Социальные причины: снижение кадровых рисков; получение возможности отводить больше времени на отдых и саморазвитие; повышение гибкости труда; решение проблем со здоровьем; снижение зависимости от негативных тенденций на рынке труда; забота о здоровье животных.

2. Экономические причины: увеличение производства молока; получение точной информации для принятия управленческих решений; расширение организации (фермы) и увеличение поголовья скота; увеличение кратности

доения; оптимизация затрат на оплату труда, снижение затрат на ветеринарное обслуживание и прочих сопутствующих затрат.

Результаты анкетирования относительно социальных причин представлены в таблице 10.

Таблица 10 – Социальные причины внедрения робототехники в Свердловской области, % опрошенных

Социальные причины	Распре-деление,%
Снижение кадровых рисков (невыходы на работу, абсентеизм, низкое качество работы и низкая трудовая дисциплина)	30,0
Забота о здоровье животных (робототехника позволяет более качественно ухаживать за животными)	29,1
Снижение зависимости от негативных тенденций на рынке труда (негативная демография, дефицит рабочих на селе)	23,6
Высвобождение времени на другие виды занятий (отдых, хобби, саморазвитие)	9,1
Повышение гибкости труда (избегание привязки работников и специалистов к жесткому графику выполнения операций по доению в течение суток)	4,5
Снижение травматизма и профзаболеваний (за счет уменьшения тяжелого физического труда работников)	3,7

Составлено автором на основе результатов анкетирования

Из данных таблицы видно, что наиболее значимой причиной явилось желание снизить кадровые риски, которые проявляются в форме невыходов на работу, абсентеизме, низком качестве работы и несоблюдении трудовой дисциплины (30,5%). Кадровый риск – это опасность вероятной потери ресурсов организации или недополучения доходов по сравнению с вариантом, рассчитанным на рациональное использование человеческих ресурсов, в результате возможных просчетов и ошибок в управлении человеческими ресурсами или проявления поведения человека как источника риска [80]. Основываясь на классификации кадровых рисков, можно утверждать, что наиболее часто проявляющимися кадровыми рисками в организациях сельского хозяйства являются: финансовые; материально-технические; моральные; риски утраты кадрового потенциала.

Второй по значимости причиной явилось желание снизить зависимость от негативных тенденций на рынке труда (23,6%), что совпадает с результатами

экспертного интервью. Как уже было сказано, эти тенденции проявляются в виде негативной демография, дефицита рабочих на селе.

Весьма значительным явился интерес к здоровью коров (29,1%), желание предотвратить их болезни, в частности снизить заболеваемость маститом, используя данные ранней диагностики и профилактики при помощи доильной робототехники. Важным моментом заботы о коровах является определение наличия у них проблем со здоровьем. Одно из главных отличий роботизированного доения от традиционных способов заключается в том, что оно максимально соответствует естественному поведению коров, полностью исключая присутствие человека.

Одной из причин внедрения робототехники является повышение гибкости труда (4,5%). Следует заметить, что в европейских странах повышение гибкости труда является одной из наиболее значимых социальных причин применения робототехники в доении (27,1%) [147].

Вопреки ожиданиям, незначительный интерес вызвала возможность уменьшить влияние тяжелого физического труда на работников (3,7%), что связано со снижением травматизма и профессиональной заболеваемости.

Кроме социальных, важное значение имеют экономические причины внедрения робототехники.

Так, за рубежом основная экономическая выгода явно вытекает из снижения затрат на оплату труда при роботизированном доении. С экономической точки зрения чистая прибыль при роботизированном доении выше, чем в доильном зале [155].

Необходимо оценить причины, побуждающие сельхозтоваропроизводителей использовать робототехнику (таблица 11).

Таблица 11 – Экономические причины внедрения робототехники в Свердловской области, %

№	Экономические причины	Распределение,%
1	Увеличение производства молока (заинтересованность в росте продуктивности скота)	30,9
2	Увеличение кратности доения	23,6
3	Экономия издержек на оплату труда в связи со снижением потребности в наемных работниках	20,0
4	Получение систематизированной информации для принятия управленческих решений (данные по надоям, здоровью коров, качеству молока)	15,5
5	Дальнейшие планы по расширению фермы	7,3
6	Снижение затрат на ветеринарное обслуживание и прочие сопутствующие затраты по обслуживанию животных	2,7

Составлено автором на основе результатов анкетирования.

Из данных таблицы видно, что среди экономических причин внедрения робототехники наибольшую значимость имеет увеличение продуктивности коров (30,9%), поскольку внедрение робототехники положительно влияет на увеличение продуктивности животных.

Многие специалисты и руководители осознают значимость увеличения кратности доения (23,6%) , что увеличивает продуктивность коров.

Руководители и специалисты организаций сельского хозяйства хотят сократить потребность в наемных работниках, тем самым сэкономить издержки на оплату труда (20,0%). Данный показатель у нас существенно ниже, чем в Западной Европе, где он составил 28,9% [147], поскольку уровень заработной платы там выше и желание снизить издержки на заработной плате соответственно тоже выше.

Получение полной оперативной информации для принятия управленческих решений значимо для 15,5% респондентов. В доильной робототехнике имеется система идентификации коров, которая позволяет вести зоотехнический учет и обобщать данные по продуктивности, состоянию здоровья животных, качеству молока и другую информацию, на основании которой руководитель или специалист может принимать взвешенные управленческие решения.

Внедрение робототехники связано с дальнейшими планами по

расширению сельхозорганизации (7,3%), поскольку руководители новых ферм нацелены применять принципиально иную, качественно лучшую, инновационную технику.

Внедрение робототехники способствует снижению затрат на ветеринарное обслуживание и прочих сопутствующих затрат, связанных с обслуживанием коров (2,7%), так как система датчиков позволяет по электропроводности и цвету молока диагностировать заболевание коров, в частности маститом, на ранних стадиях.

Следует заметить, что внедрение робототехники в значительной мере решает проблему быстрой работы с особо сложными формами вымени. Доильная робототехника позволяет выбрать наиболее подходящую схему поиска сосков для каждого животного, самостоятельно определяет их расположение и сохраняет информацию в базе данных, что в последующем снижает возможность нанесения травмы животному.

Опыт внедрения сельскохозяйственной робототехники в других странах [136] показывает, что причинами внедрения данной техники выступают не только экономические эффекты, связанные со снижением затрат на оплату труда. Зачастую внедрение дорогостоящей робототехники сопровождается повышением привлекательности труда в сельском хозяйстве, увеличением свободного времени фермеров и др. Это означает, что несколько иные, чем чисто экономические, причины имеют большую значимость при внедрении робототехники в сельскохозяйственное производство.

Можно предположить, что отечественные сельхозтоваропроизводители внедряют робототехнику по тем же причинам, что и их зарубежные коллеги: повышение производительности труда, снижение зависимости от наемного труда и снижение издержек на оплату труда. Специалисты и руководители организаций сельского хозяйства отмечают положительное влияние использования робототехники на экономические показатели вследствие увеличения кратности доения, улучшения микроклимата и других факторов.

Следует также выделить условия, необходимые для внедрения и

использования робототехники в организациях сельского хозяйства:

– наличие субсидирования бюджетом региона затрат на приобретение робототехники, поскольку она является весьма дорогостоящей. На это, в частности, указывает тот факт, что в Курганской и Челябинской областях, где отсутствует субсидирование приобретения робототехники, она не внедряется по причине больших сроков окупаемости проектов роботизации;

– возможность подключения робототехники к электросети мощностью не менее 15 кВт и бесперебойного электроснабжения ее;

– наличие средств связи и коммуникаций, в том числе широкополосного доступа к сети Интернет, через который можно производить обмен данными и диагностику оборудования;

– возможность изменения технологии производства молока, в частности перевод содержания коров на беспривязный способ;

– наличие дорожной инфраструктуры сельской местности, позволяющей осуществлять сервисное обслуживание и техническую поддержку робототехники сервисными компаниями в короткие сроки (3 часа и менее);

– подготовка и переподготовка персонала по обслуживанию робототехники;

– наличие научно обоснованных рекомендаций по внедрению робототехники, в том числе методики определения экономической, технической, технологической, социальной и иной целесообразности внедрения ее в организации сельского хозяйства (с привлечением к этому отраслевых вузов);

– наличие финансовой инфраструктуры, позволяющей осуществлять страхование рисков внедрения робототехники;

– реализация мер по упреждению и преодолению сопротивлений персонала внедрению и использованию робототехники.

Реализация условий требует соответствующих усилий со стороны государства по созданию развитой сети дорожной, телекоммуникационной, энергосбытовой инфраструктуры, стимулирования научной деятельности по

обобщению опыта внедрения и использования робототехники в сельском хозяйстве, выделению финансовых ресурсов на субсидирование затрат на приобретение робототехники и т.д.

Решение задачи увеличения производства продукции в рамках «Программы стратегии инновационного развития агропромышленного комплекса на период до 2020 года» [2] в условиях снижения обеспеченности кадрами невозможно без внедрения инновационной техники, снижающей потребности в кадрах, в том числе робототехники. Для выполнения программы увеличения производства необходимо снижение трудоемкости производства продукции. С этой целью нужно повышать уровень механизации и автоматизации производства, в наиболее трудоемких процессах использовать робототехнику, что позволит снижать затраты труда на 1 га сельскохозяйственных угодий и на обслуживание одной головы скота.

Очевидно, что причины, побуждающие организации сельского хозяйства внедрять робототехнику, будут усиливаться в среднесрочной перспективе, следовательно, будет расти интерес организаций сельского хозяйства к данной технике, и это в свою очередь будет усиливать необходимость разработки и производства отечественных цифровых, интеллектуальных технологий и робототехники.

Обобщение причин и условий внедрения робототехники в организации сельского хозяйства позволяет определить перспективы внедрения робототехники в сельское хозяйство, повысить эффективность этого процесса.

2.2. Динамика внедрения робототехники в организации сельского хозяйства

Доильная робототехника впервые была установлена на коммерческих молочных фермах Нидерландов в 1992 году, а прорыв роботизированного доения пришелся на конец девяностых годов [153]. Количество ферм с роботизированной системой доения резко возрастало, начиная с 1998 года.

В декабре 2002 года в мире насчитывалось уже 1754 доильных робота, спустя 5 лет – 8190 , в 2010 году – более 16 тысяч. По данным Л.П. Кормановского, в Германии и Франции в 2010 году роботы составляли 30% всего доильного оборудования, в Дании – 50%, в Нидерландах – 57% [42].

По данным Международной федерации робототехники (IFR), в 2013 было реализовано 4790 единиц доильной робототехники, а в 2014 году установлено 5180 единиц, что на 8% больше показателя предыдущего года [160].

В настоящее время, по состоянию на апрель 2017 года, робототехника используется в 33 регионах страны более 100 организациями сельского хозяйства, в основном в молочно-продуктовой направленности.

В Российской Федерации материально-техническая база организаций сельского хозяйства претерпевает изменения в направлении увеличения доли трудосберегающей робототехники. На современном этапе доля робототехники в структуре оборудования хозяйствующих субъектов сельского хозяйства небольшая (3,4% в доении), однако она, по нашему мнению, будет расти в связи с нарастающими кадровыми проблемами и желанием руководителей данных организаций минимизировать действие пресловутого человеческого фактора в производстве продукции.

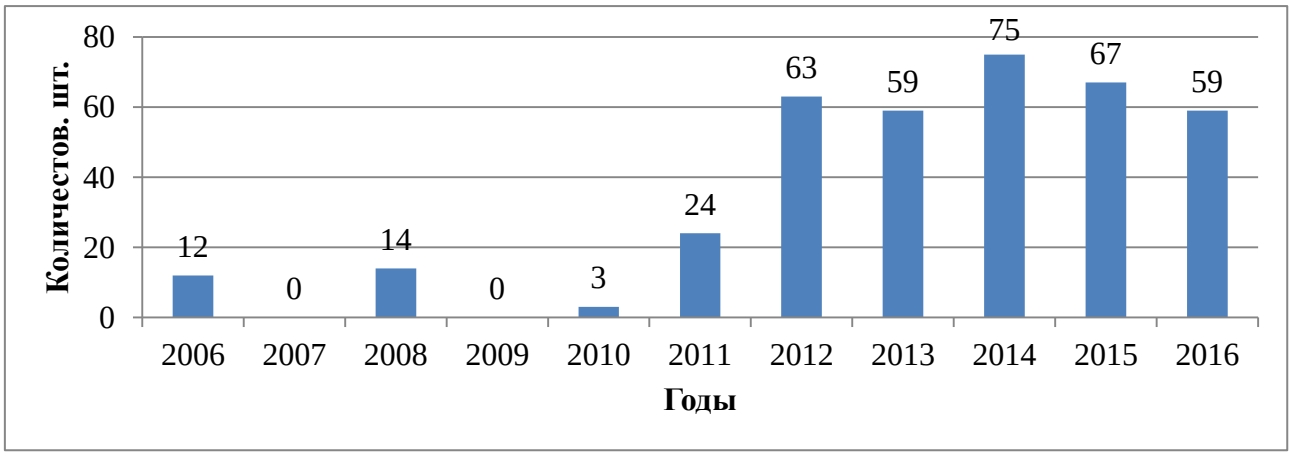
В сельском хозяйстве России в настоящее время наибольшее распространение получила доильная робототехника, хотя применяются также и другие виды робототехники, в частности роботы–подравниватели кормов. Их рынок оценивается в 20 единиц в год. Распространение робототехники по территории России осуществляется весьма широко от западных до восточных регионов страны через дилерскую сеть основных производителей.

Свердловская область является лидером внедрения робототехники в сельскохозяйственное производство на Урале. Данной техники в соседних областях (Челябинской, Курганской) пока нет.

Всесторонняя оценка результатов использования робототехники позволит определить проблемы освоения ее в сельском хозяйстве, выбрать наиболее эффективную стратегию внедрения данной техники.

Внедрение робототехники влияет на изменение материально-технической базы сельского хозяйства, которая представляет собой совокупность материально-вещественных элементов производительных сил, технологии и организации производства в их связи и развитии [129]. Традиционно важнейшим компонентом материально-технической базы считается совокупность сельскохозяйственных машин, необходимых для выполнения полного объема механизированных работ в сельскохозяйственной организации. В основном для отечественных организаций это машино-тракторный парк, который включает тракторы, комбайны, сельскохозяйственные машины, самоходные шасси, механизированные транспортные средства, предусмотренные технологией производства сельскохозяйственных работ, машины для выполнения трудоемких процессов в животноводстве, обработке зерна на токах и др., учитывая специфические особенности сельского хозяйств [79].

Однако в последнее время материально-техническая база пополнилась абсолютно новыми видами техники, к которой, прежде всего, следует отнести трудосберегающую робототехнику. Примерами интеллектуальной робототехники могут служить роботы в животноводстве для доения коров, уборки навоза, стрижки овец и т.д. [36]. В настоящее время самым распространенным робототехническим продуктом можно назвать доильную робототехнику (рисунок 6).



Составлено автором

Рисунок 6 – Динамика внедрения робототехники в организациях сельского хозяйства Российской Федерации

Приведенные данные показывают, что в организациях сельского хозяйства РФ с 2006 по 2016 годы внедрено 376 единиц робототехники. Наиболее активно работы по ее внедрению осуществлялись в 2014 году, однако в последующие годы темпы внедрения несколько снизились. Так, в 2015 и 2016 годах количество внедренных единиц робототехники по сравнению с 2014 годом составило 89,3% и 78,7% 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.

В Свердловской области также осуществляется внедрение доильной робототехники в организациях сельского хозяйства, специализирующихся на производстве молока.

По данным Министерства АПК и продовольствия Свердловской области, по состоянию на 1 января 2017 года установлены и используется 32 доильные роботизированные установки и один робот–подравниватель кормов (таблица 12).

Таблица 12 – Внедрение робототехники в организациях сельского хозяйства Свердловской области на 1 января 2017 года*

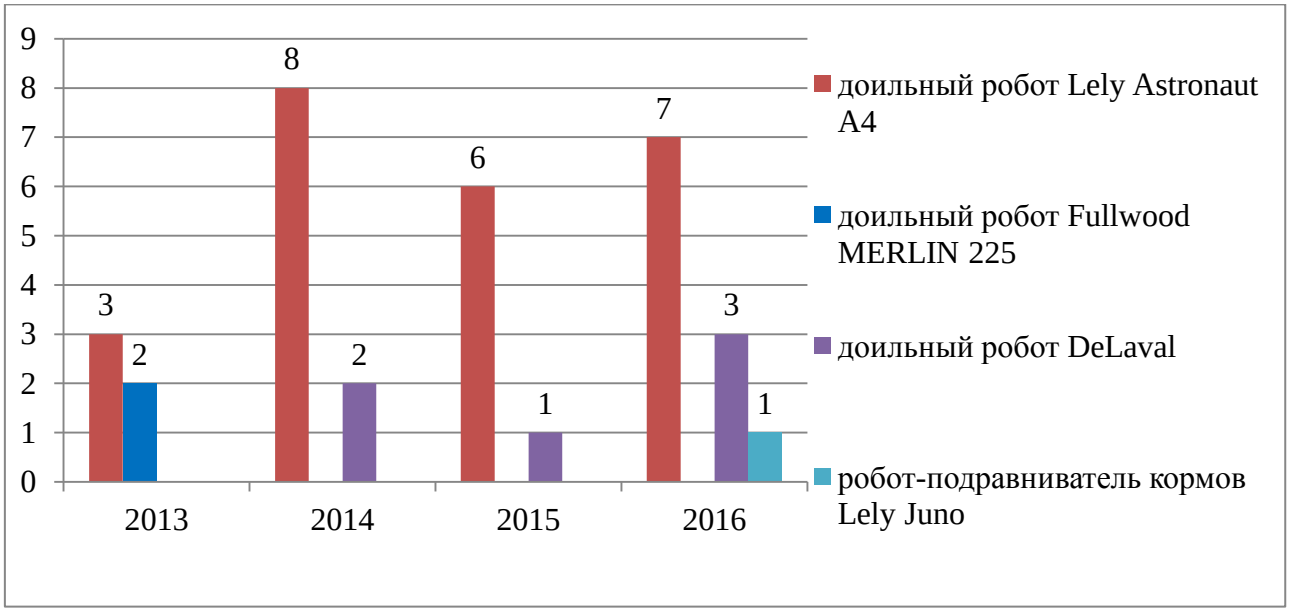
Наименование организации	Марка, модель	Кол-во, шт.	Год установки
ООО «Юбилейное»	DeLaval	1	2015
ООО «Юбилейное»	DeLaval VMS	1	2016
СПК «Глинский»	DeLaval VMS	2	2016
ООО «Русь Великая»	DeLaval Voluntary Milking System	2	2014
КФХ ИП Шишкин А.А.	LeliAstronaut 4A	1	2013
СПК «Глинский»	LeliAstronaut 4A	2	2014
СПК «Заря»	LelyAstronaut A4	2	2013
ИП Барбашин Д.А. – глава КФХ	LelyAstronaut A4	2	2014
ИП глава КФХ Зиннурова Р.М.	LelyAstronaut A4	2	2014
ООО «Агрофирма «Никольское»	LelyAstronaut A4	2	2014
ООО «Ямовский»	LelyAstronaut A4	4	2015
Колхоз «Урал»	LelyAstronaut A4	2	2015
ООО «Ямовский»	LelyAstronaut A4	2	2016
АО «Волчанское»	LelyAstronaut A4	2	2016
ООО «Ямовский»	Подравниватель кормов Lely	1	2016

*Составлено автором на основе данных Министерства сельского хозяйства и продовольствия Свердловской области.

В некоторых организациях, внедряющих инновации на основе робототехники, таких как ООО «Юбилейное», СПК «Заря», ООО Ямовский», ИП Барбашин, проекты находятся на стадии завершения установки оборудования, однако на момент исследования еще не было произведено запуска робототехники в действие. Несколько единиц доильной робототехники и один робот – подравниватель кормов будут введены в эксплуатацию в конце 2017 года

В крупнейшей сельскохозяйственной организации Свердловской области – колхозе «Урал» – произведен запуск оборудования, однако выход на проектную мощность планируется осуществить постепенно в течение 2017 года. Значительная часть организаций, таких как КФХ Шишкин А.А., ПСК «Колос», ООО «Агрофирма «Никольское», ООО «Русь Великая», СПК «Глинский», КФХ Зиннурова Р.М., уже проработали несколько лет и получили устойчивые результаты эксплуатации робототехники, позволяющие провести анализ эффективности ее применения.

Сельскохозяйственная робототехника, применяемая в Свердловской области, по маркам представлена на рисунке 7.



Составлено автором

Рисунок 7 – Марки и назначение робототехники, применяемой в Свердловской области, на 1 января 2017 г.

Как видно из рисунка, наибольшую долю в структуре робототехники занимает доильная техника, при этом робототехника марки Lely составляет 72,3% от общего количества, что объясняется наличием широкой сети сервиса данной компании-изготовителя, в связи с чем фермеры отдают ей предпочтение.

Производители доильной робототехники используют единую концепцию, в их продукции различаются лишь детали и компоновка. Наиболее важным критерием, которым руководствуются потребители при выборе такого рода продукции, являются цена и уровень сервиса.

На 1 января 2017 года применялся лишь один робот – подравниватель кормов в ООО «Ямовский».

Прежде чем перейти к анализу применяемой робототехники, приведем краткую характеристику организаций сельского хозяйства Свердловской области, применяющих данную технику (таблица 13).

Таблица 13 – Краткая характеристика организаций Свердловской области, применяющих робототехнику (фрагмент, продолжение в приложении 2)*

Показатели	2013	2014	2015	2015 к 2013,%
ПСК «Колос»				
1. Площадь сельскохозяйственных угодий, га	4009	4009	4009	100,0
2. Среднегодовая стоимость основных производственных фондов, тыс. руб.	171459,5	211773,5	259249	151,2
3. Введено (поступило) основных фондов за год, тыс. руб.	20716	71037	38626	186,5
4. Выбыло основных фондов за год, тыс. руб.	3811	7314	7397	194,1
5. Среднегодовая численность работников, занятых в производстве, чел.	72	66	65	90,3
6. Стоимость валовой продукции в действующих ценах, тыс. руб.	38993,0	45606,0	46345,0	118,9
7. Прибыль (убыток) от реализации продукции, тыс. руб.	9870	8783	16893	171,2
8. Выручка от реализации продукции, тыс. руб.	60102	62320	80717	134,3
9. Доля молока в структуре товарной продукции %	59,5	63,5	52,3	-7,2 (процентных пункта)

*Составлено автором на основе данных годовых отчетов организаций.

Из данных таблицы видно, что практически все организации, за исключением ИП Барбашин Д.А., специализируются на производстве молока, которое в структуре их товарной продукции занимает свыше 50%.

Площадь сельскохозяйственных угодий ПСК «Колос» за рассматриваемый период не изменилась, стоимость основных производственных фондов увеличилась на 51,2%, численность работников сократилась на 9,4%. Стоимость валовой продукции в действующих ценах увеличилась на 18,9% за рассматриваемый период, при этом прибыль от реализации возросла на 71,2%, а выручка от реализации продукции – на 34,3%.

Площадь сельскохозяйственных угодий СПК «Глинский» за рассматриваемый период незначительно увеличилась (на 3,9%), стоимость основных производственных фондов возросла на 60,2%, численность работников осталась практически неизменной (сократилась на 0,8%). Стоимость валовой продукции в действующих ценах снизилась на 2,0% за рассматриваемый период, при этом прибыль от реализации сократилась до 20,7% в 2015 году от базисного 2013 года, а выручка от реализации продукции увеличилась на 31,7%. Организация специализируется на производстве молока, которое заняло в структуре выручки более 70% за весь рассматриваемый период.

Стоимость основных производственных фондов в ООО «Русь Великая» увеличилась на 36,3%, численность работников сократилась на 14,8%. Площадь сельскохозяйственных угодий в ходе реструктуризации за рассматриваемый период снизилась на 20,6%. Стоимость валовой продукции в действующих ценах уменьшилась на 16,3% за рассматриваемый период, при этом убыток от реализации составил 72,5% от уровня 2013 года, а выручка от реализации продукции возросла на 29%.

Площадь сельскохозяйственных угодий ООО «Никольское» за рассматриваемый период не изменилась, стоимость основных производственных фондов увеличилась на 42,6%, численность работников сократилась на 2,1%. Стоимость валовой продукции в действующих ценах

возросла на 3,8% за рассматриваемый период, при этом прибыль от реализации снизилась практически в 2 раза, а выручка от реализации продукции увеличилась на 12,3%.

КФХ Шишкин А.А. – небольшая по размерам землепользования организация с неизменной площадью сельскохозяйственных угодий 2856 га. Стоимость основных производственных фондов увеличилась на 32,9%, численность работников сократилась на 25,9% – до 20 человек. Стоимость валовой продукции в действующих ценах снизилась на 27,2% за рассматриваемый период, при этом прибыль от реализации уменьшилась на 15,6% к уровню 2013 года, а выручка от реализации продукции возросла на 1,9%.

В КФХ Зиннурова Р.М. площадь сельскохозяйственных угодий за рассматриваемый период не изменилась, стоимость основных производственных фондов увеличилась на 48,4%, численность работников сократилась на 11,1%. Стоимость валовой продукции в действующих ценах снизилась на 8,3% за рассматриваемый период, при этом прибыль от реализации сократилась практически в 3 раза, а выручка от реализации продукции снизилась на 3,7%.

ИП Барбашин Д.А. относится к мелким фермерским хозяйствам, специализируется на производстве овощей и картофеля. Стоимость основных производственных фондов увеличилась более чем в 2 раза (на 136,9%). Однако общая стоимость составила 35,1 млн. рублей. Стоимость валовой продукции в действующих ценах составила 13,1 млн. рублей и снизилась за рассматриваемый период на 25%.

СПК «Заря» – крупная организация в Талицком районе Свердловской области, за рассматриваемый период площадь сельскохозяйственных угодий не изменилась. Стоимость основных производственных фондов увеличилась на 29,3%, численность работников сократилась на 1,2%. Стоимость валовой продукции в действующих ценах увеличилась на 2,5% за рассматриваемый период, при этом прибыль от реализации увеличилась на 11,0%, а выручка от

реализации продукции – на 21,8%.

Площадь сельскохозяйственных угодий ООО «Ямовский» за рассматриваемый период не изменилась, стоимость основных производственных фондов увеличилась на 38,4%, численность работников возросла на 6,3%. Стоимость валовой продукции в действующих ценах снизилась на 2,0% за рассматриваемый период, при этом прибыль от реализации увеличилась на 17,8% за счет продукции растениеводства. Выручка от реализации продукции увеличилась на 58,3%.

За рассматриваемый период площадь сельскохозяйственных угодий колхоза «Урал» незначительно снизилась (на 0,4%), стоимость основных производственных фондов увеличилась на 29,0%, численность работников сократилась на 0,7%, или на 4 человека. Стоимость валовой продукции в действующих ценах увеличилась на 26,1% за рассматриваемый период, при этом прибыль от реализации продукции увеличилась на 65,8%, а выручка от реализации продукции – на 40,0%.

Можно привести средние по организациям Свердловской области, применяющим сельскохозяйственную робототехнику, показатели деятельности (таблица 14).

Таблица 14 – Основные показатели деятельности в среднем по группе организаций, применяющих сельскохозяйственную робототехнику*

Показатели	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2015 г. к 2013 г.,%
1	2	3	4	5
Площадь сельскохозяйственных угодий, га	5219,0	5065,7	5091,3	97,6
Среднегодовая стоимость основных производственных фондов, тыс. руб.	153257,8	182839,5	215097,9	140,4
Ввод (поступление) основных фондов, тыс. руб.	25646,7	40770,6	29570,0	115,3
Выбытие основных фондов, тыс. руб.	8527,3	9055,6	12146,2	142,4
Среднегодовая численность работников, занятых в производстве, чел.	142,3	137,9	137,5	96,6
Стоимость валовой продукции в действующих ценах, тыс. руб.	112068,1	115530,9	125491,8	112,0

Продолжение таблицы 14

1	2	3	4	5
Прибыль (убыток) от реализации продукции, тыс. руб.	11345,9	14680,4	14746,8	130,0
Выручка от реализации продукции, тыс. руб.	94779,2	109359,7	125612,7	132,5

*Составлено автором на основе данных годовых отчетов организаций.

Как видно из данных таблицы, средняя земельная площадь по группе организаций, применяющих доильную робототехнику, составила 5091,3 га, при этом она снизилась за рассматриваемый период на 2,4%. Среднегодовая стоимость основных производственных фондов увеличилась на 40,4% и составила в 2015 году 215097,9 тыс. рублей. Средняя численность работников составила по группе организаций 137,5 чел., снижение численности занятых – на 3,4%. Стоимость валовой продукции в действующих ценах увеличилась на 12%, при этом выручка от реализации продукции возросла на 32,5%, а прибыль от реализации продукции – на 30,0%.

Группировка организаций, применяющих сельскохозяйственную робототехнику, по размерам показывает, что они относятся по численности персонала к крупным, средним и малым, в зависимости от количества занятых работников [3] (таблица 15).

Таблица 15 – Группировка организаций, применяющих робототехнику, по отдельным признакам*

Тип организации	Признак группировки			
	Среднегодовая численность работников, чел.		Выручка от реализации сельскохозяйственной продукции, тыс. руб.	
	Значение признака	Кол-во организаций	Значение признака	Кол-во организаций
Микро	0–15	0	0–120	7
Малые	16–100	6	120–800	4
Средние	101–250	2	801–2000	0
Крупные	более 250	3	2001 и более	0

*Составлено автором.

Также применена группировка организаций, применяющих сельскохозяйственную робототехнику, по размеру выручки от реализации продукции [1].

Из данных таблицы видно, что из организаций сельского хозяйства Свердловской области, применяющих инновации на основе робототехники, в соответствии с обозначенным критерием «численность работников» к малым организациям можно отнести 54,5% их количества, к средним – 18,2%, к крупным – 27,3%.

По критерию «выручка от реализации продукции» 63,6% организаций относятся к микробизнесу, 36,4% – к малому бизнесу. Вместе с тем, по нашему мнению, критерии отнесения к категориям предпринимательства по выручке от реализации продукции не совсем подходят к сельскохозяйственным организациям, поскольку, к примеру, колхоз «Урал» является крупнейшей сельскохозяйственной организацией не только в Свердловской области, но и в стране.

По стоимости валовой продукции 7 организаций, применяющих робототехнику, можно отнести к малому бизнесу, 2 – к среднему бизнесу. По выручке от реализации продукции 6 организаций можно отнести к малым, 2 организации являются средними по размерам или лишь одна – крупной.

Следует заметить, что в Западной Европе сельскохозяйственная робототехника в основном используется на фермах семейного типа.

Таким образом, исследование не выявило зависимости деятельности организаций сельского хозяйства по внедрению робототехники от размеров организации. Не оказывает влияние на решение о внедрении робототехники и численность поголовья скота, поскольку в настоящее время робототехнику в Свердловской области используют 3 крупные организации с общим поголовьем коров свыше 1000 голов и 6 небольших фермерских хозяйств с поголовьем коров менее 300, одна организация – с поголовьем коров 600 голов.

Кроме того, в отличие от зарубежных стран, сельскохозяйственную робототехнику внедряет не только малый и средний бизнес, но и средние и крупные по количеству работников организации. Это следует учитывать при прогнозировании объема рынка сельскохозяйственной робототехники.

Уровень развития организаций сельского хозяйства в значительной мере

определяется оснащенностью основными средствами производства. Использование робототехники в организациях сельского хозяйства оказывает влияние на обеспеченность и эффективность использования основных производственных фондов. Проведем оценку уровня обеспеченности и эффективности использования основных фондов организаций, применяющих инновационную робототехнику (таблица 16).

Таблица 16 – Показатели обеспеченности и эффективности использования производственных фондов организаций сельского хозяйства*

Показатели	Ед.изм.	2013 г.	2014 .г	2015 г.	2015г. к 2013г. в %
1	2	3	4	5	6
ПСК «Колос»					
1. Фондообеспеченность	тыс.руб.	4276,9	5282,5	6466,7	151,2
2. Фондовооруженность	тыс.руб.	2381,4	3208,7	3988,5	167,5
3. Фондоотдача	руб.	0,227	0,215	0,179	78,6
4. Фондоемкость	руб.	4,40	4,64	5,59	127,2
5. Норма прибыли	%	5,76	4,15	6,52	113,20
6. Коэффициент обновления основных фондов		0,12	0,29	0,14	122,0
7. Коэффициент выбытия основных фондов		0,023	0,041	0,030	129,9
СПК «Глинский»					
1. Фондообеспеченность	тыс.руб.	3163,9	4185,3	4878,9	154,2
2. Фондовооруженность	тыс.руб.	815,1	1104,0	1316,1	161,5
3. Фондоотдача	руб.	0,643	0,454	0,393	61,2
4. Фондоемкость	руб.	1,56	2,20	2,54	163,41
5. Норма прибыли	%	8,08	6,57	1,05	12,95
6. Коэффициент обновления основных фондов		0,22	0,35	0,11	50,75
7. Коэффициент выбытия основных фондов		0,075	0,063	0,064	85,65
ООО «Русь Великая»					
1. Фондообеспеченность	тыс.руб.	1507,0	2243,2	2585,7	171,6
2. Фондовооруженность	тыс.руб.	858,3	1113,7	1373,1	160,0
3. Фондоотдача	руб.	0,875	0,664	0,537	61,4
4. Фондоемкость	руб.	0,86	1,09	1,20	138,99
5. Норма прибыли	%	-8,62	2,66	-4,58	53,21
6. Коэффициент обновления основных фондов		0,16	0,30	0,15	97,30
7. Коэффициент выбытия основных фондов		0,106	0,086	0,107	100,37

Продолжение таблицы 16

1	2	3	4	5	6
ООО «Никольское»					
1. Фондообеспеченность	тыс.руб.	2391,1	2878,7	3410,1	142,6
2. Фондовооруженность	тыс.руб.	2398,8	2950,7	3495,4	145,7
3. Фондоотдача	руб.	0,313	0,251	0,211	67,4
4. Фондоемкость	руб.	3,2	4,0	4,7	148,3
5. Норма прибыли	%	1,8	2,2	0,7	40,3
6. Коэффициент обновления основных фондов		0,106	0,259	0,154	145,6
7. Коэффициент выбытия основных фондов		0,075	0,117	0,090	119,8
КФХ Шишкин А.А.					
1. Фондообеспеченность	тыс.руб.	3492,59	4133,49	4642,80	132,93
2. Фондовооруженность	тыс.руб.	3694,39	5132,72	6629,93	179,46
3. Фондоотдача	руб.	0,20	0,14	0,11	54,76
4. Фондоемкость	руб.	4,92	6,94	8,98	182,62
5. Норма прибыли	%	0,65	0,92	0,41	63,46
6. Коэффициент обновления основных фондов		0,18	0,11	0,05	25,01
7. Коэффициент выбытия основных фондов		0,077	0,074	0,045	58,09
КФХ Зиннурова Р.М.					
1. Фондообеспеченность	тыс.руб.	5331,6	6409,5	7909,5	148,4
2. Фондовооруженность	тыс.руб.	2172,1	2611,3	3625,2	166,9
3. Фондоотдача	руб.	0,437	0,373	0,270	61,8
4. Фондоемкость	руб.	2,29	2,68	3,70	161,79
5. Норма прибыли	%	6,86	3,47	1,73	25,29
6. Коэффициент обновления основных фондов		0,19	0,30	0,15	75,91
7. Коэффициент выбытия основных фондов		0,191	0,148	0,170	89,09
ИП Барбашин Д.А.					
1. Фондообеспеченность	тыс.руб.	1721,58	2816,41	3638,98	211,4
2. Фондовооруженность	тыс.руб.	645,22	1282,88	2067,79	320,5
3. Фондоотдача	руб.	1,162	0,592	0,372	32,0
4. Фондоемкость	руб.	0,86	1,69	2,69	312,2
5. Норма прибыли	%	3,71	1,68	-0,57	-15,4
6. Коэффициент обновления основных фондов		0,12	0,51	0,18	150,6
7. Коэффициент выбытия основных фондов		0,441	0,130	0,062	14,0
СПК «Заря»					
1. Фондообеспеченность	тыс.руб.	1270,1	1529,2	1641,9	129,3
2. Фондовооруженность	тыс.руб.	718,4	896,5	939,7	130,8
3. Фондоотдача	руб.	1,003	0,804	0,795	79,3
4. Фондоемкость	руб.	1,00	1,24	1,26	126,16
5. Норма прибыли	%	17,34	17,19	14,89	85,87

Окончание таблицы 16

1	2	3	4	5	6
6. Коэффициент обновления основных фондов		0,31	0,15	0,11	36,38
7. Коэффициент выбытия основных фондов		0,081	0,060	0,072	88,17
ООО «Ямовский»					
1. Фондообеспеченность	тыс.руб.	8872,8	10534,4	12278,0	138,4
2. Фондовооруженность	тыс.руб.	2501,0	3016,5	3257,3	130,2
3. Фондоотдача	руб.	0,841	0,662	0,596	70,9
4. Фондоемкость	руб.	1,19	1,51	1,68	141,14
5. Норма прибыли	%	5,70	1,40	4,85	85,14
6. Коэффициент обновления основных фондов		0,16	0,15	0,13	83,31
7. Коэффициент выбытия основных фондов		0,076	0,075	0,068	89,63
Колхоз «Урал»					
1. Фондообеспеченность	тыс.руб.	3619,5	3990,2	4690,6	129,6
2. Фондовооруженность	тыс.руб.	778,0	864,9	1010,6	129,9
3. Фондоотдача	руб.	1,242	1,239	1,214	97,8
4. Фондоемкость	руб.	0,81	0,81	0,82	102,30
5. Норма прибыли	%	12,47	15,62	16,02	128,54
6. Коэффициент обновления основных фондов		0,22	0,08	0,27	122,79
7. Коэффициент выбытия основных фондов		0,020	0,021	0,047	233,92

*Составлено автором по данным организаций.

Как видно из данных таблицы, фондообеспеченность исследуемых организаций увеличилась за рассматриваемый период на 29,3 – 111,4%. Это связано в основном с увеличением стоимости основных фондов, поскольку площадь сельскохозяйственных угодий большинства организаций осталась неизменной.

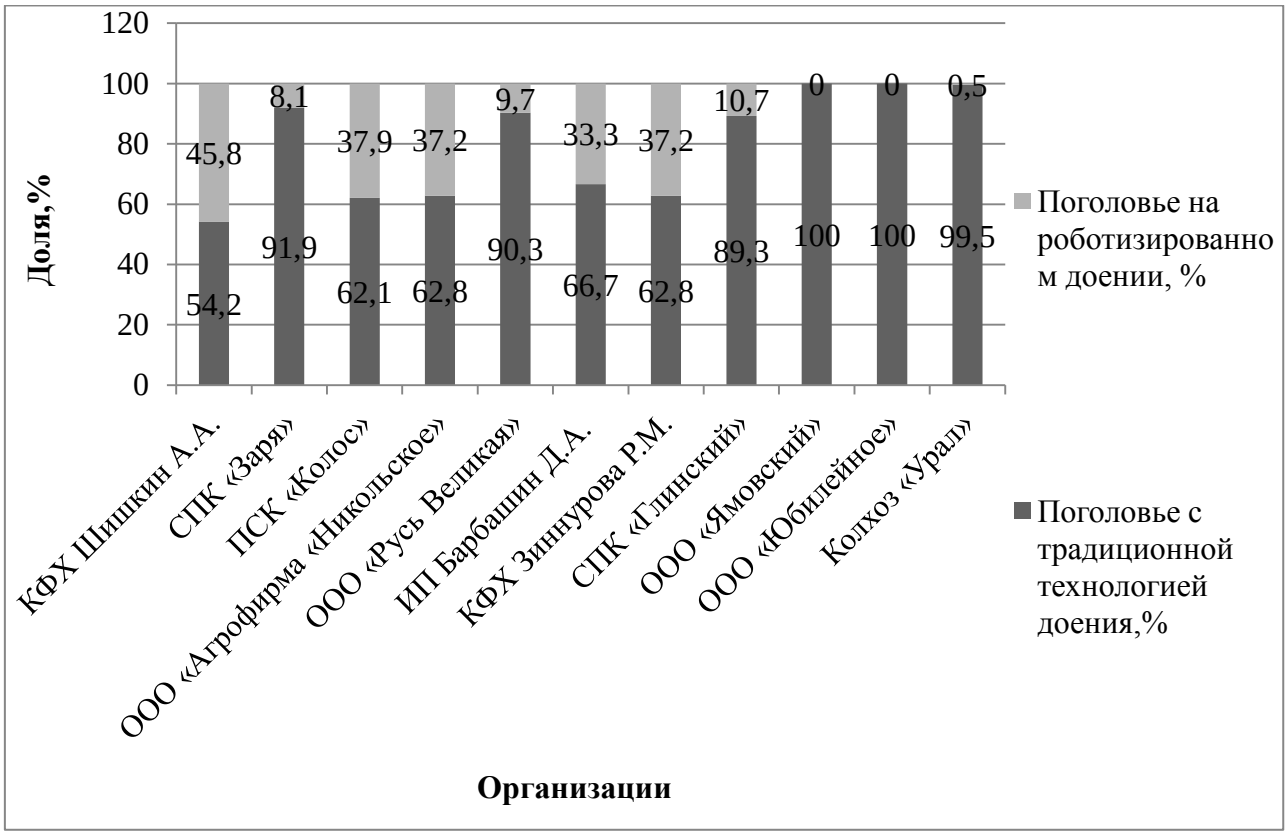
Фондовооруженность организаций за рассматриваемый период возросла от 30,2 до 220,5% как за счет увеличения стоимости основных фондов, так и за счет снижения численности занятых в организациях.

За рассматриваемый период коэффициент выбытия основных фондов по всем организациям, за исключением ИП Барбашин Д.А., был ниже коэффициента обновления, что свидетельствует о нормальном ходе воспроизводства основных фондов.

Коэффициент обновления основных фондов во всех организациях достиг

своего наибольшего значения в период приобретения робототехники. Так, коэффициент обновления основных фондов в ПСК «Колос» составил 0,29 в 2014 году, в то время как в 2013 году он равнялся 0,12, а в 2015-м – 0,14. Это свидетельствует о значительном влиянии покупки робототехники на стоимость основных фондов и обновление материально-технической базы.

Целесообразно рассмотреть характерные для Свердловской области региональные особенности применения робототехники в зависимости от поголовья коров. Доля поголовья на роботизированном доении и доении в молокопровод в разрезе организаций сельского хозяйства представлена на рисунке 8.



Составлено автором по данным организаций.

Рисунок 8 – Доля коров на роботизированном и обычном доении в организациях, использующих робототехнику, на 1 января 2016 года,%

В большинстве организаций сельского хозяйства Свердловской области, использующих робототехнику, установлена доильная робототехника, которая представляет собой многофункциональный манипулятор, оснащенный

лазерным сканером, сенсорными датчиками, ультразвуковым устройством, оптической системой, системой преддоильной обработки сосков, системой контроля качества молока и другими необходимыми при доении устройствами.

Установки по доению коров на основе робототехники состоят из руки, которая совершает трехмерные движения. Данное оборудование включает в себя систему очистки сосков и вымени при помощи моющего раствора и щеток. Устройство для автоматического доения также включает в себя и приспособления для надевания и снятия доильных стаканов, а также сенсорные и контрольные приборы, специальные весы, чтобы взвешивать корову, концентраты и молоко. Современные модели доильных установок имеют возможность контролировать качество молока, определяя его цвет, кислотность, температуру, скорость молокоотдачи, электропроводность, объем по каждой доле вымени. Это позволяет отделять качественное молоко от брака. Также в данное оборудование встроена система идентификации животных. Для того чтобы обнаружить соски, обработать вымя, надеть, а потом снять доильные стаканы, используются оптические, лазерные, комбинированные, ультразвуковые системы. Некоторые марки доильных установок имеют систему качества молока, которая определяет число соматических клеток.

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

Считаем целесообразным использовать показатель «плотность роботизации сельского хозяйства» для характеристики эффективности процесса роботизации отрасли. Плотность роботизации сельского хозяйства ($П_р$) можно рассчитать как отношение численности используемых единиц робототехники в сельском хозяйстве к численности работников, занятых в сельскохозяйственном производстве:

$$П_р = \frac{К_р}{Ч_{рм}}, \quad (1)$$

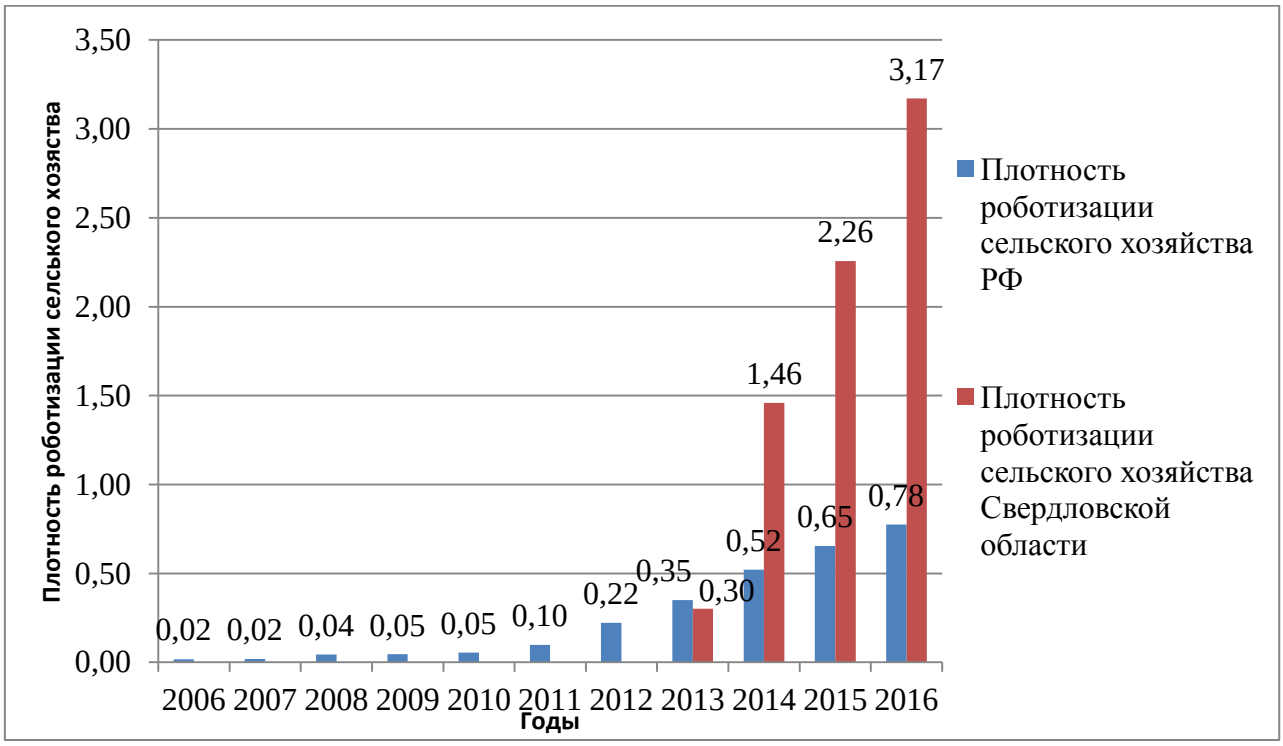
где, $К_р$ – количество единиц робототехники, применяемых в сельском хозяйстве, шт.

$Ч_{рм}$ – численности работников, занятых в сельскохозяйственном производстве.

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 уровня роботизации позволит производить количественную оценку данного процесса.

Можно привести данные плотности роботизации сельского хозяйства России и Свердловской области (рисунок 9) (исходные данные для расчета плотности роботизации – в приложении 3)



Составлено автором

Рисунок 9 – Плотность роботизации сельского хозяйства России и Свердловской области.

Как видно из рисунка, 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.

Следует заметить, что по данным международной организации робототехники, средняя плотность роботизации в мире составляет 66 роботов на 10 000 работников в целом по экономике. Таким образом, по показателю плотности роботизации, отечественное сельское хозяйство существенно отстает не только от ведущих стран, но и от среднемировых значений.

Для характеристики процесса роботизации предлагается также показатель уровень роботизации сельского хозяйства ($У_{рсх}$), как отношение численности организации сельского хозяйства использующих робототехнику, к общему количеству данных организаций.

$$У_р = \frac{КО_р}{КО_о}, \quad (2)$$

где, $КО_р$– количество организаций сельского хозяйства, использующих в своей деятельности робототехнику, ед;

$КО_о$– общее количество организаций сельского хозяйства, ед.

Уровень роботизации показывает долю организаций сельского хозяйства использующих робототехнику в своей деятельности по производству продукции.

Таким образом, в организациях сельского хозяйства Среднего Урала с 2013 года по настоящее время внедрялась и использовалась робототехника, прежде всего доильная. Установлено, что данную деятельность осуществляли организации, имеющие разные размеры и организационно-правовые формы. Это требует изучения проблем, связанных с внедрением робототехники в организации сельского хозяйства и ее использованием.

2.3. Методика обоснования целесообразности внедрения робототехники в организациях сельского хозяйства

Внедрение робототехники в организации сельского хозяйства затронуло широкий круг процессов. Примерами цифровых, интеллектуальных технологий

и робототехники могут служить роботы при производстве продукции животноводства [36]. Кроме того, для растениеводства создается и внедряется робототехника для борьбы с сорняками, уборки готовой продукции, обработки посевов, мониторинга посевов и т.д.

В практике деятельности организаций сельского хозяйства может стоять задача по выбору того или иного процесса, при этом необходимо оценить целесообразность его робототехники.

С этой целью считаем необходимым использовать соответствующую методику определения целесообразности внедрения того или иного в соответствии с рангом предпочтительности, основанную на комплексной оценке определенного процесса.

Методика представляет собой комплексную оценку технических, технологических, организационных и социальных факторов, характеризующих определенный процесс, выполняемый в сельскохозяйственной организации. Факторы комплексной оценки, обуславливающие необходимость применения того или иного оборудования, в т.ч. робототехники, в сельском хозяйстве, могут быть следующими:

– объем затрат на приобретение техники с учетом возможности получения финансовой поддержки от органов власти;

– безопасность на вредных и опасных видах работ, снижение профзаболеваемости и травматизма на производстве;

– содержательность и привлекательность труда при использовании внедряемой техники;

– снижение потребности в кадрах и возможность привлечения молодых специалистов;

– повышение качества продукции (процессов) за счет снижения влияния на производство кадровых рисков, выполнения операций с низкой вариативностью, высокой точностью и в соответствии с установленными технологическими требованиями;

– повышение производительности труда при использовании данной

техники;

– возможность внедрения техники с минимальными дополнительными затратами на реконструкцию и ремонт помещений;

– возможность адаптации используемого поголовья животных и видов применяемых растений;

– наличие кадров, подготовленных для эксплуатации и технического обслуживания оборудования;

– рыночная возможность приобретения техники для данной технологической операции (процесса);

– доступность сервисного обслуживания и возможность получения технической поддержки в короткие сроки при возникновении нештатных ситуаций;

– степень поддержки персоналом внедрения техники.

Следует заметить, что набор факторов может быть скорректирован исходя из условий конкретного производства.

Сложность оценки альтернативных вариантов техники заключается в том, что зачастую руководители и специалисты организаций сельского хозяйства не владеют в достаточной мере информацией о внедряемой робототехнике и ее преимуществах по сравнению с традиционными технологиями производства. В качестве основного показателя экономической эффективности внедрения робототехники предлагаем использовать ожидаемый годовой экономический эффект, рассчитанный в соответствии с предложенной ниже методикой. Положительная величина ожидаемого годового экономического эффекта свидетельствует об экономической целесообразности внедрения робототехники, что является положительным результатом технико-экономического обоснования предварительно отобранных объектов. Технико-экономическое обоснование следует завершать исключением из перечня объектов, не имеющих положительного результата обоснования.

Если процесс прошел отбор на обоих этапах, то существует целесообразность внедрения робототехники. Однако если имеют место опасные

для жизни и вредные для здоровья условия труда, целесообразно внедрение робототехники независимо от прохождения второго этапа. В случае, если в организации существует несколько процессов, в которых желательно внедрять робототехнику, предварительный отбор следует завершить составлением ранжированного перечня предварительно отобранных процессов роботизации.

Для проведения оценки по данной методике целесообразно привлекать руководителей и ключевых специалистов сельскохозяйственной организации или экспертов из сторонних организаций (таблица 17).

Таблица 17 – Рекомендуемый состав экспертной группы

Эксперты	Количество специалистов в группе, чел.
Руководитель организации	1
Главный зоотехник, зоотехники всех направлений	1 – 3
Главный агроном, агрономы всех специализаций (агроном-семеновод, агроном-картофелевод, агрохимик, агроном -садовод)	1-3
Главный инженер, инженер по механизации трудоемких процессов и другие специалисты инженерного отдела	1 - 3
Главный экономист организации	1

В случае если в организации существует несколько процессов в которых желательно применять робототехнику, в предварительный отбор следует завершить составление ранжированного перечня предварительно отобранных процессов роботизации.

По процессам, показавшим лучший результат в ходе применения методики определения целесообразности использования техники, возможно внедрение робототехники в соответствии с рангом предпочтительности.

Обоснование целесообразности внедрения робототехники рассмотрим на примере комплексной оценки в ООО «Ямовский».

Выбор объектов внедрения робототехники рассмотрен применительно к внедрению доильного робота, робота по удалению навоза и робота по подравниванию кормов. Для проведения комплексной оценки целесообразности внедрения робототехники была создана экспертная группа из пяти человек (таблица 18).

Таблица 18 – Перечень и определение значимости факторов целесообразности внедрения робототехники

Факторы комплексной оценки производства	Оценка значимости фактора, *fi*, баллы (1-й – 5-й – специалисты)					Средняя оценка значимости фактора *fi*	Относительная оценка значимости фактора *Zi*
	1-й	2-й	3-й	4-й	5-й		
1.Объем затрат на приобретение техники с учетом возможности получения финансовой поддержки от органов власти	6	5	5	6	6	5,6	0,061
2. Безопасность на вредных и опасных видах работ, снижение профзаболеваемости и травматизма на производстве	8	8	9	9	10	8,8	0,096
3. Содержательность и привлекательность труда при использовании внедряемой техники	8	8	8	8	8	8,0	0,087
4. Снижение потребности в кадрах и возможность привлечения молодых специалистов	10	9	10	10	10	9,8	0,107
6. Повышение качества продукции (процессов) за счет снижения влияния на производство кадровых рисков, выполнения операций с низкой вариативностью, высокой точностью и в соответствии с установленными технологическими требованиями	10	10	10	10	10	10,0	0,109
7. Повышение производительности труда при использовании данной техники	8	8	9	8	9	8,4	0,091
7. Возможность внедрения техники с минимальными дополнительными затратами на реконструкцию и ремонт помещений	6	6	5	7	9	6,6	0,072
8. Возможность адаптации используемого поголовья животных и видов применяемых растений	6	6	8	8	7	7,0	0,076
9. Наличие кадров, подготовленных для эксплуатации и технического обслуживания оборудования	5	5	6	7	5	5,6	0,061
10.Рыночная возможность приобретения техники для данной технологической операции (процесса)	9	9	9	9	9	9,0	0,098
11.Доступность сервисного обслуживания и возможность получения технической поддержки в короткие сроки при возникновении нештатных ситуаций	8	7	7	6	8	7,2	0,078
12. Степень поддержки персоналом внедрения техники	5	6	5	7	7	6,0	0,065
Итого	92						

Объекты комплексной оценки – рабочие места оператора машинного доения, скотника.

Далее каждый эксперт дает оценку меры влияния каждого фактора на принятие решения в пользу внедрения робототехники. Результаты комплексной оценки рабочих мест всеми экспертами заполняются в соответствии с формами, приведенными в таблицах ниже. Каждый эксперт оценивает рабочие места независимо от мнения остальных экспертов, входящих в группу.

Определение значимости факторов комплексной оценки сельскохозяйственного производства предлагаем производить по следующей методике:

1. Оценку значимости фактора в пользу включения его в состав факторов проводят по 10-балльной шкале.

2. Среднюю оценку значимости фактора F_i определяют как среднее арифметическое оценок всех специалистов-экспертов по формуле:

$$F_i = \frac{\sum_{i=1}^{i} F_{i1}}{L} \qquad (3)$$

где F_{i1} – оценка i-го фактора l-м специалистом-экспертом по 10-балльной шкале, баллы;

L – численность группы специалистов-экспертов, чел.;

i– порядковый номер фактора комплексной оценки производства, $i = 1, \ldots L$.

3. Относительную оценку значимости фактора Zi определяют как отношение средней оценки значимости каждого фактора к сумме средних оценок значимости всех факторов по формуле:

$$z_i = \frac{F_i}{\sum_{i=1}^{I} F_i} \qquad (4)$$

где I – число факторов комплексной оценки.

Проведем для примера комплексную оценку целесообразности внедрения нового оборудования для рабочего места по доению коров, на котором имеется

альтернатива внедрения робототехники, линейной доильной системы или доильного зала (таблица 19).

Таблица 19 – Комплексная оценка технологий производства

Факторы комплексной оценки производства	Относительная оценка значимости фактора	Доение	Уборка навоза	Подравнивание кормов
1	2	3	4	5
1.Объем затрат на приобретение техники с учетом возможности получения финансовой поддержки со стороны органов власти	0,061	5,6	5,8	6,8
2.Безопасность на вредных и опасных видах работ, снижение профзаболеваемости и уровня травматизма на производстве	0,096	5,8	8,2	5,0
3. Содержательность и привлекательность труда при использовании внедряемой техники	0,087	7,6	7,4	6,8
4. Снижение потребности в кадрах и возможность привлечения молодых специалистов	0,107	10,0	6,6	8,8
5.Повышение качества продукции (процессов) за счет снижения влияния на производство кадровых рисков, выполнения операций с низкой вариативностью, высокой точностью и в соответствии с установленными технологическими требованиями	0,109	10,0	4,6	9,0
6.Повышение производительности труда при использовании данной техники	0,091	9,0	3,4	6,6
7. Возможность внедрения техники с минимальными дополнительными затратами на реконструкцию и ремонт помещений	0,072	5,6	5,2	6,8
8. Возможность адаптации используемого поголовья животных и видов применяемых растений	0,076	7,0	4,4	6,0
9. Наличие кадров, подготовленных для эксплуатации и технического обслуживания оборудования	0,061	5,8	5,4	6,4
10. Рыночная возможность приобретения техники для данной технологической операции (процесса)	0,098	10,0	6,6	8,8
11. Доступность сервисного обслуживания и возможность получения технической поддержки в короткие сроки при нештатных ситуаций	0,078	6,8	4,8	6,4

Окончание таблицы 19

1	2	3	4	5
12. Степень поддержки персоналом внедрения техники	0,065	7,6	5,8	8,2
Комплексная оценка внедрения технологии на рабочее место	-	7,824	5,730	7,232

Рекомендуем оценку степени влияния фактора на принятие решения в пользу роботизации производить по 10-балльной шкале. Комплексную оценку объекта Q_{lj} специалист-эксперт определяет как сумму произведений балльных оценок меры влияния каждого фактора на относительную оценку его значимости по формуле:

$$Q_{lj} = \frac{\sum_{i=1}^{l} F_i * Z_i}{l}, \quad (5)$$

где

где F_i- оценка i-го фактора j-м экспертом;

Z_i- относительная оценка значимости фактора;

j - порядковый номер эксперта, j = 1, ...n;

i– порядковый номер фактора комплексной оценки объекта, i = 1, ...l.

Предварительный отбор завершаем присвоением рангов предпочтительности внедрения робототехники на рабочие места в соответствии с таблицей 17 и составлением перечня предварительно отобранных объектов роботизации в соответствии с таблицей. Обобщим оценки рабочих мест, по которым планируется внедрение робототехники, и расставим ранги предпочтительности (таблица 20).

Таблица 20 – Присвоение ранга предпочтительности объектам

Группа экспертов	Комплексная оценка объекта Q_{lj}, баллы		
	Доение	Уборка навоза	Подравни-вание кормов
1-й	7,82	5,73	7,23
2-й	7,45	5,61	7,05
3-й	7,75	5,65	7,15
4-й	7,91	5,35	7,12
5-й	7,78	5,71	7,21
Итоговая оценка объекта	7,74	5,61	7,15
Ранг предпочтительности объекта	1	3	2

Как видно из данных таблицы, наибольшую итоговую оценку получает

процесс доения с применением робототехники. По мнению экспертной группы, необходимо внедрить робототехнику с учетом всех имеющихся факторов. Итоговую оценку следует определять как среднеарифметическое его оценок специалистами, по формуле:

$$Q_j = \frac{\sum_{j=1}^{n} Q_{lj}}{n} \quad (6)$$

Ранги объектов обозначают числами натурального ряда от 1 до *m, где m* – число оцениваемых объектов. При этом наименьший ранг присваивают рабочему месту с большей итоговой оценкой (таблица 21).

Таблица 21 – Ранги предпочтительности процессов роботизации

Вид техники	Итоговая оценка объекта Q_j , баллы	Ранг предпочтительности объекта
Доение	7,74	1
Уборка навоза	5,61	3
Подравнивание кормов	7,15	2

Как видно из данных таблицы, по результатам комплексной оценки внедрения робототехники на рабочее место наибольший ранг предпочтительности в ООО «Ямовский» имеет доение с 7,74 балла, на втором месте подравнивание кормов с 7,15 балла, на третьем месте уборка навоза с 5,61 балла. По итогам комплексной оценки специалистами и руководителем организации принимается решение о внедрении доильной робототехники и робота–подравнивателя кормов. Внедрение робототехники по уборке навоза было принято отложить, поскольку по ряду факторов его внедрение на данный момент нецелесообразно.

Расчет эффективности внедрения инноваций необходим для того, чтобы обосновать принятие решения о целесообразности вложений в тот или иной объект. При этом рассчитывается предполагаемый эффект, который сопоставляется с нормативами и эффективностью капитальных вложений в передовых организациях.

ГЛАВА 3. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РОБОТОТЕХНИКИ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

3.1. Методика оценки эффективности использования робототехники в организациях сельского хозяйства

Использование робототехники в организациях сельского хозяйства оказывает влияние на экономические показатели их деятельности, такие как производительность труда, объем производства продукции, себестоимость, рентабельность, фондоотдача.

Всесторонняя оценка результатов использования сельскохозяйственной робототехники позволит определить проблемы освоения достижений науки и техники в сельском хозяйстве, выбрать наиболее эффективную стратегию ускоренного внедрения робототехники.

Применение робототехники в организациях сельского хозяйства вызывает необходимость осуществления оценки этой деятельности и ее своевременной корректировки.

Потребность в такой оценке и корректировке деятельности могут иметь:

– хозяйствующие субъекты;

– органы исполнительной власти, осуществляющие поддержку данной деятельности;

– отраслевые союзы производителей сельскохозяйственной продукции.

Данная оценка должна включать, прежде всего, оценку результатов, или эффектов. Дело в том, что внедрение робототехники в организациях сельского хозяйства позволяет получать экономические, социальные и иные эффекты.

Рассмотрим, прежде всего, экономические эффекты или результаты.

Так, наиболее значимым при внедрении робототехники в организации сельского хозяйства является эффект от снижения затрат на оплату труда при относительном высвобождении персонала, снижении трудоемкости

производства продукции и увеличении производительности труда.

Трудоемкость продукции представляет собой затраты рабочего времени на производство единицы продукции в натуральном выражении. Для расчета трудоемкости производства молока можно использовать следующую формулу:

$$Т = \frac{Рв}{Кп} \quad (7)$$

где Т – трудоемкость изготовления единицы продукции в натуральном выражении;

Рв – рабочее время, затраченное на производство данного количества товаров (оказание услуг);

Кп – количество изготовленных товаров (предоставленных услуг, выполненных работ).

При расчете производительности труда при доении в молокопровод и при использовании робототехники следует учитывать количество работников, непосредственно задействованных на фермах при производстве молока, то есть без учета трудозатрат, произведенных общехозяйственным и общепроизводственным способом. Производительность труда следует рассчитывать как отношение объема производства молока к общему количеству работников фермы.

Следует заметить, что внедрение робототехники приводит к абсолютному и относительному сокращению численности производственных рабочих. Под относительным сокращением рабочего здесь понимается повышение объема производства при той же численности производственных рабочих благодаря увеличению годового эффективного фонда времени работы в результате использования робототехники.

Увеличение объема производства продукции в условиях роботизации способствует снижению себестоимости продукции в результате уменьшения доли условно-постоянных накладных расходов на единицу продукции,

сокращения непроизводственных расходов, таких как оплата сверхурочных работ, оплата простоев рабочих, снижение потерь от брака, а также удельных затрат на содержание и эксплуатацию оборудования. Снижение себестоимости продукции достигается и за счет экономии заработной платы высвобожденных работников. Экономия заработной платы может образоваться вследствие опережающих темпов повышения производительности труда по сравнению с темпами роста заработной платы.

Целесообразно также оценивать эффект от снижения затрат на оплату труда при внедрении робототехники.

Следует заметить, что зарубежные исследователи эффект от экономии затрат на оплату труда считают определяющим при внедрении сельскохозяйственной робототехники [155].

Если в промышленности основной причиной внедрения и использования робототехники являются растущие затраты на оплату труда, то в сельском хозяйстве к этому следует добавить трудности, связанные с привлечением рабочей силы из-за снижения привлекательности труда в отрасли, изменения социальных ожиданий и представлений населения о характере труда в результате повышения уровня образования [144].

В результате изменения характера использования трудовых ресурсов при применении робототехники происходит высвобождение определенного количества работников.

При этом количество относительно высвобождаемых работников ($Э_ч$) можно определять по следующей формуле:

$$Э_ч = \frac{(t_c - t_Н) \times 100}{Б \times Н_в} \times А_н, \quad (8)$$

где $А_н$ – годовой объем производства продукции, ц;

tc – трудоемкость до внедрения робототехники, чел.-час./ц;

tн – трудоемкость после внедрения робототехники, чел.-час./ц;

Б – баланс рабочего времени 1 рабочего за год, ч;

$Н_в$ – выполнение норм выработки, %.

Эффект от снижения затрат на оплату труда ($Э_{от}$) можно рассчитывать по следующей формуле:

$$Э_{от} = З_м \times М \times Э_ч, \quad (9)$$

где $З_м$ – средняя месячная зарплата работника с отчислениями, руб.;

М – количество месяцев в году;

$Э_ч$ – количество высвобождаемых работников.

Использование робототехники при доении коров позволяет получать эффект от увеличения объема производства молока за счет повышения продуктивности животных. Это происходит, главным образом, вследствие увеличения кратности доения коров при переходе от доения их в молокопровод к использованию робототехники.

Экономический эффект от дополнительного выпуска молока можно рассчитать по формуле:

$$Э_{вп} = Ц \times ОП_2 – Ц \times ОП_1, \quad (10)$$

где Эвп – эффект от дополнительного выпуска продукции;

$ОП_1$ и $ОП_2$ – объем производства молока соответственно до и после внедрения робототехники;

Ц – цена реализации молока до внедрения робототехники, руб.

Использование робототехники по сравнению с молокопроводом позволяет получать эффект также от повышения качества продукции, повышения ее жирности. Эффект от повышения качества молока при использовании робототехники складывается из более высокой закупочной цены на молоко, полученное при использовании робототехники, по сравнению с ценой на молоко, полученное традиционными методами. В связи с этим Е.А. Скворцов указывает, что применение роботизированного доения положительно влияет на увеличение сортности молока при сравнении с традиционной технологией доения в молокопровод и способствует обеспечению населения качественными молочными продуктами питания [86].

Кроме того, к влиянию использования робототехники на повышение

качества молока относится рост его товарности за счет более раннего выявления и лечения мастита у коров, постоянного контроля за качеством молока и снижения количества соматических клеток.

Так, исследованиями В.Н. Суровцева и Ю.Н. Никулиной установлено, что использование робототехники позволяет увеличить товарность молока на 1-2% по сравнению с молокопроводом [104].

О.С. Чеченихина и Ю.А. Степанова также указывают, что использование робототехники позволяет существенно снизить количество соматических клеток и тем самым повысить качество молока [121].

Годовой экономический эффект от внедрения робототехники (*Р*), выраженный в виде прироста выручки от реализации молока за счет использования робототехники, обеспечивающего рост цены единицы реализуемой продукции, можно определить по следующей формуле:

$$\Delta P = \sum_{i=1}^{к} (Pi - Pib)Sin \qquad (11)$$

где ΔP– прирост объема чистых продаж в течение расчетного года за счет реализации более качественной продукции (руб.);

Pi и Pib – цена реализации единицы соответственно новой и базовой продукции (руб/ кг),

Sin –объем реализации новой продукции в расчетном году (кг).

Годовой экономический эффект от повышения качества молока (Эк) можно определить по следующей формуле:

$$Эк = (\left(\frac{ВП2 \times ФЖ2}{БЖ}\right) \times Т2 \times ЦР2) - (\left(\frac{ВП1 \times ФЖ1}{БЖ}\right) \times Т1 \times ЦР1) \qquad (12)$$

где $ВП_2$ и $ВП_1$ – валовой объем производства молока при использовании доильной робототехники и традиционной технологии соответственно, ц;

$Цр_2$ и $ЦР_1$ – цена реализации 1 ц молока соответственно при использовании робототехники и традиционной технологии, руб/ ц;

$ФЖ_2$ и $ФЖ_1$ – жирность молока на робототехнике и традиционной технологии соответственно, %;

БЖ – базисная жирность молока, %;

$Т_2$ и $Т_1$ – товарность молока на робототехнике и традиционной технологии соответственно, %.

Внедрение робототехники позволяет снизить долю затрат на корма в структуре себестоимости молока.

Так, затраты на корма в структуре себестоимости молока на ферме с молокопроводами составили 37,7%, а на ферме с робототехникой –31,7% [93]. По нашему мнению, это связано с организацией кормления животных, которая более рациональна на ферме с робототехникой. При беспривязном способе (при применении робототехники) содержания используется общесмешанный рацион, большая часть концентратов скармливается индивидуально во время доения, что позволяет использовать дорогостоящие корма более рационально. При привязном способе (при применении молокопровода) содержания используется мелкогрупповое кормление в зависимости от удоя, стадии лактации, упитанности и возраста коров, поэтому использование концентратов менее рациональное.

Экономический эффект от экономии кормов можно рассчитать по формуле:

$$Э_{эк} = С_{к1} \times ВП_1 - С_{к2} \times ВП_2 \quad (13)$$

где $Э_{эк}$ – эффект от экономии кормов, руб.;

$Ск_1$ и $Ск_2$ – стоимость кормов на производство 1 ц молока соответственно при использовании традиционной технологии и робототехники;

$ВП_2$ и $ВП_1$ – объем производства молока соответственно при использовании робототехники и традиционной технологии, ц.

Таким образом, общий годовой экономический эффект от использования доильной робототехники ($Э_{др}$) предлагается рассчитывать по следующей формуле:

$$Э_{др} = Э_{вп} + Э_{к} + Э_{от} + Э_{эк} - \Delta А_{др} - О_{б}, \quad (14)$$

где $Э_{вп}$ – прирост стоимости валовой продукции, руб.;

$Э_{к}$ – эффект от повышения качества молока, руб.;

$Э_{от}$ – экономия издержек на оплату труда, руб.;

$Э_{эк}$– экономия кормов, руб.;

$\Delta А_{пр}$ – изменение амортизационных отчислений, руб.;

$О_{б}$ – стоимость услуг сторонних организаций, связанных с обслуживанием робота, руб.

Так, эффективность капитальных вложений в робототехнику можно определять как отношение прироста прибыли к сумме капитальных вложений в организации сельского хозяйства:

$$Э_{кв} = \frac{\Delta П}{КВ}, \quad (15)$$

где $Э_{кв}$ – эффективность капитальных вложений, полученная на 1 рубль капитальных вложений;

ΔП– прирост прибыли за счет капитальных вложений организации;

КВ – сумма капитальных вложений.

Внедрение робототехники в организациях сельского хозяйства требует значительных капитальных вложений. В связи с этим считаем необходимым осуществлять расчет срока окупаемости капитальных вложений ($С_{ок}$), используемых при внедрении сельскохозяйственной робототехники.

$$Сок = \frac{\Delta КВ}{Эдр} \quad (16)$$

где КВ – сумма капитальных вложений;

Эдр – годовой экономический эффект от использования доильной робототехники (Эдр).

При принятии решения о предпочтительности робототехники или традиционной технологии можно использовать сравнительную эффективность капитальных вложений [114].

Однако специфичные условия функционирования российских организаций сельского хозяйства требуют, чтобы при обосновании целесообразности внедрения робототехники учитывались не только экономические факторы, но также обеспеченность организаций кадрами, кадровые риски, влияние различных технологий на здоровье коров, качество молока и пр. [87]. Дело в том, что использование робототехники позволяет получать также социальные и иные эффекты.

Так, использование робототехники приводит к улучшению условий труда работников, снижению производственного травматизма, изменению характера труда и повышению его содержательности.

Переход на использование цифровых, интеллектуальных технологий и робототехники также существенно снижает напряженность труда. Исследованиями академика РАСХН Л.П. Кормановского доказано, что даже при применении высокого уровня механизации молочных ферм при привязном содержании скота работник для обслуживания закрепленной за ним группы животных выполняет в сутки работу, равную 6,4 тыс. кг/м. При низком уровне механизации напряженность труда возрастает до 38 тыс. кг/м, а пройденный путь на выполнение технологических операций колеблется от 1,2 до 3,2 тыс. м в сутки. Совершенствование технологий содержания и доения коров, автоматизация технологических операций, особенно доения, использование беспривязного содержания скота, при котором широко применяется принцип самообслуживания, позволяет в 4-5 раз снизить напряженность работы [56].

Эффективность использования сельскохозяйственной робототехники можно представить как соотношение эффектов (экономических, социальных и иных), получаемых при эксплуатации робототехники, по сравнению с традиционной технологией производства, и затрат на робототехнику, включающих ее покупку, монтаж и обслуживание.

Считаем целесообразным осуществлять сравнение:

– показателей работы определенной фермы до и после внедрения робототехники;

– показателей работы фермы, использующей традиционную технологию с доением в молокопровод, с фермой, использующей доильную робототехнику.

Это требует выделения критериев оценки деятельности указанных ферм, такими критериями могут быть:

– продуктивность животных;

– кратность доения коров;

– сортность молока;

– количество случаев заболевания коров маститом;

– травматизм животных;

– их двигательная активность.

По каждому из критериев можно давать оценку объекта по балльной системе.

Кроме того, учитывая разную значимость для каждой конкретной организации каждого из критериев, предполагается придавать им весовые коэффициенты, а именно:

– основной или решающий критерий;

– значительный критерий;

– незначительный, малосущественный;

– критерий, не имеющий значения.

В организациях сельского хозяйства используются кроме доильной другие виды робототехники. Определение эффективности ее использования также можно осуществлять на основе измерения частных эффектов от ее использования.

Так, годовой экономический эффект от использования робота–подравнивателя кормов ($Э_{рп}$) будет складываться, по нашему мнению из суммы частных эффектов, полученных в результате его использования [84]:

$$Э_{рп} = Э_{пр} + Э_{эк} + Э_{эфт} - \Delta А_{рп} - О_{б}, \quad (17)$$

где $Э_{пр}$ – прирост стоимости валовой продукции, руб.;

$Э_{эк}$ –экономия кормов, руб.;

$Э_{эфт}$ – экономия издержек на оплату труда, руб.;

$\Delta А_{рп}$ – изменение амортизационных отчислений, руб.;

$О_{б}$ – стоимость услуг сторонних организаций по обслуживанию робототехники, руб.

При этом для определения годового экономического эффекта от использования данного оборудования можно использовать приведенный выше подход.

3.2. Эффективность применения робототехники в организациях сельского хозяйства Свердловской области

Весьма важное значение имеет анализ результатов применения робототехники в организациях сельского хозяйства, которые уже вывели робототехнику на проектную мощность и проработали стабильный отрезок времени, то есть там, где есть стабильные результаты и можно говорить о верифицируемых данных.

К таким организациям в Свердловской области относятся КФК Шишкин А.А., ПСК «Колос», СПК «Глинский», ООО «Никольское», ООО «Русь Великая».

Остальные организации не имеют устойчивых результатов функционирования робототехники, пригодных для исследования и выявления закономерностей. Так, ИП Барбашин Д.А. к концу 2015 года не вышел на проектную мощность по причине неподготовленного поголовья. КФК Зиннурова Р.М., несмотря на приобретение доильного робота в 2014 году и выход на проектную мощность в 2015 году, также не подходит для исследования, поскольку использует упрощенную систему учета и не ведет разделения затрат по роботизированной ферме и ферме с доением в молокопровод. Остальные организации, в соответствии с планом, выйдут на проектную мощность в 2017 году.

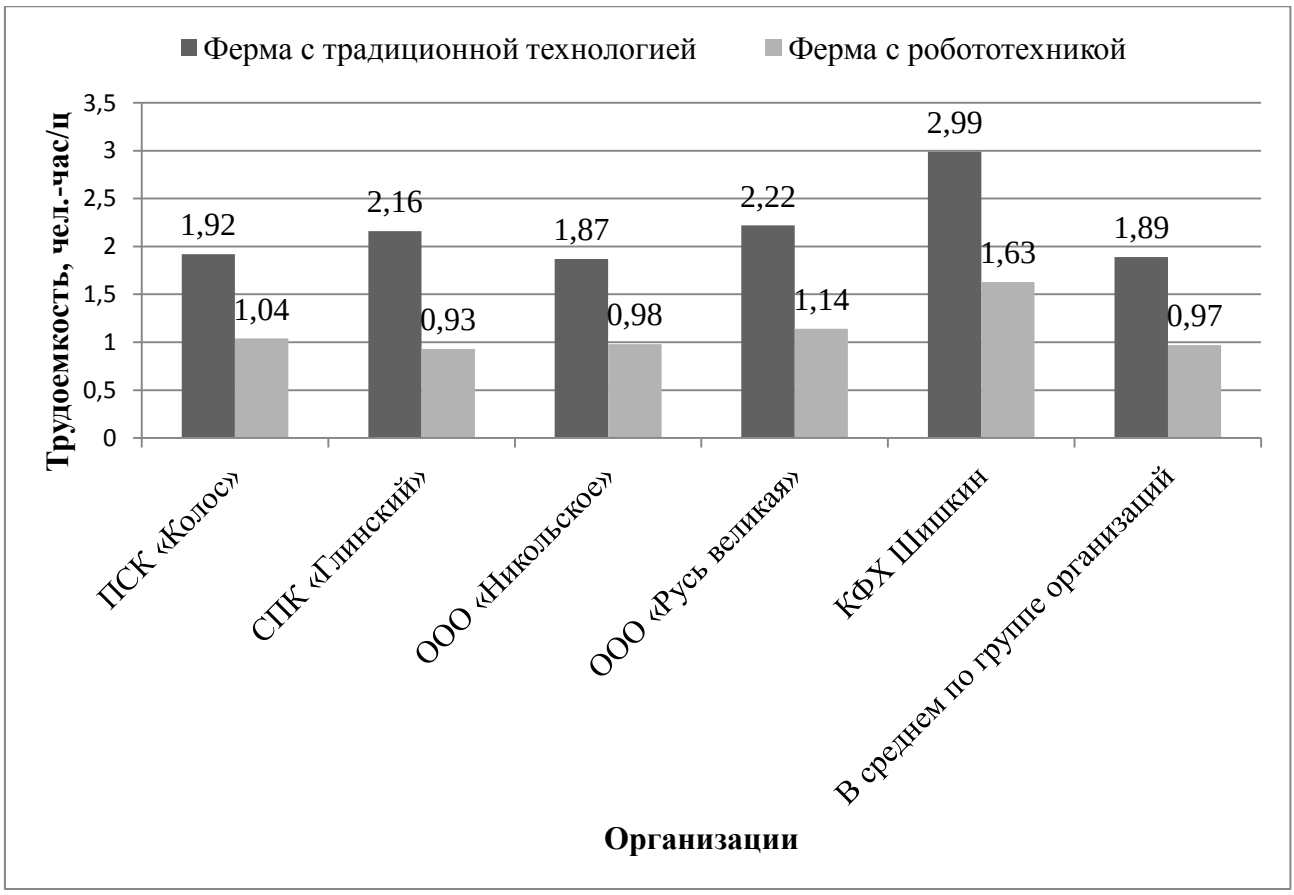
Как отметили все участники исследования, в течение нескольких дней после внедрения робототехники шел взаимный процесс адаптации животных и (как это ни покажется странным) робототехники. Доильный робот в этот период анализировал все анатомические особенности каждой коровы, что позволяло в дальнейшем осуществлять доение самым физиологичным для животного способом. Коровы в первые дни испытывали стресс от луча сканера, шума робота. При этом незначительную часть животных (1-2 головы из 65) пришлось перевести на традиционный способ доения.

Одним из основных факторов, обуславливающих необходимость применения инноваций на основе робототехники в сельском хозяйстве, является необходимость увеличения производительности труда и снижения трудоемкости производства продукции. В связи с этим целесообразно рассмотреть данные показатели.

Прежде всего, рассмотрим показатель трудоемкости производства молока.

Из представленных на рисунке 9 данных видно, что во всех рассмотренных организациях сельского хозяйства на фермах с робототехникой трудоемкость молока существенно ниже, чем на фермах с доением в молокопровод.

В среднем по группе данных организаций трудоемкость производства молока на фермах с роботизированным доением составила 0,97 чел.- час.на 1 центнер молока, в то же время при доении в молокопровод – 1,89 чел.- час/ц, или на 48,8% больше (рисунок 9).



Составлено автором по данным организаций.

Рисунок 9 – Трудоемкость производства молока с различными технологиями доения, чел.-час/ц

По группе исследуемых организаций количество работников на ферме с роботизированным доением (в пересчете на поголовье в 65 коров) меньше, чем при доении в молокопровод, на 46,1%. Это достигнуто за счет высвобождения операторов машинного доения, а в некоторых случаях и бригадиров ферм. В них нет большой необходимости, так как вся информация о процессе производства, вплоть до ведения зоотехнического журнала, поступает от робота непосредственно на рабочие места руководителя организации и главных специалистов.

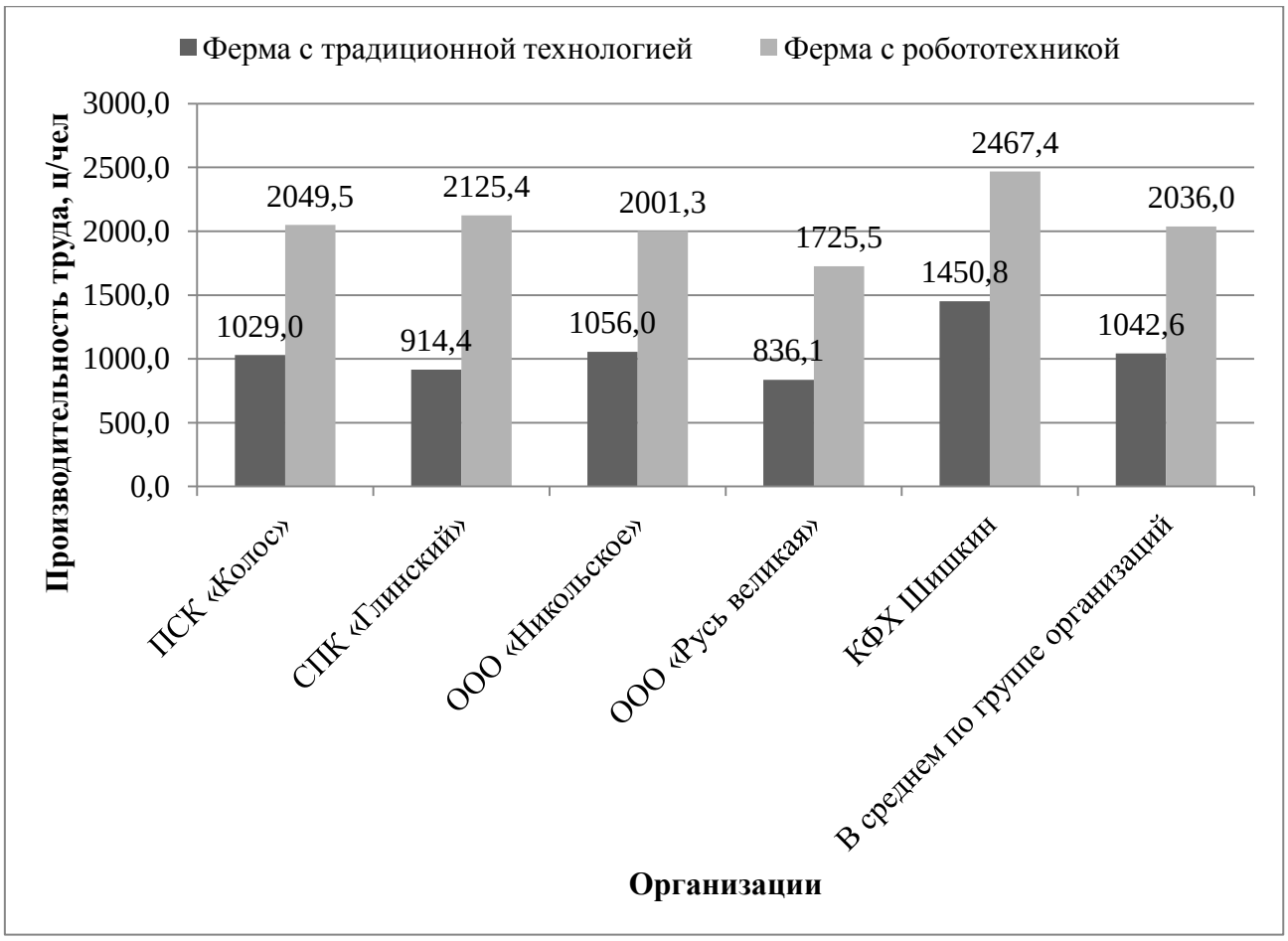
В связи с этим показатель трудоемкости производства молока после внедрения робототехники снизился на всех рассматриваемых фермах.Так, в ПСК «Колос» трудоемкость производства молока составила на роботизированной ферме 1,04 чел.-час/ ц (или на 48,8% меньше), в то время как

на обычной ферме – 1,92чел.-час/ ц. В СПК «Глинский» трудоемкость производства молока составила на ферме с робототехникой 0,93 чел.-час/ ц, что на 57,0% меньше, чем на обычной ферме. В ООО «Русь Великая» трудоемкость производства молока составила 2,22 чел.-час/ ц на обычной ферме и 1,14чел.-час/ ц на фермес робототехникой, в ООО «Никольское», соответственно, 1,87 чел.-час/ ц и 0,98 чел.-час/ ц. В КФХ Шишкин А.А., где имеет место наибольшая трудоемкость производства молока из группы рассматриваемых организаций, на обычной ферме она составила 2,99 чел.-час/ ц, на ферме с робототехникой – 1,63чел.-час/ ц, или на 45,5% ниже.

Другим важным показателем, характеризующим эффективность производственной деятельности, является производительность труда, то есть объем произведенной продукции в расчете на одного работника.

Исследование показало, что производительность труда во всех рассматриваемых хозяйствах при переходе на роботизированное доение увеличилась. Так, в ПСК «Колос» на ферме с молокопроводом она составила 1029 ц, а на роботизированной – 2049,5 ц, или на 99,2%, т.е. почти в 2 раза, больше. На ферме с робототехникой в СПК «Глинский» производительность труда составила 2125,4 ц, что в 2,3 выше, чем на ферме с доением в молокопровод, в ООО «Никольское» – на 89,6%, в ООО «Русь Великая» – в 2,1 раза. В КФХ Шишкин А.А. производительность труда при роботизированном доении была выше на 70,0%.

Как видно из данных рисунка, производительность труда в среднем по группе приведенных организаций на фермах с доением в молокопровод составила 1042,6 ц, на ферме с роботизированным доением – 2036,0 ц, или на 95,3% выше (рисунок 10).



Составлено автором по данным организаций.

Рисунок 10 – Производительность труда при производстве молока на различных фермах, ц/чел.

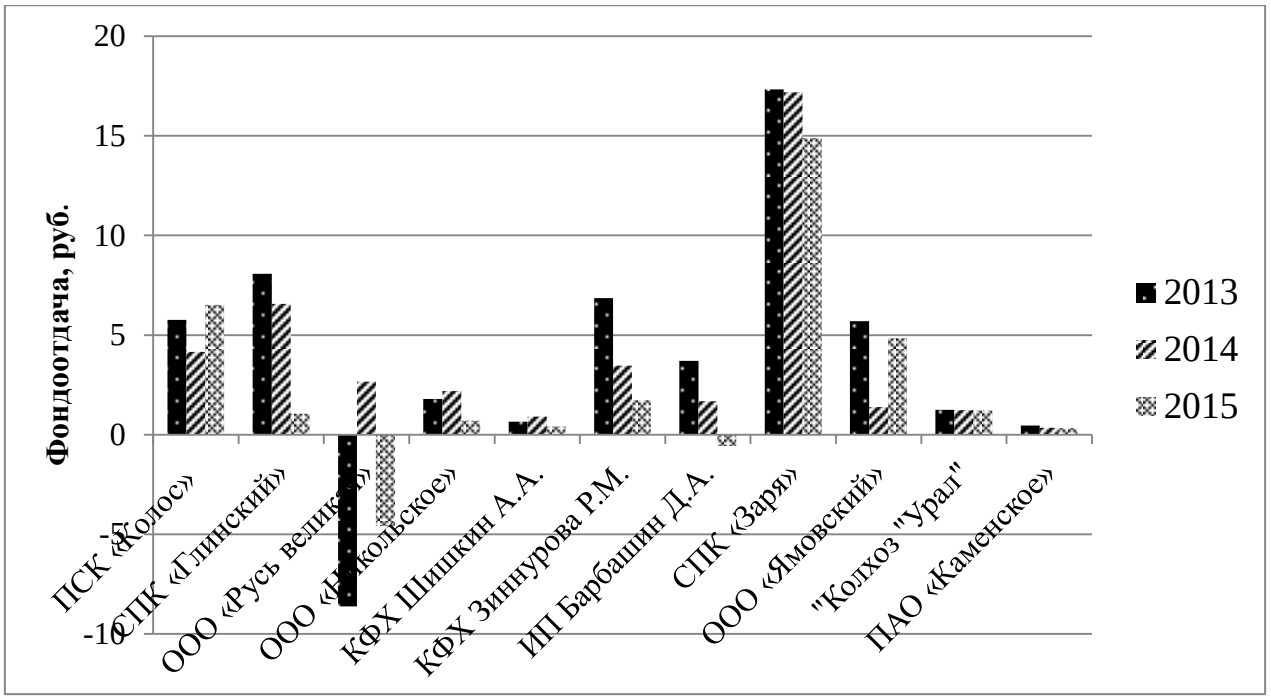
Полученные нами результаты подтверждаются выводами, полученными в других регионах страны. Так, в ПАО ПЗ «Красногвардейский» Ленинградской области благодаря внедрению трудосберегающей робототехники производительность труда работников в молочном животноводстве увеличилась на 55,7% по сравнению с традиционной технологией, что выше среднеобластных показателей в 3,8 раза [100]. При этом прямые затраты труда на производство 1 ц молока снизились на 14,4% (до 0,85 чел.-ч на 1 ц молока), что более чем в 2 раза превышает средний по данной области показатель.

Важнейшим показателем, характеризующим деятельность организаций, является эффективность использования основных фондов.

При рассмотрении данного показателя следует учитывать, что внедрение

сельскохозяйственной робототехники – достаточно капиталоемкий проект для сельскохозяйственных организаций, который непременно оказывает существенное влияние на эффективность использования основных фондов.

Исследование показало, что при внедрении робототехники показатели эффективности использования основных фондов снизились во всех исследуемых организациях. Наглядно изменения значений фондоотдачи представлены на рисунке 11.



Составлено автором по данным организаций.

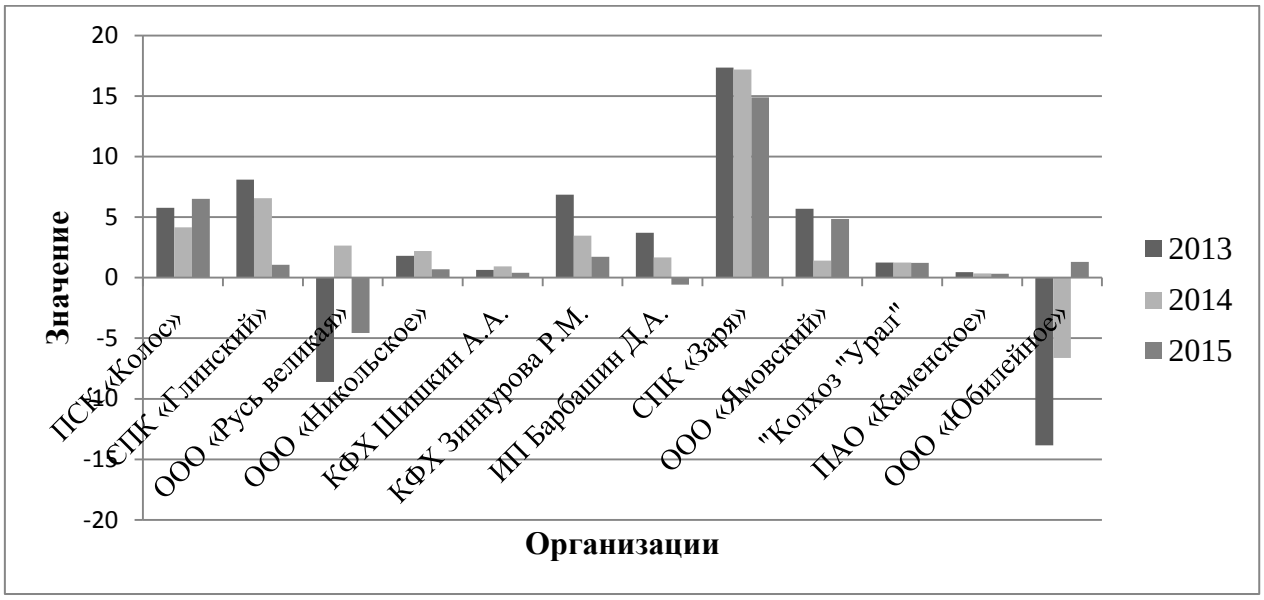
Рисунок 11 – Динамика изменения фондоотдачи в организациях, использующих робототехнику, руб.

Из представленных данных видно, что при внедрении робототехники фондоотдача снизилась во всех организациях. Это связано с более высокими темпами роста стоимости основных фондов (40,4%) по сравнению с темпами роста выручки от реализации продукции (32,5%) в данных организациях.

Данные анализа свидетельствуют о снижении эффективности использования основных фондов в результате приобретения робототехники. Отдача в виде прибыли и дополнительной выручки от реализации не соответствует увеличению стоимости основных фондов. Это указывает на

необходимость поиска путей снижения стоимости робототехники, создания более доступной по цене отечественной сельскохозяйственной робототехники.

Следует рассмотреть также показатель нормы прибыли, который характеризует объем прибыли от основных видов деятельности, связанных с продажей сельскохозяйственной продукции, на 100 рублей стоимости основных фондов (рисунок 12).



Составлено автором по данным организаций.

Рисунок 12 – Норма прибыли основных фондов в организациях, применяющих инновации на основе робототехники, %

Как видно из рисунка, данный показатель снизился за рассматриваемый период почти по всем организациям, за исключением ПСК «Колос» (увеличение нормы прибыли на 13,2%). Так, норма прибыли в СПК «Глинский» сократилась почти в 10 раз, а в большинстве организаций – на 15-60%.

Значимой характеристикой использования различных технологий производства является себестоимость продукции. Представляет интерес сравнение себестоимости продукции, полученной с использованием робототехники, с себестоимостью при традиционной технологии (таблица 22).

Таблица 22 – Себестоимость производства молока на различных фермах *

Статьи затрат	Фермы с использованием робототехники			Фермы с традиционной технологией		
	Затраты всего, тыс. руб.	Структура затрат, %	Затраты на 1ц, руб.	Затраты всего, тыс. руб.	Структура затрат, %	Затраты на 1ц, руб.
1	2	3	4	5	6	7
СПК «Глинский»						
1. Оплата труда с начислениями	1931,3	11,5	265,4	19862,0	18,6	322,3
2. Корма	6562,3	39,0	901,8	48417,4	45,3	785,8
3. Электроэнергия	841,2	5,0	115,6	5248,7	4,9	85,2
4. Затраты на содержание основных средств	3863,6	22,9	531,0	11946,6	11,2	193,9
6. Прочие затраты	3639,4	21,6	500,2	21521,1	20,1	349,3
в т.ч. обслуживание робота	272,0	1,6	37,4	0,0	0,0	0,0
ВСЕГО ЗАТРАТ	16837,8	100,0	2314,0	106995,8	100,0	1736,4
ООО «Никольское»						
1. Оплата труда с начислениями	1506,7	12,5	244,0	3582,9	24,1	396,4
2. Корма	3917,5	32,5	634,4	5292,5	35,6	585,6
3. электроэнергия	663,0	5,5	107,4	787,9	5,3	87,2
4. Затраты на содержание основных средств	3447,4	28,6	558,3	1873,2	12,6	207,3
6. Прочие затраты	2519,2	20,9	408,0	3330,1	22,4	368,5
в т.ч. обслуживание робота	315,0	2,6	51,0	0,0	0,0	0,0
ВСЕГО ЗАТРАТ	12053,8	100,0	1952,0	14866,7	100,0	1645,0
ООО «Русь Великая»						
1. Оплата труда с начислениями	1101,9	12,7	255,4	15103,9	25,3	434,0
2. Корма	2845,7	32,8	659,6	18924,7	31,7	543,8
3. электроэнергия	442,5	5,1	102,6	2805,9	4,7	80,6
4. Затраты на содержание основных средств	2490,0	28,7	577,2	8059,4	13,5	231,6
6. Прочие затраты	1795,9	20,7	416,3	14805,4	24,8	425,4
в т.ч. обслуживание робота	345,0	4,0	80,0	0,0	0,0	0,0
ВСЕГО ЗАТРАТ	8676,0	100,0	2011,0	59699,3	100,0	1715,3
ПСК «Колос»						
1. Оплата труда с начислениями	1098,0	13,6	236,9	7223,0	29,1	454,0
2. Корма	1422,0	17,6	306,8	5983,0	23,6	368,1

Окончание таблицы 22

1	2	3	4	5	6	7
3. Электроэнергия	274,0	3,4	59,1	1098,0	4,3	67,5
4. Затраты на содержание основных средств	3294,0	40,9	710,7	3886,0	15,3	239,1
6. Прочие затраты	1878,0	23,3	405,2	7169,0	28,3	441,0
в т.ч. обслуживание робота	575,0	7,1	124,1	0,0	0,0	0,0
ВСЕГО ЗАТРАТ	8060,0	100,0	1739,0	25359,0	100,0	1560,0
КФК Шишкин А.А.						
1. Оплата труда с начислениями	1458,3	13,7	241,5	1550,8	25,3	427,6
2. Корма	3118,8	29,3	516,6	1783,7	29,1	491,8
3. электроэнергия	596,1	5,6	98,7	288,1	4,7	79,4
4. Затраты на содержание основных средств	3054,9	28,7	506,0	760,1	12,4	209,6
6. Прочие затраты	2416,2	22,7	400,2	1746,9	28,5	481,7
в т.ч. обслуживание робота	430,0	4,0	71,2	0,0	0,0	0,0
ВСЕГО ЗАТРАТ	10644,2	100,0	1763,0	6129,6	100,0	1690,0
В среднем по группе организаций						
1. Оплата труда с начислениями	7096,1	12,6	227,9	47322,6	22,2	360,7
2. Корма	17866,3	31,7	573,8	80401,3	37,7	612,8
3. Электроэнергия	2816,7	5,0	90,5	10228,6	4,8	78,0
4. Затраты на содержание основных средств	16149,9	28,7	518,6	26525,3	20,2	202,2
6. Прочие затраты	10405,8	18,5	334,2	48572,6	37,0	370,2
в т.ч. обслуживание робота	1937,0	3,4	62,2	0		
ВСЕГО ЗАТРАТ	56271,8	100,0	1807,1	213050,4	100,0	1623,8

*Составлено автором по данным организаций.

Как видно из данных таблицы, себестоимость молока в СПК «Глинский» составила на ферме с применением робототехники 2314 руб/ц, а на ферме с традиционной технологией – 1736,4 руб/ц, или на 33,3% ниже. Затраты на оплату труда в структуре себестоимости молока на ферме с робототехникой на 21,4% меньше, чем на ферме с доением в молокопровод, поскольку здесь нет необходимости в операторах машинного доения. Затраты электроэнергии на 1 ц молока на роботизированной ферме на 35,7% выше, чем на обычной.

Существенную долю в структуре себестоимости на обеих фермах составляют прочие затраты, включающие на ферме с доением в молокопровод затраты на водоснабжение, искусственное осеменение, канализацию, подстилку для животных, спецодежду и обувь и прочее, а на ферме с робототехникой, кроме перечисленных, – затраты на обслуживание робототехники сторонними организациями. Обслуживание сторонними организациями включает в себя услуги по техническому обслуживанию робототехники и работы, связанные с заменой расходных материалов (жидкости для обмывания вымени и дезинфекции, фильтров для молока и пр.).

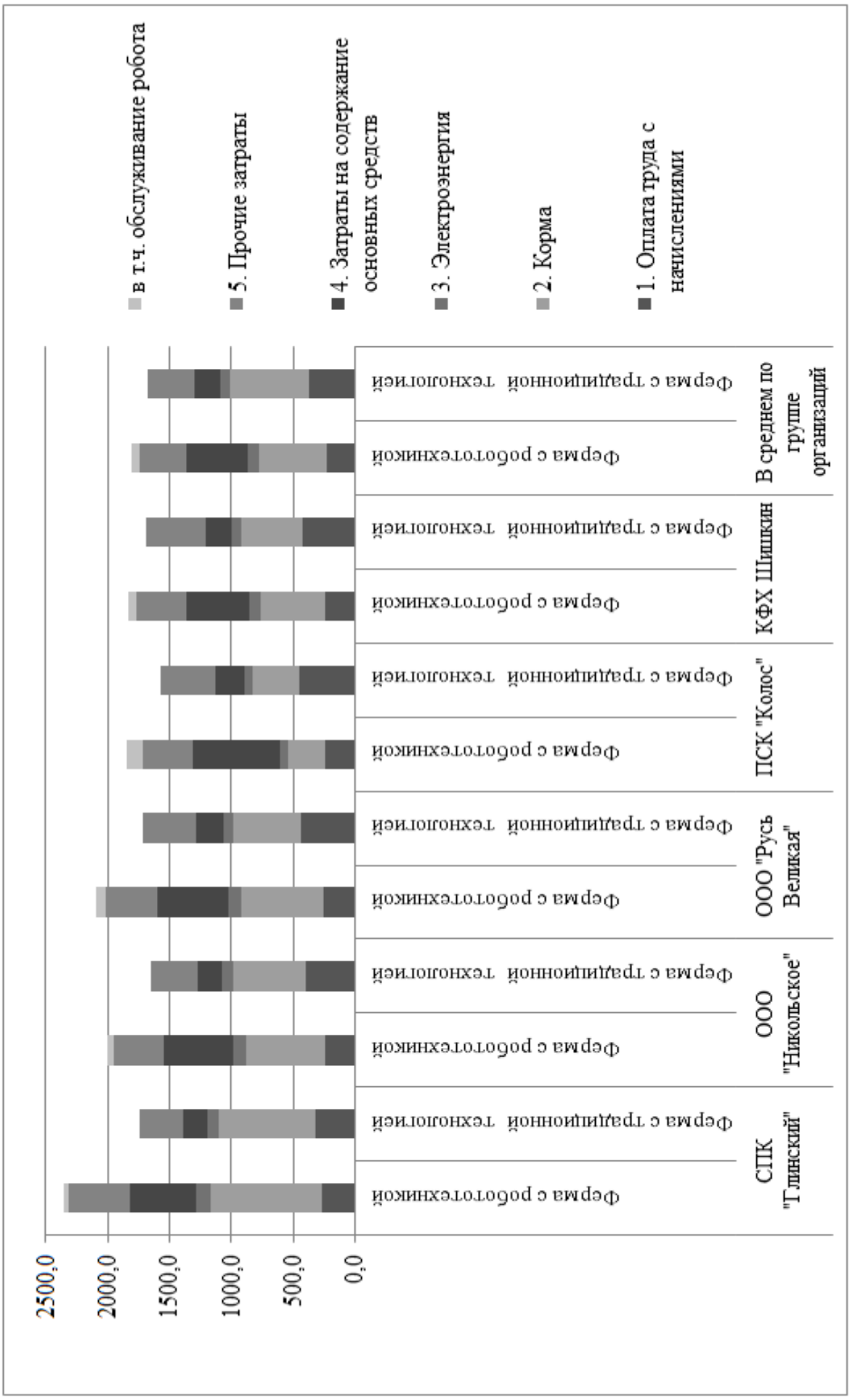
В ООО «Никольское» себестоимость производства молока на ферме с использованием робототехники составила 1952,0 руб./ц, что на 18,7% больше, чем на ферме с доением в молокопровод (1645,0 руб./ц). В структуре себестоимости производства молока корма занимают 32,5 и 35,6% соответственно на ферме с робототехникой и ферме с молокопроводом. Затраты на содержание основных средств составляю 28,6 и 12,6% соответственно.

В ООО «Русь Великая» себестоимость производства молока на ферме с использованием робототехники составила 2011,0 руб./ц, что на 17,2% больше, чем на традиционной ферме (себестоимость молока 1715,3 руб./ц).

В ПСК «Колос» затраты на оплату труда в структуре себестоимости молока на обычной ферме составили 29,1%, а на ферме с робототехникой – 13,6%. При этом себестоимость производства молока составила на традиционной технологии 1560,0 р/ц, а с использованием робототехники – 1739,0 р/ц, или на 11,5% выше.

В КФК Шишкин А.А. себестоимость производства молока на ферме с робототехникой составила 1763 руб./ц, на 4,3% выше, чем на ферме с молокопроводом.

В целом по приведенной группе организаций себестоимость производства молока составила на фермах с традиционной технологией 1623,8 руб./ц, а на фермах с робототехникой – 1807,1 р/ц, или на 11,3% больше (рисунок 13).



Составлено автором на основе данных организаций.

Рисунок 13 – Структура себестоимости молока на различных фермах, руб/ц

При этом затраты на оплату труда в структуре себестоимости по группе исследуемых организаций составили 22,2% при традиционной технологии доения и 12,6% – с использованием робототехники.

Также по группе исследуемых организаций на фермах с доением в молокопровод затраты на корма составили 37,7% в структуре себестоимости молока, а на фермах с робототехникой – 31,7%. Это связано с более рациональной организацией кормления животных на фермах с роботами. Здесь при беспривязном способе содержания используется общесмешанный рацион, и большая часть концентратов скармливается индивидуально во время доения, что позволяет использовать дорогостоящие корма более рационально. В то же время при традиционном привязном способе содержания скота кормление мелкогрупповое – в зависимости от удоя, стадии лактации, упитанности и возраста животных. Поэтому использование концентратов здесь менее рационально.

Важное значение имеет сравнение затрат на электроэнергию. Эти затраты в структуре себестоимости молока на фермах с робототехникой занимают 5,0%, а на фермах с традиционной технологией – 4,8% по группе исследуемых организаций.

Доля затрат на содержание основных средств в структуре себестоимости молока на фермах с робототехникой составляет 28,7%. Это существенно выше по сравнению с фермами с традиционной технологией, имеющими долю в структуре себестоимости молока лишь 12,5%.

Существенную долю в структуре себестоимости молока занимают прочие затраты, которые составляют 21,8% и 22,8% на фермах с робототехникой и традиционной ферме соответственно. Они практически равны по доле в структуре себестоимости и включают в себя затраты на искусственное осеменение, отопление, канализацию, водоснабжение и пр.

Затраты на обслуживание доильных роботов составляют 3,4% в структуре себестоимости молока. Они связаны с заменой расходных материалов, обязательным прохождением технического обслуживания оборудования и т.д.

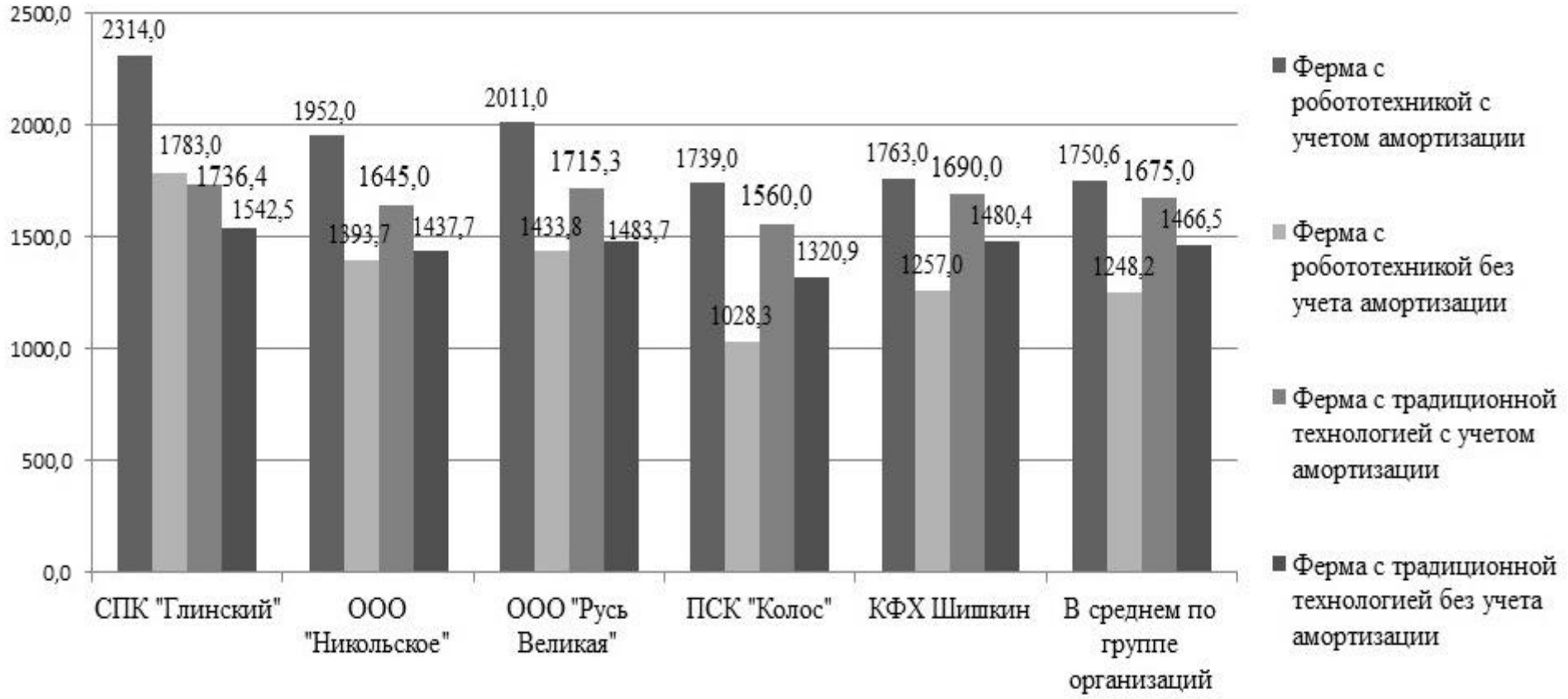
Представляет интерес анализ себестоимости производства молока без затрат на амортизацию, поскольку они не влияют на прямой денежный поток. Данные о себестоимости производства молока без затрат на амортизацию представлены на рисунке 14.

Как видно из данных рисунка 14, себестоимость производства молока без учета затрат на амортизацию на фермах с робототехникой ниже, чем на фермах с доением в молокопровод, по всем исследуемым организациям, за исключением СПК «Глинский».

Так, в ООО Никольское» себестоимость молока на ферме с доением в молокопровод составила 1437,7 руб/ц, в то время как на ферме с использованием робототехники – 1393,7 р/ц, т.е. на 3,1% меньше. В ООО «Русь Великая» эти же показатели составили соответственно 1483,7 и 1433,8 руб./ц, то есть при использовании робототехники или на 3,4% ниже; в ПСК «Колос» соответственно 1220,9 и 1028,3 р/ц, или на 15,5% ниже; в КФХ «Шишкин А.А.» соответственно 1466,5 и 1248,3 руб/ц, или на 14,9% ниже. В СПК «Глинский» себестоимость производства молока на ферме с робототехникой выше, чем на обычной ферме, даже без учета затрат на амортизацию оборудования. Дело в том, что в этом хозяйстве значительно выше затраты на корма по причине их закупки на стороне.

В целом по группе организаций себестоимость производства молока без учета затрат на амортизацию составила на фермах с использованием робототехники 1248,2 руб./ц, а на ферме с доением в молокопровод –1466,5 руб./ц, то есть на 14,9%, выше.

Рассмотрим уровень себестоимости молока на различных фермах по группе исследуемых организаций без учета амортизации. Для наглядности данные по себестоимости производства молока представлены на рисунке 14).



(Составлено автором)

Рисунок 14 – Себестоимости производства молока с учетом и без учета амортизации на различных фермах, руб

Из данных рисунка видно, что в организациях себестоимость молока без учета затрат на амортизацию (поскольку они не влияют на денежный поток) на ферме с робототехникой ниже, чем на ферме с доением в молокопровод.

При этом в СПК «Глинский» себестоимость производства молока на ферме с робототехникой без учета амортизации составила 1783 р/ц, или на 15,6 % выше, чем на ферме с доением в молокопровод (1542,5 р/ц). Это можно объяснить, как уже было сказано выше, высокой стоимостью кормов, которые закупаются у сторонних организаций.

Таким образом, по группе исследуемых организаций себестоимость производства молока без учета затрат на амортизацию на всех фермах, кроме одной оборудованной робототехникой, ниже, чем на фермах с доением в молокопровод, на 14,9%. С учетом затрат на амортизацию себестоимость производства молока в расчете на ферму с робототехникой составила 1750,6 р/ц, что на 19,4 % выше, чем на ферму с доением в молокопровод.

В последние годы важное значение во всем мире придается качеству и безопасности молочных продуктов, которые находятся в значительной зависимости от молока-сырья.

Следует отметить, что санитарно-гигиеническое качество производимого сырого молока – комплексная проблема, определяемая рядом факторов, которые объединяются понятием «технология и культура производства». Однако можно выделить фактор, оказывающий доминирующее влияние на качество молока, – это санитарно-гигиеническое состояние доильного оборудования [31] .

В связи с этим важное значение имеет определение того, каким образом использование робототехники влияет на качество получаемого молока.

Роботизированное доение – это высокотехнологичный процесс, при котором визуальный контроль молока не представляется возможным, в отличие от доения в молокопровод. Хотя и при данном способе доение осуществляется на тех же принципах, что и обычное доение на линейных системах или в доильных залах.

Исследования, проведенные О.С. Чеченихиной и Ю.А. Степановой, показали, что животные, которые доились с помощью роботизированной системы «LelyAstronaut A4» при беспривязном содержании, по удою, массовой доле жира в молоке, количеству молочного жира и белка за все оцениваемые периоды превосходили коров, доение которых осуществлялось в молокопровод доильными аппаратами ДА-2М «Майга» с применением привязного содержания [121].

Некоторые зарубежные исследователи установили, что качество молока ферм с роботизированным доением ниже по сравнению с качеством молока в обычных доильных залах, особенно по содержанию свободных жирных кислот [133, 142, 148, 195]. Однако эта разница в качестве молока несущественна, и другие исследователи признали пригодность молока, полученного при роботизированном доении, для производства высококачественных сыров.

Представляет особую значимость сравнение качества молока на роботизированном доении и на различных системах доения в сельском хозяйстве Свердловской области.

Основными показателями, характеризующими качество молока, являются: органолептические показатели, содержание жира, содержание белка, группа чистоты молока, его бактериальная обсемененность, содержание в нем соматических клеток, ингибиторов, термоустойчивость молока, точка его замерзания [54].

В большинстве организаций, использующих робототехнику в доении, повышается качество молока за счет снижения содержания соматических клеток и увеличения жирности молока.

Так, важнейшим показателем, характеризующим качество молока, является содержание в молоке соматических клеток. Бактериальная обсемененность и количество соматических клеток в 1 мл молока оказывают существенное влияние на его органолептические показатели, сроки хранения и пригодность к переработке [17] .

Следует заметить, что требования к качеству молока по содержанию в

нем микроорганизмов в России значительно ниже, чем в европейских государствах. Допустимый уровень содержания соматических клеток у нас превышает в несколько раз принятый в европейских странах (таблица 23) [13].

Таблица 23 – Допустимый химический и биологический состав молока в разных странах*

Страна	Допустимый уровень содержания, тыс/мл		Средняя массовая доля, %	
	микроорганизмов	соматических клеток	белка	жира
Австралия	30	140-170	3,2-3,3	3,7-4,2
Австрия	25	80	3,3-3,5	4,15-4,35
Дания	30	300	3,26-3,38	3,88-4,35
Нидерланды	5	150	3,3-3,4	3,9-4,1
США	10	225	3,1	3,5
Финляндия	5-8	150-180	3,3-3,4	4,2
Россия	500-1000	300-500	2,8-2,9	3,4-3,6

*Составлено автором.

Исследования, проведенные на фермах с привязной и беспривязной системами содержания на двух группах животных – аналогах по возрасту, стадии лактации, племенной ценности отцов и продуктивности матерей – показали, что способы доения и хранения молока влияют на его санитарно-гигиенические качества. Лучшее по содержанию соматических клеток и уровню бактериальной обсемененности молоко было получено на ферме с беспривязной системой содержания с доением на установке типа АДМ-8 [31].

Основными причинами микробного загрязнения сырого молока являются маститные патогены, попадание бактерий в молоко с контактных поверхностей оборудования, а также из вымени и сосков животных [152, 154]. Поэтому для повышения качества молока необходимо отделять маститное молоко в процессе доения, тщательно промывать доильное оборудование и соблюдать гигиенические требования к технологии доения.

Преимущества роботизированного доения в обеспечении качества молока по этим основным направлениям состоят в следующем.

1. Одним из основных способов получения качественного молока, пригодного для производства сыров и детского питания, является исключение попадания в общую емкость молока от коров, болеющих маститом. При

машинном доении маститы являются одной из основных проблем молочного животноводства, особенно при доении коров на высокопроизводительных доильных установках. Когда маститами в разной степени тяжести переболевают 50% и более коров, маститное молоко часто смешивается с товарным.

По данным исследователей в США, Великобритании и Японии, где в основном применяют для доения коров высокопроизводительные установки, маститами поражено примерно 50% коров, в Германии – 35–51%, а в России – до 70% [47]. По данным Л.Г. Королёвой, за период с 2000 по 2009 гг. в Российской Федерации количество коров, больных маститом, увеличилось с 30 до 45–50% [46].

Использование робототехники в доении коров позволяет осуществлять отделение маститного молока от молока здоровых коров. В случае, если корова обнаруживает подозрительные симптомы, ее молоко сразу направляется в отдельную емкость, что отслеживает система контроля качества молока. Эта система проверяет цвет, проводимость и поток молока для обеспечения максимального его качества. При доении роботом система запрограммирована на тщательный промыв всех поверхностей, контактировавших с молоком больной коровы. Кроме того, после каждой коровы осуществляется обработка поверхностей, что предотвращает распространение инфекции от маститных коров. В то же время при доении в молокопровод доярки не имеют возможности обработать оборудование после каждой коровы, и инфекция может распространяться от одной коровы к другой через доильные стаканы, а маститное молоко может попасть в общую емкость.

Важно понимать, что доение отдельных четвертей вымени не является единственным фактором, предупреждающим мастит. Необходимо выполнять все требования, а особенно гигиены места отдыха животного, большое влияние оказывает и возраст животного (количество лактаций), и месяц лактации [12].

При роботизированном доении на большинстве марок осуществляются замеры электропроводности молока для каждой доли вымени. Значительные

изменения электропроводности сигнализируют и помогают выявить маститное молоко. Существует значительное количество так называемых сигналов ложной тревоги, поэтому полагаться только на данные об электропроводности не следует. Значимым инструментом выявления аномалий молока и наличия мастита является датчик определения цвета молока. Это устройство определяет качество молока, выявляя желтоватые или водянистые выделения, говорящие о наличии мастита. Такие коровы идентифицируются компьютером, а полученное от них молоко направляется в емкость для хранения некачественного молока, то есть утилизируется.

Робототехника, кроме разделения молока на здоровое и маститное, исключает так называемое холостое доение, что является фактором повреждения вымени. При снижении потока молока из выменной доли по соответствующему сигналу робот снимает доильный стакан с соска.

2. Важным фактором снижения качества молока является его микробиологическая обсемененность, источником которой являются поверхности доильного оборудования. У молока, загрязненного микроорганизмами, к моменту сдачи на молочный завод повышается кислотность, изменяется плотность, и оно уже не соответствует высшему или первому сортам. Молоко является хорошей средой для молочнокислых, колиформных, маслянокислых, пропионовокислых и гнилостных бактерий. Они попадают в молоко с вымени животного, из воздуха, с рук человека, посуды и т.д. [12]. В сборном молоке, надоенном с использованием робототехники от большого количества коров, кислотность изменяется незначительно, при условии соблюдения санитарно-гигиенических правил. Однако на ферме с доением в молокопровод весьма сложно обеспечить чистоту оборудования, так как велика длина молокопровода и имеется множество стыков между его узлами, где могут скапливаться микроорганизмы.

Процесс подготовки сосков к доению доильным роботом включает следующие процедуры. Каждый сосок по отдельности очищается теплой водой, стимулируется, предварительно сдаивается и подсушивается теплым воздухом

перед надеванием доильных стаканов. Доильная робототехника проводит полную дезинфекцию сосков всего за 20-25 секунд, что способствует быстрой молокоотдаче и получению молока высокого качества. Стакан подготовки сосков к доению подключен отдельно, чтобы первые струйки не попадали в общую молочную линию. Все стаканы доения ополаскиваются внутри и снаружи перед доением каждой коровы. Стаканы размещаются после ополаскивания вертикально, вниз головой, чтобы остатки воды стекали и не попадали в молочную линию при доении. При падении отдельного доильного стакана робот мгновенно распознает это, ополаскивает и повторно надевает стакан. Таким образом, робот обеспечивает чистоту поверхностей после каждого доения, чего практически нельзя сделать при доении в молокопровод.

Обязательным условием размещения доильной робототехники является непосредственная близость доильного робота к помещению молочной, при этом длина молокопровода не должна превышать 30 метров, так как при большей длине получить высококачественное молоко практически невозможно.

3. Причинами низкого качества молока при традиционной технологии являются длинные молокопроводы, а также субъективные факторы: низкая технологическая дисциплина операторов машинного доения, слабый контроль и требовательность к работникам руководства и специалистов ферм, а также низкая требовательность потребителей к производителям молока. Для оценки качества молока необходимо сравнить содержание соматических клеток в молоке при различных способах доения. Для этого нами использованы среднегодовые показатели организаций за 2016 год.

Как видно из данных таблицы, все фермы с доильной робототехникой получили молоко только высшего сорта, в то же время при доении в молокопровод 6 организаций получили молоко только первого сорта. При этом количество соматических клеток при доении в молокопровод колеблется от 320 до 800, а при использовании робототехники – от 92 до 210, то есть почти в 3 раза меньше (таблица 24).

Таблица 24 – Количество соматических клеток и сорт молока при различных способах доения*

Организация	Количество соматических клеток при традиционной технологии доения	Количество соматических клеток при роботизированном доении	Сорт молока на обычной ферме	Сорт молока при роботизированном доении
ПСК «Колос»	450	180	Высший	Высший
СПК «Глинский»	320	138	Высший	Высший
ООО «Никольское»	510	190	Первый	Высший
ООО «Русь Великая»	520	190	Первый	Высший
КФХ Шишкин А.А.	360	145	Первый	Высший
ИП КФХ Зиннурова Р.М.	260	260	Высший	Высший
СПК «Заря»	750	210	Первый	Высший
ООО «Ямовский»	350	152	Первый	Высший
ООО «Юбилейное»	430	92	Первый	Высший
Колхоз «Урал»	380	180	Высший	Высший

*Составлено автором.

Данные сравнительного анализа свидетельствуют о более высоком качестве молока при использовании роботизированного способа доения в 77,8% исследуемых организаций, при этом молоко по содержанию соматических клеток соответствует высоким стандартам Дании, Голландии, Финляндии и США.

Весьма важными показателями качества молока являются содержание в нем жира и белка. Рассмотрим показатели качества молока по содержанию в нем жира и белка в организациях, применяющих робототехнику.

Как видно из данных таблицы, показатели содержания жира и белка существенно различаются при различных способах доения. К первой группе относятся пять организаций, в которых содержание жира в молоке, полученном роботизированным способом, было выше от 0,07 до 0,15 процентных пункта по сравнению с полученным традиционным способом, а во второй группе с тремя организациями это превышение составило от 0,29 до 0,44 процентных пункта (таблица 25).

Таблица 25 – Показатели качества молока по содержанию белка и жира при различных способах доения*

Организации	Содержание жира, %		Отклонение, п.п.	Содержание белка, %		Отклонение, п.п.
	Робототехника	Традиционная технология		Робототехника	Традиционная технология	
СПК «Заря»	-	-	-	-	-	-
Колхоз «Урал»	-	3,7	-	-	3,1	-
ООО «Русь Великая»	3,2	3,1	0,1	2,78	2,75	0,03
ООО "Юбилейное"	3,8	3,7	0,1	3,03	2,93	0,1
ООО «Ямовский»	3,57	3,5	0,07	3,07	2,95	0,12
КФХ Шишкин А.А.	3,83	3,7	0,13	3,01	2,95	0,06
ООО «Никольское»	3,8	3,65	0,15	2,99	2,8	0,19
ИП КФХ Зиннурова Р.М.	3,7	3,55	0,15	3,1	3,1	0
ПСК «Колос»	4,05	3,7	0,35	3,1	2,9	0,2
СПК «Глинский»	3,89	3,45	0,44	3,14	3,02	0,12

*Составлено автором.

По содержанию белка в пяти организациях отклонение составило от 0,03 до 012 процентных пункта, в двух организациях – от 0,19 до 0,2 процентных пункта, в одной из организаций отклонений не выявлено.

Следует также заметить, что при использовании роботизированного доения длина молокопроводов не превышает 10 метров, что позволяет снизить потери питательных веществ (жира, белка) в молоке. Чем выше подъем молока в молокопроводе и длиннее путь его до емкости с молоком, тем выше потери жира и белка [22].

Таким образом, использование робототехники при доении обеспечивает качество молока на уровне европейских стандартов за счет следующего:

– отделения здорового молока от маститного, стародойного и молока карантинных животных;

– тщательной промывки оборудования после каждого посещения оборудования коровой;

– устранения человеческого фактора, связанного с низкой технологической дисциплиной некоторых операторов машинного доения.

Экономическая эффективность повышения качества молока при

роботизированном доении складывается из увеличения закупочной цены на заводе молока высшего сорта по сравнению с молоком первого сорта.

Расчет эффекта от повышения качества молока на один доильный робот целесообразно проводить, взяв за базис производство молока на молокопроводе.

При сравнительной оценке эффективности ферм с доением в молокопровод и ферм с доильной робототехникой необходимо учитывать, что поголовье различается по численности на разных фермах. Так, на стандартной ферме с доением в молокопровод обычно содержится 200 голов, а на ферме с доильной робототехникой предусмотрено 65 голов. Поэтому в расчетах использовали приведенные затраты и уровень производства для фермы с поголовьем 65 голов.

Анализ экономического эффекта от повышения качества молока представлен в таблице 26.

Таблица 26 – Экономический эффект от повышения качества молока при использовании доильной робототехники по группе организаций*

Показатели	Ферма с традиционной технологией	Доильная робото-техника
Количество голов условно, гол.	65	65
Продуктивность, кг	5384,6	5663,2
Валовое производство, ц	3500	3500
Товарность ,%	93,3	94,2
Продано молока, ц	3265	3297
Фактическая жирность молока, %	3,54	3,77
Зачетный вес с жирностью 3,5%, ц	3302	3551
Закупочная цена, руб/ц	2000	2070
Выручка, тыс. руб.	6606	7351
Эффект на один робот по группе организаций, тыс. руб.	-	745,6

*Составлено автором по группе организаций.

Как видно из данных таблицы, за счет реализации молока высшим сортом организации получают надбавку к цене 70 руб/ц, увеличивается товарность на 0,9% зачетного веса за счет жирности. Таким образом эффект за счет роста качества молока составит 745,6 тыс. рублей в расчете на один робот.

В таблице 27 приведены показатели работы ферм на роботизированном доении и доении в молокопровод.

Таблица 27 – Сравнительные показатели использования робототехники и традиционной технологии в организациях сельского хозяйства Свердловской области*

Показатели	ПСК «Колос»		СПК «Глинский»		ООО «Никольское»		ООО «Русь великая»		КФХ Шишкин		В среднем по группе организаций		
	Робото-техника	Традиционная технология	Робото-техника	Традиционная технология	Робото-техника	Традиционная технология	Робото-техника	Традиционная технология	Робото-техника	Традиционная технология	Робото-техника	Традиционная технология	Отношение, %
Поголовье, гол.	140	229	129	1081	130	200	98	908	55	65	543	2483	21,9
Валовое производство, ц	8198	12689	8034	66759	6880	9315	4615	34804	6041	3627	31139	131203	23,7
Кратность доения, раз/сутки	2,7	2,0	2,6	2,0	2,2	2,0	2,2	2	2,6	2,0	2,6	2,0	130,0
Продуктивность кг	5856	5541	6228	6176	6158	5548	4380	4078	5694	5580	5663,2	5384,6	105,2
Сортность молока	Высший	Высший	Высший	Высший	Высший	1-2 сорт	Высший	1 сорт	Высший	1 сорт	-	-	-
Содержание жира, %	4,05	3,7	3,14	3,02	4,09	3,8	3,2	3,1	3,83	3,7	3,67	3,19	0,49 (процентных пункта)
Содержание белка, %	3,1	2,9	3,14	3,02	2,99	2,8	2,78	2,75	3,01	2,95	3,03	2,92	0,11 (процентных пункта)
Трудоёмкость производства 1ц молока	1,04	1,92	0,92	2,16	0,98	1,87	1,14	2,22	1,63	3,15	0,97	1,89	51,2
Производительность труда на 1 работника, ц/чел	2049,5	1029,0	2125,4	914,4	2001,3	1056,0	1725,5	889,5	2467,4	1450,8	2036,0	1042,6	195,28

Как видно из данных таблицы, в организациях, использующих робототехнику, на момент проведения исследования в среднем 22,2% коров находились на роботизированном доении. При этом валовое производство молока при доении роботом составило 24,4% от общего объема. Таким образом, продуктивность коров на роботизированном доении выше, чем при доении в молокопровод, на 5,2%, что обусловлено увеличением кратности доения.

Кратность доения составила в среднем по группе организаций 2,6 раза в сутки, в то время как при доении в молокопровод во всех организациях – 2 раза в сутки. Можно сделать вывод о большей продуктивности за счет увеличения кратности доения, так как все другие факторы, влияющие на продуктивность (качество кормов, породность стада и т.д.), оказались равными. Западными исследователями убедительно доказано, что при трехкратном доении в доильном зале робототехника не имеет преимуществ в показателях продуктивности при доении.

Необходимо провести оценку всех возникающих эффектов, оказывающих влияние на экономическую эффективность использования робототехники в сельском хозяйстве.

Для расчета эффективности роботизированного доения по сравнению с доением в молокопровод были отобраны все организации сельского хозяйства Свердловской области, применяющие одновременно оба способа доения.

В результате изменения характера использования трудовых ресурсов после внедрения робототехники произойдет высвобождение рабочих в другие сферы занятости.

$$Ч_{СПК\ «Глинский»} = \frac{(2{,}16-0{,}93)\times 100}{1850x\ 100} \times 8034 = 5{,}3 \text{ человек};$$

$$Ч_{ПСК\ «Колос»} = \frac{(1{,}92-1{,}04)\times 100}{1850x\ 100} \times 8198 = 3{,}9 \text{ человек};$$

$$Ч_{ООО\ «Никольское»} = \frac{(1{,}87-0{,}98)\times 100}{1850x\ 100} \times 6880 = 3{,}3 \text{ человек};$$

$$Ч_{ООО\ «Русь\ Великая»} = \frac{(2{,}22-1{,}14)\times 100}{1850x\ 100} \times 4615 = 2{,}7 \text{ человек};$$

$Ч_{КФХ\ Шишкин} = \frac{(2,99-1,63)\times 100}{1850x\ 100} \times 6041 = 4,4$ человек;

$Ч_{по\ группе\ организаций} = \frac{(1,89-0,97)\times 100}{1850x\ 100} \times 34306 = 17$ человек.

Наиболее чувствительным для организаций сельского хозяйства является снижение затрат на заработную плату при внедрении робототехники. Проанализируем количество работников на ферме с доением в молокопровод и на ферме с роботизированным доением (таблица 28).

Таблица 28 – Относительное высвобождение работников и экономия затрат на оплату труда

Организация	Относительное высвобождение работников, ставок	Экономия фонда оплаты труда, тыс. руб.
СПК «Глинский»	5,3	116600
ПСК «Колос»	3,9	72150
ООО «Никольское»	3,3	68184
ООО «Русь Великая»	2,7	56634
КФХ Шишкин А.А.	4,4	98967
По группе организаций	17,0	412533

Таким образом, по группе исследуемых организаций число относительно высвобожденных рабочих составило 17 человек. Это не означает, что люди будут сокращены, они могут быть трудоустроены в других отраслях экономики или, пройдя переподготовку, смогут реализовать трудовой потенциал в этой же организации. Эффект от снижения затрат на оплату труда составляет 3712800 рублей по группе организаций, а на один используемый робот – 412533 рубля.

На роботизированной ферме в доярках нет необходимости, так как все операции по доению, в том числе раздача корма и мытье оборудования, выполняются без использования человеческого труда.

При использовании роботизированного доения функции бригадира существенно упрощаются, поскольку весь зоотехнический учет ведется доильным роботом и доступен руководителю организации в онлайн-режиме. Компьютерные модули, встроенные в «доильные роботы», позволяют не только вести индивидуальный учет надоев, качества молока, потребления кормов, но и

объединять данные всего стада в специализированные селекционные, ветеринарные программы, интегрированные в общехозяйственную информационно-аналитическую систему управления молочным животноводством, оперативно предоставляя данные специалистам [101].

Данные расчеты подтверждаются результатами, полученными зарубежными и отечественными исследователями. Так, установлено увеличение производства молока после перехода на доение робототехникой на 2-2,4% [28], что происходит по причине увеличения кратности доения [98].

При анализе эффективности внедрения робототехники в организациях сельского хозяйства следует определить прирост продуктивности скота, что важно, с одной стороны, для оценки эффективности внедрения робототехники, с другой – для анализа чувствительности факторов, оказывающих влияние на эффективность внедрения робототехники. Для этих целей использован валовой объем производства продукции и путем приведения к поголовью в 65 голов рассчитана средняя продуктивность животных по группе исследуемых организаций (таблица 29).

Из данных расчетов видно, что продуктивность коров за счет свободного посещения коровами доильной робототехники и увеличения кратности доения повышается до 5663,2 кг, общий прирост производства составляет на одно и то же поголовье 327,6 кг, или 1367,3 тыс. рублей за год в стоимостном выражении. Стоимость молока на роботизированном доении выше на 70 руб/ц, поскольку на роботах молоко стабильно высшего качества, тогда как при доении в молокопровод часть молока – первого сорта, второго или несортовое

Как видно по результатам расчетов, амортизация на ферму с доением в молокопровод в среднем по группе организаций составляет 528,8 тыс. рублей, в то время как амортизация на ферму с роботизированным доением в среднем по группе организаций – 1744,9 руб. Таким образом, увеличение затрат на амортизацию при переходе на робот составит 1216,1 тысячи рублей.

Рассмотрим годовой экономический эффект от снижения (увеличения) затрат на амортизацию при переходе на робототехнику (таблица 30).

Таблица 29 – Экономический эффект при производстве молока на различных технологиях доения*

Показатель	ПСК «Колос»		СПК «Глинский»		ООО «Никольское»		ООО «Русь великая»		КФХ Шишкин А.А.	
	Традиционная технология	Доильная робототехника	Традиционная технология	Доильная робототехника	Традиционная технология	Доильная робототехника	Традиционная технология	Доильная робототехника	Традиционная технология	Доильная робототехника
Количество голов на ферме, гол.	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65
Продуктивность скота молока, кг	5541	5856	6176	6228	5548	6158	4078	4380	5580	5694
Валовое производство, ц	3601,7	3806,4	4014,4	4048,2	3606,2	4002,7	2650,7	2847	3627	3701,1
Стоимость валовой продукции в действующих ценах, тыс. руб.	7203,3	7612,8	8028,8	8096,4	7212,4	8005,4	5301,4	5694	7254	7402,2
Прирост стоимости валовой продукции в результате переходи на робототехнику, тыс. руб.	0,0	409,5	0,0	67,6	0,0	793,0	0,0	392,6	0,0	148,2
Средний прирост валовой продукции в расчете на один робот по группе организаций, тыс. руб.										181,1

*Составлено автором.

Таблица 30 – Годовой экономический эффект от амортизационных отчислений при различных технологиях доения*

Показатели	ПСК «Колос»		СПК «Глинский»		ООО «Никольское»		ООО «Русь Великая»		КФХ Шишкин А.А.	
	Традици-онная технология	Доильная робото-техника	Традици-онная технология	Доильная робото-техника	Традиционная технология	Доильная робото-техника	Традиционная технология	Доильная робото-техника	Традиционная технология	Доильная робото-техника
Стоимость доильной техники всего, руб.	8074011,0	14800000,0	10300000,0	17043790,0	14077760,0	18244706,0	17580196,0	20453040,0	4811215,0	7661000,0
Валовое производство молока в организации всего, ц	12689,0	8198,0	66759,0	8034,0	9315,0	6880,0	34804,0	4615,0	3627,0	3292,0
Производство молока на 1 ферму 65 голов, ц	3601,7	3806,4	3753,5	4048,2	3606,2	4002,7	2650,7	2847,0	3627,0	3701,1
Амортизации на 1 ц молока, руб.	239,1	710,7	193,3	531,0	558,3	207,3	231,6	577,2	209,6	506,0
Сумма амортизационных выплат на оборудование всего, тыс. руб.	327,4	981,7	413,6	2454,0	613,4	1516,2	743,5	1802,2	546,2	2461,2
Амортизация на ферму с традиционной технологией доения, в среднем по группе организаций, тыс. руб.										528,8
Амортизация на ферму с роботизированным доением в среднем по группе организаций, тыс. руб.										1744,9
Годовой экономический эффект от снижения (повышения) амортизационных отчислений на ферму в среднем по группе организаций, тыс. руб.										- 1216,1

*Составлено автором.

В хозяйствах, производящих молоко, кроме доильной используют и другие виды робототехники. К ним относятся роботы – подравниватели кормов, активно используемые на хозяйствах Татарстана и Кировской области, в племенном заводе – колхозе «Аврора» Вологодской области и других организациях [59]. По данным компании Lely, только за первое полугодие 2015 года продано 20 таких роботов-подравнивателей, два из них – в Пермский край [71]. В Свердловской области, в ПАО «Каменское» Каменского района, также использовали подравниватель кормов, в июле 2016 года произведен монтаж такого робота в ООО «Ямовский» Алапаевского района.

Эффективность кормления животных находится в значительной зависимости от решения проблемы раздачи кормов. Этот процесс по трудоемкости занимает от 25 до 35% всех затрат труда на производство молока или мяса. В процессе доставки и раздачи кормов выполняется значительный объем работ. Так, на каждые 100 голов крупного рогатого скота нужно ежесуточно раздавать по 3-4 т и более кормов. Причем, корм нужно своевременно доставлять и нормированно распределять между животными. Нарушение этих требований резко снижает эффективность и других зоотехнических мероприятий.

Технологическая схема раздачи кормов при использовании робототехники сводится к следующим этапам: загрузка кормов в мобильный кормораздатчик – доставка их к местам скармливания скоту– транспортирование вдоль фронта кормления – дозированная выдача в кормушки – очищение кормушек (рисунок 15).

Рисунок 15 – Процесс кормления коров с применением робота – подравнивателя кормов

Однако при традиционной технологии в процессе кормления животные неравномерно поедают корма, из-за чего образуются так называемые «лунки» на кормовом столе, что является нарушением технологии кормления, и в результате коровы не дотягиваются до новой порции корма. За снижением неравномерности поедания и подталкиванием корма на кормовом столе должен следить скотник, в том числе ночной, однако качество его работы не всегда бывает высоким. Особенно проблема соблюдения производственной дисциплины обострилась в условиях дефицита кадров на селе [122]. Поэтому с целью снижения трудоемкости необходимо повышать уровень механизации и автоматизации производства, а в наиболее трудоемких процессах использовать робототехнику, что позволяет снизить затраты труда на обслуживание одной головы скота [39].

Робот–подравниватель кормов представляет собой автоматически перемещающуюся по кормовому проходу машину, которая следует вдоль ограждения у кормового стола. Назначение робота–подравнивателя кормов состоит в периодичном сдвигании кормов к кормовой решетке с их перемешиванием для обеспечения однородности. Робот пододвигает корм к кормовой решетке при помощи вращающейся плоскости в нижней части, в то время как сама машина едет по прямой линии. Начальной точкой маршрута робота является зарядная станция, которая монтируется, как правило, на подходящем для этого месте кормового стола. Подравниватель является автономной машиной, которая может использоваться в коровниках практически любого вида. Робот перемещается и ориентируется в пространстве по различным маршрутам при помощи гироскопа и ультразвука, он определяет пройденное расстояние при помощи сенсоров на задних колесах и индуктивного сенсора. Количество маршрутов программируется до шестнадцати при помощи пульта управления. Подравниватель кормов питается от аккумуляторных батарей и оснащен энергосберегающим электродвигателем. При этом он может пододвигать к кормовой решетке массу кормов высотой до 65 см, а максимальная ширина полосы корма – до 200 см. Важное значение при

использовании робота имеет безопасность, поэтому он оснащен детектором предотвращения столкновений. При распознавании препятствия он обеспечивает немедленную остановку движения [59].

Робот-подравниватель работает в соответствии с заданной программой, совершая до 8 обходов фермы в сутки. Как правило, после каждого обхода роботом коровы начинают подниматься и подходить к кормушкам, тем самым стимулируется поедание животными корма. Постоянное наличие корма стимулирует передвижение коров и повышает потребление корма (+3,5%), особенно ночью. В этом его преимущество по сравнению со скотником и ночным сторожем, которые не всегда удовлетворительно выполняют работу по подравниванию кормов. Увеличение потребления корма способствует росту продуктивности скота (таблица 31).

Таблица 31 – Экономический эффект от прироста продуктивности коров при применении робота–подравнивателя кормов*

Показатели	При традиционной схеме раздачи кормов	При раздаче кормов с применением робота – подравнивателя кормов
Продуктивность коров, кг/год	7070	7105
Поголовье, голов	200	200
Прирост производства молока, кг	-	7000
Стоимость молока, руб/кг	21,8	21,8
Эффект от повышения продуктивности коров, тыс. руб.	-	152,6

*Составлено автором.

Как видно по данным расчетов, продуктивность коров увеличивается до 7105 кг на голову за счет постоянного доступа к кормам, лучшего моциона и поедаемости кормов. Прирост производства от этого составляет на поголовье 200 коров 70 центнеров молока, или 152,6 тысячи рублей за год.

При регулярном подравнивании фуража с помощью робота его потери уменьшаются в среднем на 75 %.

Следует заметить, что потери кормов в организации в ходе кормления животных составляют от 6 до 12%, в отдельных случаях – до 30%, что связано, прежде всего, с низким качеством кормов, поскольку они могут быть взяты у края силосной ямы или места хранения, подвергаться воздействию осадков и могут быть изначально низкого качества. Проведем оценку потерь при

различных схемах раздачи кормов (таблица 32).

Таблица 32 – Экономический эффект от снижения потери кормов при применении использовании робота–подравнивателя кормов

Показатели	Традиционная раздача кормов	Применение робота – подравнивателя кормов
Поголовье коров, гол.	200	200
Себестоимость кормовой единицы, руб/ц	757	757
Затраты кормов за год, ц	12726	12726
Потери кормов при кормлении, %	12	3
Потери кормов, ц	1527	382
Стоимость утраченных кормов, тыс. руб.	1156	289
Эффект от снижения потерь кормов, тыс. руб.	-	867,0

Составлено автором.

Из данных расчетов видно, что потери кормов снижаются с 12 до 3%, а стоимость утраченных кормов – с 1156 до 289 тысяч рублей. Экономический эффект от этого составляет 867 тысяч рублей.

Основные преимущества робота – подравнивателя кормов по сравнению с традиционной технологией состоят в следующим.

1. Улучшение самочувствия животных в результате улучшенного моциона – корм, пододвигаемый к коровам в течение всего дня, стимулирует коров двигаться.

2. Обеспечение равномерности качества кормов в течение суток: робот- подравниватель постоянно пододвигает корм к ограждению у кормового стола. Таким образом, у коров нет возможности избирательно поедать корм – он в одинаковом количестве доступен в течение суток.

3. Уменьшение конкуренции между коровами при беспривязном содержании – благодаря регулярной работе подравнивателя кормов коровам, занимающим подчиненное положение в стаде, также доступны свежие грубые корма, после того как доминирующие коровы закончили кормление.

4. Снижение трудоемкости и повышение гибкости производства – робот совершает до 8 ежедневных кругов по 40 минут, таким образом экономит минимум 1974 часа работы скотник а в год, или более одной ставки скотника. Кроме того, повышается гибкость в занятости людей, так как высвобождается рабочая сила для использования в других процессах на ферме (см. таблицу 33).

Таблица 33 – Экономический эффект от экономии фонда оплаты труда при применении робота– подравнивателя кормов*

Показатели	Значение
Поголовье коров, голов	200
Количество подравниваний в дневную смену, раз	5
Количество подравниваний в ночную смену, раз	3
Затраты времени рабочим всего, часов	6
Затраты в течение года, часов	2190
Количество рабочих часов в году	1974
Годовые затраты на оплату труда скотника, тыс. руб.	268,3
Экономия фонда оплаты труда за год, тыс. руб.	297,7

*Составлено автором.

Как видно из данных таблицы, в течение дня скотник и ночной сторож делают 8 подравниваний кормов в среднем по 30 минут на один проход. При этом нет гарантий, что работник выполняет свои обязанности в соответствии с инструкциями, в то время как робот следует заложенной программе. Исходя из фонда заработной платы скотника в организации, экономия фонда его заработной платы составит 297,7 тыс. рублей в год. Кроме этого, применение трудосберегающей робототехники позволяет устранить кадровые риски на производстве, связанные с неадекватной работой персонала, невыполнением должностных инструкций, невыходами на работу, собственным видением ситуации и желанием внести изменения в производственный процесс, квалификационной асимметрией персонала и другими факторами, обуславливающими кадровые риски.

5. Минимальное энергопотребление. Робот эффективно использует энергию и положительно влияет на сокращение выброса углекислого газа. В пересчете на год трактор или погрузчик используют в десять раз больше энергии и выбрасывают примерно в четыре раза больше углекислого газа. Работа других кормораздатчиков на бензиновом двигателе в помещении запрещается, поскольку выхлопные газы их двигателей содержат угарный газ (CO), наличие которого в воздухе животноводческих помещений стандартами недопустимо.

Общий экономический эффект от применения робота – подравнивателя

кормов можно определить следующим образом:

$$Э = Э_{пр} + Э_{эк} + Э_{эфт} – \Delta А_{пк} – О_{б}$$

Э = 152,6 + 867,0 + 297,7 - 32,2 -280,0 = 1005,1тыс. руб.

Таким образом, общий экономический эффект от применения робота–подравнивателя кормов составляет 1005,1 тыс. руб. за год (таблица 34).

Таблица 34 – Окупаемость инвестиций на приобретение робота – подравнивателя кормов*

Показатели	Значение
Стоимость робота – подравнивателя кормов, тыс. руб.	1400,0
Эксплуатационные затраты, тыс. руб.	32,1
Амортизационные отчисления, тыс. руб.	280,0
Общий экономический эффект, тыс.руб.	1005,1
Расчет окупаемости инвестиций (ROI)	89,9
Период окупаемости, дней	406,0

*Составлено автором.

По данным таблицы видно, экономический эффект от применения подравнивателя кормов складывается из совокупных эффектов применения робота. Основные эффекты, поддающиеся измерению, состоят в увеличении продуктивности скота – 152,6 тыс. рублей в год, уменьшение потерь кормов – 867,0 тыс. рублей в год, экономии фонда оплаты труда – 297,7 тыс. рублей в год. Общий экономический эффект составляет 1005,1тыс рублей в год. Совокупный эффект применения робота можно рассчитать как разницу между стоимостью приобретения и монтажа робота с учетом эксплуатационных затрат и общего экономического эффекта. Окупаемость инвестиций составила 89,9%, а срок окупаемости 406 дней.

Эксплуатационные затраты включают в себя в основном затраты на электроэнергию для подзарядки аккумуляторных батарей. Робот-подравниватель имеет достаточно простую и надежную конструкцию, в процессе эксплуатации поломок не происходило. Кроме того, предусмотрен период – 1 год, в течение которого робот находится на гарантийном обслуживании.

Применение робота–подравнивателя кормов Lely Juno фирмы Leli имеет ряд преимуществ по сравнению с традиционной технологией (подравниванием вручную). Среди данных преимуществ можно выделить: прирост

продуктивности в результате стимулирования поедания кормов, уменьшение потерь кормов во время скармливания в среднем на 75 %, увеличение передвижений коров, обеспечение равномерности качества корма во время скармливания, снижение трудоемкости процесса кормления, снижение выбросов угарного газа.

Таким образом, применение робота–подравнивателя кормов имеет неоспоримые преимущества по сравнению с традиционной технологией. В перспективе ожидается рост его применения, учитывая кадровые риски, сценарный прогноз численности сельского населения и увеличивающийся дефицит рабочих рук на селе. Однако важным условием применения робота-подравнивателя кормов является наличие выровненных полов, по которым передвигается робот, иначе это может привести к быстрому износу опорных катков и дорогостоящему внеплановому ремонту.

Основные результаты (эффекты) использования робототехники в организациях сельского хозяйства региона в таблице 35.

Таблица 35 – Экономические результаты использования робототехники в организациях сельского хозяйства*

Основные результаты	Показатели, тыс. руб.
Доильная робототехника	
Прирост стоимости валовой продукции, тыс. руб.	181,1
Экономия издержек на оплату труда, тыс. руб.	412,5
Экономия кормов, тыс. руб.	135,0
Эффект от повышения качества молока, тыс. руб.	745,6
Общий экономический эффект, тыс. руб.	1474,2
Изменение амортизационных отчислений, тыс. руб.	-1216,1
Стоимость услуг сторонних организаций по обслуживанию робототехники, тыс. руб.	- 215,2
Совокупный экономический эффект от использования доильной робототехники, тыс. руб.	42,9
Робот – подравниватель кормов	
Прирост стоимости валовой продукции, тыс. руб.	152,6
Экономия издержек на оплату труда, тыс. руб.	297,7
Экономия кормов, тыс. руб.	867,0
Общий экономический эффект, тыс. руб.	1317,3
Стоимость услуг сторонних организаций, связанных с обслуживанием робототехники, руб.	-32,2
Изменение амортизационных отчислений, тыс. руб.	-280,0
Совокупный экономический эффект от использования робота–подравнивателя кормов, тыс. руб.	1005,1

*Составлено автором.

Как видно из данных таблицы, общий эффект от действия всех факторов применения робототехники, составил 1474,2 тыс. рублей, в то время как факторы, приводящие к удорожанию себестоимости производства, составили 1431,3 тыс. рублей. Таким образом, совокупный эффект от применения доильной робототехники составил 42,9 тыс. рублей, что является явно недостаточным для принятия решения о внедрении доильной робототехники.

Приведенные ранее данные об экспертном опросе и анкетировании руководителей и специалистов организаций сельского хозяйства показали, что при принятии решений о покупке доильной робототехники руководителями организаций сельского хозяйства Свердловской области учитывали не только экономические, но также социальные и другие факторы. Хотя экономическая эффективность играет весьма важную роль в условиях сложного экономического положения многих организаций сельского хозяйства.

Сравнение уровней рентабельности производства молока при различных технологиях доения приведено в таблице 36.

Таблица 36 – Рентабельность различных технологий доения*

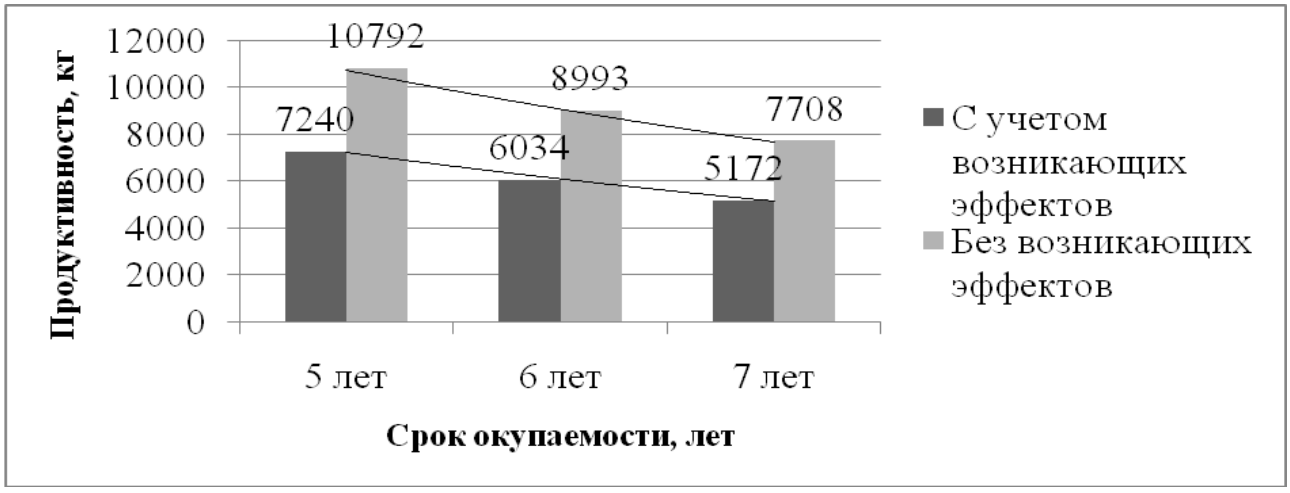
Показатель	Традиционная технология	Робототехника
Среднегодовое поголовье коров, гол.	65	65
Удой на 1 корову, кг	5384,6	5663,2
Валовое производство молока, ц	3500,0	3681
Товарность,%	93,3	94,2
Реализовано молока, ц	3265	3468
Зачетный вес молока, ц	3303	3735
Цена реализации, руб/ц.	2000	2070
Выручка от реализации молока, тыс. руб.	6606	7732
Себестоимость 1 ц молока, руб.	1624	1807
Полная себестоимость, тыс. руб.	5303	6266
Себестоимость 1 ц молока с учетом зачетного веса, руб.	1606	1678
Прибыль, тыс. руб.	1302,8	1465,7
Уровень рентабельности, %	24,57	23,39

*Составлено автором.

Из данных таблицы видно, что себестоимость молока с учетом

возникающих эффектов, прежде всего качественных показателей, снижается с 1807 до 1678 руб/ц. При этом уровень рентабельности при доении в молокопровод составляет 24,57 %, а робототехника обеспечивает рентабельность 23,39%. Таким образом, обе технологии обеспечивают достаточно высокие показатели эффективности, однако нет существенных преимуществ робототехники по сравнению с традиционной технологией, прежде всего, по причине высоких амортизационных отчислений (хотя они не влияют на прямой денежный поток) и оплаты услуг сторонних организаций по облуживанию робототехники.

Учет возникающих эффектов при использовании доильной робототехники позволяет существенно скорректировать срок окупаемости проектов роботизации в зависимости от продуктивности коров (рисунок 16).



Составлено автором.

Рисунок 16 – Зависимость окупаемости робототехники от продуктивности коров, лет.

Как видно из данных рисунка, окупаемость робототехники без учета эффектов от увеличения товарности и качества молока наступает при продуктивности коров 7708 кг в год, однако с учетом всех возникающих эффектов окупаемость наступает при продуктивности 5172 кг.

3.3. Организационно - экономический механизм внедрения и использования робототехники в организации сельского хозяйства

Необходимость технико-технологического обновления сельскохозяйственного производства [14], повышение темпов внедрения робототехники в организации сельского хозяйства вызывают необходимость разработки и использования организационно-экономического механизма внедрения робототехники.

Следует заметить, что А.П. Захаров [34] определяет организационно-экономический механизм применительно к инновационному развитию сельского хозяйства вообще как совокупность взаимосвязанных форм и методов осуществления инновационной деятельности. Н.Н. Шумейко [127] считает, что организационно-экономический механизм инновационного развития – это совокупность взаимосвязанных и взаимозависимых элементов различной функциональной направленности. По мнению К.В. Некрасова [57], 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.

Организационно-экономический механизм внедрения робототехники в организации сельского хозяйства целесообразно делить на блоки, каждый из которых должен выполнять определенные функции.

Так, целевой блок должен включать определение целевой направленности внедрения робототехники в организации сельского хозяйства. Целями внедрения робототехники в организации сельского хозяйства могут быть увеличение объемов производства и улучшение качества сельскохозяйственной продукции в условиях снижения обеспеченности трудовыми ресурсами и повышения влияния человеческого фактора на результаты производства.

Основным приоритетом внедрения может стать создание отечественной доильной робототехники и универсальной роботизированной платформы для ее последующего использования в растениеводстве и животноводстве.

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 массовом внедрении робототехники в организации сельского хозяйства при системной поддержке государства.

Последняя должна включать:

– 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.

Инструментами реализации этих задач могут стать:

– 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 должен включать: выявление потребностей организаций сельского хозяйства в робототехнике; научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по созданию робототехники; запуск системы потокового создания отечественной робототехники для аграрного сектора; подбор робототехники, максимально соответствующей по мощности требованиям конкретного производства, консультирование и оказание помощи организациям, разработка для них рекомендаций по применению робототехники, техническая экспертиза проектов по внедрению робототехники и цифровых технологий. Реализацию

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

Важным направлением активизации внедрения робототехники является, по нашему мнению, снижение стоимости данной техники за счет ее производства на отечественных предприятиях.

Необходимость повышения эффективности использования основных фондов, снижения сроков окупаемости проектов по использованию робототехники в сельском хозяйстве требуют 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 роботов является весьма емким по потреблению, однако по объемам существенно отстает от мировых лидеров. На российском рынке отсутствуют собственные разработки сельскохозяйственной робототехники, рынок полностью занят зарубежными производителями, в основном европейскими.

Инвестиционный блок должен включать исследование рынка сельскохозяйственной робототехники; субсидирование затрат на приобретение робототехники; регулирование ценообразования на робототехнику; определение объема инвестиций на роботизацию отрасли. На данном этапе без государственного субсидирования практически невозможно создание и приобретение робототехники для сельскохозяйственного производства, так как проекты по роботизации сельского хозяйства весьма капиталоемкие.

Представляет интерес определение объема инвестиций на роботизацию отрасли. Считаем необходимых определение инвестиций производить на основе полной роботизации тех процессов, на которых уже началось внедрение роботов. В Свердловской области к этим процессам относятся, прежде всего, доение и подравнивание кормов, что определяется спецификой и

специализацией сельского хозяйства (таблица 37).

Таблица 37 – 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.
Доение коров	4255	1067	51	459000
Подравнивание кормов	4255	400	10	13000
Итого инвестиций				472000

Оценка потребности в инвестициях показывает, что организации уже применяющие робототехнику, планируют в дальнейшем полностью роботизировать выполняемые процессы. Оценочное значение количества необходимой робототехники составляет 61 единиц, а объем необходимых инвестиций для их приобретения равен около 472 млн. рублей. Следует отметить, в оценке учитываются организации уже начавшие осуществлять переход на робототехнику. Оценка объема инвестиций, необходимых на осуществление перехода на робототехнику является предметом дальнейших исследований.

Реализация мер системной поддержки создания робототехники способна обеспечить появление конкурентоспособных на мировом уровне отечественных производителей робототехники. До 2022 года можно сформировать, по нашему мнению, до десятка отечественных производителей сельскохозяйственной робототехники со значительным объемом производства и экспортным потенциалом.

Блок подготовки кадров. Его цель – формирование кадрового потенциала отрасли, способного осваивать робототехнику.

Весьма важное значение для внедрения робототехники в организации сельского хозяйства имеет подготовка кадров, способных осваивать данную технику и цифровые, интеллектуальные технологии. Устойчивое развитие сельского хозяйства невозможно без развития системы подготовки и повышения квалификации кадров [53]. Вопросы подготовки кадров для

сельского хозяйства, по нашему мнению, целесообразно рассматривать в разрезе фаз воспроизводства кадрового потенциала.

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

Фаза формирования трудовых ресурсов. Включает естественное воспроизводство населения, приобретение способности к труду посредством системы общего, специального, высшего образования и профессиональной подготовки, восстановление и развитие способностей к труду. 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. Распределение по сферам труда произойдет прежде всего от специалиста преимущественно физического труда к специалисту умственного труда. В перспективе переход на цифровые и роботизированные системы в отрасли приведет к появлению новых специалистов в сельском хозяйстве – это, прежде всего, программист ЧПУ, наладчик робототехники и систем ЧПУ, оператор автоматизированных систем управления, используемых в автоматизированном и роботизированном сельском хозяйстве.

Содержание этих фаз [88], рекомендации и прогнозы использования робототехники приведены в таблице 38.

Таблица 38 – Блок подготовки кадров

Фазы воспроизводства кадрового потенциала	Задачи	Рекомендации	Прогнозируемый результат
1	2	3	4
Фаза подготовки специалистов для организаций аграрной сферы	Формирование у специалистов компетенций по обслуживанию робототехники, по интерпретации получаемой в процессе использования робототехники информации.	Модернизация системы обучения в аграрных высших и средних специальных учебных заведениях с увеличением доли активных форм обучения студентов, формирование 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 улучшении 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.	Повышение эффективной занятости в сельском хозяйстве путем организации и совершенствования рабочих мест в сельскохозяйственном производстве с использованием робототехники.
Фаза обмена	Повышение социального статуса занятых в сельском хозяйстве с некоторой переориентацией от физического характера труда к умственному, с учетом использования робототехники. Увеличение труда с творческой составляющей.	Развитие на базе 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 производимой продукции.

Окончание таблицы 38

1	2	3	4
Фаза использования трудовых ресурсов в сельском хозяйстве	Создание высокопроизводительных рабочих мест в сельском хозяйстве. Снижение уровня профзаболеваемости и травматизма в сельском хозяйстве. Снижение дефицита кадров в организациях сельского хозяйства. Уменьшение вредных, монотонных, тяжелых работ в сельском хозяйстве.	Обоснование целесообразности использования робототехники в регионах с дефицитом кадров. Разработка требований к технике безопасности и охране труда при использовании робототехники в аграрном производстве. Использование при обслуживании робототехники кадров, имеющих соответствующие 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. Наличие и использование комплексной документации по технике безопасности при эксплуатации робототехники. Снижение потребности в трудовых ресурсах, рост производительности труда. Снижение влияния человеческого фактора на объем и качество выпускаемой продукции

Фаза обмена. Состоит в обмене знаниями, профессиональным мастерством, навыками управления, общения в коллективе, внутренних и внешних коммуникациях. Однако людей, труд которых перекладывают 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. Применение робототехники приведет к снижению затрат труда в отрасли и повышению производительности труда, собственно, это и есть цели внедрения данной техники.

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.

Воспроизводство кадрового потенциала отрасли, способного осваивать инновации, в том числе на основе робототехники, необходимо рассматривать на федеральном, региональном и муниципальном уровнях.

Воспроизводство кадрового потенциала сельского хозяйства в условиях внедрения робототехники на региональном уровне может включать следующие мероприятия:

– формирование отраслевой инновационной системы в регионе, функционирующей на основе региональной научно-технической политики государства;

– активизация деятельности научных, аграрных, образовательных

учреждений по проведению фундаментальных и прикладных исследований, отражающих аспекты развития сельского хозяйства, усиление их связи с производством;

– развитие и совершенствование информационно-консультационной деятельности в аграрном секторе;

– государственная поддержка сельскохозяйственных товаропроизводителей с целью улучшения их экономического состояния, восстановления платежеспособности и повышения возможностей осуществления инновационной деятельности;

– подготовка кадров высокой квалификации, способных к восприятию и освоению инновационных проектов;

– развитие межрегионального и международного сотрудничества при организации инновационной деятельности в АПК, привлечение иностранных инвестиций для финансирования наиболее значимых и трудоемких инновационных проектов;

– увеличение объема государственного финансирования научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ, создание научных центров, обеспечивающих интеграцию науки, образования, производства с целью дальнейшего развития инновационно-инвестиционной деятельности в агропромышленном комплексе, повышения его эффективности.

На уровне организаций сельского хозяйства освоение робототехники требует от кадров новых компетенций:

– от инженеров – умения эксплуатировать, производить сервисное обслуживание, ремонт робототехники;

– от экономистов – умение определять целесообразность и рассчитывать экономическую эффективность внедрения робототехники;

– от технологов – умения определять направления, требующие внедрения робототехники;

– от зоотехников – умения взаимодействовать с робототехникой для решения вопросов зоотехнического учета;

– от ветеринаров – умения использовать данные, полученные робототехникой, для принятия решений о лечении животных;

– от руководителей – умения использовать информацию, получаемую от робототехники, для обоснования управленческих решений, ориентироваться на рынке робототехники с целью выбора оптимального варианта приобретения данной техники.

Использование робототехники вызывает необходимость формирования кадрового потенциала, способного осваивать эти технологии, что в свою очередь ведет к изменению всех фаз воспроизводства кадров.

Необходимо больше внимания уделять исследованиям по применению роботизированного доения с участием отраслевой науки для лучшего понимания преимуществ роботизированного доения в российских реалиях, предоставлять гранты на такие исследования. К примеру, для получения большей информации о роботизированном доении и качестве молока при финансовой поддержке Европейской комиссии было проведено три крупных исследовательских проекта, охвативших Данию, Германию и Нидерланды, в которых участвовало несколько сотен ферм. В России необходимо провести подобные исследования с целью более точного понимания преимуществ и целесообразности роботизированного доения, тем более что внедрение доильной робототехники началось с 2006 года и уже более 300 ее единиц функционирует по всей России.

Разработка и реализация организационно-экономического механизма внедрения робототехники в организации сельского хозяйства позволяет активизировать и повысить эффективность данной деятельности.

Организационно – экономический механизм внедрения робототехники в сельское хозяйство можно представить в наглядном виде (рисунка 17).

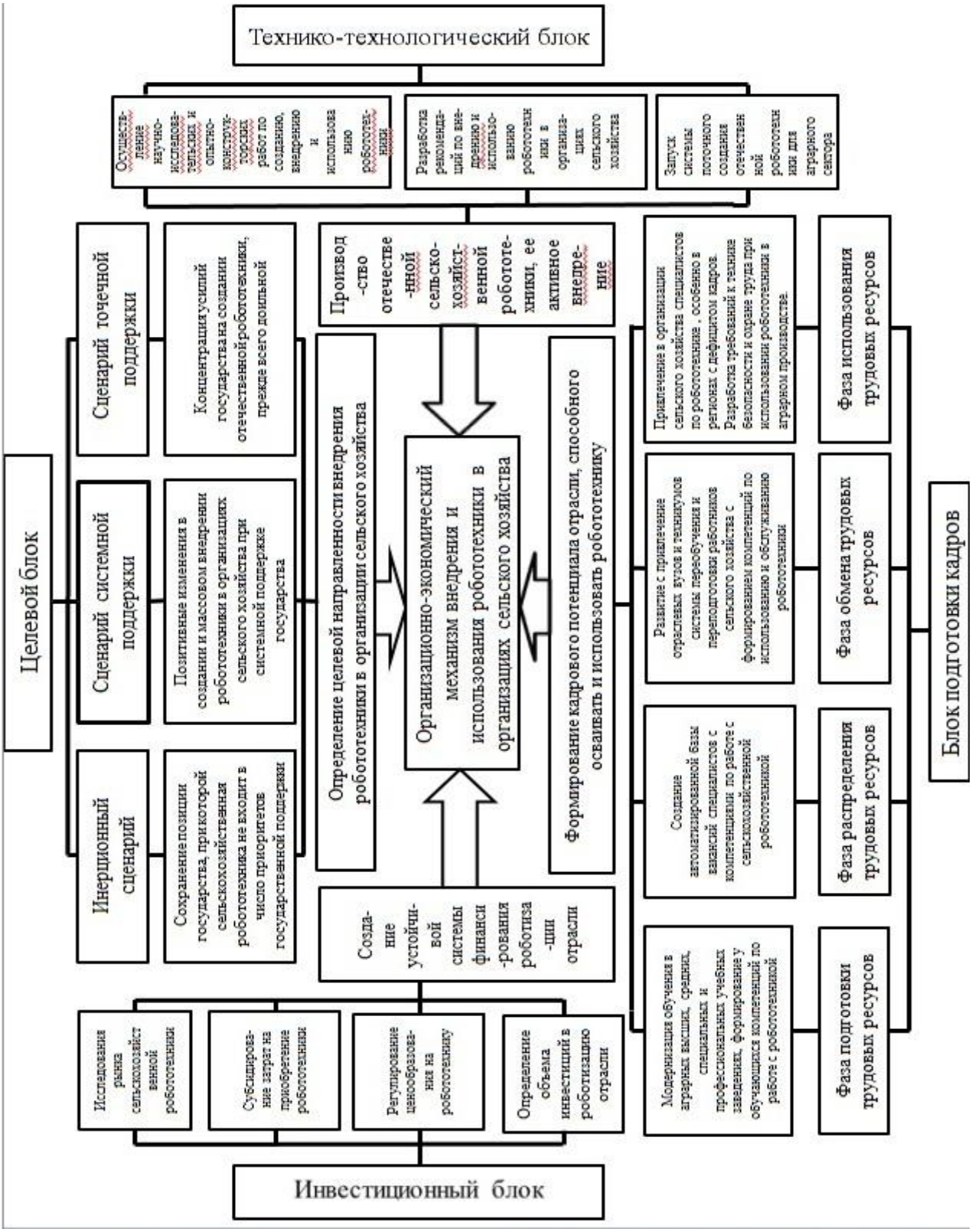


Рисунок 17 – Организационно – экономический механизм внедрения и использования робототехники в организациях сельского хозяйства

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выполненное диссертационное исследование позволило получить следующие выводы, обобщающие полученные результаты.

1. Дополнен понятийный аппарат внедрения и использования робототехники в сельском хозяйстве. Расширена семантика понятия «робототехника», рассматриваемая как, во-первых, технические средства, т.е. совокупность автоматических программируемых устройств, выполняющих операции по производству сельскохозяйственной продукции или другие операции с высокой точностью, повторяемостью автономно или посредством команд оператора; во-вторых, как научное направление, занимающееся определением перспектив развития и внедрением в сельскохозяйственное производство автоматизированных систем, научно-исследовательскими и опытно-конструкторскими работами по их созданию, испытанию и внесению необходимых изменений, определением эффективности их использования, обобщением и распространением опыта их внедрения в организациях сельского хозяйства. Предложено понятие «внедрение робототехники в организации сельского хозяйства», или «роботизация сельского хозяйства», как процесс определения целесообразности внедрения робототехники, поступления ее в организации сельского хозяйства, взаимной адаптации данной техники и системы производства, эксплуатации и определения эффективности. Введены понятия «эффект использования робототехники» и «эффективность использования робототехники», понятия и показатели ««плотность роботизации сельского хозяйства» и «уровень роботизации сельского хозяйства».

2. Выявлены причины внедрения робототехники в организациях сельского хозяйства региона. Опрос руководителей и специалистов организаций сельского хозяйства показал, что основными причинами внедрения данной техники явились необходимость снижения влияние человеческого фактора на производство в условиях высоких кадровых рисков

(46% опрошенных) и снижения дефицита кадров на селе (18%).

3. Выявлены основные классификационные признаки и разработана научная классификация робототехники, учитывающие особенности ее использования в организациях сельского хозяйства – «по отраслям применения и видам выполняемых работ», «по характеру перемещения», «по типам управления», «по уровням специализации».

4. Выявлены факторы, влияющие на внедрение и использование робототехники в организациях сельского хозяйства, которые разделены на внешние и внутренние по отношению к данным организациям. Выделены принципы внедрения и использования робототехники в организациях сельского хозяйства, к которым отнесены приоритетность, качество, комплексность, экологичность, экономичность, эффективность, безопасность использования. Учет данных факторов, принципов внедрения и использовании робототехники в организациях сельского хозяйства позволят повысить темпы внедрения данной техники и эффективность ее использования.

5. Разработана и апробирована методика комплексной оценки целесообразности внедрения робототехники в организациях сельского хозяйства, включающая учет экономических, социальных и иных факторов. Использование ее позволяет повысить обоснованность решений о целесообразности внедрения данной техники в организациях сельского хозяйства.

6. Разработаны и апробированы методики оценки экономических эффектов, возникающих при использовании робототехники, в отличие от традиционной технологии, и эффективности данной деятельности. Совокупный экономический эффект от использования доильного робота должен включать: эффект от повышения качества продукции, экономию издержек на оплату труда, прирост стоимости валовой продукции и экономию кормов за вычетом амортизационных отчислении и стоимости услуг сторонних организаций по обслуживанию робототехники. Исследование показало что совокупный годовой экономический эффект от использования доильного робота составил лишь 42,9

тыс. руб., робота–подравнивателя кормов – 1005,1 тыс. руб.

7. Оценка влияния доильной робототехники на экономические показатели деятельности организаций сельского хозяйства показала, что применение данной техники привело к снижению трудоемкости производства молока с 1,89 до 0,97 чел.-час/ц, или на 48%, к повышению производительности труда - с 1042,6 до 2036,0 ц молока, или на 95,3% в среднем по группе исследуемых организаций. При этом себестоимость производства молока по группе организаций составила на ферме с использованием робототехники 1807 руб./ц, или на 11,3% выше, чем на ферме с традиционной системой доения (1624 руб./ц), уровень рентабельности производства молока - 23,4% против 24,6% при традиционной технологии. В результате внедрения робототехники, фондоотдача за 2013-2015 годы снизилась от 2,3 до 68,0%, норма прибыли на основные фонды - на 15-60%. Из-за высокой стоимости импортной доильной робототехники сроки ее окупаемости составили от 5 до 7 лет. Робот – подравниватель кормов окупился за 1,1 года.

8. Разработан организационно – экономический механизм внедрения и использования робототехники в организациях сельского хозяйства, включающий блоки: целевой, технико-технологический, инвестиционный, подготовки кадров. Мероприятия блока подготовки кадров распределяются между фазами воспроизводства кадрового потенциала – подготовки трудовых ресурсов, их распределения, обмена трудовых ресурсов и их использования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Постановление Правительства Российской Федерации от 13 июля 2015 г. № 702 «О предельных значениях выручки от реализации товаров (работ, услуг) для каждой категории субъектов малого и среднего предпринимательства». [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru /document/cons_doc_LAW_182963/ (дата обращения 20.09.2016).

2. Распоряжение Правительства РФ от 8 декабря 2011 г. № 2227-р «О Стратегии инновационного развития РФ на период д 2020 г.» [Электронный ресурс]. URL: http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70006124/ (дата обращения 20.09.2016).

3. Федеральный закон «О развитии малого и среднего предпринимательства в Российской Федерации» от 24.07.2007 № 209-ФЗ (действующая редакция, 2016) [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_52144/ (дата обращения 20.09.2016).

4. Абзянов А.Б. Разработка и внедрение систем управления качеством в энергетике [Текст]/ А.Б.Абзянов, Э.А.Аллахвердиева //Вестник КАСУ. – 2007 – № 4 – С. 55 – 60.

5. Абрамова Н. И. Влияние различных технологий производства молока на молочную продуктивность коров и содержание соматических клеток [Текст]/ Н. И. Абрамова, И. С. Сереброва //Молочнохозяйственный вестник. – 2015. – № 4. – С. 7-11

6. Акимов А. Демографический взрыв, старение населения и трудосберегающие технологии: взаимодействие в XXI в. [Текст] /А. Акимов // Мировая экономика и международные отношения. – 2016. – Т. 60. – № 5.– С. 50–60.

7. Актуальные проблемы управления, экономики, культуры / Целищев Н.Н., Воронин Б.А., Набоков В.И. и др.; под ред. Н.Н. Целищева. – Екатеринбург: УрГАУ, 2015. – 340 с.

8. Беленький Н.Г. Санитарно- гигиеническое качество заготовляемого молока и пути его улучшения / Н.Г. Беленький, Н.С. Королева, В.П. Даниленко // Улучшение качества молока и молочных продуктов. – М.: Колос, 1980. – 270 с.

9. Блинова Т.В. Сценарный прогноз численности сельского населения России на среднесрочную перспективу [Текст]/ Т. В. Блинова, С. Г. Былина// Экономика региона. – 2014. – № 4 – С. 298 – 308.

10. Бондарева Н.Н. Состояние и перспективы развития роботизации: в мире и России [Текст] / Н.Н. Бондарева // МИР (Модернизация. Инновации. Развитие). – 2016. – Т. 7. – № 3 (27). – С. 49-57.

11. Бондаренко Л.В. Демографическая ситуация на селе и перспективы развития сельских территорий [Текст] / Л.В.Бондаренко // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. – 2013. – № 3. – С. 53-57.

12. Бредихин С.А. Технология и техника переработки молока / С.А. Бредихин, Ю.В. Космодемьянский, В.Н. Юрин. – М.: Колос, 2001. – 400 с.

13. Брусиловский Л. П. Ионометрический метод контроля нормального молока [Текст]/ Л. П. Брусиловский, В. П. Шидловская //Молочная промышленность. – 1996. – № 6. – С. 24 – 26.

14. Бухтиярова Т.И. Организационно-экономический механизм активизации инновационных изменений региона: финансово-математический аспект [Текст] / А.А. Якушев, Т.И. Бухтиярова, А.Н. Семин // Экономика устойчивого развития. – 2015. – № 1 (21). – С. 194-205.

15. Василенко Н.В. Основы робототехники / Н.В. Василенко, К.Д. Никитин, В.П. Пономарев, А.Ю. Смолин. –Томск: РАСКО, 1993. – 470 с.

16. Васянин В. И. Сельскохозяйственные роботы/ В. И. Васянин. – М.: Колос, 1984. – 224 с.

17. Викинг У. Удаление соматических клеток из молока центрифугированием [Текст] / У. Викинг //Молочная промышленность. – 2006. – № 5.

18. Винников И. К. Основные направления модернизации доения коров[Текст]/ И. К. Винников // Вестник аграрной науки Дона. – 2011.– № 1.– С. 74–79.

19. Винницки С. Эффективность применения доильных роботов на фермах крупного рогатого скота [Текст] / С. Винницки, В. Романюк, Е. Юговар, И. Артс, П.А. Савиных // Вестник Марийского государственного университета. – 2014.– № 1 .– С. 28 – 35.

20. Воронин Б. А. Госпрограмма на 2013–2020 гг. – основа для развития российской аграрной науки [Текст] / Б. А. Воронин // Аграрный вестник Урала – 2012. – № 11. – С. 4 – 6.

21. Воронин Б. А. Обеспечение квалифицированными специалистами АПК: социально- экономические проблемы (на примере Свердловской области) [Текст]/ Б. А. Воронин, Н. Б. Фатеева // Аграрный вестник Урала. – 2014. – № 11. – С. 60 – 63.

22. Галичева М. С. Прогрессивная технология производства молока в СПК «Родина» Красногвардейского района Республики Адыгея и влияние молокопровода на качество молока [Текст]/ М. С. Галичева, В. Т. Головань , Ю. Г. Дахужев // Новые технологии. – 2009. – № 2.– С. 1–4.

23. Гришин А.А. Ключевые технологии и прогноз развития сельскохозяйственной робототехники [Текст] / З.А. Годжаев, А.П. Гришин, А.А. Гришин, В.А. Гришин // Инновации в сельском хозяйстве. – 2016. – № 6. – С. 35-41.

24. Гришин А.А. Перспективы развития роботизированных технологий в растениеводстве [Текст]/ З.А. Годжаев А.П. Гришин, А.А. Гришин // Тракторы и сельхозмашины.– 2015. – № 12. – С. 42-45.

25. Голландская платформа робототехники для компаний, научных институтов и правительств [Электронный ресурс]. URL: // http://www.roboned.nl/en/home (дата обращения: 09.10.2016)

26. ГОСТ 25686-85 Манипуляторы, автооператоры и промышленные роботы. Термины и определения – М., 1985.

27. ГОСТ 26.228-85. Системы производственные гибкие, Термины и определения. – М., 1985.

28. ГОСТ Р ИСО 8373-2014 Роботы и робототехнические устройства. Термины и определения – М., 2014.

29. Де Конинг, С. Д. А. М. Автоматическое доение: уровень мастерства в Европе и Северной Америке [Текст] / Де С. Д. А. М. Конинг Д. // Автоматическое доение – лучшее понимание. – AcademicPublishers, Вагенинген, Нидерланды, 2004. – С. 27–40.

30. Давыдов С. Я. Энергосберегающее оборудование пневматического транспорта: вчера, сегодня, завтра: теория, расчет, исследования, производство/ С. Я. Давыдов, А. Н. Семин. – М.: Изд. Фонд «Кадровый резерв». – 2016. – 472 с.

31. Данкверт А. Пути улучшения качества молока [Текст]/ А. Данкверт, Л. Зернаева // Молочное и мясное скотоводство. – 2002. – № 3. – С. 16–20.

32. Дегтерев Г.П. Зависимость качества молока от санитарного состояния доильного оборудования [Текст] / Г.П. Дегтерев // Молочная промышленность. – 2000. – № 4.– С. 23–26

33. Доильные роботы на российском рынке / журнал Агрорынок – 2012. № 10 [Электронный ресурс]. URL: // http://www.agrorinok.ru/sites/default/files/ar-2012-10-019.pdf (дата обращения: 09.10.2016)

34. Екенин В.В. Мировая тенденция развития роботов сельскохозяйственного назначения [Текст]/ В.В. Екенин, А.А Коротаев // Молодежь и наука. – 2016.– № 7. – С. 54 – 58

35. Захаров А.П. Организационно-экономический механизм инновационного развития сельского хозяйства региона (на материалах Пензенской области) : дис. … канд. экон. наук: 08.00.05 / А.П.Захаров. – М., 2009. – 137 с.

36. Иванов Ю.А. Направления научных исследований по созданию инновационной техники с интеллектуальными системами для животноводства [Текст]/ Ю.А. Иванов // Вестник ВНИИМЖ.– 2014. –№ 3. – С. 4–17.

37. Иванов Ю.А. Результаты исследований НИУ ФАНО России по созданию инновационной техники и ресурсосберегающих технологий производства продукции животноводства [Текст] / Ю.А. Иванов // Вестник ВНИИМЖ. – 2012. – № 2. – С. 4 – 16.

38. Иванов Ю.Г. Сравнительная оценка энерго, трудо и эксплуатационных затрат при переводе коров с доения в молокопровод на робот «Lely astronaut» [Текст]/ Ю.Г. Иванов, А.Г. Лапкин // Вестник ВНИИМЖ. – 2013. – № 3. – С.188-191.

39. Кадры решают все [Электронный ресурс]. URL: http://agroday.ru/articles/Kadry_reshayut_vse/ АПК-ЮГ, №9 2013 (дата обращения 9.12.2016)

40. Кижлай Г. М. Эффективность использования трудовых ресурсов как фактор роста производства сельскохозяйственной продукции [Текст] / Г. М. Кижлай, Е. В.Кочурова, Н. С. Рогалева // Аграрный вестник Урала. – 2016.– № 6.– С. 101 – 110.

41. Комков Н. И. Перспективы и условия развития робототехники в России [Текст] / Н. И. Комков, Н. Н. Бондарева // МИР (Модернизация. Инновации. Развитие). – 2016. – Т. 7. – № 2. – С. 8–21.

42. Кормановский Л.П. Развитие роботизации доения коров [Текст] / Л.П. Кормановский //Вестник ВНИИМЖ. – 2013. – № 2. – С. 78 – 81.

43. Кормановский Л.П. Обоснование системы технологий и машин для животноводства / Л.П. Кормановский, Н.М. Морозов, Л.М. Цой/ – М.: ИК Родник, 1999. – 372 с.

44. Королев В.А. Концептуальная модель агроробота в хозяйстве. Экология и сельскохозяйственные технологии: агроинженерные решения [Текст] / В.А. Королев , С.А. Суляев , В.А. Польский и др. // Материалы 7-й Междунар. науч.-практ. конференции. – СПб.: ГНУ СЗНИИМЭСХ Россельхозакадемии, 2011. – Т. 3. – С. 152-158.

45. Королев В.А. Система технического зрения агроробота [Текст] /В А. Королев, С.А. Суляев //Техника и оборудование для села. – 2013. – № 5. – С. 12-

15.

46. Королева Л.Г. Пути повышения санитарного качества сырого молока и опыт получения продукции высокого качества [Текст] / Л.Г. Королева // Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии. – 2010. – № 2. – С. 4–12.

47. Кэмбелл Дж. Р. Производство молока / Дж. Р. Кэмбелл, Р.Т. Маршалл. – М.: Колос, 1980. – 670 с.

48. Лачуга Ю. Ф. Развитие процессов автоматизации производства [Электронный ресурс]. URL: http://www.techagro.ru/index. php?id=380 (дата обращения 19.07.2016).

49. Липницкий Т.В. Инновации и инновационные процессы в сельском хозяйстве [Текст] / Т.В.Липницкий, П.В. Никифоров // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. – 2013. – № 5.– С. 54-57.

50. Лысенко Ю.В. Методика оценки состояния технического потенциала и эффективности его использования [Текст] / М.В. Лысенко, Ю.В. Лысенко // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 4-1. – С. 202-206.

51. Митин А.Н. Анализ научных взглядов о понятии «экономический механизм» и его модификациях в аграрной сфере экономики [Текст] / А.Н. Митин // Аграрное образование и наука. – 2016. – № 4. – С. 15.

52. Мишуров Н.П. Современные роботы в сельском хозяйстве [Текст] / Н.П. Мишуров, Н.Ф. Соловьева, Ю.А. Цой // Техника и оборудование для села. – 2010. – № 5. – С. 46-48.

53. Мокроносов А.Г. Тенденции развития и роль профессионального образования в кадровом обеспечении экономики региона [Текст] / А.Г. Мокроносов, А.А Вершинин // Управленец. – 2016.– № 6 (64). – С. 2-13.

54. Молоко коровье сырое. Технические условия. ГОСТ 52054 -2003 – М., 2003

55. Морозов Н.М. Экономические аспекты автоматизации доения коров [Текст]/ Н.М. Морозов, М.И. Горбачев // Вестник Федерального

государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный агроинженерный университет им. В.П. Горячкина». – 2008. – № 5. – С. 13–15.

56. Министерство сельского хозяйства США выдает исследовательские гранты на робототехнику, чтобы улучшить сельскохозяйственное производство и эффективность [Электронный ресурс]. URL: http://www.nsf.gov/pubs/2015/ nsf15505/nsf15505.htm (дата обращения 19.07.2016)

57. Некрасов К.В. Организационно-экономический механизм инновационного развития перерабатывающих организаций молочно-продуктового подкомплекса региона: дис. … канд. экон. наук: 08.00.05 / К. В. Некрасов/ – Екатеринбург, 2013. – 187 с.

58. Окупаемость робота-подравнивателя кормов Lely Juno подтверждена в российских условиях [Электронный ресурс]. URL: http://selhos.mashdvor.info/articles/lely-juno/ (дата обращения 19.07.2016).

59. Официальный сайт компании Лели [Электронный ресурс]. URL: https://www.lely.com(дата обращения 19.07.2016)

60. Официальный сайт управления Федеральной службы государственной статистики по Свердловской и Курганской области. [Электронный ресурс]. URL: / http://sverdl.gks.ru/wps/wcm/ connect/rosstat _ts/sverdl/ru/ statistics/ employment/ (дата обращения 19.07.2016).

61. Петров Е.А. Разработка и освоение инноваций в российском молочном животноводстве [Текст] / Е.А. Петров, А.Н. Семин // Концепт. – 2014. – № 4. – С.1 – 10.

62. Плевко О.И. Проблема воспроизводства кадрового потенциала сельского хозяйства [Текст] / О.И. Плевко // Современные научные исследования и инновации. – 2016. – № 6. – С. 413-415.

63. Подураев Ю.В. Основы мехатроники: учеб.пособие / Ю.В. Подураев. – М.: МГТУ «СТАНКИН», 2000. – 80 с.

64. Политехнический терминологический толковый словарь / Сост.: В. Бутаков, И. Фаградянц. – М.: Polyglossum, 2014.

65. Попов Е. П., Письменный Г. В. Основы робототехники: Введение в специальность. – М.: Высшая школа, 1990. – 224 с.

66. Порошин К.В. Проблемы мотивации труда в сельском хозяйстве [Электронный ресурс]. URL: http://www.scienceforum.ru/2014 /pdf/773.pdf (дата обращения 9.12.2015).

67. Поставки сельскохозяйственного робота достигнут почти 1 млн единиц к 2024 году [Электронный ресурс]. URL: https://www.tractica.com/newsroom/press-releases/agricultural-robot-shipments-to-reach-nearly-1-million-units-annually-by-2024/ (дата обращения 19.07.2016).

68. Потехин Н.А. О новой общественно-экономической формации – инновационном способе воспроизводства [Текст] / Н.А. Потехин, В.Н. Потехин // Агропродовольственная политика России. – 2016. – № 1 (49). – С. 90-98.

69. Пустуев А.Л. Регулирующие механизмы развития сельского хозяйства с позиции экономической теории [Текст] / А.Л. Пустуев // Аграрный вестник Урала. – 2015. – № 4 (134). – С. 96-100.

70. Робот // Большая советская энциклопедия : [в 30 т.] / гл. ред. А. М. Прохоров. – 3-е изд. – М. : Советская энциклопедия, 1969–1978.

71. Робот-подравниватель кормов Lely Juno запущен в Пермском крае [Электронный ресурс]. – URL: http://agro2b.ru/ru/news/24919-Robot-podravnivatel-kormov-Lely-Juno-zapushten.html (дата обращения 19.07.2016).

72. Рубаева О.Д. Предпосылки развития инновационных процессов в молочном животноводстве Челябинской области [Текст] / Е.В.Абилова, О.Д. Рубаева // АПК России. – 2015. – Т. 72. – № 1. – С. 117-120.

73. Санду И.С. Технико-технологическая модернизация сельского хозяйства России [Текст] / Санду И.С., Полухин А.В. // Экономика сельского хозяйства России. – 2016.– № 1.– С. 5.

74. Санду И.С. Экономические аспекты исследования проблем определения приоритетных направлений инновационного развития сельскохозяйственного производства в современных условиях [Текст] / Санду И.С., Боговиз А.В., Рагулина Ю.В. // Прикладные экономические исследования.

2016.– №5(15). – С. 6-10.

75. Санду И.С. Формирование аграрной инновационной политики [Текст] / Санду И.С., Демишкевич Г.М., Чепик Д.А. // АПК: Экономика, управление. 2015.–№ 10. – С. 44-48.

76. Санду И.С. Экономические аспекты технико-технологической модернизации сельского хозяйства в условиях интеграции в евразийский экономический союз [Текст] / Санду И.С., Полухин А.А., Бурак П.И. // Экономика сельского хозяйства России. – 2015.–№ 7. – С. 84-89.

77. Светлаков А.Г. Факторы снижения рисков при внедрении инновационных технологий в перспективном развитии экономики России [Текст] / В.Н. Зекин, А.Г. Светлаков, И.М. Печенцов // Пермский аграрный вестник: научно-практический журнал. – 2016. – № 1 (13). – С. 88-95.

78. Семин А.Н. Социально-экономическое конструирование сельской территории инновационного типа: отдельные положения [Текст] / А.Н. Семин, В.М. Шарапова // Агропродовольственная политика России. – 2014. –№ 4 (28). – С. 20-25.

79. Семин А.Н. Экономика предприятия агротехнического сервиса/ А.Н. Семин, П.И. Чужинов, – Астана, 2003. – 416 с.

80. Скворцов Е. А. Виды кадровых рисков в управлении персоналом организации [Текст]/ Е. А. Скворцов, М. К. Саакян, Е. В. Матвеев // Аграрное образование и наука. – 2016. – № 2.

81. Скворцов Е. А. Классификация и особенности робототехники в сельском хозяйстве [Текст] / Н. Рамеш Бабу, В. И. Набоков, Е. А. Скворцов //Аграрный вестник Урала. – 2017. – № 2. – С. 82–89.

82. Скворцов Е. А. Опыт применения доильной робототехники в Свердловской области [Текст] / Е. А. Скворцов // Аграрное образование и наука. – 2016. – № 2.

83. Скворцов Е. А. Трудосберегающие инновации на основе робототехники в сельском хозяйстве [Текст] / Е. А. Скворцов //Аграрный вестник Урала. – 2016. – №12. – С. 77–82.

84. Скворцов Е. А. Эффективность трудосберегающих инноваций в сельском хозяйстве на примере робота-подравнивателя кормов [Текст] / Е. А. Скворцов, Г. А. Иовлев, Е. Г. Скворцова, А. А. Орешкин // Аграрный вестник Урала. – 2016. – № 9. – С. 82-89.

85. Скворцов Е.А. Актуальность применения робототехники в сельском хозяйстве [Текст] / Е.А. Скворцов, Д.В. Прядеин // Научное сопровождение агропромышленного комплекса: теория, практика, перспективы: мат-лы Междунар. конференции; сб. науч. тр. – Казань, 2015. – С. 308-314.

86. Скворцов Е.А. Анализ применения доильной робототехники в хозяйствах Свердловской области // Организационно-правовое обеспечение механизма хозяйствования в сфере АПК: сб. науч. ст. XIII Междунар. науч.-практ. конф.: в 2 ч. – Ч. 2: Экономика / Белорус.гос. с.-х. акад.; редкол.: Н. А. Глушакова (гл. ред.) [и др.]. – Горки, 2017. – С. 205-208.

87. Скворцов Е.А. Кадровые аспекты применения робототехники в сельском хозяйстве [Текст] / В.И. Набоков, Е.А. Скворцов, М.К. Саакян, Е.Г. Скворцова // Вестник Государственного аграрного университета Северного Зауралья.– 2015. – № 4. – С. 149-154.

88. Скворцов Е.А. Кадровый аспект внедрения робототехники в сельском хозяйстве [Текст] / Е.А. Скворцов // Аграрный вестник Урала. – 2016. – № 2. – С. 99-106.

89. Скворцов Е.А. Необходимость инновационного развития сельского хозяйства на основе применения робототехники [Текст] / Е.А. Скворцов, Е.Г. Скворцова, А.А. Орешкин // Вестник ВНИИМЖ. – 2016. – № 1. – С. 85-90.

90. Скворцов Е.А. Перспективы инновационного развития на основе применения сельскохозяйственных роботов [Текст] / Е.А. Скворцов // Вестник Государственного аграрного университета Северного Зауралья. – 2015. – № 3. – С. 105-113.

91. Скворцов Е.А. Сельскохозяйственные роботы в системе воспроизводственных процессов [Текст] / Е.А. Скворцов // Аграрный вестник

Урала. – 2015. – № 3. – С. 89-94.

92. Скворцов Е.А. Тенденции развития сельскохозяйственной робототехники за рубежом [Текст] / Е.А. Скворцов, Е.Г. Скворцова //Аграрный вестник Урала. – 2016. – № 1. – С. 37-44.

93. Скворцов Е.А. Влияние применения доильной робототехники на качество молока [Текст] / Е.А Скворцов, Е.Г. Скворцова, А.А. Орешкин, В.Н. Потехин // Агропродовольственная политика России. – 2016. – № 9. – С. 44–47.

94. Скворцов Е.А. Применение доильной робототехники в регионе [Текст] / Е.А. Скворцов, Е.Г. Скворцова, В.И. Набоков, П.С.Кривоногов // Экономика региона. – 2017. – № 1. – С. 249-260.

95. Скульская Л.В. Кадровые проблемы сельского хозяйства [Текст] / Л.В. Скульская, Т.К. Широкова // Научные труды: Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН. – 2009. – № 7. – С. 509–532.

96. Состояние социально-трудовой сферы села и предложения по ее регулированию. Ежегодный доклад по результатам мониторинга. 2011 г.: науч. изд. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2012. – Вып. 13. – 220 с.

97. СТБ1598-2006. Государственный стандарт Республики Беларусь. «Молоко коровье. Требования при закупках. – М., 2006.

98. Суровцев В.Н. Инновационное развитие молочного животноводства на северо-западе РФ как основа повышения конкурентоспособности производства молока [Текст] /В.Н. Суровцев, В.А. Бильков, Ю.Н. Никулина // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. – 2013. – № 4 (28). – С. 143-150.

99. Суровцев В.Н Продуктивное долголетие коров: помогут инновации [Текст] / В.Н. Суровцев, Ю.Н. Никулина // Животноводство России. – 2016. – № 1. – С. 41 – 44.

100. Суровцев В.Н. Влияние роста требований к экологической безопасности производства продукции на размещение отраслей животноводства [Текст] / В.Н. Суровцев, Ю.Н. Никулина // Никоновские чтения. – 2011. – № 16. – С. 227 – 229.

101. Суровцев В.Н. Значение новых информационных технологий в организации и управлении молочным животноводством [Текст] / В.Н. Суровцев, Ю.Н. Никулина // Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве. – 2011. – № 3. – С. 20 – 22.

102. Суровцев В.Н. Комплексный подход к оценке экономической эффективности технологий в молочном животноводстве [Текст] / В.Н. Суровцев, Ю.Н. Никулина // Совершенные агротехнологии. – 2010. – № 9. – С. 4 – 7.

103. Суровцев В.Н. Механизм активизации процессов освоения инноваций в молочном скотоводстве [Текст] / В.Н. Суровцев, Е.Н. Частикова, Ю.Н. Никулина // Научное обозрение: теория и практика. – 2014. – №1. – С. 41 – 48.

104. Суровцев В.Н. Оценка экономической эффективности инновационных технологий доения и содержания молочного стада [Текст] / В.Н. Суровцев, Ю.Н. Никулина // Молочное и мясное скотоводство. – 2013. – №1. – С. 2 – 5.

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

106. Суровцев В.Н. Региональные особенности интеграционных процессов и их влияние на инновационно-инвестиционную деятельность в молочном животноводстве Ленинградской области [Текст]/ В.Н. Суровцев, Ю.Н. Никулина // Никоновские чтения. – 2010.– № 15. – С. 81 – 83.

107. Суровцев В.Н. Региональный экономический механизм повышения конкурентоспособности производства молока: сущность и проблемы моделирования [Текст] / В.Н. Суровцев Е.Н. Частикова Ю.Н. Никулина // Северо-Западный НИИ экономики и организации сельского хозяйства Российской академии сельскохозяйственных наук; под ред. Суровцева В.Н. – СПб., 2010. – 192 с.

108. Суровцев В.Н. Роль инновационных компаний в распространении и освоении инноваций в молочном животноводстве [Текст] / В.Н. Суровцев, Ю.Н. Никулина //Новое сельское хозяйство. – 2014. – Т. 1. –№ 1.

109. Суровцев В.Н. Сравнительные преимущества производства молока и предпосылки формирования «молочного пояса» России [Текст] / В.Н. Суровцев, Ю.Н. Никулина, С.А. Жутяева // Экономика сельского хозяйства России. –2016. – № 3. – С. 21 – 29.

110. Суровцев В.Н. Экономические аспекты продуктивного долголетия молочных коров [Текст]/ В.Н. Суровцев, Ю.Н. Никулина // Молочное и мясное скотоводство. – 2014.– № 8. – С. 2 – 5.

111. Суровцев В.Н. Эффективность повышения качества молока [Текст]/ В.Н. Суровцев, Е.Н. Частикова //Молочная промышленность. – 2014. – № 8. – С. 45 – 47.

112. Суровцев В.Н. Эффективность поддержки технологической модернизации сельскохозяйственного производства [Текст]/ Суровцев В.Н., Паюрова Е.Н.// АПК: экономика, управление. – 2017. – № 1. – С. 70-76.

113. Суровцев В.Н. Эффективность снижения сезонности производства и повышения качества молока [Текст] / В.Н. Суровцев, Е.Н. Частикова, Ю.Н. Никулина // Молочная промышленность. – 2013. – № 7. – С. 21 – 23.

114. Тур В.П. Экономика отраслей АПК: учеб. пособие / В.П. Тур, Н.С. Рогалева. – Екатеринбург: УрГСХА, 2010. – 356 с.

115. Тяпугин Е. А. Сравнительная оценка технологий доения высокопродуктивных коров черно-пестрой породы на современных комплексах [Текст]/ Е. А. Тяпугин, С. Е. Тяпугин, В. К. Углин, В. Е. Никифоров, В. В. Плотникова, И. С. Сереброва //Достижения науки и техники АПК. – 2013. – № 4. – С. 77–80.

116. Управление трудовыми ресурсами: учебник / под ред. А.Я. Кибанова, Е.А. Митрофанова, И.А. Эсаулова – М.: ИНФРА- М, 2014. – 284 с.

117. Фатеева Н.Б. Конкурентоспособность сельскохозяйственных организаций на рынке труда [Текст] / Н.Б. Фатеева С.В. Петрякова С.В.

Радионова // Экономико-правовые механизмы устойчивого развития сельского хозяйства в условиях ВТО и Таможенного союза: сб. науч. тр./ УрГАУ. – Екатеринбург, 2014. – С. 81 – 82.

118. Хисамов Р.Р. Опыт эксплуатации доильных роботов в Татарстане [Текст] / Р. Р. Хисамов // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – 2011. – С. 255–259

119. Хомченко В. Г. Мехатронные и робототехнические системы: учебное пособие / В. Г. Хомченко В. Ю. Соломин. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2008. – 160 с.

120. Цой Ю.А. Инновационные направления механизации и автоматизации молочного скотоводства [Текст]/ Ю.А. Цой // Вестник ВНИИМЖ. – 2012. – № 2. – С. 3 – 8.

121. Чеченихина О. С. Причины выбытия и молочная продуктивность коров разного генотипа в зависимости от технологии доения и способа содержания [Текст] / О. С. Чеченихина, Ю. А. Степанова // Молочнохозяйственный вестник. – 2016. – № 1. – С. 67 – 72.

122. Чупина И.П. Государственная кадровая политика в агропромышленном комплексе [Текст] / Чупина И.П., Мингалев В.Д., Каменских Н.В. // Аграрный вестник Урала. – 2016. – № 6.

123. Шаныгин С. В. Роботы, как средство механизации сельского хозяйства [Текст] / С. В. Шаныгин // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. – 2013. – № 3. – С. 39 – 42.

124. Шарапова В.М. Проблемы занятости населения: причины возникновения и распространения безработицы [Текст] / В.М. Шарапова, О.А. Тульская // Агропродовольственная политика России. – 2016. – № 7 (55). – С. 39-43.

125. Шарипов С.А. Рост народонаселения и формирование трудовых ресурсов сельских территорий // Агропродовольственная политика России. – 2017. – № 1. – С. 10-17.

126. Шляйтцер Г. Кому бокс, а кому и карусель? [Текст] / Г.П.

Шляйтцер// Новое сельское хозяйство. – 2011. – № 6. – С. 46 – 50.

127. Шумейко Н. Н. Повышение эффективности развития молочно-продуктового подкомплекса на основе инноваций (на примере Смоленской области): дис. …канд. экон. наук / Н. Н. Шумейко. – М., 2012. – 168 с.

128. Щедровицкий Г. П. Оргуправленческое мышление: идеология, методология, технология. – М.: Издательство Студии Артемия Лебедева, 2014. – 465 с.

129. Экономика технического сервиса на предприятиях АПК: учебник для вузов / [Ю.А. Конкин, К.З. Бисултанов, М.Ю. Конкин и др.]; под ред. Ю.А. Конкина. – М.: КолосС, 2006. – 368 с.

130. Экономика труда: учебник и практикум для академического бакалавриата / Ю. Г. Одегов, Г. Г. Руденко. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Изд-во Юрайт, 2014. – 423 с.

131. Юревич Е. И. Основы робототехники / Юревич Е. И. – БХВ-Петербург, 2011. – 270 с.

132. 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 19.07.2016)/

133. Billon P. Les robots de traiteen France; impact sur la qualité du laiten le système de production // Proceedings Symposium Il Robot di Mungitura in Lombardia; October 26, 2001, Cremona, Italy.

134. Czarnocinski F., Lipinski M. 2004. / Mat. XII Zimowej Szkoly Hodowcow Bydla: Trendy we wspolczesnejhodowlibydla, tastytuf Zootechniki, 29 marca – 2 kwiemia, Zakopane. – P. 107–111

135. Economic efficiency of automatic milking systems with specific emphasis on increases in milk production 62 K.M. Wade, M.A.P.M. van Asseldonk, P.B.M. Berentsen, W. Ouweltjes& H. Hogeveen.

136. Erwin Wauters& Erik Mathijs The economic implications of automatic

milking: a simulation analysis for belgium, denmark, germany and the netherlands // Automatic milking, a better understanding, Wageningen. – P. 27–40

137. Hogeveen H., K. Heemskerk and E. Mathijs, 2004.Motivations of Dutch farmers to invest in an automatic milking system or a conventional milking parlour.In this volume.

138. Hogeveen, H., W. Ouweltjes, C.J.A.M. de Koning, and K. Stelwagen, 2001. Milking interval, milk yield and milk flow rate in an automatic milking system. Livestock Production Science, 72: 157-167.

139. Industrial and service robotics in Europe - August 2011/ / [Электронный ресурс]. URL: http://fr.slideshare.net/bizresonance/ robotique-industrielle-et-de-service-europe-aout-2011-8839337 (дата обращения 21.08.2016)

140. ISO 8373:2012 Роботы и роботизированные устройства. Словарь [Электронный ресурс]. URL:// http://www.gostinfo.ru /catalog/Details/?id=4684700 (дата обращения: 09.10.2016)/

141. Keisner A., Raffo J., Wunsch-Vincent S. (2016) Robotics: Breakthrough Technologies, Innovation, Intellectual Property. Foresight and STI Governance, 2016. – Vol. 10. – No 2. – P. 7–27.

142. Klungel, G.H., B.A.Slaghuis, H. Hogeveen. The effect of the introduction of automatic milking on milk quality // Journal of Dairy Science. – 2000. – Vol.83. – P. 1998-2003.

143. Koning C., Vorst Y., Meijering, A. Automatic milking experience and development in Europe // Proceedings of the first North American Conference on Robotic Milking. – Toronto, 2002. – P. 1 – 11.

144. Mathijs, E. Socio-economic aspects of automatic milking // Proceedings of the international symposium Automatic Milking, a better understanding. – The Netherlands, Wageningen Academic Publishers, 2004. – 526 p.

145. Melin, M., H. Wiktorsson and A. Christiansson2. Teat cleaning efficiency before milking in DeLaval VMS TM versus conventional manual cleaning, using Clostridium tyrobutyricum spores as marker // Proceedings of The First North American Conference on Robotic Milking, March 20-22, 2002, Toronto, Canada, II

60-63.

146. 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.

147. Mikulova M. Content of free fatty acids lipolytic bacteria and somatic cells in relation to milking technology [Text] / M. Mikulova // Journal of Agrobiology. – 2011. – Vol. 28, Issue 1. – P. 49–54.

148. Pomies, D., Bony, J. Comparison of hygienic quality of milk collected with a milking robot vs. with a conventional milking parlor. pp 122-123 in Proc. Int. Symp.on Robotic Milking, Lelystad, The Netherlands, 2000.

149. Rasmussen, M.D., Bjerring, M., Justesen, P., Jepsen, L., 2002.Milk quality on Danish farms with automatic milking systems // J. Dairy Sci. – 2002. – Vol. 85. – P. 2869-2878.

150. Ratschow J.P. LandwirtschaftlicheTierhaltung - Quo Vadis? W KTBL Дармштадт, 1998. – № 254. – С. 112-119.

151. Robotworld2014. kintex, korea [Электронный ресурс]. URL: https://walterfarah.wordpress.com /2014/05/09/robotworld2014-kintex-korea/ (дата обращения 19.07.2016).

152. Slaghuis, B. Sources and significance of contaminants on different levels of raw milk production // Proceedings of the IDF Symposium on Bacteriological Quality of Raw Milk.Wolfpassing, Austria, 1996. – P. 19-27.

153. Sonck, B.R. and J.H.W. Donkers (1995) The milking capacity of a milking robot // Journal of Agricultural Engineering Research. – 1995. – Vol. 62. – P. 25-38.

154. 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.

155. Terhi Latvala and Perttu Pyykkönen. Profitability of and reasons for adopting automatic milking systems // European Association of Agricultural

Economists, 2005 International Congress, August 23-27, 2005. – Copenhagen, Denmark.

156. The Massachusetts robotics revolution: inspiring innovation, driving growth and competitiveness in leading industries [Электронный ресурс]. URL: http: // c. mcdn.com/sites/www. masstlc.org/resource /resmgr/annual_reports /masstlc_robotics_final_web.pdf (дата обращения19.08.2016).

157. Trends in the Market for the Robot Industry in 2012 Summary of Survey Results [Электронный ресурс]. URL: http://www.meti.go.jp/english/press/2013/pdf/0718_01.pdf (дата обращения 19.07.2016).

158. USDA Robotics Research Grants to Improve Agriculture Production, Efficiency [Электронный ресурс]. URL: /http://nifa.usda.gov/press-release/usda-robotics-research-grants-improve-agriculture-production-efficiency (дата обращения 19.07.2016).

159. Van der Vorst, Y., Hogeveen, H. Automatic milking systems and milk quality in The Netherlands, pp 73-82 in Proc. Int. Symp.on Robotic Milking, Lelystad, Wageningen Academic Publishers, The Netherlands, 2000.

160. World Robotics 2015 Service Robots [Электронный ресурс]. URL: http://www.ifr.org/service-robots/statistics (дата обращения 3.05.2016).

161. Which economy - milk robotic milking systems? [Электронный ресурс]. URL: http://articles.extension.org/pages/73995/dairy-robotic-milking-systems-what-are-the-economics

Приложение 1

Основные причины внедрения сельскохозяйственной робототехники

Причины	Баллы
Снижение кадровых рисков (невыходы на работу, абсентеизм, низкое качество работы и трудовой дисциплины)	
Снизить дефицит кадров (недостаток рабочих и специалистов)	
Гибкость труда (чтобы было больше свободного времени у руководителя – меньше управлять рабочими и т.д.)	
Избавиться от наемного труда (сэкономить издержки на оплате труда и тем самым повысить эффективность)	
Улучшение технических параметров оборудования (физический и моральный износ оборудования)	
Ориентация на будущее, новые технологии (нужно постоянно внедряться передовые системы)	
другие причины	

Социальные и экономические причины внедрения роботов

Причины		Баллы
Социа-льные	Уменьшить трудоемкость (роботы снижают затраты живого труда, меньше требуется работников)	
	Освободить больше времени на другие виды деятельности (заняться другими видами управленческого и физического труда на предприятии вместо доения)	
	Увеличить гибкость (переместить работников с процесса доения на другие участки работ)	
	Улучшить социальную жизнь (заняться образованием, получить больше времени для отдыха и т.д.)	
	Забота о благополучии животных (робот позволяет более качественно ухаживать за животными, забота о коровах)	
	Улучшить здоровье (меньше вредного физического, ручного труда работникам и руководителям хозяйства)	
Эконо-мичес-кие	Робототехника способствует увеличению производства молока (заинтересовал рост продуктивности при переходе на робота)	
	Получить больше информации для управленческих решений (данные по надоям, здоровье коров, качестве молока систематизируются)	
	Доить более чем два раза в день, а старый способ доения не позволял это сделать (больше кратность доения)	
	Оптимизировать труд, потому что трудно найти грамотную наемную рабочую силу	

Приложение 2

Краткая характеристика организаций Свердловской области, применяющих робототехнику

Показатели	2013	2014	2015	2015 к 2013,%
ООО «Русь Великая»				
1. Площадь сельскохозяйственных угодий, га	7689	6107	6107	79,4
2. Среднегодовая стоимость основных производственных фондов сельскохозяйственного назначения, тыс. руб.	115875	136991	157908	136,3
3. Введено (поступило) основных фондов за год, тыс. руб.	18850	46919	24780	131,5
4. Выбыло основных фондов за год, тыс. руб.	11968	10290	16519	138,0
5. Среднегодовая численность работников, занятых в сельскохозяйственном производстве, чел.	135	123	115	85,2
6. Стоимость валовой продукции в действующих ценах, тыс. руб.	101385,0	91020,0	84870,0	83,7
7. Прибыль (убыток) от реализации продукции, тыс. руб.	-9984	3643	-7239	72,5
8. Выручка от реализации сельскохозяйственной продукции, тыс. руб.	96084	112556	123903	129,0
9. Доля молока в структуре товарной продукции %	90,2	91,3	87,8	2,4 (процентных пункта)
ООО «Никольское»				
1. Площадь сельскохозяйственных угодий, га	4715	4715	4715	100,0
2. Среднегодовая стоимость основных производственных фондов сельскохозяйственного назначения, тыс. руб.	112742	135731	160787	142,6
3. Введено (поступило) основных фондов за год, тыс. руб.	12264	40264	25583	208,6
4. Выбыло основных фондов за год, тыс. руб.	8285	13588	14078	169,9
5. Среднегодовая численность работников, занятых в сельскохозяйственном производстве, чел.	47	46	46	97,9

6. Стоимость валовой продукции в действующих ценах, тыс. руб.	35297	34040	33948	96,2
7. Прибыль (убыток) от реализации продукции, тыс. руб.	2827	3730	1504	53,2
8. Выручка от реализации сельскохозяйственной продукции, тыс. руб.	41962	50053	47112	112,3
9. Доля молока в структуре товарной продукции %	85,7	71,7	76,0	-9,7 (процентных пункта)
КФХ Шишкин А.А.				
1. Площадь сельскохозяйственных угодий, га	2856	2856	2856	100,0
2. Среднегодовая стоимость основных производственных фондов сельскохозяйственного назначения, тыс. руб.	99748,5	118052,5	132598,5	132,9
3. Введено (поступило) основных фондов за год, тыс. руб.	20508	13076	6465	31,5
4. Выбыло основных фондов за год, тыс. руб.	6757	8219	5560	82,3
5. Среднегодовая численность работников, занятых в сельскохозяйственном производстве, чел.	27	23	20	74,1
6. Стоимость валовой продукции в действующих ценах, тыс. руб.	20277	17020	14760	72,8
7. Прибыль (убыток) от реализации продукции, тыс. руб.	652	1087	550	84,4
8. Выручка от реализации сельскохозяйственной продукции, тыс. руб.	23512	23921	23951	101,9
9. Доля молока в структуре товарной продукции %	86,6	79,4	80,7	-5,9 (процентных пункта)
КФХ Зиннурова Р.М.				
1. Площадь сельскохозяйственных угодий, га	1100	1100	1100	100,0
2. Среднегодовая стоимость основных производственных фондов сельскохозяйственного назначения, тыс. руб.	58647,5	70504,5	87004	148,4
3. Введено (поступило) основных фондов за год, тыс. руб.	11252	24527	13344	118,6
4. Выбыло основных фондов за год, тыс. руб.	11165	8700	13972	125,1
5. Среднегодовая численность работников, занятых в сельскохозяйственном производстве, чел.	27	27	24	88,9
6. Стоимость валовой продукции в	25650	26325	23520	91,7

действующих ценах, тыс. руб..				
7. Прибыль (убыток) от реализации продукции, тыс. руб.	4023	2446	1509	37,5
8. Выручка от реализации сельскохозяйственной продукции, тыс. руб.	22324	20775	21488	96,3
9. Доля молока в структуре товарной продукции %	77,2	78,0	75,5	-1,7 (процентных пункта)
ИП Барбашин Д.А.				
1. Площадь сельскохозяйственных угодий, га	862	911	966	112,1
2. Среднегодовая стоимость основных производственных фондов сельскохозяйственного назначения, тыс. руб.	14840	25657,5	35152,5	236,9
3. Введено (поступило) основных фондов за год, тыс. руб.	2150	16845	6574	305,8
4. Выбыло основных фондов за год, тыс. руб.	4964	2396	2033	41,0
5. Среднегодовая численность работников, занятых в сельскохозяйственном производстве, чел.	23	20	17	73,9
6. Стоимость валовой продукции в действующих ценах, тыс. руб.	17250	15200	13090	75,9
7. Прибыль (убыток) от реализации продукции, тыс. руб.	550	430	-200	-
8. Выручка от реализации сельскохозяйственной продукции, тыс. руб.	13732	11193	12224	89,0
9. Доля молока в структуре товарной продукции %	-	-	25,8	-
СПК «Заря»				
1. Площадь сельскохозяйственных угодий, га	9615	9615	9615	100,0
2. Среднегодовая стоимость основных производственных фондов сельскохозяйственного назначения, тыс. руб.	122120	147033	157868	129,3
3. Введено (поступило) основных фондов за год, тыс. руб.	44034	22671	18499	42,0
4. Выбыло основных фондов за год, тыс. руб.	8492	8388	11062	130,3
5. Среднегодовая численность работников, занятых в сельскохозяйственном производстве, чел.	170	164	168	98,8
6. Стоимость валовой продукции в действующих ценах, тыс. руб.	122464	118161	125488	102,5

7. Прибыль (убыток) от реализации продукции, тыс. руб.	21179	25279	23509	111,0
8. Выручка от реализации сельскохозяйственной продукции, тыс. руб.	90242	98660	109880	121,8
9. Доля молока в структуре товарной продукции %	57,0	64,4	59,4	2,4 (процентных пункта)
ООО «Ямовский»				
1. Площадь сельскохозяйственных угодий, га	1804	1804	1804	100,0
2. Среднегодовая стоимость основных производственных фондов сельскохозяйственного назначения, тыс. руб.	160066	190041	221495	138,4
3. Введено (поступило) основных фондов за год, тыс. руб.	26574	32541	30450	114,6
4. Выбыло основных фондов за год, тыс. руб.	11622	12547	14510	124,8
5. Среднегодовая численность работников, занятых в сельскохозяйственном производстве, чел.	64	63	68	106,3
6. Стоимость валовой продукции в действующих ценах, тыс. руб.	44032	43533	48484	98,0
7. Прибыль (убыток) от реализации продукции, тыс. руб.	9127	2665	10753	117,8
8. Выручка от реализации сельскохозяйственной продукции, тыс. руб.	52250	60195	82706	158,3
9. Доля молока в структуре товарной продукции %	59,5	62,7	50,7	-8,8 (процентных пункта)
Колхоз «Урал»				
1. Площадь сельскохозяйственных угодий, га	12919	12919	12862	99,6
2. Среднегодовая стоимость основных производственных фондов сельскохозяйственного назначения, тыс. руб.	467600	515500	603300	129,0
3. Введено (поступило) основных фондов за год, тыс. руб.	49880	26138	92763	186,0
4. Выбыло основных фондов за год, тыс. руб.	3843	4816	15338	399,1
5. Среднегодовая численность работников, занятых в сельскохозяйственном производстве, чел.	601	596	597	99,3
6. Стоимость валовой продукции в действующих ценах, тыс. руб.	580718	638519	732431	126,1
7. Прибыль (убыток) от реализации	58294	80535	96678	165,8

продукции, тыс. руб.				
8. Выручка от реализации сельскохозяйственной продукции, тыс. руб.	395820	477507	554213	140,0
9. Доля молока в структуре товарной продукции %	73,0	76,0	74,0	1,0 (процентных пункта)
СПК «Глинский»				
1. Площадь сельскохозяйственных угодий, га	6621	6621	6879	103,9
2. Среднегодовая стоимость основных производственных фондов сельскохозяйственного назначения, тыс. руб.	209479	277111	335617	160,2
3. Введено (поступило) основных фондов за год, тыс. руб.	50239	113688	38616	76,9
4. Выбыло основных фондов за год, тыс. руб.	14366	14298	20993	146,1
5. Среднегодовая численность работников, занятых в сельскохозяйственном производстве, чел.	257	251	255	99,2
6. Стоимость валовой продукции в действующих ценах, тыс. руб.	134615	125885	131982	98,0
7. Прибыль (убыток) от реализации продукции, тыс. руб.	16921	18206	3511	20,7
8. Выручка от реализации сельскохозяйственной продукции, тыс. руб.	151764	176417	199933	131,7
9. Доля молока в структуре товарной продукции, %	70,5	80,0	75,7	5,2 (процентных пункта)

Приложение 3

Показатель	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Работники, занятые в сельскохозяйственном производстве РФ, тыс. чел.	6847,7	6298,56	6035,26	5761,07	5384,9	5455,96	5222,81537	4997,4	4793,11	4845,68	4850,31
Работники, занятые в сельскохозяйственном производстве в Свердловской области, тыс.чел.	0	0	0	0	108,2	107,0	103,4	99,8	89,1	88,6	88,3
Динамика внедрения робототехники в РФ, шт.	12	0	14	0	3	24	63	59	75	66	55
Динамика внедрения робототехники в Свердловской области, шт.	0	0	0	0	0	0	0	3	10	7	8
Количество единиц робототехники в сельском хозяйстве РФ, шт.	12	12	26	26	29	53	116	175	250	316	371
Количество единиц робототехники в сельском хозяйстве Свердловской области, шт.	0	0	0	0	0	0	0	3	13	20	28
Плотность роботизации сельского хозяйства РФ	0,02	0,02	0,04	0,05	0,05	0,10	0,22	0,35	0,52	0,65	0,76
Плотность роботизации сельского хозяйства Свердловской области	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,30	1,46	2,26	3,17