

Автономная некоммерческая организация высшего образования
«Российский новый университет»

На правах рукописи

Скворцова Екатерина Геннадьевна

**ФОРМИРОВАНИЕ ТРУДОВЫХ РЕСУРСОВ В МОЛОЧНОМ
СКОВОДСТВЕ В УСЛОВИЯХ ЕГО РОБОТИЗАЦИИ
(на примере Свердловской области)**

Специальность 08.00.05 – 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, доцент
Труба Анатолий Сергеевич

Москва 2020

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1 ФОРМИРОВАНИЕ ТРУДОВЫХ РЕСУРСОВ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ	12
1.1 Сущность формирования трудовых ресурсов сельского хозяйства на современном этапе	12
1.2 Цифровая трансформация и ее влияние на формирование трудовых ресурсов сельского хозяйства.....	23
1.3 Влияние роботизации на характер и содержание труда в сельском хозяйстве	48
2 СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ТРУДОВЫХ РЕСУРСОВ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА	60
2.1 Состояние кадрового потенциала Свердловской области	60
2.2 Влияния применения робототехники на формирование трудовых ресурсов молочно-продуктового подкомплекса региона	73
2.3 Анализ факторов, влияющих на формирование трудовых ресурсов сельского хозяйства в условиях цифровой трансформации	82
3 СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ФОРМИРОВАНИЯ ТРУДОВЫХ РЕСУРСОВ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ	94
3.1 Экономико-математическая модель формирования трудовых ресурсов организаций сельского хозяйства в условиях цифровой трансформации	94
3.2 Закономерности формирования трудовых ресурсов в условиях цифровой трансформации.....	103
3.3 Организационно-экономический механизм формирования трудовых ресурсов в условиях цифровой трансформации.....	111
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	121
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	126
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	148

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. В настоящее время научно-технический прогресс связывают с различными технологическими прорывами в сфере цифровых технологий, включающих технологии анализа и обработки данных (ERP-системы), интернета-вещей (Internet of Things, IoT), искусственного интеллекта (Artificial Intelligence, AI) и робототехнику. Эти технологии и последствия их применения заслуживают особого внимания, так как с высокой вероятностью приведут к кардинальным изменениям и трансформации существующих социальных, политических и экономических систем.

Важнейшим фактором общественного воспроизводства являются трудовые ресурсы. Их роль остается определяющей в условиях развития средств производства, научно-технического прогресса. Роботизация сельского хозяйства существенно изменяет требования к работающим в аграрном секторе экономики. Она находит отражение в изменении характера и содержания труда в отрасли, оказывает влияние на улучшение условий труда, повышение эффективности производства на основе роста производительности труда, повышение качества трудовой жизни «за счет выполнения опасных, монотонных и утомительных видов работы различными средствами автоматизации. Роботизация сельского хозяйства способствует преодолению одного из серьезных противоречий современного производства – с одной стороны, между растущей специализацией трудовых операций как условия повышения производительности труда и, с другой стороны, необходимостью усиления содержательности и творческого характера труда» [73]. Данные процессы формируют предпосылки к изменению процесса формирования трудовых ресурсов сельского хозяйства.

Проблема формирования трудовых ресурсов сельского хозяйства в условиях роботизации недостаточно теоретически изучена. Практически не исследованы характер изменения сущности и содержания труда, качества

трудовой жизни, влияние роботизации на основные фазы воспроизводства трудовых ресурсов сельского хозяйства. Решение данной проблемы состоит в выявлении закономерностей формирования трудовых ресурсов отрасли в условиях роботизации, а также практических рекомендаций по формированию трудовой сферы в условиях применения цифровых технологий и робототехники в аграрном секторе экономики.

В данных условиях имеется необходимость: в подготовке теоретических положений формирования трудовых ресурсов в условиях роботизации сельского хозяйства; учете факторов, влияющих на формирование трудовых ресурсов; создании экономико-математической модели прогнозирования потребности в трудовых ресурсах в условиях роботизации; разработке организационно-экономического механизма формирования трудовых ресурсов сельского хозяйства в условиях роботизации. Требуются оценки влияния роботизации на качественные характеристики трудовых ресурсов, в том числе на гендерный, возрастной состав работников сельского хозяйства и их уровень образования. Этим объясняются актуальность темы исследования и выбор ее автором.

Степень разработанности проблемы. Отдельные вопросы, связанные с научно-техническим прогрессом в сельском хозяйстве, в частности с применением цифровых технологий, рассматривали как 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, Е.А. Скворцов, 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 др.), так и зарубежные (М. Армстронг, Б. Беккер, Р. Битти, М. Хьюзлид и др.).

Важнейшие теоретические и методологические положения, связанные с формированием трудовых ресурсов в сельском хозяйстве, отражены в работах отечественных ученых: Н.В. Белой, А.М. Бутенко, Л.А. Булочниковой, Б.М. Генкина, С.А. Дятлова, И.В. Ильинского, И.Т. Корчагина, И.И. Критского,

А.Р. Кузнецовой, И.Г. Кузнецовой, В.А. Кундиус, В.Ф. Машенкова, В.И. Набокова, А.В. Никонова, К.А. Носковой, Е.В. Овсянникова, С.О. Палкиной, Г.Ю. Панкратова, А.С. Пехтеревой, Т.О. Разумовой, С.Ю. Рощина, Е.В. Рудого, А.Н. Сёмина, В.Т. Смирнова, А.Т. Стадника, Е.С. Строева, В.Ф. Стукача, А.С. Тростина, И.Г. Цыреновой, И.Г. Ушачева, В.П. Черданцева, В.Я. Чуракова, М.Р. Шамсутдиновой, Г.Н. Шапочкина, В.М. Шараповой, Н.В. Шараповой и других.

Вместе с тем многие вопросы формирования трудовых ресурсов сельского хозяйства в условиях цифровой трансформации теоретически и методически разработаны весьма слабо. Недостаточно изучены характер и содержание труда, изменение условий труда и требований к квалификации работников сельского хозяйства в условиях цифровой трансформации производства. Этим объясняется выбор темы, объекта, предмета, цели и задач исследования.

Цель диссертационного исследования состоит в разработке теоретических положений и научно-практических рекомендаций, направленных на формирование трудовых ресурсов сельского хозяйства в условиях его роботизации.

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

1. Развита теоретические положения формирования и функционирования трудовых ресурсов сельского хозяйства в условиях роботизации, дополнен понятийный аппарат данной предметной области.

2. Выполнен анализ основных факторов, влияющих на формирование трудовых ресурсов сельского хозяйства, проведено ранжирование значимости этих факторов в условиях роботизации.

3. Выявлены изменения состава трудовых ресурсов сельского хозяйства, в том числе гендерного, возрастного и уровня образования работников в условиях роботизации.

4. Разработана экономико-математическая модель прогнозирования

потребности в трудовых ресурсах организаций сельского хозяйства в условиях роботизации.

5. Разработан организационно-экономический механизм формирования трудовых ресурсов сельского хозяйства в условиях цифровой трансформации.

Объект наблюдения – трудовые ресурсы организаций сельского хозяйства Среднего Урала, применяющие робототехнику при производстве продукции.

Объектом исследования послужили организационно-экономические отношения, возникающие в процессе формирования трудовых ресурсов сельского хозяйства в условиях его роботизации.

Предмет исследования – механизмы, модели и тенденции, влияющие на формирование трудовых ресурсов сельского хозяйства в условиях его роботизации.

Область исследования соответствует п. 1.2.40 «Инновации и научно-технический прогресс в агропромышленном комплексе и сельском хозяйстве» п. 1.2.33 «Особенности воспроизводственного процесса в сельском хозяйстве, в том числе воспроизводства основных фондов, земельных и трудовых ресурсов, инвестиционной деятельности, финансирования и кредитования» Паспорта специальностей ВАК РФ (экономические науки).

Теоретической и методологической основой исследования явились труды отечественных и зарубежных ученых по проблемам формирования трудовых ресурсов в сельском хозяйстве; федеральные и региональные нормативно-правовые акты, касающиеся внедрения и использования цифровых технологий в организациях сельского хозяйства.

Информационно-эмпирическая и нормативная база исследования: данные Федеральной службы государственной статистики и ее территориального органа по Свердловской и Курганской области, Министерства агропромышленного комплекса и продовольствия Свердловской области, также программы Правительства Свердловской области по развитию агропромышленного комплекса, бухгалтерские отчеты по основным видам

деятельности организаций сельского хозяйства Свердловской области, использующих цифровые технологии, в том числе робототехнику.

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

Положения, выносимые на защиту.

1. Разработаны и дополнены теоретические положения формирования трудовых ресурсов сельского хозяйства. Уточнен понятийный аппарат данной предметной области.
2. Выявлены и ранжированы основные факторы, воздействующие на формирование трудовых ресурсов сельского хозяйства в условиях цифровой трансформации.
3. Определены состав и структура трудовых ресурсов сельского хозяйства, изменяющихся в условиях цифровой трансформации (гендерный, возрастной состав, уровень образования и квалификации, и др.).
4. Разработана экономико-математическая модель прогнозирования потребности в трудовых ресурсах организаций сельского хозяйства в условиях роботизации.
5. Разработан организационно-экономический механизм формирования трудовых ресурсов сельского хозяйства в условиях цифровой трансформации.

Научная новизна исследования состоит в разработке теоретических положений формирования трудовых ресурсов сельского хозяйства в условиях роботизации. Элементы новизны диссертационного исследования:

1. Разработаны и дополнены теоретические положения формирования трудовых ресурсов сельского хозяйства. Уточнен понятийный аппарат данной предметной области. Сформулировано понятие: «трудовые ресурсы сельского хозяйства в условиях цифровой трансформации» – трудоспособная часть населения, обладающая физическими и интеллектуальными способностями для производства материальных благ или оказания услуг и способная осваивать цифровые технологии. Под «формированием трудовых ресурсов сельского

хозяйства в условиях цифровой трансформации» мы понимаем целенаправленный воспроизводственный процесс, реализация которого направлена на привлечение и закрепление в отрасли профессионально подготовленных кадров, способных к освоению высокоэффективных цифровых технологий.

2. Выявлены и ранжированы основные факторы, воздействующие на формирование трудовых ресурсов сельского хозяйства в условиях цифровой трансформации. Предложена методика комплексной оценки технико-технических и социально-экономических факторов, оказывающих воздействие на формирование трудовых ресурсов в условиях цифровой трансформации. Установлены основные направления подготовки и переподготовки кадров отрасли животноводства по формированию у них компетенций взаимодействия с цифровыми технологиями. Комплексная оценка влияния факторов на формирование основных категорий работников показывает наибольшее воздействие на рабочих (0,16 балла), среднее – на специалистов (0,092 балла), и наименьшее – на руководителей (0,082 балла).

3. Определены состав и структура трудовых ресурсов сельского хозяйства, изменяющихся в условиях цифровой трансформации (гендерный, возрастной состав, уровень образования и квалификации и др.). Выявлена зависимость темпов снижения (увеличения) занятости по профессиям с учетом ранга заработной платы в организациях сельского хозяйства, применяющих цифровые технологии. Осуществлен прогноз появления новых профессий в организациях сельского хозяйства под воздействием многообразных факторов цифровой трансформации, в том числе техников по обслуживанию роботов и операторов роботизированного доения в молочном животноводстве.

4. Разработана экономико-математическая модель прогнозирования потребности в трудовых ресурсах организаций сельского хозяйства, функционирующих в условиях цифровой трансформации. В качестве допущения принято, что рабочие места, оборудованные цифровыми технологиями, обслуживаются квалифицированными работниками $h_j(s, t)$, а с

традиционными технологиями – неквалифицированными $I_j(s, t)$. Модель позволяет учитывать влияние количественных и качественных факторов-аргументов, прогнозировать потребность в работниках различных категорий, в том числе молочного животноводства, что позволяет прогнозировать общее снижение количества неквалифицированных работников до 2024 г. на уровне 192 рабочих мест и создание 28 высококвалифицированных рабочих мест при текущих темпах роботизации.

5. Разработан организационно-экономический механизм формирования трудовых ресурсов сельского хозяйства в условиях цифровой трансформации. Среди блоков данного механизма можно выделить: целевой, организационно-экономический, мотивационный, переподготовки и подготовки кадров. Элементы и компоненты организационно-экономического механизма направлены на активизацию целенаправленной деятельности по формированию трудовых ресурсов, осваивающих цифровые технологии, что позволит достичь количества рабочих мест с цифровыми технологиями не менее 8% к 2021 г. и не менее 20% к 2024 г.

Теоретическая и практическая значимость исследования состоит в возможности использования результатов исследования:

- органами исполнительной власти при разработке программ инновационного развития сельского хозяйства и технической модернизации отрасли;
- руководителями и специалистами организаций сельского хозяйства при научном обосновании выбора и применения современной техники и технологий.

Результаты исследования могут быть использованы 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 «Заря» Талицкого района, ООО «Ямовский» Алапаевского района, ООО «Дерней» Пышминского района Свердловской области.

Основные положения исследования, выводы и рекомендации докладывались и обсуждались на международных научно-практических конференциях (Екатеринбург, 2016, 2017, 2018). 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 «Информационные технологии в профессиональной деятельности», при проведении лекционных и практических занятий, написании выпускных квалификационных работ студентами очной, очно-заочной и заочной форм обучения.

Публикации. Основные положения диссертационного исследования представлены в 17 печатных работах общим объемом 11,04 п.л., авторского текста 7,55 п.л., в том числе 2 работы в изданиях Web of Science и Scopus, 8 работ – в изданиях, рекомендованных ВАК РФ, и в 1 монографии.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения, списка использованной литературы, содержащего 188 наименований, приложение. Основной текст представлен 152 машинописными страницами и содержит 16 таблиц и 20 рисунков.

Во введении обоснованы актуальность, цель и задачи, предмет и объект, методы исследования, выделены научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, данные об апробации ее результатов.

В первой главе «Формирование трудовых ресурсов сельского хозяйства в условиях цифровой трансформации» рассмотрена сущность трудовых ресурсов сельского хозяйства, проанализированы подходы к их исследованию, выделены конкретные задачи по формированию трудовых ресурсов в условиях цифровой трансформации, выполнен анализ основных цифровых технологий, применяемых в сельском хозяйстве, в том числе технологий искусственного интеллекта, интернета вещей и ERP-систем, проанализированы фазы воспроизводства трудовых ресурсов на различных стадиях научно-технического прогресса, определено влияние цифровой трансформации на характер и содержание труда.

Во второй главе «Социально-экономическая оценка состояния трудовых ресурсов сельского хозяйства» выполнен анализ состояния кадрового потенциала Свердловской области, проанализированы эффекты роботизации сельского хозяйства области на гендерный, возрастной состав работников и уровень их образования, выполнен анализ факторов, влияющих на формирование трудовых ресурсов сельского хозяйства.

В третьей главе «Совершенствование формирования трудовых ресурсов сельского хозяйства в условиях цифровой трансформации» предложена методика оценки потребности в трудовых ресурсах в условиях роботизации, выделены закономерности их формирования и разработан организационно-экономический механизм формирования трудовых ресурсов сельского хозяйства в условиях цифровой трансформации.

В заключении приведены основные результаты диссертационного исследования, сформулированы выводы и предложения.

1 ФОРМИРОВАНИЕ ТРУДОВЫХ РЕСУРСОВ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ

1.1 Сущность формирования трудовых ресурсов сельского хозяйства на современном этапе

В России депопуляционные процессы на сельских территориях связаны с нерегулируемым массовым оттоком трудоспособного населения в крупные города. Данные процессы начали происходить с начала 1960-х годов в условиях индустриализации и урбанизации. Старение населения, безработица на селе, условия жизни в деревне, отсутствие доступа к социальным и государственным услугам, бедность и низкий уровень доходов в сельской местности, кризис агропромышленной отрасли, отсутствие возможностей получения качественного образования [5] – основные причины депопуляции сельских территорий.

По прогнозам экспертов, в среднесрочной и долгосрочной перспективе численность населения сельских территорий будет сокращаться, при этом скорость этого негативного процесса будет увеличиваться. В настоящее время население сельских территорий составляет 39,5 млн человек, или 27% от численности населения России, из них трудоспособных граждан – около 21 млн человек, или 53,2%. Значительную долю жителей сельских территорий – 9,1 млн человек (23%) – составляют пенсионеры. Согласно экспертным оценкам, численность сельского населения в России с учетом миграции к 2020 г. снизится на 4,6 %, а к 2040 г. – на 10,2 %. Данные демографические тенденции приводят к нарастанию дефицита кадров для сельского хозяйства. Вместе с тем Государственной программой развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013-2020 гг. предусмотрено увеличение производства продукции отрасли в хозяйствах всех категорий в 2020 г. по отношению к 2010 г. на 39%. Для достижения этого показателя потребуются грамотные,

технически обученные и владеющие современными технологиями трудовые ресурсы в достаточном количестве для выполнения работ, разработки проектов, управления сложными процессами, оказания социальных услуг, и др. Эти и другие обстоятельства повышают целесообразность использования трудосберегающих технологий, среди которых можно выделить цифровые, интеллектуальные и роботизированные.

Прежде всего, необходим анализ понятийного аппарата данной сферы исследования.

Одним из первых о «трудовых ресурсах» как самостоятельной экономической категории упомянул академик С.Г. Струмилин. В его работе трудовые ресурсы охарактеризованы в сравнении с материальными ресурсами. С.Г. Струмилин определил трудовые ресурсы как важнейший элемент экономического потенциала страны, в данное им определение входит как экономически активное, так и неактивное население, у которого имеются необходимые физические и интеллектуальные способности [11, 13].

В «Экономической энциклопедии» под редакцией Л.И. Абалкина трудовые ресурсы определяются как «население обоих полов в трудоспособном возрасте (для мужчин в возрасте от 16 до 59 лет, для женщин – от 16 до 54 лет включительно), за исключением неработающих инвалидов войны и труда I и II групп и лиц, получающих пенсию по возрасту на льготных условиях, а также лица в нетрудоспособном возрасте (подростки и население старше трудоспособного возраста), занятые в экономике» [105].

По мнению Л.М. Низовой, «трудовые ресурсы – это трудоспособная часть населения, которая, обладая физическими и интеллектуальными возможностями, способна производить материальные блага или оказывать услуги» [44].

А.В. Улезько и С.В. Мистюкова «к основным ресурсам, необходимым для формирования производственной системы любого хозяйствующего субъекта в аграрной сфере, относят трудовые, земельные ресурсы и капитал (в широком смысле этого слова). Под экономическим потенциалом предприятия

понимаются исходные возможности совокупности имеющихся у предприятия ресурсов при том или ином способе их соединения в процессе воспроизводства (хозяйственный механизм предприятия и предпринимательские способности руководителей и специалистов) относительно сложившейся совокупности макроэкономических факторов. Физические, умственные способности и квалификация людей, которые могут быть вовлечены в процесс производства, по сути дела, определяют потенциал трудовых ресурсов. Причем величина этого потенциала есть величина, динамически изменяющаяся под влиянием целого ряда факторов» [94].

М. Старовойтов и П. Фомин предлагают использовать понятие «интеллектуального капитала». По их мнению, «интеллектуальный капитал предприятия – это вклад в производственную деятельность, осуществляемый работником посредством характеристик, определяющих его качество, возникающее в процессе труда, создающим услуги или товар в целях их воспроизводства на основе персонального экономического интереса каждого субъекта и их общности» [88].

По мнению И.М. Нурмухаметова, в сфере АПК страны одной из главных проблем является недоукомплектованность руководящих должностей профессиональными молодыми кадрами. Автор в своем исследовании делает следующие выводы. «Во-первых, сельское население страны постоянно сокращается, снижается численность трудовых ресурсов на селе и число занятых в сфере АПК. Во-вторых, руководящий состав сельхозпредприятий требует притока молодежи. Кроме того, необходимо повышение уровня образования руководящего состава сельхозпредприятий. У автора вызывает беспокойство тот факт, что почти 10 % руководителей имеют уровень образования, не соответствующий руководящей должности» [46].

В целом социальный заказ производственной и социальной сферы села на трудовые ресурсы, по мнению М.П. Гурьяновой, предполагает:

- опережающий характер профессиональной подготовки кадров по перспективным направлениям развития производственной сферы села;

- соответствие потребностей работодателя, уровней подготовки, образования кадров проблемам основных отраслей экономического комплекса села;

- адаптивность общеобразовательной и профессиональной школы к меняющимся потребностям рынка труда. Социальный заказ и меняющиеся условия в производственной и социальной сферах села влияют на формирование целей и ценностей образования. В современных условиях общее и профессиональное образование призваны быстро реагировать на меняющиеся потребности рынка труда, обеспечивать образовательную поддержку инновационным процессам, идущим в экономике.

В области кадрового обеспечения сельскохозяйственного производства обоснованно создание минимально необходимой базы для преодоления негативных тенденций, для привлечения и закрепления в сельском хозяйстве профессионально подготовленной молодежи, а также для формирования в отрасли АПК стабильного, высококвалифицированного кадрового потенциала, способного к освоению высокоэффективных технологий [22].

Н.Н. Ярош отмечает, что «на смену термину «трудовые ресурсы» в настоящее время используется понятие «человеческие ресурсы», которое наиболее полно отражает процесс стирания грани между рабочей силой и личностью человека. По мнению ученого, понятие человеческие ресурсы помимо физических способностей человека отражает «способности получать, хранить, перерабатывать и предоставлять информацию, принимать рационально обоснованные решения, формулировать цели и контролировать деятельность по их достижению, способности вырабатывать новые знания и трансформировать идеи, заложенные в научных исследованиях, для создания нового продукта, т. е. способность к творчеству» [110].

Исследователи сельского хозяйства советского периода В.Ф. Машенков, И.Е. Мальцев отмечают, что «трудовые ресурсы составляют все трудоспособное население, которое работает или не работает в общественном производстве, но имеет необходимые физические и духовные потребности для

участия в нем. При этом на практике термины «трудовые ресурсы» и «рабочая сила» ими употребляются в равной мере применительно к колхозам, совхозам и в целом в АПК» [38].

Развитие социальной инфраструктуры, по мнению А.А. Илюхина и С.В. Илюхиной, оказывает прямое воздействие на мотивацию труда и его экономические результаты. В системе факторов, влияющих на результативность производства, необходимо учитывать условия, определяемые социальной инфраструктурой. Институты социальной инфраструктуры создают предпосылки для расширенного воспроизводства рабочей силы, привлечения и закрепления квалифицированных специалистов. Острота проблемы порождает необходимость формирования базовых условий социального комфорта для расширенного воспроизводства и закрепления на селе трудовых ресурсов [28].

Н.Г. Вишневская и М.А. Егорова выявили основные проблемы сельского рынка труда, которые состоят в оттоке трудовых ресурсов из сельской местности, в особенности молодежи, низкой заработной плате, плохой информированности сельских жителей о реализуемых государственных программах. По мнению ученых, решению проблемы будет способствовать государственная поддержка села, которая может быть направлена на развитие трудового потенциала данного сегмента рынка труда [16].

В своих работах А.В. Акимов отмечает, что развитие робототехники и других трудосберегающих технологий вытесняет человека из сферы производства. При сужении рынка труда возможно воздействие на уровень рождаемости, финансирование здравоохранения (повышение смертности – как следствие), на международную и внутреннюю миграцию, особенно в развивающихся странах [1]. Снижение доли женщин на рынке труда может привести к повышению рождаемости. Этот сценарий наиболее вероятен, если получит распространение базовый фиксированный доход для всех жителей страны. Однако безработица может значительно снизить мотивацию иметь детей и, соответственно, уровень рождаемости. Модель цифровой трансформации, сложившаяся в конце XX – начале XXI вв., включающая

развитие технологий искусственного интеллекта и роботизацию производства, может разрушиться из-за существенных противоречий с механизмами занятости. Это особенно вероятно, если занятость будет сокращать не только низкоквалифицированный труд, но и труд специалистов высокой квалификации [2]. Вероятен как положительный сценарий развития с ростом производства и перераспределительными процессами в обществе в пользу безработных, так и негативный с увеличением числа безработных и ростом уровня неравенства [3].

Т.В. Блинова и С.Г. Былина отмечают, что по большому числу сценариев снижается численность лиц трудоспособного возраста и женщин детородных возрастов. Отмечается, что данные негативные тенденции в демографии населения сельских территорий снижают возможности экономического развития аграрного сектора экономики [7].

М.И. Горбачев и Н.М. Морозов отмечают, что необходимость и целесообразность разработки и использования современной робототехники в сельском хозяйстве (особенно в Западной Европе) были вызваны в основном двумя факторами. К первому из них можно отнести значительное увеличение уровня оплаты, производительности труда работников сельского хозяйства и возможность обходиться без привлечения дополнительных рабочих в выходные дни основных работников. Ко второму фактору следует отнести необходимость решения ряда социальных вопросов (например, исключение контакта с животными и за счет этого устранение специфических запахов, и т. д.).

Российские ученые Ю.Г. Иванова и А.Г. Лапкина провели сравнительную оценку трудозатрат и производительности труда при доении животных в длинный молокопровод и доении с применением роботов [20]. Анализ показывает значительное снижение трудоемкости и рост производительности труда практически в два раза при переходе с первого способа на второй.

С.П. Земцов отмечает [26], что использование робототехники в производстве приводит к уменьшению уровня занятости. В его исследовании обсуждаются компенсационные механизмы и противоречивые результаты эмпирических исследований на эту тему. С использованием методики

международных сопоставлений произведена оценка доли потенциально роботизируемых рабочих мест в регионах России, которая составила около 44%, что несколько меньше, чем в странах с высоким уровнем доходов. Высказывается предположение, что часть работников может быть не готова к постоянному переобучению, к конкуренции с робототехникой, и, соответственно, имеется вероятность их исключения из экономической жизни [26].

В своем исследовании И.Л. Сизова и Т.М. Хусяинов пишут, что внедрение робототехники формирует новые формы трудовых отношений, способствует сотрудничеству и обмену, а сеть Интернет связывает человека с машинами и вещами [67]. Трудовые отношения становятся более прозрачными и контролируемыми извне. Ускорение цифровой трансформации увеличивает возможности получения образования, растет качество трудовых ресурсов, однако меняются и профиль работника, и требования к нему. Трудовая деятельность трансформируется в автономную, мобильную, при этом выполнение трудовых обязанностей возможно лишь с овладением ряда компетенций. В России процесс трансформации массового труда и занятости идет намного медленнее, в исследованиях выделяются только некоторые «атипичные» формы занятости.

В.Г. Квачев и М.А. Юдина в своей статье отмечают радикальные изменения в характере труда и занятости населения в связи с наступающей четвертой промышленной революцией. Роботизация вызывает серьезные ключевые изменения категории труд. Без изучения и регулирования данных аспектов общество ждет очередной виток массовой технологической безработицы с резким ростом неравенства [32].

В работах Р.И. Капелюшникова отмечается, что на уровне отдельных организаций зависимость между инновациями и занятостью зачастую оказывается положительной, а на уровне отдельных отраслей она является неоднозначной, на макроуровне результаты научно-технологического прогресса могут выступать в качестве как положительных, так и нейтральных

факторов. Это позволяет сделать вывод, что имеющиеся опасения относительно возможно значительного увеличения безработицы под воздействием технологических факторов не имеют достаточных оснований. Анализ также показывает, что цифровые технологии значительно изменяют структуру занятости, а не ее уровень, при этом изменяется не столько ранжирование работников по профессиональным группам, сколько совокупность решаемых задач в рамках каждой профессии [31].

По мнению С.К. Неуймина, в сельском хозяйстве проблема формирования трудового потенциала характеризуется «следующими обстоятельствами:

- немеханизированным, тяжелым физическим, ненормированным трудом;
- низким уровнем заработной платы, осложненным сезонными колебаниями;
- слабым развитием социальных условий для работы и быта;
- низким уровнем развития инфраструктуры;
- невысоким образовательным уровнем значительной части сельского населения» [43].

Эти и другие обстоятельства делают труд в сельском хозяйстве малопривлекательным. Важнейшими социальными факторами, влияющими на формирование трудовых ресурсов села, являются: развитость и доступность систем образования и здравоохранения, обеспеченность благоустроенным жильем, наличие объектов социально-культурного назначения, и т.д. [43].

Трудовые ресурсы, которые существуют в форме человеческого капитала, считает О.Н. Горбунова, неразрывно связаны с социально-экономическими условиями, в которых они находятся, а также с инвестициями. Формы таких инвестиций – расходы на образование, обучение на рабочем месте, медицинское обслуживание [21]. Цифровая трансформация оказывает влияние на качество и структуру трудовых ресурсов, вызывает объективную необходимость их реструктуризации, в том числе и в аграрном секторе экономики [107, 108].

Значительное влияние на экономику сельского хозяйства, в частности на производительность труда, оказывает квалификационный состав рабочих кадров [99]. Под квалификацией М.Р. Шамсутдинова предложила понимать способность работника выполнять работы, требующие определенных знаний, умений и навыков [100].

А.М. Козина разделяет сельскохозяйственные кадры (часть трудовых ресурсов) на «пять основных категорий: рабочие кадры, кадры служащих, научные кадры, кадры специалистов и руководителей» [34].

Широко известно, что характер занятости и перспективы карьерного роста в сельских территориях имеют достаточно узкие рамки [25, 106].

Обобщение результатов исследования понятийного аппарата формирования трудовых ресурсов сельского хозяйства представлено в таблице 1.

Проблема формирования трудовых ресурсов сельского хозяйства в условиях цифровой трансформации недостаточно теоретически изучена. Практически не исследованы характер изменения сущности и содержания труда, качества трудовой жизни, влияние цифровой трансформации на основные фазы воспроизводства трудовых ресурсов сельского хозяйства. Необходимо исследовать вопросы повышения эффективности сельскохозяйственного производства в результате роста производительности труда в условиях цифровизации отрасли. Требуются оценки влияния применения цифровых технологий на качественные характеристики трудовых ресурсов, в том числе на гендерный, возрастной состав работников и их уровень образования.

Решение данной проблемы состоит в выявлении закономерностей формирования трудовых ресурсов отрасли в условиях цифровой трансформации, а также практических рекомендаций по формированию трудовой сферы в условиях применения цифровых, интеллектуальных производственных технологий, роботизированных систем в аграрном секторе экономики.

Таблица 1 – Основные понятия, характеризующие сущность трудовых ресурсов сельского хозяйства

Автор	Определение
Струмилин С.Г.	Это важнейший элемент экономического потенциала страны, в который входит экономически активное и неактивное население, обладающее физическими и интеллектуальными способностями [91]
Абалкин Л.И.	Население обоих полов в трудоспособном возрасте (для мужчин в возрасте от 16 до 59 лет, для женщин – от 16 до 54 лет), за исключением неработающих инвалидов войны и труда I и II групп и лиц, получающих пенсию по возрасту на льготных условиях, а также лиц в нетрудоспособном возрасте (подростки и население старше трудоспособного возраста), занятые в экономике
Шапиро С.А., Шатаева О.В.	Трудовые ресурсы – это население страны установленного законодательством возраста, обладающее рабочей силой и готовое к общественно полезной деятельности в различных сферах национальной экономики
Ярош Н.Н.	«Человеческие ресурсы, носителями которых являются только трудоспособные граждане всей страны, есть часть интегрального человеческого потенциала экономики данной страны» [110].
Машенков В.Ф. Мальцев И.Е.	«Трудовые ресурсы составляют все трудоспособное население, которое работает или не работает в общественном производстве, но имеет необходимые физические и духовные потребности для участия в нем» [38].
Грегова Е.Я., Дубровский В.В.	Под трудовыми ресурсами понимается потенциал, обладающий соответствующим образованием и отличными знаниями, гибким умом и практической смекалкой, имеющий достаточный стаж работы на занимаемой должности, знающий передовой отечественный и зарубежный опыт предпринимательской и коммерческой деятельности, организации и технологии [15]
Горбунова О.Н.	Трудовые ресурсы включают людей как занятых деятельностью в различных отраслях экономики, так и незанятых, но способных трудиться
Рофе А.И.	Это часть населения, обладающая физическим развитием, умственными способностями и знаниями, необходимыми для осуществления полезной деятельности [67]
Зинченко А.П., Шакиров Ф.К.	«Часть населения обоего пола, способного заниматься общественно полезной деятельностью. Они состоят из двух групп населения: экономически активное население и экономически неактивное население» [102].
Воловская Н.М.	Состоят из трудоспособных граждан в трудоспособном возрасте и работающих граждан моложе и старше трудоспособного возраста
Низова Л.М.	«Трудоспособная часть населения, которая, обладая физическими и интеллектуальными возможностями, способна производить материальные блага или оказывать услуги» [44].

Составлено автором.

В связи с этим считаем целесообразным дополнить понятийный аппарат следующими определениями.

Трудовые ресурсы сельского хозяйства в условиях цифровой трансформации – это трудоспособная часть населения, обладающая физическими и интеллектуальными возможностями для производства материальных благ или оказания услуг и способная осваивать цифровые технологии.

Считаем целесообразным определить понятие формирование трудовых ресурсов сельского хозяйства в условиях цифровой трансформации как процесс привлечения и закрепления в отрасли профессионально подготовленных кадров, способных к освоению высокоэффективных цифровых технологий.

Можно также указать конкретные задачи по формированию трудовых ресурсов сельского хозяйства в условиях цифровой трансформации, а именно:

- привлечение и закрепление специалистов сельского хозяйства на селе;
- создание благоприятных социально-экономических условий для воспроизводства человеческого капитала на селе и управление этим процессом;
- исследование темпов снижения (увеличения) занятости по профессиям в зависимости от ранга заработной платы в организациях сельского хозяйства, применяющих цифровые технологии;
- исследование уровня удовлетворенности трудом, реализации интересов работников и возможностей поиска талантов в результате цифровой трансформации сельского хозяйства;
- улучшение социально-бытовых условий сельских жителей, и др.

Таким образом, основная цель формирования трудовых ресурсов сельского хозяйства состоит в обеспечении организаций отрасли квалифицированными кадрами, способными осваивать цифровые технологии, рациональном использовании трудовых ресурсов для повышения социально-экономической эффективности аграрной сферы.

Представляется целесообразным рассмотреть основные характеристики цифровой трансформации и ее влияние на формирование трудовых ресурсов сельского хозяйства.

1.2 Цифровая трансформация и ее влияние на формирование трудовых ресурсов сельского хозяйства

В последнее время повышается интерес к развитию цифровых технологий. Принята стратегия научно-технологического развития Российской Федерации до 2030 г., одним из приоритетов которой является переход в ближайшие 10-15 лет к цифровым, интеллектуальным производственным технологиям, роботизированным системам. Реализация ее позволит создать соответствующие условия и инфраструктуру, подготовить кадры для достижения лидерства по избранным направлениям научно-технологического развития и построить целостную национальную инновационную систему. В целях реализации данной стратегии разработан и принят план мероприятий, включающий механизм и ожидаемые результаты в данной области развития, принята соответствующая научно-техническая программа развития сельского хозяйства до 2025 г.

Постановлением Правительства РФ «Об утверждении Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017-2025 годы» обозначены задачи создания и внедрения современных технологий производства, переработки и хранения сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия; совершенствования системы подготовки и дополнительного профессионального образования кадров для агропромышленного комплекса, ориентированной на быструю адаптацию к цифровой трансформации.

Цифровая трансформация в долгосрочной перспективе, как правило, положительно влияет на развитие общества и производства. Цифровая трансформация экономики [19], очевидно, позволит уменьшить издержки производства за счет роста производительности труда, снизить цены на товары массового производства. В результате этого люди получают возможность удовлетворять свои потребности по более низким ценам. Произойдет повышение творческой составляющей труда за счет выполнения роботами монотонной, опасной и рутинной работы. Однако высвобождаемая при этом

рабочая сила должна обладать высокой гибкостью и мобильностью, чтобы при необходимости соответствующим образом перепрофилироваться. Существующие оценки указывают на возможность беспрецедентного роста технологической безработицы, исключения граждан из экономики и поляризации труда. Возможны усиление неравенства между странами, дискриминация между гражданами по различным признакам, в том числе полу, расе, географическому положению и т.д. Несмотря на это, последствия цифровой трансформации экономики в целом и отдельных ее секторов и их влияния на процессы формирования трудовых ресурсов остаются недостаточно изученными. Это относится и к отечественному аграрному производству, цифровизация которого уже набирает темпы.

Экономист Василий Леонтьев, лауреат Нобелевской премии, заявил в 1983 г., что «роль человека в качестве важнейшего фактора производственного процесса будет уменьшаться, так же как уменьшилась роль лошадей в сельскохозяйственном производстве, пока они все не были заменены тракторами» [148].

В 1987 г. Роберт Солоу, экономист из Массачусетского технологического института, который позже в том же году получил Нобелевскую премию за работы по теории экономического роста, написал: «Вы можете видеть наступление эры компьютеров повсюду, но на показателях производительности это не отразилось» [169]. К середине 1990-х его слова уже не соответствовали действительности; производительность стала расти намного быстрее, чем раньше, и большое количество исследований показало, что главной причиной этого стали компьютеры и другие цифровые технологии.

В последнее время не утихают споры о целесообразности цифровой трансформации различных сфер человеческой деятельности, в том числе цифровизации сельского хозяйства. Цифровизация производства позволит получить существенные преимущества по сравнению с традиционными технологиями. Цифровая трансформация оказывает значительное влияние на формирование трудовых ресурсов. Это заставляет исследовать проблемы

прогнозирования развития трудовых ресурсов и влияние основных закономерностей трудовой сферы в условиях цифровой трансформации сельского хозяйства.

В настоящее время цифровые технологии могут выполнять без участия человека действия, которые нельзя запрограммировать или назвать рутинными операциями. К ним можно отнести, например: точное диагностирование болезней, взаимодействие естественным образом с людьми, участие в творческой работе, такой как написание музыки или проектирование предметов. За последние несколько лет цифровые технологии помогли изжить парадокс Поланьи и прочие ограничения [10], стоявшие на пути к новым территориям. Цифровые технологии не просто аккуратно выполняют закодированные инструкции, данные им программистами, – они учатся самостоятельно решать задачи. Это позволяет говорить, что цифровые технологии значительно расширяют границы деятельности, которые способны выполнять технические устройства без участия человека.

Так, рядом исследователей установлено, что при переходе от традиционной технологии к робототехнике в сельском хозяйстве значительно снижается трудоемкость производства продукции, увеличивается производительность труда [141, 185], повышается качество продукции [137, 157]. Пол Кругман поясняет: «Способность страны улучшить в долгосрочной перспективе свой уровень жизни почти полностью зависит от способности повысить эффективность каждого работника» – иными словами, от количества часов труда, необходимых для производства чего угодно, начиная с автомобилей и заканчивая застёжками-молниями [165].

Необходимость цифровой трансформации вызвана также ростом интенсивности сельского хозяйства, что связано с увеличением населения и общим ростом уровня жизни в мире. По различным оценкам, численность населения Земли может достигнуть 12,6 млрд к 2100 г. [150], а потребность в сельскохозяйственной продукции увеличится на 60%. Традиционные системы ведения сельского хозяйства не позволят обеспечить все увеличивающиеся

потребности в продуктах питания, а потому ответом на вызовы современности становится цифровизация экономики. Данные процессы приведут к существенной трансформации трудовых отношений в аграрном секторе экономики.

В условиях цифровой трансформации, дефицита кадров в ряде сельских территорий, «необходимости увеличения объемов и качества выпускаемой продукции организации сельского хозяйства» [75] осуществляют модернизацию производства [84, 85]. В зависимости от направления специализации, уровня и размеров аграрного производства развиваются или уже применяются различные интеллектуальные технологии, которые можно объединить в различные группы. Прежде всего, к этим технологиям можно отнести искусственный интеллект, интернет вещей и робототехнику, технологии анализа и обработки данных. В некоторых случаях в отношении этих технологий употребляют термин «сквозные цифровые технологии» [18].

Использование искусственного интеллекта особенно актуально и эффективно в сельском хозяйстве, поскольку значительное количество трудовых операций можно описать на основе алгоритмов. В настоящее время обсуждается проект Национальной стратегии развития искусственного интеллекта. Согласно прогнозам, доля организаций, использующих технологии искусственного интеллекта в своей деятельности, должна достигнуть 10% к 2024 г. и 20% к 2030 г., а Россия должна войти в десятку стран-лидеров по количеству статей по искусственному интеллекту в научных изданиях, индексируемых в международных базах данных Scopus и Web of Science. Технологии искусственного интеллекта могут использоваться в животноводстве для доения животных, уборки навоза, стрижки овец и т.д.; «в растениеводстве для посева сельскохозяйственных культур, опрыскивания растений ядохимикатами и удобрениями, прополки сорняков, контроля всхожести посевов и т.д.» [63]; во вспомогательном производстве – для мониторинга сельскохозяйственных угодий, сортировки и упаковки продукции, и т.д. Применение этих технологий в сельском хозяйстве вызывает

существенные изменения формирования трудовых ресурсов аграрного сектора экономики.

Для понимания перспектив применения искусственного интеллекта в сельском хозяйстве и их влияния на формирование трудовых ресурсов необходимо выделить направления разработки данных технологий.

Зачастую технологии искусственного интеллекта могут быть использованы для прогноза «урожайности сельскохозяйственных культур в зависимости от различных факторов» [57]. Так, «австралийские ученые производят точный прогноз урожайности кофе на основе экологических, климатических и почвенных условий» [57, 146]. В других исследованиях разработаны системы машинного обучения, позволяющие прогнозировать урожайность вишни во время уборки [115], производить картографирование урожайности цитрусовых [174], прогнозировать урожайность пшеницы [162], стадии развития риса [180]. Дальнейшее развитие цифровых технологий потребует от агрономов навыков интерпретации информации, полученной от технологии искусственного интеллекта, по прогнозированию урожайности сельскохозяйственных культур.

Информация о состоянии почвы является важным показателем, позволяющим принимать определенные управленческие решения. Ученые разработали технологии искусственного интеллекта для мониторинга и прогнозирования влажности почвы [167] и для оценки ее температуры [173]. Появление данных технологий потребует соответствующего повышения квалификации агрономов.

Значительное количество исследований с применением технологий искусственного интеллекта направлено на диагностику болезней растений. Так, «разработана система для обнаружения азотного стресса и желтой ржавчины» [57, 158], определения инфицированных и здоровых растений пшеницы [140] и риса [127]. Технологии искусственного интеллекта по прогнозированию болезней растений могут быть достаточно полезным инструментом в руках агрономов. Это потребует соответствующей подготовки и повышения

квалификации работников сельского хозяйства.

Погодные условия являются неотъемлемым фактором, влияющим на эффективность сельскохозяйственного производства. Применение технологий искусственного интеллекта «позволило получить более точные прогнозы потенциальных рисков засухи» [57, 159]. Это, в свою очередь, позволяет принимать управленческие решения по снижению последствий климатических рисков и управлению урожайностью. Применение данных технологий потребует от руководителей умения использовать информацию, получаемую от технологий искусственного интеллекта, для обоснования управленческих решений.

Управление водными ресурсами в сельскохозяйственном производстве требует значительных усилий и играет существенную роль. «Исследователями разработан вычислительный метод для оценки среднемесячной эвапотранспирации для засушливых и полузасушливых регионов» [57]. При этом использовались методы машинного обучения и среднемесячные климатические данные 44 метеорологических станций за период 1951-2010 гг. [156].

Борьба с сорняками – еще одна серьезная проблема в сельском хозяйстве. Технологии искусственного интеллекта позволяют точно определять сорняки в посевах [163]. Основной целью было точное выявление различных видов сорняков, что позволило достичь определенных экономических эффектов и снизить уровень опрыскивания посевов средствами защиты растений. Данные технологии окажут влияние на подготовку специалистов для сельского хозяйства. В частности, агрономы должны будут научиться взаимодействовать с данными программами и интерпретировать поступающую информацию.

Технологии искусственного интеллекта применяются в животноводстве при оценке продуктивности и моделей поведения животных. Так, существует метод классификации поведения крупного рогатого скота для распознавания эструса и изменений рациона крупного рогатого скота [131], для

отслеживания поведения животных [153]. Имеются соответствующие модели при производстве продукции птицеводства и свиноводства [139]. В производстве продукции животноводства технологии искусственного интеллекта направлены на повышение экономической эффективности. Применение данных технологий потребует от зооинженеров «умения взаимодействовать с искусственным интеллектом для решения вопросов зоотехнического учета. Ветеринарные врачи и фельдшеры могут использовать данные, полученные от технологий искусственного интеллекта, для принятия решений о лечении животных» [66]. Это также позволит существенно снизить показатели тяжести труда данных специалистов.

Внедрение технологий искусственного интеллекта является относительно новым трендом, и для обеспечения его успеха необходимы дополнительные исследования и испытания [78]. Однако трудно оценить, насколько эффективным и выгодным может быть использование данных технологий интеллекта для этой жизненно важной отрасли [40]. Несмотря на все очевидные преимущества, технологии искусственного интеллекта для сельского хозяйства должны лишь помогать людям, делать их работу более эффективной и безопасной, но ни в коем случае не заменять их полностью. Технологии, определенно, должны развиваться, но это развитие должно быть гармоничным с развитием социума [83].

Важное значение для формирования трудовых ресурсов имеет применение в сельском хозяйстве технологий интернета вещей (IoT).

В 1999 г. Кевин Эштон сформулировал понятие интернета вещей, которое обозначает концепцию вычислительной сети физических предметов (вещей), которые взаимодействуют с другими устройствами или с внешней средой с помощью встроенных технологий. Сельское хозяйство является одним из секторов, на которые, как ожидается, окажет наибольшее влияние прогресс в области IoT [184]. Планируется, что в РФ к 2024 г. не менее 20% рабочих мест в сельском хозяйстве будут связаны киберфизическими системами, т.е. интернетом вещей.

По состоянию на конец 2016 г., на долю сельского хозяйства приходилось около 6% всех реализованных в мире проектов в области IoT. Технологии IoT уже используют до 0,05–5,0% сельхозпроизводителей России [93], для сравнения, в США – до 60%, в ЕС – до 80%. Решения, связанные с точным земледелием, в той или иной степени используют около 10 % российских агрохозяйств, холдингов и ферм. При этом минимального экономического эффекта от внедрения IoT в сельское хозяйство РФ может достичь к 2025 г. – 469 млрд руб. [30] (PwC Digital IQ, 2017).

Технологии IoT используются для сбора данных по ряду параметров с целью мониторинга условий деятельности на различных объектах аграрного производства: от пчелиных ульев [132] и теплиц до животноводческих помещений [155, 172]. Необходимость дистанционного управления машинами и оборудованием возникает как в среде с нормальными условиями [128, 168], так и в искусственно созданных средах, например аквакультуре [187]. Прогнозирование с высокой точностью урожайности культур возможно с установлением взаимосвязи между различными группами данных, получаемых от датчиков [135]. Продуктивность животных прогнозируется на основе количественного определения физиологических, иммунологических и поведенческих реакций продуктивного скота [160]. Мониторинг условий на ферме позволит контролировать и поддерживать жизненно важные параметры как стандартных животноводческих помещений, так и специфических помещений с регулируемой мутностью воды, а также с постоянным снабжением кислородом, азотом и CO_2 [117], в том числе вертикальных ферм [125]. Превентивное техническое обслуживание состоит в обнаружении и диагностике неисправностей до того, как они произошли [181]. В сельском хозяйстве большое значение имеет измерение различных параметров среды, к примеру температуры [115], влажности [168], давления [185]. Применение технологий IoT открывает широкие возможности более экономного расходования семян [179], удобрений [188], топлива, воды [140] и электроэнергии [147].

Применение технологий интернета вещей может оказать значительное влияние на подготовку трудовых ресурсов сельского хозяйства. Прежде всего, от руководителей потребуется умение ориентироваться на рынке технологий интернета вещей с целью выбора оптимального варианта с точки зрения стоимости и функционального использования данной техники. Специалисты сельского хозяйства должны будут уметь интерпретировать информацию и взаимодействовать с технологиями интернета вещей. К примеру, специалисты в области животноводства могут получать данные об условиях в животноводческих помещениях. «Умное поле» с применением технологий интернета вещей позволит специалистам в области растениеводства получать своевременные данные об основных параметрах среды: влажности, температуре почвы, содержании питательных веществ. Инженеры могут дистанционно получать данные о состоянии техники, таким образом осуществляя превентивное техническое обслуживание. В свою очередь, от специалистов инженерных специальностей потребуется умение конструировать и производить обслуживание сетей киберфизических систем, т.е. интернета вещей. Экономисты сельского хозяйства должны иметь навыки расчета экономической эффективности и окупаемости инновационных проектов [41] с применением интернета вещей.

Важную роль в сельскохозяйственном производстве имеет робототехника, применение которой может способствовать «улучшению условий труда работников, снижению профессиональной заболеваемости и травматизма на производстве, повышению уровня творческого характера труда, снижению дефицита кадров организаций сельского хозяйства» [75]. Этого можно достигнуть путем применения роботов на опасном, тяжелом, монотонном и утомительном производстве в сельском хозяйстве.

К основным причинам появления и развития роботов в народном хозяйстве следует отнести желание высвободить человека от тяжелой работы и экстремальных условий; потребность значительного увеличения производительности труда и качества выпускаемой продукции на основе

абсолютной точности выполняемых операций; снижение социальных выплат в организациях, где труд робототехники приходит на смену живому труду человека [147].

Робототехника в настоящее время используется в животноводстве для доения животных [185], уборки навоза, стрижки овец и т.д.; в растениеводстве – для посева сельскохозяйственных культур [121], опрыскивания растений ядохимикатами и удобрениями, прополки сорняков [118], и т.д. По оценкам специалистов, в мире применяется около 20 тыс. единиц доильной робототехники (AMS).

«В последнее время достаточно актуальной является роботизация доения на фермах, поскольку доение – один из самых сложных и трудоемких процессов в молочном производстве» [42]. Доильный робот – достаточно сложная техническая система. Она сочетает в себе как собственно элементы робототехники, поскольку выполняет операции и ориентируется в пространстве без участия человека, так и другие цифровые элементы. В то же время в составе этого комплекса используются технологии машинного зрения, т.е. искусственного интеллекта. В доильном роботе реализована функция превентивного технического обслуживания с применением интернета вещей. В случае износа одного из узлов данная технология передает сигнал сервисной службе, которая выезжает на место, заранее зная характер имеющейся проблемы. Применение таких сложных устройств, как доильный робот, требует специальных навыков от сотрудников и меняет систему организации труда на ферме.

Представляется целесообразным привести краткую характеристику производителей сельскохозяйственной робототехники, выпускаемой на мировом рынке.

«ДеЛаваль» — дочерняя компания шведской группы «Тетра Лаваль». На мировом рынке оборудования для молочного скотоводства занимает первое место [72], контролируя существенную долю рынка. Производит доильную робототехнику с 1998 г. Примеры продуктов: робот для доения коров DeLaval

VMS; роботизированная карусель AMR DeLaval; робот для уборки навоза DeLaval RS250. По экспертным оценкам, данная компания является бесспорным лидером на российском рынке.

Голландская компания «Лели» является одним из лидеров мирового рынка робототехники для сельского хозяйства. В 1992 г. компания Lely выпустила первый в мире коммерческий доильный робот Lely Astronaut A2. Примеры продуктов: однокорпусный доильный робот Lely Astronaut A4; роботы для подравнивания кормов Lely Juno; робот-кормораздатчик Lely Vector; робот для удаления навоза Lely Discovery; Lely T4C InHerd – система управления стадом. В России появилась сравнительно недавно, но довольно быстро наращивает долю рынка.

«ВестфалияСерж» – принадлежит немецкому концерну «ГЕА Групп». Примеры продуктов: GEA Farm Mlone – многокорпусные доильные роботы; DairyProQ – роботизированная карусель для доения коров; GEA FRone – подравниватель кормов; GEA SRone и GEA SRone+ – роботы для навозоудаления; GEA CMIQ – система мониторинга мастита в реальном времени; GEA Apollo – система для улучшения состояния вымени и предупреждения мастита; GEA MixFeeder WIC – система подготовки кормов. На мировом рынке оборудования для молочного скотоводства занимает второе место [73]. Робототехнические комплексы Gea Farm Mlone закупают в Россию с 2011 г. Обслуживание производится региональным авторизованным центром продаж и сервисного обслуживания.

Американская компания «Боуматик» «является поставщиком полного комплекта доильного оборудования со всеми известными доильными и холодильными установками. Под наименованием Proflex компания «Боуматик» выпустила на рынок доильного робота, который в единичных количествах представлен в России» [72].

Английская компания «Fullwood» присутствует на российском рынке с доильным роботом Merlin. Доля рынка, приходящаяся на продукцию компании на российском рынке, – единицы процентов.

Компания из Дании «SAC» выпускает системы роботизированного доения, в том числе двухблочные. Примеры продуктов: многоблочные доильные роботы SAC Futureline Max, SAC RDS Futureline MAX DB, SAC RDS Futureline MAX SB, SAC RDS Futureline MAX Mobile. Один роботизированный манипулятор работает с двумя блоками.

Поставки решений компании «Импульс АГ» в Россию – единичные. Продукция компании широко представлена во всей Восточной Европе [73].

Процесс внедрения цифровых технологий сложно представить без соответствующих инструментов, к которым можно отнести системы планирования общеорганизационных ресурсов (ERP).

Внедрение корпоративных систем в организациях сельского хозяйства привлекает все большее внимание практиков бизнеса и ученых, и этот интерес привел к росту количества научных исследований в данной сфере. Одна из причин этого внимания заключается в том, что корпоративные системы и, в частности, системы планирования общеорганизационных ресурсов, представляют собой важную основу бизнеса, которая позволяет контролировать все организационные ресурсы и транзакции с применением единой системы [130].

ERP-системы представляют собой стандартизированные программные пакеты на основе обобщения передовых практик бизнеса. Кроме того, ERP-системы отвечают потребностям в интегрированных решениях, заменяя устаревшие системы, позволяют избегать несовместимых информационных структур и избыточности данных, снижая затраты на обслуживание и способствуя созданию общей платформы для предприятия [171].

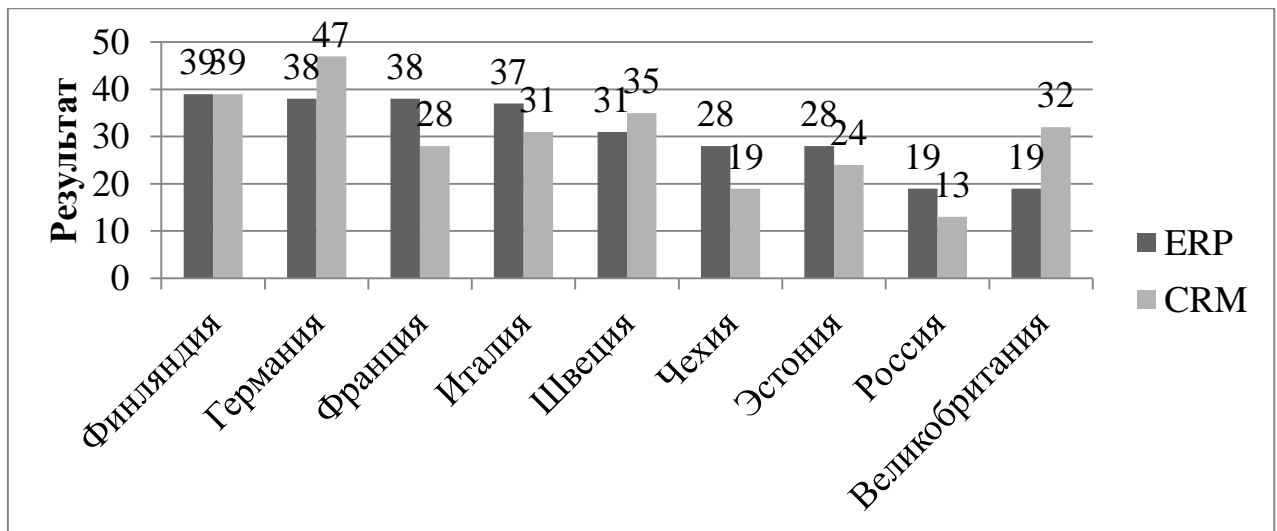
Предшественники ERP-систем появились в 1970-х годах и были названы системами планирования потребностей в материалах (MRP), которые впоследствии превратились в системы планирования ресурсов производства (MRPII). MRPII также охватывает другие организационные бизнес-процессы, которые ранее не были включены.

ERP-системы в их современном виде появились не раньше 1990-х годов.

Основное различие между ERP-системами и их предшественниками состоит в том, что ERP охватывает деятельность всей организации и поддерживает все ключевые бизнес-процессы, в то время как более ранние системы были ориентированы на определенные операции, такие как планирование производства и связанные с производством операции [138]. С 1990-х годов организации внедряют эти системы для повышения эффективности и обеспечения плавной интеграции информационных потоков между отделами и функциональными подразделениями [114]. В последнее время ERP превратились в облачные платформы либо используются как гибридные системы. С момента появления облачных вычислений они считаются ключевой стратегической технологией для будущего развития [165] и имеют возможность изменить традиционный способ использования информационных технологий в организациях. Разработка и применение ERP-систем на основе облачных вычислений возрастает, в то время как применение традиционных ERP снижается [122].

Предпосылками внедрение ERP-систем в организации сельского хозяйства могут быть следующие. Прежде всего, это неспособность руководителей и специалистов организаций сельского хозяйства контролировать цены на сырьевые товары, колебания обменного курса, издержки производства, изменения климатических условий и способствовать адаптации к требованиям производства.

Внедрение ERP-систем является сложным организационным и техническим мероприятием. Технически данные системы сложно реализовать с точки зрения конфигурации, адаптации и преобразования данных из устаревших систем (рисунок 1).



*По данным Высшей школы экономики.

Рисунок 1 – Использование ERP- и CRM-систем в организациях по странам: 2017 г.* (в процентах от общего числа организаций предпринимательского сектора) [104]

По данным рисунка видно, что в 2017 г. наибольший процент организаций, использующих ERP-системы, наблюдался в Финляндии, Франции и Германии. При этом Россия значительно уступала этим развитым в экономическом отношении странам по применению ERP-систем.

Процесс внедрения ERP-систем вносит изменения в бизнес-процессы, рабочие процедуры и роли сотрудников. Кроме того, из-за сложности ERP-систем специалисты сельского хозяйства могут испытывать трудности в изучении и понимании, и зачастую требуются комплексные программы переобучения и повышения квалификации [170]. Объединяя все функции в одну систему, организации сельского хозяйства стремятся повысить эффективность, предоставляя сотрудникам различных подразделений доступ к одной и той же информации через общую базу данных. ERP-системы имеют основополагающее значение в работе и управлении цепочками поставок с непрерывной интеграцией процессов, доступом в режиме реального времени и доступом к данным для поддержания конкурентоспособности на глобальных и местных рынках. Эти системы определяются как комплексные программные решения, направленные на интеграцию процессов и функций в целостный

подход к производству и управлению с помощью единой информационной системы [129, 145]. Можно представить ERP как интегрированную систему для автоматизации потока материалов, информации и финансовых ресурсов путем их объединения в бизнес-процессах [112].

Примерами ERP-систем могут являться базы данных с изменениями погодных условий, с историей поражения посевов вредителями и болезнями, а также другими результатами производства, в сочетании с данными о ценах на сельскохозяйственные товары. Все это может стать набором полезной информации для принятия управленческих решений. Для этого требуются база данных, хранилище данных и интеллектуальный анализ данных. ERP-системы играют важную роль в развитии точного сельского хозяйства, рассматривают проблему интеграции данных, полученных с помощью этих технологий, в согласованную систему управления сельским хозяйством.

Процесс внедрения ERP-систем состоит, как правило, из следующих этапов:

1. Обследование деятельности объекта внедрения. Основная цель на этом этапе – утверждение смысла внедрения ERP-систем. В качестве основной цели может выступать снижение издержек на управление и повышение оперативности сбора информации об основных производственных процессах.

2. Моделирование – выбор оптимальной модели ведения учета. Данный этап может включать: определение функциональных и организационных рамок проекта; формализацию измерений результата; описание текущего состояния; определение достижимости цели и ее измерений; модель достижения цели; определение необходимых ресурсов для достижения цели проекта; формирование календарно-ресурсного плана внедрения ERP-системы; описание процессов, способствующих достижению смысла внедрения этой системы.

3. Проектирование – формализация требований к доработкам системы для устранения функциональных разрывов. На данном этапе могут быть сформированы бизнес-кейсы для теста выработанных моделей учета; выбрана

оптимальная модель; зафиксированы функциональные разрывы выбранной модели, созданы и утверждены в графическом виде документы и отчеты.

4. Разработка – реализация функциональных требований по техническому заданию. На данном ответственном этапе происходит описание функциональности и достигаемого результата, а также утверждение технического задания.

5. Опытная эксплуатация – фиксация достижения цели внедрения ERP-систем опытным путем. На данном этапе происходят настройка прав и ролей пользователей, тестовый прогон системы, проверка достижения цели проекта опытным путем, устранение отклонений и обучение конечных пользователей. Также выполняются консультации пользователей при работе в системе.

6. Промышленная эксплуатация – фиксация достижения цели внедрения ERP-систем промышленным путем. На данном этапе происходят устранение отклонений и фиксация достижения цели.

Внедрение ERP-систем в организациях сельского хозяйства требует создания соответствующей проектной команды, в том числе с привлечением сторонних организаций. Внедрение систем, позволяющих автоматизировать процессы управления и деятельности организаций сельского хозяйства в России, сталкивается с определенными проблемами. К основным из них можно отнести недоверие руководителей и специалистов организаций сельского хозяйства к высокотехнологичным решениям. Это приводит к недостаточной поддержке проекта со стороны руководства организаций, что делает его осуществление труднореализуемым. Сопротивление отделов в предоставлении конфиденциальной информации уменьшает эффективность системы, оказывает влияние недостаточная подготовка персонала, а также проблемы занесения и поддержки актуальности данных в ERP.

Эффективность внедрения ERP-систем в значительной степени связана с областью применения и уровнем доверия руководителей и работников к данным системам [154]. С другой стороны, до сих пор имеется достаточно противоречивая информация о влиянии преимуществ ERP [161]. Ряд

исследователей утверждают, что из-за сложного характера ERP его успешная реализация составляет менее 49% во всем мире [151]. Изучая детерминанты диффузии ERP-систем, можно определить факторы, способствующие повышению эффективности организаций сельского хозяйства в результате внедрения ERP-систем. Предварительные результаты показывают, что применение данных систем может способствовать улучшению финансовых показателей организаций сельского хозяйства (фермеров).

Важно учитывать, что руководителям и специалистам необходимо установить определенные критерии для измерения эффективности применения ERP, чтобы определить целесообразность внедрения данных систем. ERP-системы позволят повысить точность управленческих решений в области сельскохозяйственного производства и могут послужить основой для точного (прецизионного) сельского хозяйства. Внедрение и эксплуатация этих систем потребуют от руководителей и специалистов организаций сельского хозяйства новых навыков. Их основным навыком должно быть постоянное повышение квалификации. Они должны иметь фундаментальные знания по цифровым технологиям и способность быстро обучаться, поскольку ERP-системы постоянно совершенствуются. Данное обстоятельство потребует также от высших учебных заведений аграрного профиля дополнительных инвестиций в материальную базу и привлечения специалистов соответствующего уровня.

Таким образом, цифровая трансформация на настоящем этапе приводит к существенному изменению характера общественного воспроизводства.

Прежде всего, в сельском хозяйстве появляются орудия труда принципиально нового типа. К ним можно отнести робототехнику, технологии искусственного интеллекта и интернета вещей, технологии сбора и анализа данных. Их применение позволит значительно повысить производительность труда и эффективность сельскохозяйственного производства и управления, изменит процесс формирования трудовых ресурсов отрасли.

Существенно трансформируются предметы труда. Если ранее основными предметами выступали сырье и материалы, то под воздействием цифровой

трансформации предметами труда в сельском хозяйстве становятся информация и наборы больших данных.

Можно обобщить основные направления цифровой трансформации в сельском хозяйстве на современном этапе (таблица 2).

Таблица 2 – Основные элементы цифровой трансформации сельского хозяйства на современном этапе

Технология	Сущность
Робототехника	«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» [75]
Технологии интернета вещей (Internet of Things, IoT)	Представляют собой совокупность устройств и датчиков, подключенных к сети Интернет, инструментов для сбора и хранения данных в режиме реального времени, средств обработки этих данных в полезные сведения и их предоставление пользователям с помощью соответствующих интерфейсов
Технологии искусственного интеллекта (Artificial Intelligence, AI)	«Технические средства, т.е. отдельные технические решения на основе компьютерных программ, обладающие некоторыми особенностями интеллектуальных систем, способные к самообучению и направленные на решение конкретных задач сельскохозяйственного производства» [57]
Системы планирования общеорганизационных ресурсов (ERP-системы (англ. Enterprise Resource Planning, планирование ресурсов предприятия))	Стандартизированные программные пакеты, организационная стратегия интеграции производства и операций, управления трудовыми ресурсами, финансового менеджмента и управления активами, ориентированная на непрерывную балансировку и оптимизацию ресурсов предприятия посредством специализированного интегрированного пакета прикладного программного обеспечения, обеспечивающего общую модель данных и процессов для всех сфер деятельности [56]

Составлено автором.

Под воздействием цифровой трансформации значительные изменения претерпевает технология производства и управления в сельском хозяйстве. Все более высокими темпами внедряются цифровые технологии, что позволяет применять технологии точного земледелия, точного животноводства и др. Использование цифровых технологий обеспечивает рост производительности труда и снижение затрат производства. Однако дефицит ведущих российских компаний в сфере IT (аналогичных Amazon, Apple, Google, IBM, Intel, Microsoft

и другим) [36] и отсутствие подготовки кадров по этим направлениям в аграрных учебных заведениях ослабляют потенциальные возможности прорыва нашей страны в создании и развитии интернета вещей, технологий искусственного интеллекта, роботов для сельского хозяйства.

Существует необходимость уточнения понятия цифровой трансформации. По нашему мнению, цифровая трансформация сельского хозяйства – объективный процесс постоянного совершенствования и качественного обновления производства с применением цифровых технологий, прежде всего технологий интернета вещей, искусственного интеллекта, анализа больших данных и робототехники, выражающийся в создании и освоении новых знаний, орудий и предметов труда, технических средств управления, оказывающий влияние на формирование трудовых ресурсов.

В сельском хозяйстве цифровая трансформация и ее влияние на формирование трудовых ресурсов отличаются рядом специфических особенностей, связанных с историческими условиями развития сельского хозяйства [94, 104], спецификой социально-экономических отношений в отрасли, сельскохозяйственного производства и труда.

В силу определенных исторических причин для сельского хозяйства решения на основе цифровых технологий стали появляться позже, чем для промышленности. Так, впервые промышленные роботы в коммерческих целях были сконструированы под руководством Дж. Ф. Энгельберга и М. Дж. Дана, они начали выпускать в 1960 г. фирмой «Consolidated Controllors» под торговой маркой «Unimate». Отечественный автоматический манипулятор (для переноса и укладки металлических листов) был создан в 1966 г. предприятием «Эникмаш» (Воронеж). Для сельского хозяйства первые коммерческие роботы для доения коров были выпущены в 1989 г. голландской компанией Lely [43]. Отчасти это связано с тем, что цифровые технологии для сельского хозяйства гораздо сложнее в техническом отношении, чем те же решения для промышленности, где производственные условия проще описать алгоритмами.

Своеобразие сельскохозяйственного производства также накладывает

отпечаток на специфику цифровой трансформации в данной сфере. Прежде всего, это связано с использованием в качестве средства производства земли, а также растений и животных. Это обуславливает тесное переплетение экономических процессов с исключительно сложными и трудно описываемыми алгоритмами естественно-биологическими процессами, большую зависимость результатов труда от природных условий, сезонность труда и использования техники, особые требования к машинам и технологиям.

Цифровая трансформация существенно изменяет процесс формирования трудовых ресурсов в сельском хозяйстве. В настоящее время нет единой точки зрения в определении содержания воспроизводства трудовых ресурсов. Одни авторы сводят этот процесс к производству рабочей силы или подготовке кадров, другие – к подготовке и распределению, третьи – к подготовке, распределению и использованию. При определении содержания воспроизводства трудовых ресурсов целесообразно использовать методологию воспроизводства общественного продукта, разработанную К. Марксом и содержащую фазы производства, распределения, обмена и потребления. Следует отметить, что этапы цифровой трансформации имеют определенные характеристики. Так, на начальном этапе цифровой трансформации, по нашему мнению, происходит внедрение отдельных цифровых технологий. На функциональном этапе происходит их массовое внедрение, что может сопровождаться потоковой реализацией проектов по цифровизации, созданием отраслевых цифровых платформ. На модернизационном этапе цифровой трансформации происходит определенное снижение эффективности и интенсивности цифровых технологий и решений, выработанных на предыдущих этапах. На завершающем этапе происходит резкое снижение эффективности применения и темпов внедрения цифровых технологий и платформ предыдущих уровней и переход к поиску новых цифровых решений и платформ. Следует отметить, что этапы цифровой трансформации, по нашему мнению, носят циклический характер. При этом цифровые технологии и платформы предыдущего уровня сменяются более современными решениями, и

данный процесс повторяется постоянно. Применительно к воспроизводству трудовых ресурсов сельского хозяйства в условиях цифровой трансформации их характеристики таковы.

«Фаза подготовки трудовых ресурсов включает приобретение способности к труду посредством системы общего, специального, высшего образования и профессиональной подготовки, восстановление и развитие способностей к труду» [74]. На начальном этапе цифровой трансформации данная фаза характеризуется появлением и разработкой новых программ обучения и подготовки, что может быть связано с увеличением расходов на обучение. На следующей стадии – функциональном этапе цифровой трансформации – будет реализована массовая подготовка работников нового профиля. Это, в свою очередь, вызовет появление новых профессий, снижение финансирования по устаревшим направлениям подготовки. Так, в соответствии с программой «Цифровое сельское хозяйство» планируется повышение производительности труда в 2 раза в расчете на одного работника в период с 2019 г. по 2024 г. При этом «доля специалистов сельскохозяйственных предприятий, прошедших переподготовку и обладающих компетенциями в области цифровой экономики по работе с цифровыми продуктами и технологиями» [15], должна составить 50% к 2024 г. На модернизационном этапе цифровой трансформации происходят дальнейшее совершенствование подготовки и повышение квалификации работников, внесение изменений в соответствующие программы обучения, однако темпы этих процессов постепенно замедляются. На завершающем этапе цифровой трансформации происходит снижение эффективности повышения квалификации и совершенствования подготовки кадров нового поколения и возникает необходимость разработки новых программ обучения (таблица 3).

Таблица 3 – Фазы воспроизводства трудовых ресурсов в условиях цифровой трансформации

Фаза воспроизводства трудовых ресурсов	Этапы цифровой трансформации			
	начальный	функциональный	модернизационный	завершающий
Фаза подготовки трудовых ресурсов	Появление и разработка новых программ обучения и подготовки кадров, увеличение расходов на обучение	Массовая подготовка работников нового профиля. Появление новых профессий, снижение финансирования по устаревшим направлениям подготовки	Совершенствование подготовки и повышение квалификации работников. Внесение изменений в соответствующие программы обучения	Снижение эффективности повышения квалификации и совершенствования подготовки кадров нового поколения. Необходимость разработки новых программ обучения
Фаза распределения трудовых ресурсов	«Определение новой структуры кадрового состава, новых стимулов к труду. Дополнительные затраты на перераспределение трудовых ресурсов по сферам приложения труда и видам занятости» [54]	«Формирование новой кадровой структуры, состава, расстановки работников во всех сферах производства. Значительное увеличение производительности труда и уровня доходов работников» [54].	«Незначительное усовершенствование структуры, состава, расстановки кадров и стимулирования труда. Некоторый рост эффективности и производительности труда» [54]	Потребность в переходе к новой кадровой структуре, составу работников и системе стимулирования труда. Снижение эффективности и производительности труда [54]
Фаза обмена трудовых ресурсов	Переобучение и повышение квалификации. Формирование новой организационной структуры. Появление новых профессий	Интенсивный обмен знаниями, мастерством, навыками управления, распространение новой организационной структуры управления. Массовое распространение новых профессий	Незначительное усовершенствование сложившейся структуры и системы производства и управления. Незначительное улучшение условий труда	Снижение интенсивности обмена знаниями. Необходимость формирования новой организационной структуры. Снижение эффективности и производительности труда
Фаза использования трудовых ресурсов	«Новые условия, интенсивность, характер и результативность труда. Значительные дополнительные затраты, связанные с ростом оплаты труда работников новых профессий» [54]	Новые условия, интенсивность, характер и результативность труда. Повышение содержательности и интеллектуальности труда, производительности труда. Значительный экономический эффект, рост доходов работников [54].	«Совершенствование условий, интенсивности, характера труда. Снижение травматизма и профессиональных заболеваний работников. Снижение темпов роста производительности труда» [54]	«Наблюдается ухудшение условий и характера труда, снижается производительность и эффективность» [54]

Составлено автором.

«Фаза распределения трудовых ресурсов включает распределение и перераспределение совокупной рабочей силы по сферам приложения труда, видам занятости, отраслям народного хозяйства и регионам» [73]. Начальный этап цифровой трансформации характеризуется определением новой структуры работников и выявлением новых стимулов к труду [49, 52]. В условиях цифровой трансформации сельского хозяйства предполагается, что распределение по сферам трудовых ресурсов произойдет, прежде всего, от специалистов с преимущественно физическим трудом к специалистам умственного труда. Это может вызвать дополнительные затраты на перераспределение трудовых ресурсов по сферам приложения труда и видам занятости. Так, в соответствии с программой «Цифровое сельское хозяйство» «на создание системы непрерывной подготовки специалистов сельскохозяйственных предприятий с целью формирования у них компетенции в области цифровой экономики» [15] в период с 2019 г. по 2014 г. будет выделено 5368,0 млн руб. При этом на «проведение исследований с целью определения потребности в высококвалифицированных специалистах для сельского хозяйства с компетенциями в области цифровой экономики для создания институциональной основы цифровой трансформации сельского хозяйства, обеспечения технологического прорыва в АПК посредством внедрения цифровых технологий и платформенных решений» [15] будет выделено 650,0 млн руб. Планируется выделение 3 300,0 млн руб. «на создание отраслевой электронной образовательной среды «Земля знаний» для дистанционного обучения специалистов сельскохозяйственных предприятий» [15]. При этом на «проведение мероприятий по профориентации школьников, для обучения по сельскохозяйственным» [15] направлениям подготовки на уровне среднего профессионального и высшего профессионального образования выделено 62,5 млн руб. На функциональном этапе цифровой трансформации произойдет дальнейшее формирование новой кадровой структуры, состава, расстановки работников во всех сферах аграрного производства. Это позволит существенно повысить производительность труда и

уровень доходов работников. На модернизационном этапе цифровой трансформации произойдет незначительное совершенствование структуры, состава, расстановки кадров и корректировка системы стимулирования труда. Это, в свою очередь, существенно снизит темпы роста эффективности производства и производительности труда. На завершающем этапе цикла произойдет исчерпание потенциала цифровых решений предыдущего поколения, что будет характеризоваться необходимостью перехода к новой кадровой структуре, составу работников и системе стимулирования труда, что, в свою очередь, вызовет резкое снижение эффективности и производительности труда в отрасли.

Фаза обмена представляет собой отношения по поводу реализации способностей к труду, складывающиеся между работниками и работодателями. В узком смысле состоит в обмене товарами, в широком смысле – как обмен способностями, деятельностью и результатами деятельности, которые существуют в обществе, где есть разделение труда. Для трудовых ресурсов данная фаза характеризуется ростом необходимости переобучения и повышения квалификации. Это вызовет, в свою очередь, формирование новой организационной структуры и появление новых профессий. К этим профессиям можно отнести, к примеру, агрокибернетика, оператора роботизированного доения, а также техника по обслуживанию робототехники в сельском хозяйстве. «Данный процесс будет характеризоваться необходимостью обмена знаниями, профессиональным мастерством, навыками управления, усилением роли общения в коллективе, ростом внутренних и внешних коммуникаций» [73]. В соответствии с программой «Цифровое сельское хозяйство» «на проведение переподготовки специалистов сельскохозяйственных предприятий, в том числе высвобождающихся в результате внедрения цифровых продуктов и технологий» [15], будет выделено 1355,5 млн в период с 2019 г. по 2024 г. На этапе модернизации цифровой трансформации снизятся темпы совершенствования сложившейся структуры и системы производства. На завершающем этапе цикла произойдет снижение интенсивности обмена

знаниями и возникнет необходимость формирования новой организационной структуры. Этот процесс будет сопровождаться снижением эффективности производства и производительности труда.

Фаза использования трудовых ресурсов означает их потребление в процессе труда [58, 74]. На начальном этапе цифровой трансформации использование трудовых ресурсов будет сопровождаться появлением новых условий, интенсивности, характера и результативности труда. Это будет связано со значительными дополнительными затратами, связанными с ростом оплаты труда работников новых профессий. Данный процесс «включает трудовую деятельность, в процессе которой непосредственно используются трудовые ресурсы 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» [74]. Это позволит значительно повысить интеллектуальность и содержательность труда в сельском хозяйстве, снизить его тяжесть и создать условия для закрепления молодого поколения кадров на селе [89]. На этапе модернизации цифровой трансформации будут происходить дальнейшее совершенствование условий, интенсивности и характера труда, снижение травматизма и профессиональных заболеваний работников вследствие более полного овладения новыми технологиями производства. Однако возможно снижение темпов роста производительности труда [91, 92]. На завершающем этапе цикла произойдет ухудшение условий и характера труда, снизится его производительность и эффективность. Это в полной мере наблюдается в настоящее время в сельском хозяйстве по отношению в предыдущей системе производства и управления, основанного на традиционных технологиях.

Следует отметить, что в процессе производства трудовые ресурсы не только потребляются, но и воспроизводятся. Это связано с тем, что только в процессе труда человек развивает свои физические и духовные потребности, повышает уровень знаний, приобретает и совершенствует опыт и

производственные навыки, что особенно актуально в условиях внедрения цифровых технологий. В условиях цифровой трансформации отношения, складывающиеся в процессе производства, распределения, обмена и потребления, составляют экономическое содержание воспроизводства трудовых ресурсов.

Цифровая трансформация ведет к систематическому сокращению потребности в неквалифицированных трудовых ресурсах и росту – в квалифицированных. Все более усиливается необходимость в приведении квалификации работников в соответствие с усложняющимся производственным процессом. Поэтому воспроизводство трудовых ресурсов на данном этапе цифровой трансформации, которое в настоящее время в сельском хозяйстве характеризуется активным внедрением робототехники, выступает как расширенное воспроизводство преимущественно квалифицированной рабочей силы.

Анализ влияния цифровой трансформации на формирование трудовых ресурсов будет неполным и незаконченным, если не изучить вопросы, связанные с содержанием труда. Таким образом, требуется рассмотрение основных теоретических положений формирования трудовых ресурсов с точки зрения изучения сущности, характера и содержания трудового процесса в условиях цифровой трансформации, в частности роботизации, в организациях сельского хозяйства.

1.3 Влияние роботизации на характер и содержание труда в сельском хозяйстве

В последние годы наметился рост объемов инвестиций в отрасль, вводятся в эксплуатацию «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» [75]. В

настоящее время в сельском хозяйстве наблюдается значительный дефицит квалифицированных кадров. 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» [75].

Данную проблему в значительной мере может решить внедрение цифровых технологий, в том числе робототехники. Развитие средств производства, совершенствование техники и технологии являются важнейшими факторами, оказывающими влияние на формирование трудовых ресурсов сельского хозяйства. В этой связи выявление и изучение количественных и качественных изменений в содержании труда и их влияния на структуру трудовых ресурсов, характер их использования приобретают особое значение. Дело в том, что малейшее несоответствие между уровнем развития орудий труда и трудовыми ресурсами в условиях цифровой трансформации приводит как к значительным потерям, так и снижению темпов внедрения цифровых технологий. И напротив, полное единство в развитии этих основных компонентов производительных сил представляет собой важный источник повышения эффективности общественного производства.

Анализ новых явлений в характере и содержании трудовой деятельности работников сельского хозяйства позволит прогнозировать направления, к которым будет приводить изменение их профессионально-квалификационного уровня. Это, в свою очередь, послужит основой совершенствования процесса формирования трудовых ресурсов, подготовки кадров, их материального симулирования.

В настоящее время цифровая трансформация, в том числе применение робототехники, находит распространение в различных сферах сельскохозяйственного производства. Роботизированные доильные системы или доильные роботы становятся все более популярными в качестве технологии доения, их применение сокращает трудозатраты [74, 185], увеличивает надой и качество молока [182]. Посадка овощных культур – это достаточно трудоемкая

операция, обычно выполняемая вручную. Применение посадочного робота позволяет снизить трудоемкость, повысить эффективность посадки саженцев благодаря высокой точности с минимальным вмешательством человека [144]. Робот с применением системы машинного зрения различает культурные растения и сорняки. При этом сорняки обрабатываются отдельными каплями гербицида. Это позволяет значительно сократить использование гербицидов и применять их в умеренном количестве, что в противном случае могло бы нанести вред экологичности продукции [183]. Использование уборочного робота достаточно эффективно при уборке винограда [149] и при посеве сельскохозяйственных культур [121].

Цифровая трансформация имеют потенциал к существенному изменению характера и содержания труда в отрасли, оказывает влияние на улучшение «условий труда, снижение уровня заболеваемости и производственного травматизма, повышение эффективности производства на основе роста производительности труда, повышение качества трудовой жизни за счет освобождения человека от опасных, монотонных и утомительных видов работ, выполняемых роботами» [75]. При этом, с одной стороны, выделяют социальные условия труда (продолжительность, режим рабочего времени; время, затрачиваемое на дорогу и на весь производственный процесс), а с другой – материальные условия труда, средства и предметы труда, естественные и искусственные условия внешней среды, влияющие на производственный процесс (технология и организация труда), которые по характеру и объему своего воздействия подразделяются на общие и специальные. Под общими условиями труда подразумеваются условия внешней среды (температура воздуха, влажность), шумы, вибрация, освещенность, разнообразные излучения; под специальными – безопасность труда, его тяжесть.

Вместе с тем недостаточно изучены влияние цифровой трансформации на эффективность сельскохозяйственного производства и ее влияние на формирование трудовых ресурсов отрасли [143]. Анализ новых явлений в

трудовой деятельности работников, осуществляющих взаимодействие с цифровыми технологиями, позволяет предвидеть направления, по которым идет изменение их профессионально-квалификационного уровня. А это, в свою очередь, служит научной основой для совершенствования подготовки работников и специалистов сельского хозяйства, материального стимулирования их труда. Представляется целесообразным определение тенденций изменения тяжести и напряженности труда в условиях применения робототехники на животноводческих фермах.

На данном этапе развития цифровых технологий в сельском хозяйстве все шире используется робототехника. При этом невозможно полностью исключить человека из производственного процесса. Хотя человек на производстве с робототехникой непосредственно не участвует в изготовлении продукции, он все же выполняет трудовые функции, вступая в контакт с робототехникой, особенно в процессе технического обслуживания (наладка, ремонт и т.д.). На смену дояркам приходят операторы роботизированного доения. В свою очередь, скотников, которые подравнивают корма на кормовом столе, сменяет техник по обслуживанию роботов, в том числе робота-подравнивателя кормов.

Определить тяжесть и напряженность труда в условиях применения цифровых технологий можно с использованием комплекса методов. Прежде всего, необходимо минимизировать влияние побочных факторов внешней и внутренней среды, в которых функционируют организации сельского хозяйства. К ним можно отнести породность животных, наличие и качество кормовой базы, различие в системах оплаты труда, и т.д. На основе сопоставления традиционной фермы и фермы с робототехникой необходимо будет провести оценку рабочего места оператора роботизированной фермы и техника по обслуживанию роботизированного оборудования [75].

К основным показателям тяжести трудового процесса можно отнести: физическую динамическую нагрузку; массу поднимаемых и перемещаемых грузов; общее число стереотипных рабочих движений; величину статической

нагрузки; рабочую позу; степень наклона корпуса; перемещения в пространстве. На общую оценку степени физической тяжести влияют все перечисленные ранее показатели. Следует учесть, что сначала необходимо установить класс по каждому измеренному показателю, а окончательную оценку тяжести труда произвести по показателю, имеющему наибольшую степень тяжести. Уровень удовлетворенности трудом можно определить с использованием опроса работников роботизированных ферм. В качестве контрольной группы могут выступить работники традиционных ферм этой же организации сельского хозяйства (таблица 4).

Таблица 4 – Сравнение показателей тяжести трудового процесса на различных фермах

Показатель	Традиционная ферма	Ферма с робототехникой
1. Физическая динамическая нагрузка	Тяжелый физический труд	Оптимальная (легкая физическая) нагрузка
2. Масса поднимаемого и перемещаемого груза вручную	Постоянные подъем и перемещение тяжестей при чередовании с другой работой	Суммарная масса грузов, перемещаемых в течение каждого часа смены
3. Стереотипные рабочие движения	Локальные движения, как правило, выполняются в быстром темпе	Локальные рабочие движения, выполняемые, как правило, в медленном темпе
4. Характерная рабочая поза	Периодическое, до 50% времени смены, нахождение в неудобной и/или фиксированной позе; пребывание в вынужденной позе (на коленях, на корточках и т.п.) до 25% времени смены. Нахождение в позе стоя до 80% времени смены	Свободная, удобная поза, возможность смены рабочего положения тела (сидя, стоя). Нахождение в позе стоя до 40% времени смены

Составлено автором.

Снижение тяжести условий труда, монотонности, повторяемости операций в процессе производства оказывает положительное влияние на привлекательность труда в сельском хозяйстве, особенно для молодых людей, которые в последние годы выбывают из сельской местности. В настоящее время аграрные вузы выпускают специалистов, которые не «стремятся трудоустроиться по специальности именно потому, что труд в аграрном секторе экономики характеризуется высокой тяжестью, малой привлекательностью,

рутинностью и не дает возможностей личностного и профессионального роста, не способствует освоению новых технологий» [74]. Не вызывает сомнений, что применение цифровых, интеллектуальных технологий и робототехники повышает привлекательность и разнообразие труда, что может положительно сказаться на закреплении молодых специалистов в отрасли. К наиболее важным факторам, которые способствуют удовлетворенности трудом, следует отнести интерес к работе, снижение количества монотонных и повторяющихся процессов, повышение удобства и комфорта производственных условий, и т.п.

Следует учитывать, что работа с цифровыми, интеллектуальными и роботизированными технологиями оказывает влияние на снижение среднего возраста. Как правило, с робототехникой функционируют на основе компьютерных технологий, к которым молодое поколение кадров более восприимчиво.

Напряженность труда – характеристика трудового процесса, отражающая нагрузку преимущественно на центральную нервную систему, органы чувств, эмоциональную сферу работника. Оценка напряженности труда профессиональной группы работников основана на анализе трудовой деятельности и ее структуры, которые изучаются путем наблюдений в динамике всего рабочего дня, в течение не менее одной недели (таблица 5).

Так, оператор роботизированного доения в основном взаимодействует с операционной системой доильного робота, обрабатывает все те сигналы, которые генерируются системой управления стадом. Данная система управления выполняет интеллектуальную функцию [53] и имеет широкий перечень разнообразных отчетов, которые содержат информацию о состоянии здоровья животных, контролируют уровень надоев, систематизируют данные о воспроизводстве. Программное обеспечение доильной робототехники постоянно формирует информацию в различные отчеты. Оператор роботизированного доения имеет возможность анализировать данные отчетов, которые предоставляет система, и осуществляет корректирующие действия.

Таблица 5 – Сравнение напряженности трудового процесса на различных фермах

Показатель	Традиционная ферма	Ферма с робототехникой
1. Интеллектуальные нагрузки	Выполнение простых заданий, не требующих высокой интеллектуальной нагрузки	Обработка и анализ информации, принятие решений, высокая интеллектуальная нагрузка
2. Сенсорные нагрузки	Сенсорные нагрузки не выходят за пределы нормы	Высокая плотность сигналов и сообщений Большое число производственных объектов одновременного наблюдения Наблюдение за экранами мониторов
3. Эмоциональные нагрузки	Возможность возникновения конфликтных ситуаций, обусловленных профессиональной деятельностью, за смену	Высокая ответственность за результат собственной деятельности. Средний уровень значимости ошибки
4. Монотонность нагрузок	Высокая продолжительность выполнения простых производственных заданий и повторяющихся операций	Наблюдение за ходом производственного процесса
5. Режим работы	Разрыв рабочего дня, фиксированный режим труда и отдыха	«Размытый» рабочий график. Возможность решения производственных задач удаленно, по истечении смены
6. Удовлетворенность трудом	Низкая	Высокая

Составлено автором.

Применение цифровых технологий, в частности робототехники, создает основу для устранения неблагоприятных условий труда. Могут быть в значительной мере устранены или, по крайней мере, уменьшены возникающие при работе вредные воздействия на организм (большие физические нагрузки, пыль, влажность и т.д.). Роботизация позволяет полностью использовать рабочее время, повышая тем самым производительность. При нормальной интенсивности труда и соблюдении установленного законом рабочего времени человеческий организм в состоянии полностью восстановиться и повысить работоспособность после отдыха (во время регламентированного перерыва, отпуска). В таких условиях повышается заинтересованность в труде, человек готов использовать свои способности для выполнения производственных

заданий.

Вместе с тем существуют различного рода опасения, вызванные цифровой трансформацией экономики, которые в первую очередь относятся к сфере трудовых отношений. Дальнейшее развитие научно-технического прогресса и цифровизация сельского хозяйства могут привести к увеличению безработицы. Ведущие исследователи Оксфордского университета С.В. Frey и М.А. Osborne, исследуя переход индустриальных стран к цифровой экономике, представили на основе своей методологии прогноз изменения процесса формирования трудовых ресурсов. По их мнению, многие профессии и связанные с ними рабочие места в обозримом будущем могут исчезнуть, людей заменят роботы и компьютерные программы. При этом профессии будущего сохраняют привычные названия, но сущность выполняемых ими функций кардинально изменится [134]. По имеющимся оценкам экспертов, значительная доля рабочих мест в мире, в частности в России, может быть заменена робототехникой в среднесрочной перспективе до 2035 г. [134, 152]. М. Форд считает, что роботизация приведет к значительному сокращению рабочих мест, что затронет, в том числе, аграрный сектор экономики [133]. В то же время другие исследователи, напротив, опровергают данные предположения, утверждая, что количество рабочих мест увеличится за счет производства, обслуживания и распространения самих роботов и других макроэкономических эффектов [142].

Однако в научной литературе существуют гипотезы о том, что возможное увеличение уровня безработицы под воздействием научно-технического прогресса и, в частности, роботизации сельского хозяйства, не имеет достаточных оснований. Анализ показывает, что применение цифровых технологий достаточно сильно изменяет структуру занятости, а не ее уровень. Как указывает известный российский ученый Л.В. Бондаренко [124], около 28% жителей сельских территорий реализуют свой трудовой потенциал в аграрном производстве, другая часть трудится в таких отраслях, как добыча полезных ископаемых, государственный сектор, жилищно-коммунальное хозяйство,

образование, медицина и т.д. Это связано с тем, что сельская местность в настоящее время является в большой степени диверсифицированной территорией, что не позволяет отождествлять занятость сельских территорий исключительно с агропромышленным комплексом.

Таким образом, применение цифровой трансформации в организациях сельского хозяйства в настоящее время не устраняет человека полностью из процесса производства. По-прежнему задействован живой труд, связанный с обслуживанием и взаимодействием с применяемыми цифровыми технологиями. На данном этапе развития цифровых, интеллектуальных технологий и робототехники исключить живой труд человека невозможно.

С одной стороны, наличие навыков работы с цифровыми технологиями может повысить стоимость рабочей силы на рынке труда [39]. «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» [75], в том числе на основе робототехники и других цифровых технологий.

Цифровая трансформация в сельском хозяйстве, в частности применение робототехники, «не отстраняет человека от выполнения работ, а позволяет поднять решаемые задачи на качественно новый уровень» [75]. Дальнейший рост применения робототехники в сельском хозяйстве будет способствовать формированию новых форм трудовой деятельности, сотрудничеству и обмену, поскольку цифровая трансформация объединяет человека с машинами и вещами [175]. Трудовая деятельность становится прозрачной и контролируемой извне. Расширение границ инноваций и улучшение возможностей образования повышают качество трудовых ресурсов, что меняет профиль работников и характер требований к нему. Труд становится более автономным, мобильным, а трудовые функции связываются с овладением множеством компетенций. В России трансформация массового труда и занятости происходит существенно медленнее, в том числе сказывается недостаток исследований по этой

проблематике.

Можно отметить, что на уровне отдельных организаций сельского хозяйства связь между инновациями и характером трансформации труда практически всегда является положительной. Это может выражаться в снижении тяжести труда, уменьшении монотонности, повторяемости операций в процессе трудовой деятельности в сельском хозяйстве, что позитивно сказывается на привлекательности труда, особенно для нового поколения кадров. На уровне отрасли она оказывается неоднозначной, на макроуровне технологический прогресс выступает либо как положительный, либо как нейтральный фактор.

Таким образом, влияние цифровой трансформации на характер и содержание труда в конечном итоге приводит к росту его квалификационного уровня. Значительное повышение квалификационного уровня труда на основе использования цифровых технологий находит отражение в:

- 1) трансформации труда с высоким значением монотонных, ручных операций в труд, выполняемый с применением цифровых технологий;
- 2) повышении доли умственного труда по сравнению с физическими затратами;
- 3) усилении творческих начал в трудовой деятельности;
- 4) появлении сложных видов труда в сельском хозяйстве;
- 5) росте научных элементов в организации труда.

Изменения в содержании труда ведут к повышению умственного и нервного напряжения. Расширяется сфера трудовой деятельности человека; в настоящее время вместо работы на одной машине работник должен следить за всеми стадиями производственного процесса; резко усиливаются требования к внимательности, повышается ответственность. Применение цифровых технологий предъявляет высокие требования к способности человека вникать в производственные программы. Возникают сложные проблемы оптимальной организации умственного труда. В частности, трудности возникают при определении регламентированных перерывов, необходимых для естественных

потребностей и отдыха.

Цифровая трансформация вызывает необходимость повышения степени организованности труда, что связано с проникновением цифровых технологий во все области процесса производства. Возрастают требования к работникам управления производством в связи с необходимостью применять все более эффективные методы управления. Повышается ответственность за результаты труда не только у руководителей, но и у работников, особенно на рабочих местах с робототехникой. Повышаются требования к квалификации, к уровню общих и специальных знаний. В настоящее время это особенно заметно на примере работников, взаимодействующих с робототехникой и программным обеспечением: от них требуются работа с информацией, анализ информации, поиск решения, выполнение программирования, моделирование и многое другое.

Применение цифровых технологий изменяет содержание труда. Робототехника, технологии искусственного интеллекта и интернет вещей, а также средств обработки больших объемов данных приводят к объективизации производства и высвобождают часть работников, занятых прежде в непосредственном процессе изготовления продукции. По мере развития цифровых технологий человек все в большей степени будет утрачивать свою роль «непосредственного производственного фактора». Однако это не означает утративания его роли как субъективного фактора в производстве, потому что не только возрастает общая ответственность работника за обеспечение бесперебойного функционирования дорогостоящего цифрового оборудования, но и повышается роль человека в фазе подготовки производства. В непосредственном процессе изготовления продукции трудовые функции человека все больше концентрируются на подготовке и наладке цифрового оборудования, на наблюдении за процессом, на содержании в исправности и техническом обслуживании оборудования.

Результаты исследования могут быть использованы для рекомендаций руководителям и специалистам организаций сельского хозяйства,

осуществляющим цифровую трансформацию, в частности, внедрение робототехники, с целью снижения тяжести труда и привлечения молодых сотрудников в этих условиях. Также необходимо обратить внимание на возрастающие сенсорные нагрузки, связанные с использованием цифровых технологий.

2 СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ТРУДОВЫХ РЕСУРСОВ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

2.1 Состояние кадрового потенциала Свердловской области

Важнейшим фактором в процессе формирования социально ориентированной инновационной экономики являются трудовые ресурсы сельских территорий, их непрерывное количественное и качественное развитие, что дает возможность как эффективнее использовать трудовые ресурсы в различных отраслях экономики, так и обеспечить ее переход к инновационной модели развития [62].

Трудовые ресурсы остаются определяющим фактором производственного процесса и составляющей экономического роста даже условиях роботизации. В этой связи актуален объективный анализ и оценка состояния трудовых ресурсов и их изменений, особенно для агропромышленного комплекса, который в ходе трансформации экономики России оказался в затяжном системном кризисе [23]. В переходный период 90-х годов сельские территории «понесли большие людские потери, которые были вызваны снижением уровня господдержки, сокращением рабочих мест и ухудшением социальных условий» [8, 62]. Однако трудовые ресурсы остаются активной составляющей сельскохозяйственного производства, они способны увеличивать уровень капитализации; выступать важным звеном увеличения капитализации всей системы АПК, сельских территорий и региона в целом [45]. Воспроизводству трудовых ресурсов могут способствовать различные факторы, такие как возможность профессиональной подготовки, наличие комфортных условий существования, социальная защищенность сельского населения [102]. В то же время процессы кадрового обеспечения АПК требуют новых подходов к выработке механизма обеспечения трудоустройства и закрепления молодых специалистов на сельских территориях [66, 66].

Роль трудовых ресурсов остается определяющей в условиях развития средств производства, цифровой трансформации сельскохозяйственного

производства. Цифровая трансформация сельского хозяйства существенно изменяет требования к трудовым ресурсам в аграрном секторе экономики [6].

Трудовые ресурсы, выступая составной частью экономического потенциала сельского хозяйства, играют в нем ключевую роль [88]. Рациональное использование трудовых ресурсов оказывает прямое и часто определяющее влияние на все другие стороны экономического потенциала. Основная научная гипотеза состоит в том, что численность рабочей силы на селе сокращается вследствие негативных демографических тенденций сельских территорий (убыль населения в результате высокой смертности, отрицательной внутренней миграции) [33]. В «данных о численности населения по основным возрастным группам к населению моложе трудоспособного возраста отнесены дети и подростки до 16 лет; трудоспособного возраста – мужчины 16-59 лет, женщины 16-54 лет; старше трудоспособного возраста – мужчины 60 лет и старше, женщины 55 лет и старше» [9, 109].

В связи с вышесказанным представляется целесообразным провести анализ демографических факторов формирования трудовых ресурсов сельских территорий.

Для этого необходимо выполнить:

- анализ численности сельского населения;
- анализ динамики и причин сокращения численности сельского населения России;
- исследование уровня занятости и безработицы на сельских территориях.

В качестве общеэкономических методов применялись методы экономико-статистического анализа, системный подход, а также другие методы научного исследования, обобщения и обработки информации, обусловленные конкретными задачами исследования.

Индустриализация сельскохозяйственного производства способствует сокращению потребностей села в работниках, непосредственно занятых в сельском хозяйстве, при этом ведет к росту потребностей в работниках, занятых в отраслях, обслуживающих АПК и осуществляющих переработку,

транспортировку, хранение и реализацию сельскохозяйственной продукции (таблица 6).

Таблица 6 – Численность сельского населения Российской Федерации и Уральского федерального округа на начало года, тыс. чел.

Территория	2002 г.	2010 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2018 г. к 2002 г., %
Российская Федерация в целом	145166,7	142856,5	146267,3	146544,7	146804,4	146880,4	101,2
– городское население, всего	106429,0	105318,0	108282,2	108657,4	109032,4	109326,9	102,7
– сельское население, всего	38737,7	37587,2	37985,1	37887,3	37772,0	37553,5	96,9
Курганская область	445,151	363,2	334,483	329,286	326,445	322,709	72,5
Свердловская область	547,685	694,0	678,321	671,963	665,407	658,400	121,3
Тюменская область, включая авт. округа	738,708	742,2	718,614	718,584	716,878	714,184	96,7
Ханты-Мансийский авт. округ-Югра	130,893	131,0	126,701	126,414	126,290	126,775	96,9
Ямало-Ненецкий авт. округ	84,180	131,0	126,701	126,414	87,227	87,43	103,9
Челябинская область	655,597	531,4	504,498	504,969	608,684	604,374	92,2

Составлено автором.

По данным Росстата, на 1 января 2018 г. в целом по России доля городского населения в общей его численности составляла 74,4%, доля сельского населения – 25,6%, соответственно, число сельских жителей на 1000 горожан составило 256 человек. Сельское население Свердловской области увеличилось на 21,3%, что связано с переводом статуса части городских населенных пунктов в сельские поселения. В Курганской области численность сельского населения снизилась на 27,5%, Тюменской на 3,3%, Челябинской на 7,8%. Таким образом, в Уральском регионе, как и в целом в РФ, сложилась стойкая тенденция к снижению численности сельского населения. Происходит концентрация населения в больших городах и городских агломерациях [80].

Представляется целесообразным рассмотреть динамику изменения численности сельского населения РФ (рисунок 2).

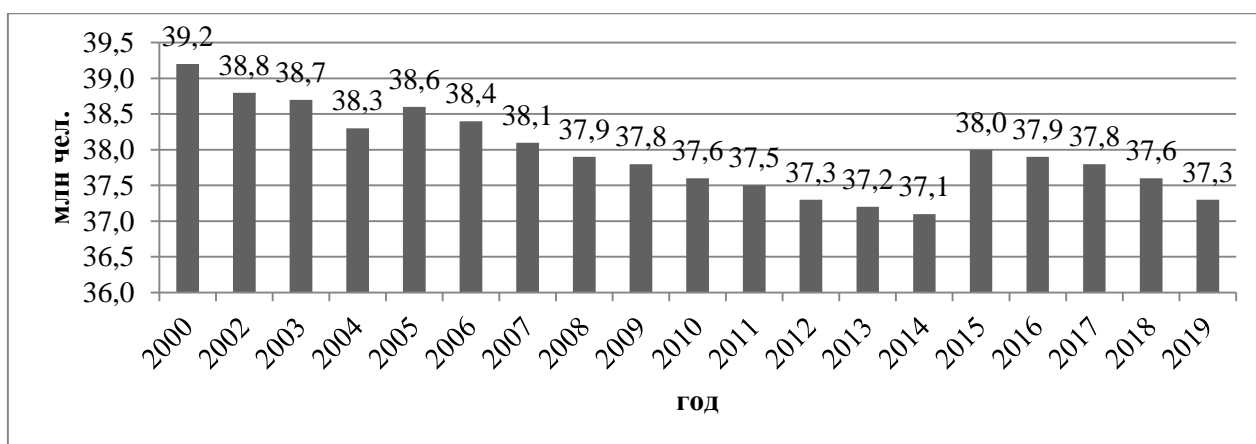


Рисунок 2 – Динамика сокращения численности сельского населения РФ, млн чел. [24]

Как видно по данным рисунка, незначительный прирост населения России, зарегистрированный Росстатом в 2009 г., был обеспечен городским населением, которое увеличилось на 14,9 тыс. человек, или на 0,01%. При этом сельское население уменьшилось на 4,4 тыс. человек, или на 0,01%. Увеличение численности сельского населения в 2015 г. связано с присоединением Крыма.

Необходимо также рассмотреть динамику изменения численности населения в Свердловской области (рисунок 3).

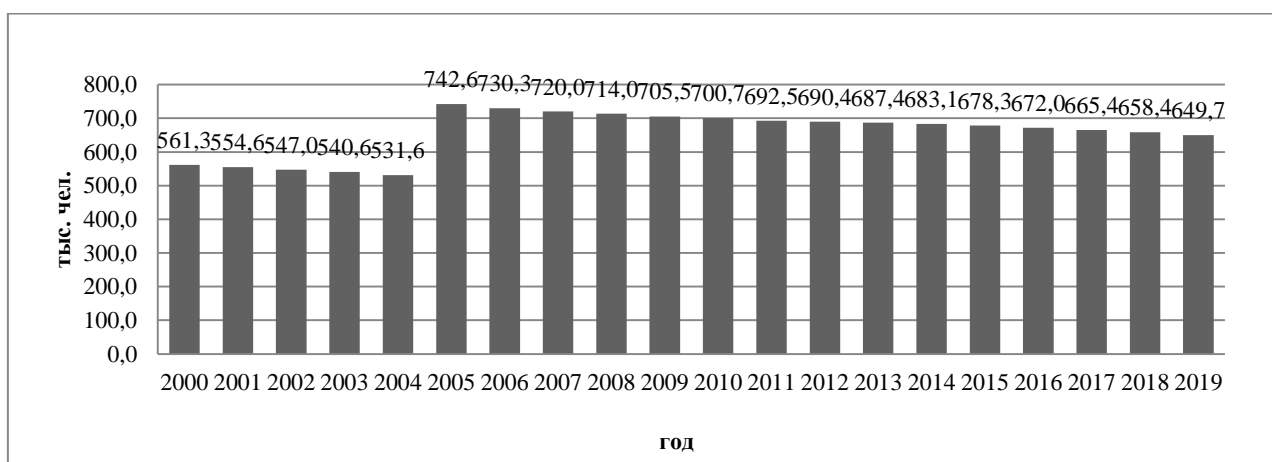


Рисунок 3 – Динамика изменения численности сельского населения Свердловской области, млн чел. [24]

Исходя из данных рисунка, можно сделать вывод о сокращении

численности сельского населения в Свердловской области, кроме 2005 г., когда был произведен перевод статуса некоторых городских территорий в сельские. Население сельских территорий с 2000 г. сократилось на 13,5%. Данная динамика имеет место с 2005 г. и сохраняется по настоящее время. Это связано со снижением общего количества населения области (рисунок 4).

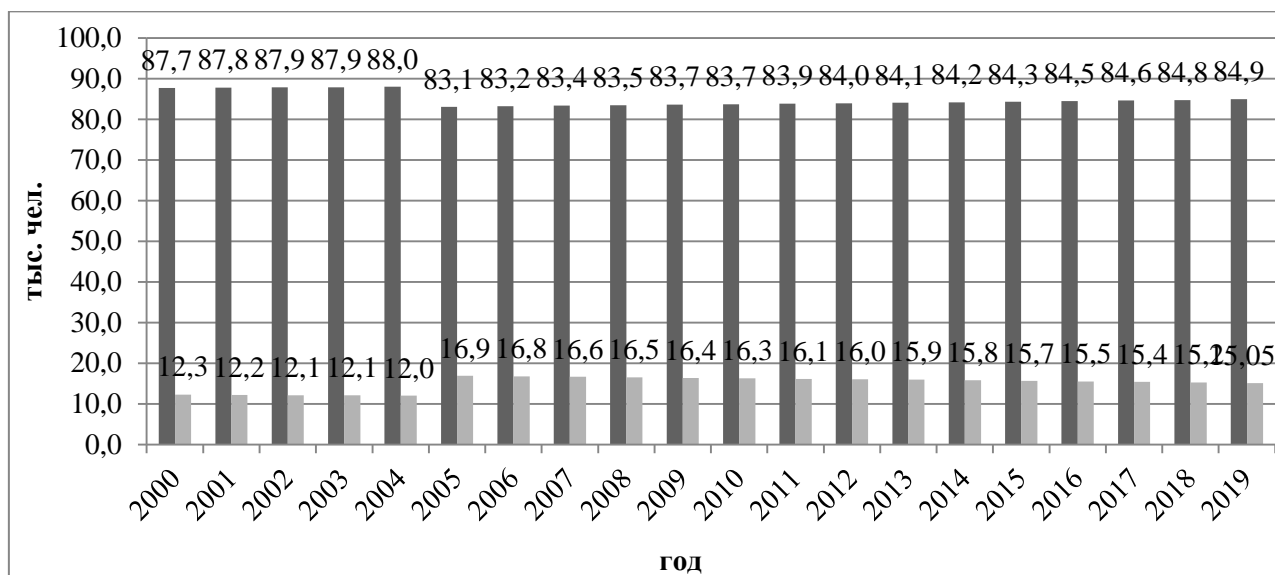
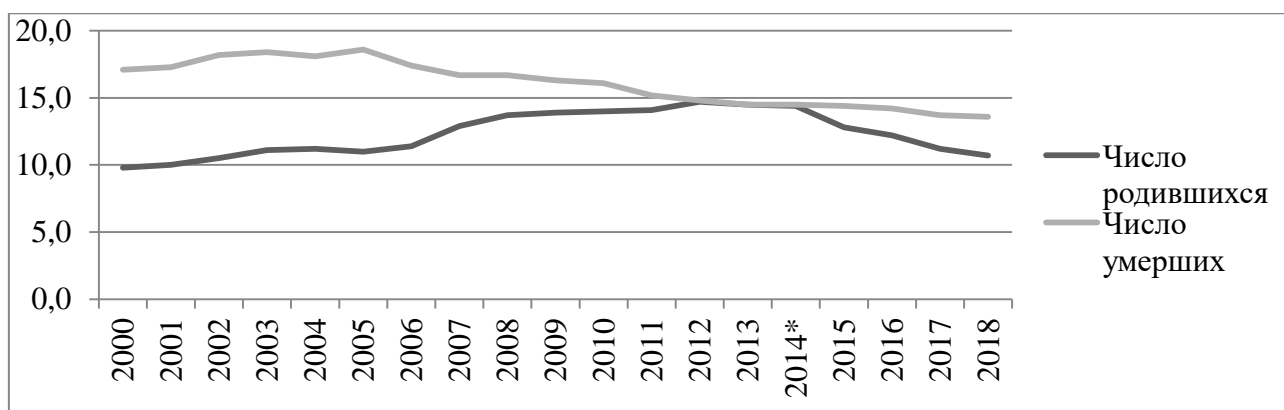


Рисунок 4 – Динамика изменения соотношения сельского и городского населения Свердловской области, тыс. чел. [Составлено автором]

Удельный вес городского населения в общей численности населения Свердловской области за изучаемый период времени снизился с 87,7 до 84,9%. Удельный вес сельского населения вырос с 12,3 до 15,05%. Наблюдается сокращение разрыва между численностью жителей села и города.

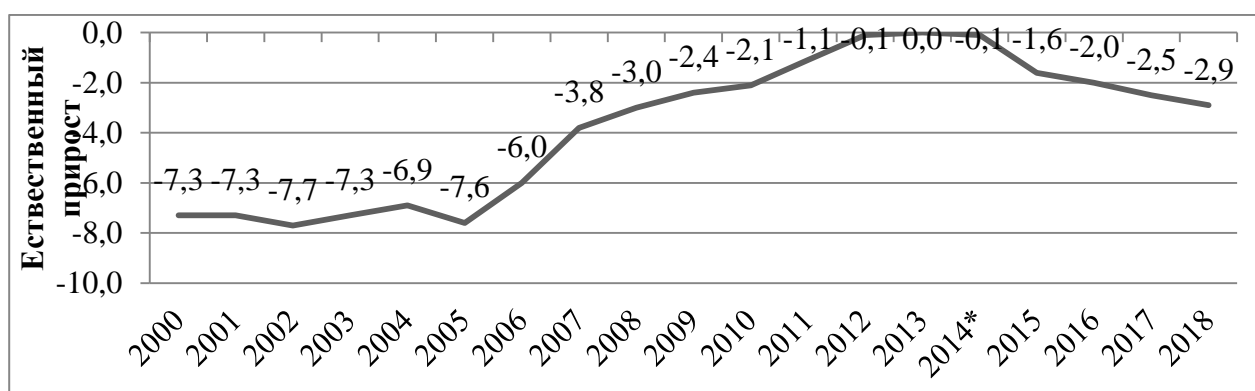
Численность населения изменяется под влиянием естественного движения, то есть соотношения родившихся и умерших, и под влиянием механического движения, то есть в результате миграции [42] (рисунок 5).



* С учетом сведений по Республике Крым и г. Севастополю.

Рисунок 5 – Динамика рождаемости и смертности сельского населения РФ (в расчете на 1000 чел. населения), млн чел. [Составлено автором]

С 2000 г. в течение первых 5 лет наблюдался стабильный рост рождаемости и смертности, однако начиная с 2005 г. по настоящее время количество умерших сокращается. Динамика рождаемости увеличивалась до 2013 г., а затем она начала плавное снижение. С 2012 г. по 2015 г. число родившихся практически приблизилось к числу умерших. В 2013 г. был зафиксирован естественный прирост населения РФ, когда рождаемость превысила смертность. Однако произошло это за счет городского населения, для сельского населения и в эти годы была характерна постоянная убыль, в том числе и в 2013-2014 гг. (рисунок 6).



* С учетом сведений по Республике Крым и г. Севастополю.

Рисунок 6 – Динамика естественного прироста (убыли) сельского населения РФ, млн чел. [Составлено автором]

Преобладание смертности над рождаемостью резко сокращалось с 2005

г., а с 2012 г. по 2014 г. имело минимальные значения – 0,1; 0,0; 0,1 млн чел. соответственно. За последние 5 лет смертность преобладает над рождаемостью. Убыль сельского населения в 2018 г. составила 2,9%. Данная тенденция позволяет предположить, что общий коэффициент рождаемости в перспективе будет понижаться (рисунок 7).

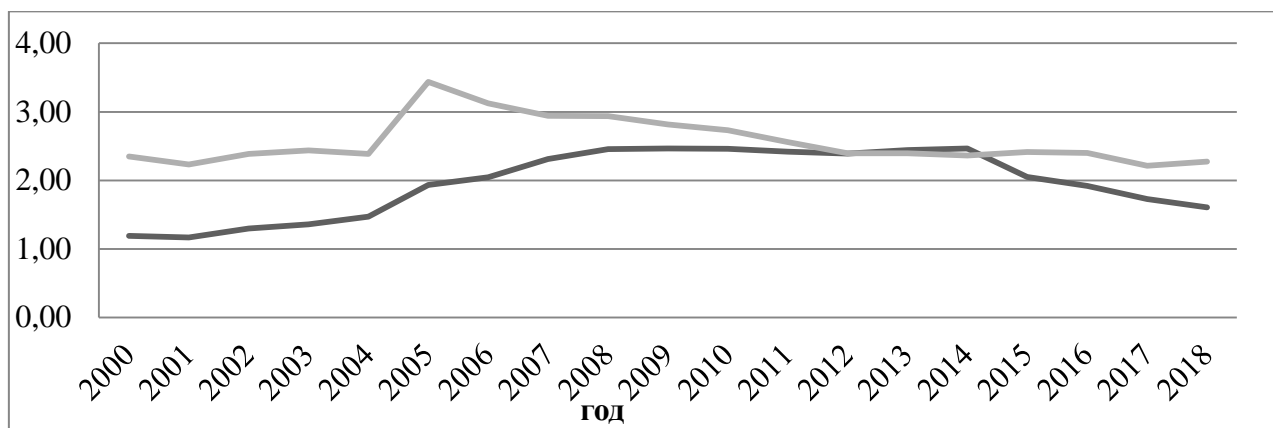


Рисунок 7 – Динамика рождаемости и смертности сельского населения Свердловской области (в расчете на 1000 чел. населения) [Составлено автором]

С 2000 г. в течение 8 лет в Свердловской области наблюдался рост рождаемости сельского населения, но данная тенденция не смогла сохраниться. Начиная с 2014 г. рождаемость сокращается. Наряду с этим увеличивается смертность. В 2018 г. число умерших превысило число родившихся практически в 2 раза (рождаемость на 1000 человек населения составила 1,61, а смертность – 2,28). В 2018 г. в сельской местности число родившихся на 1000 человек населения составило 1,16, в городской – 10,01 человека, количество умерших на 1000 человек населения на селе составило 2,28 человека, в городах – 11,22. В данном случае можно наблюдать естественную убыль населения Свердловской области, которая в 2018 г. составила 8257 человек, из них 5369 в городах и 2888 на селе.

Представляет интерес анализ изменения естественного прироста (убыли) сельского населения по годам (рисунок 8).

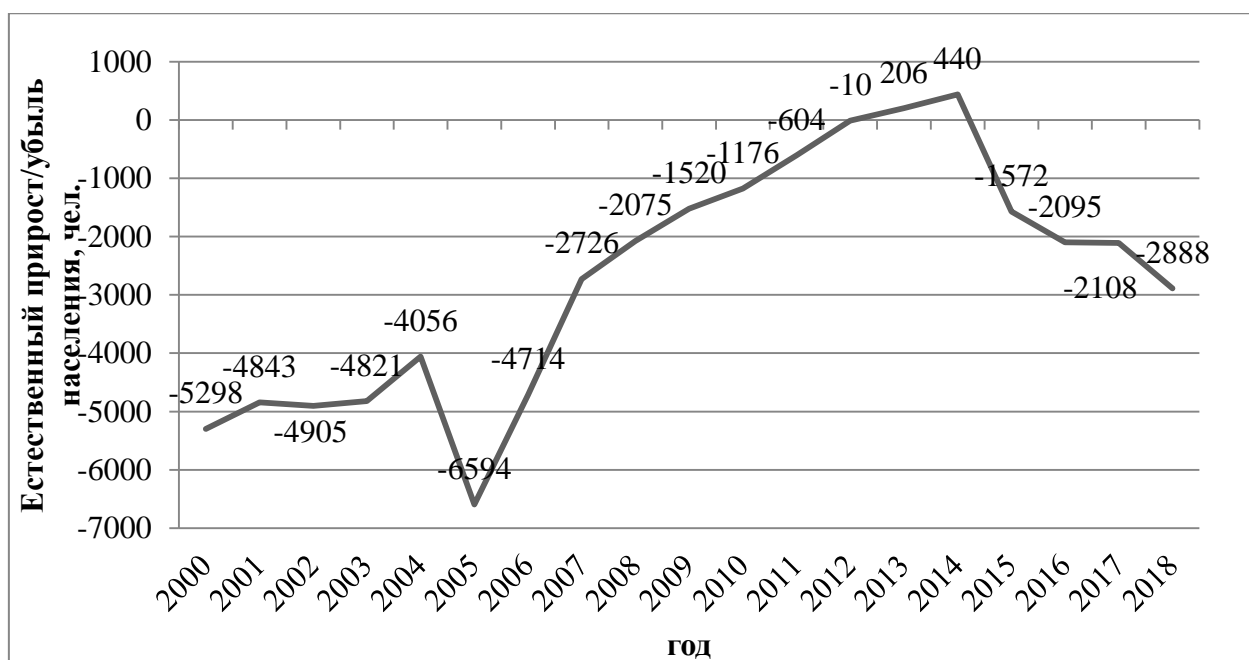


Рисунок 8 – Динамика естественного прироста (убыли) сельского населения Свердловской области, чел. [Составлено автором]

Происходит убыль населения практически в течение всего исследуемого периода, кроме 2013 и 2014 гг., когда можно наблюдать прирост (206 и 440 человек соответственно). Максимальная убыль произошла в 2005 г. – 6594 человека, затем последовало ее сокращение до 2013 г. После двухлетнего периода прироста произошло очередное увеличение убыли населения.

«В течение последних 15-20 лет постоянно уменьшается численность сельского населения не только за счет естественной убыли населения (смертность превышает рождаемость), но и за счет миграционного оттока» [4] (рисунок 9).

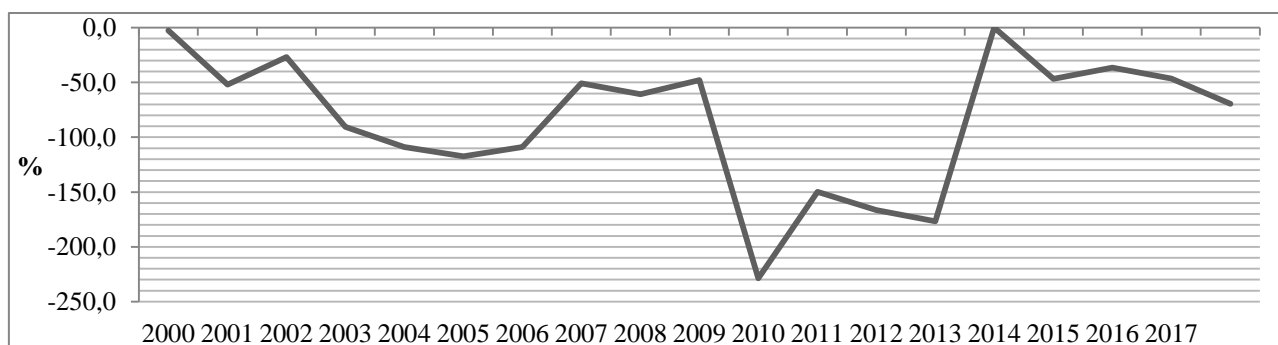


Рисунок 9 – Динамика миграционного прироста сельского населения РФ, % [Составлено автором]

В период с 2000 г. по 2018 г. миграционный прирост имел отрицательное значение. Максимальный отток приходится на 2010 год, тогда он составил 228,8%, минимальное значение – 2,6% зафиксировано в 2000 г. Общий прирост численности населения в процентах к 2014 г. рассчитан без учета численности населения по Республике Крым и г. Севастополю. Данные за 2015 г. и последующие годы приведены с учетом численности населения Республики Крым и г. Севастополя. В показателе миграционного оттока сельского населения учтен миграционный обмен населением с другими странами. Без его учета убыль сельского населения была бы выше. В целом наблюдается картина многолетнего нарастающего оттока сельского населения (рисунок 10).

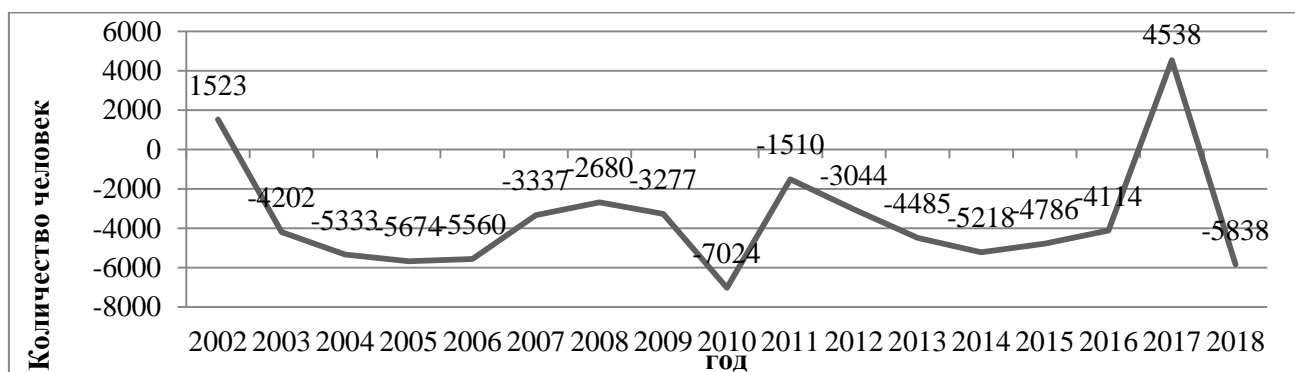


Рисунок 10 – Динамика миграционного прироста сельского населения Свердловской области, чел. [Составлено автором]

«Начиная с 2011 г. в Свердловской области, являющейся одним из основных регионов – потребителей иностранной рабочей силы в Российской Федерации, происходит рост миграционного прироста населения. Резкое увеличение мигрантов произошло по причине того, что с 2011 г.» [98] года в статистический учет «долгосрочной миграции населения включены лица, зарегистрированные по месту пребывания на срок 9 месяцев и более, что привело к резкому увеличению» [98] значения уровня миграции. Надо отметить, что за счет миграционного прироста естественная убыль населения в 2011 г. была замещена на 98,7%. «Одной из причин снижения миграционного сальдо в 2012 г. является введение с середины 2010 г. ежемесячного патента для трудовых мигрантов из безвизовых стран, занятых на работах в частных

домохозяйствах» [98]. По данным Свердловскстата, в 2015-2017 гг. отмечено снижение внешней миграции (международной и межрегиональной). Это обусловлено увеличением числа выбывших в рамках межрегиональной миграции и в рамках миграции со странами СНГ, а также сохранением отрицательного значения международной миграции с другими зарубежными странами.

Сокращение численности сельского населения обуславливает дефицит трудовых ресурсов, в том числе занятых не только в сельском хозяйстве, но и в других отраслях (таблица 7).

Таблица 7 – Рабочая сила и лица, не входящие в состав рабочей силы, по РФ в 2018 г., тыс. чел.

Населе- ние	Рабочая сила	В том числе		Лица, не входящие в состав рабочей силы	Уровень участия в рабочей силе, %	Уровень занятости, %	Уровень безра- ботицы, %
		заня- тые	безра- бот- ные				
Город- ское	58509	56141	2367	32342	64,4	61,8	4,0
Сельское	17681	16390	1291	12724	58,2	53,9	7,3

[Составлено автором]

Общее количество рабочей силы в 2018 г. среди сельского населения составило 17681 тыс. человек, из них занятых 16390 тыс., или 91,7 %, в то же время занятых городских жителей в численности рабочей силы – 95,9%. Также у городского населения, в отличие от сельского, выше доля участвующих в рабочей силе, выше и уровень занятости. Доля людей в трудоспособном возрасте среди жителей села составляет 47,1%, среди горожан – 53,5%. Соответственно, на селе выше доли людей моложе и старше трудоспособного возраста, т.е. граждан, не входящих в состав рабочей силы. В сельском и лесном хозяйстве, а также в сфере рыболовства, задействовано около 7% рабочей силы граждан РФ.

В Свердловской области численность рабочей силы, занятой и безработной, в возрасте 15 лет и старше в 2018 г. составила 2149,1 тыс. человек, в том числе занятых 2046,1 тыс., безработных 103 тыс. человек. Уровень

участия в рабочей силе – 60,7%, уровень занятости – 57,8%, уровень безработицы – 4,8%.

Значение имеет анализ динамики изменения численности рабочей силы на селе (рисунок 11).

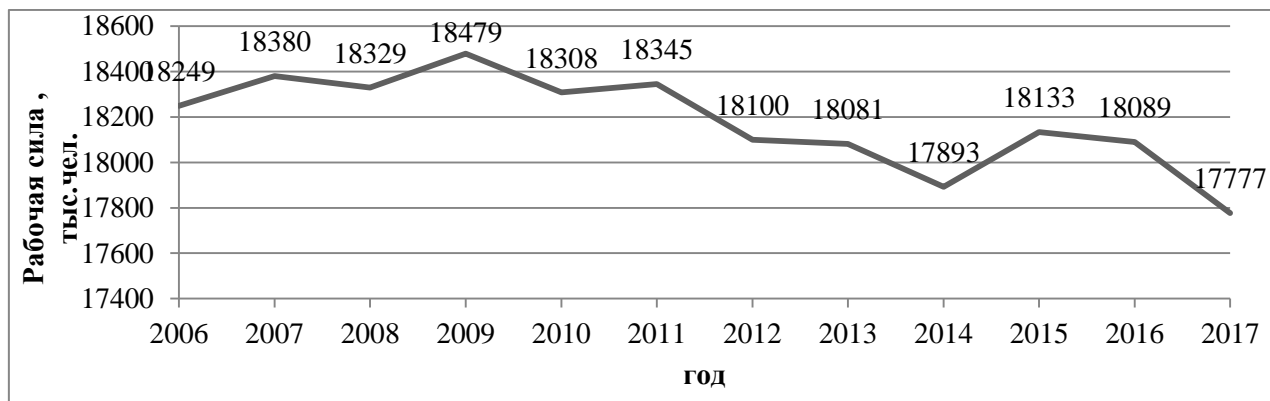


Рисунок 11 – Динамика изменения численности рабочей силы на селе РФ, тыс. чел. [Составлено автором]

В течение 4 лет, с 2006 г., наблюдалось увеличение численности рабочей силы, однако в период с 2009 г. по 2017 г. появилась тенденция к ее неуклонному сокращению. В целом за рассматриваемый период численность рабочей силы сократилась на 427 тыс. человек, или на 2,6%.

В сельскохозяйственной отрасли Свердловской области, по данным 2016 года [90], занято 84,1 тыс. человек, или 27,3% от занятого экономической деятельностью сельского населения. Из них трудилось в сельскохозяйственных организациях (без учета микропредприятий) 36,6 тыс. человек, или 11,9 % от занятого экономической деятельностью сельского населения (от 308,5 тыс.). В крестьянских (фермерских) хозяйствах (К(Ф)Х) и в хозяйствах индивидуальных предпринимателей (ИП) было занято 10,5 тыс. человек, или 3,4 % [87]. По состоянию на 2018 г. наблюдалось сокращение численности занятых в сельском хозяйстве на 39,4% по сравнению с 2008 г. [92].

«Следовательно, остальная, большая часть сельского населения Свердловской области (72,7%)» [90] трудится «не в аграрной отрасли, а в других отраслях экономики, хотя проживает в сельской местности» [90]. При

этом сокращается численность занятых в аграрной сфере.

На сельских территориях уменьшается не только количество жителей, но, соответственно, и число потенциальных работников. При этом занятость жителей сельских территорий за рассматриваемый период увеличилась (рисунок 12).

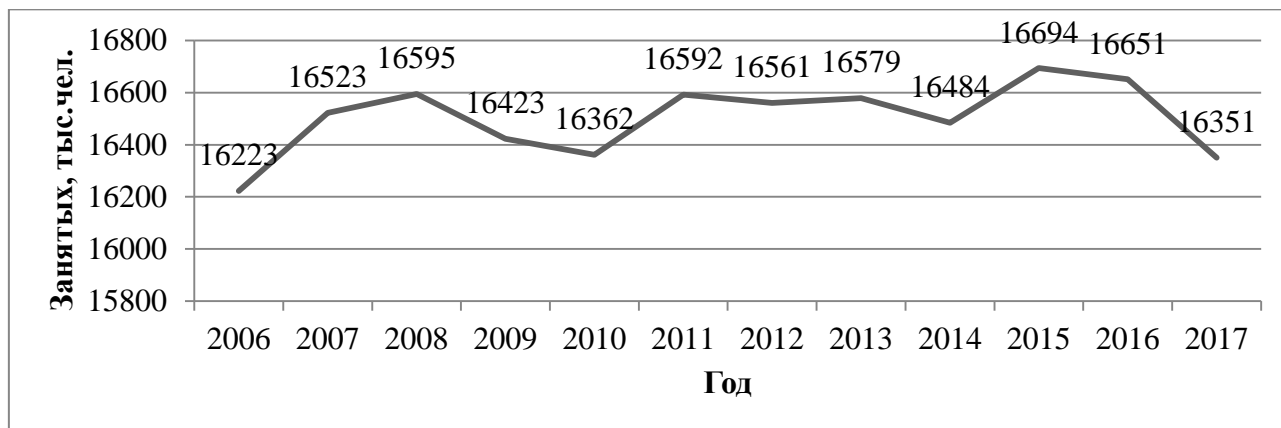


Рисунок 12 – Динамика изменения занятости сельских жителей РФ, тыс. чел.

[Составлено автором]

Динамика численности занятых граждан носит волнообразный характер и устойчивую тенденцию к небольшому увеличению. Если в 2006 г. занятых было 16223 тыс. человек, то в 2017 г. – 16351 тыс. (на 0,8%), наиболее низкие показатели занятости можно наблюдать в 2010, 2014 и 2017 гг. Увеличение занятых происходит за счет сокращения численности безработных.

Безработица на селе – один из основных стимулов к переезду в город. Безработица – это явление, органически связанное с рынком труда. По определению Международной организации труда, безработным признается любой, кто на данный момент не имеет работы, ищет работу и готов приступить к ней [56]. По российскому законодательству [12] безработными признаются трудоспособные граждане, которые не имеют работы и заработка, зарегистрированы в органах службы занятости в целях поиска подходящей работы, ищут работу и готовы приступить к ней (рисунок 13).

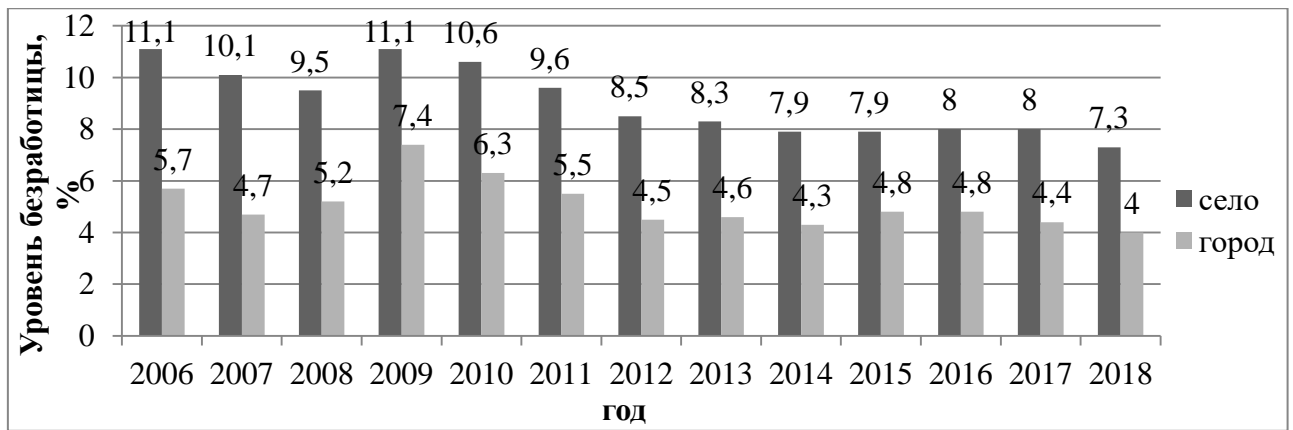


Рисунок 13 – Уровень безработицы среди городских и сельских жителей РФ, %
[Составлено автором]

Уровень безработицы на селе выше, чем в городах. По данным Росстата, уровень безработицы среди сельских жителей в 2018 г. превысил уровень безработицы среди городских в 1,8 раза (соответственно 4,0% против 7,3). Примерно то же соотношение зафиксировано и в предыдущие 11 лет. Уровень безработицы на селе за исследуемый период сократился на 4,4 процентных пункта.

Для сельской местности также в большей степени характерна долгосрочная безработица. Из 1,4 млн безработных сельских жителей 33,1% в этот период находились в ситуации застойной безработицы (искали работу 12 месяцев и более). Среди городских жителей доля таких безработных составила 26,1%.

Численность безработных граждан Свердловской области по состоянию на 1 января 2019 г. составила 103017 человек. Из них безработных среди сельского населения 24410 человек, городского – 78606 (таблица 8).

Среднее время поиска работы у сельских жителей составляет 7,9 месяца, у горожан меньше – 7,1.

В России в целом и в Свердловской области – в частности «депопуляция сельских территорий происходит в рамках» [62] нерегулируемого «массового оттока трудоспособного населения в города со сверхконцентрацией населения в столице и нескольких других крупных городах. Это следствие процессов,

происходивших в стране в 1960-е годы в результате быстрой индустриализации и урбанизации» [62].

Таблица 8 – Безработные в возрасте 15 лет и старше по продолжительности поиска работы за 2018 г. в РФ, тыс. человек

Категория	Всего	В том числе ищут работу, месяцев						Среднее время поиска работы, месяцев
		менее 1	от 1 до 3	от 3 до 6	от 6 до 9	от 9 до 12	12 и более	
Сельские жители	1291	144	239	223	139	119	427	7,9
	100,0	11,15	18,51	17,27	10,77	9,22	33,08	
Городские жители	2367	278	548	437	257	230	618	7,1
	100,0	11,7	23,2	18,5	10,9	9,7	26,1	

[Составлено автором].

«Старение населения, безработица на селе, условия жизни в деревне, отсутствие доступа к социальным и государственным услугам, бедность и низкий уровень дохода в сельской местности, кризис агропромышленной отрасли, отсутствие возможностей получения качественного образования» [62] – это основные причины депопуляции сельских территорий.

Необходимо принятие срочных мер по восстановлению, закреплению, повышению мотивации и стимулирования деятельности трудовых ресурсов в сельской местности [80].

2.2 Влияния применения робототехники на формирование трудовых ресурсов молочно-продуктового подкомплекса региона

Представляется целесообразным провести анализ формирования трудовых ресурсов на фермах, использующих цифровые технологии. Основной гипотезой является то, что роботизация животноводческих подразделений оказывает значительное влияние на характер организации труда и формирование трудовых ресурсов в отрасли. В первую очередь, необходимо исследовать динамику создания рабочих мест в подразделениях организаций

сельского хозяйства, использующих робототехнику в производстве. Это позволит выявить эффекты роботизации на качественный состав трудовых ресурсов (по полу, возрасту, уровню образования) в организациях сельского хозяйства. В свою очередь, на основании проведенного анализа можно сделать обоснованные выводы о степени влияния поляризации труда в условиях цифровой трансформации в организациях сельского хозяйства.

Методы исследования включают экспертное интервью с руководителями и специалистами 100% организаций сельского хозяйства Свердловской области, применяющих робототехнику в производстве, что позволяет считать выборку репрезентативной. В общей сложности в исследовании задействованы 15 организаций сельского хозяйства Свердловской области. Для достижения поставленной цели исследования использованы диалектический и абстрактно-логический методы. При освещении взглядов ученых на исследуемую проблему применялся монографический метод, для анализа тенденций формирования трудовых ресурсов в условиях цифровизации – метод сравнительного анализа и графический метод.

Проведена группировка организаций, осуществляющих цифровую трансформацию. В соответствии с российским законодательством, по размерам или масштабам своей деятельности организации можно отнести к крупным, средним или малым в зависимости от численности персонала и размера выручки от реализации продукции [76]. Из общего числа организаций, задействованных в исследовании, по численности персонала 54,5% можно отнести к малому бизнесу с количеством сотрудников до 16 до 100 человек, 18,2% организаций к среднему бизнесу с количеством работников от 101 до 250 человек, 27,3% к крупному предпринимательству с количеством работников более 250 человек. По выручке от реализации продукции 63,6% организаций относятся к микробизнесу с выручкой до 120 млн руб., 36,4 % – к малому бизнесу (120-800 млн руб.).

В соответствии с данными Министерства агропромышленного комплекса и потребительского рынка Свердловской области, по состоянию на 1 января

2019 г. применяются 42 доильных робота и два робота-подравнителя кормов (рисунок 14).

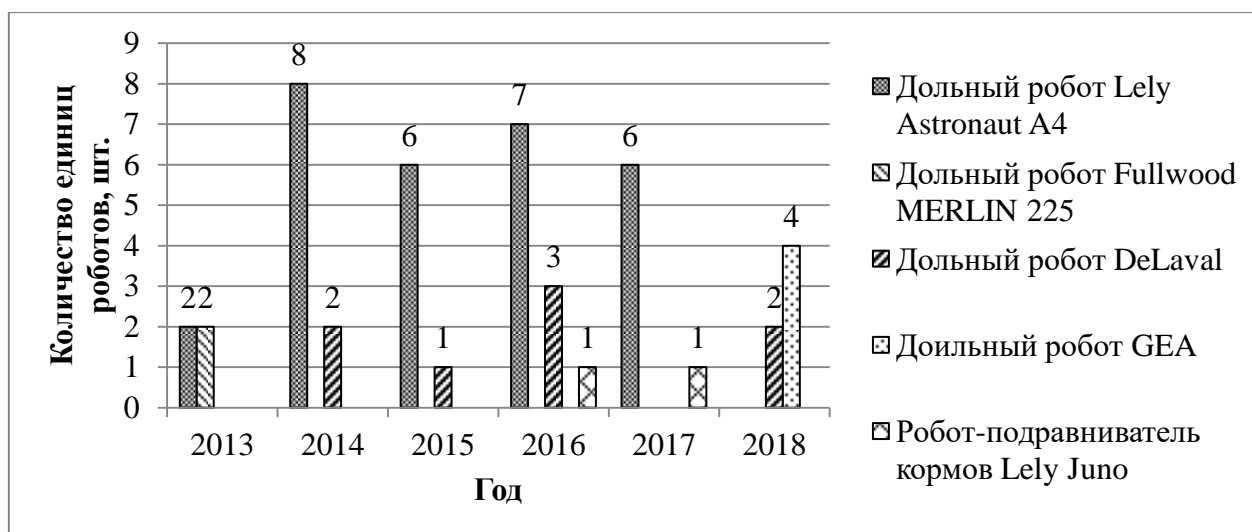


Рисунок 14 – Динамика внедрения робототехники в сельском хозяйстве в Свердловской области, шт. [Составлено автором]

Как видно по данным рисунка, в организациях сельского хозяйства применяется робототехника различных марок. В основном это роботы для доения, но также используются роботы – подравнители кормов [71]. Наиболее распространенной маркой являются доильные роботы голландской компании Lely благодаря их привлекательности для фермеров в ценовом отношении. Значительную долю занимают доильные роботы шведской компании DeLaval благодаря качеству предоставляемого оборудования и высокому уровню сервиса.

Работники сельского хозяйства в настоящее время взаимодействуют с более сложной, совершенной техникой, с прогрессивными методами производства продукции растениеводства и животноводства. В этой связи содержание их трудовых функций становится более насыщенным и разнообразным. В этом труде значительную роль играют интеллектуальные функции. Все это говорит о том, что труд в сельском хозяйстве стал более квалифицированным.

Следует заметить, что в настоящее время применение робототехники в

сельском хозяйстве не приводит к полному исключению человека из процесса производства. Так, на замену операторам машинного доения приходят операторы роботизированного доения. В свою очередь, скотников, которые подравнивают корма на кормовом столе, сменяет техник по обслуживанию роботов.

Оператор роботизированного доения – относительно новая категория персонала на российских фермах. Эти работники производят ввод информации и корректирующие действия, заняты анализом данных, которые формируются оперативной системой доильного робота. Программное обеспечение доильной робототехники в постоянном режиме осуществляет сбор информации и формирует соответствующие отчеты. Эти отчеты могут содержать данные о состоянии здоровья животных, количестве надоев молока, систематизируют данные о воспроизводстве. В этом состоит интеллектуальная функция доильной робототехники, которая существенно упрощает сбор и хранение информации. Кроме того, операторы роботизированного доения осуществляют замену расходных материалов и мелкий ремонт робототехники, подгон животных к доильному боксу робота.

Техник по обслуживанию робототехники – это специалист, в функционал которого входят выявление особенностей подготовки производства к внедрению роботов, техническое сопровождение программного обеспечения, тестирование программного обеспечения, он осуществляет сборку узлов робота на технологических позициях, а также весь комплекс пусконаладочных работ в соответствии с требованиями конструкторской документации. Основные требования к квалификации этих специалистов состоят в знании основ электротехники, электроники, прикладной и физической оптики, радиотехники, робототехники. Свои трудовые обязанности они выполняют преимущественно в помещении, на производстве. Рабочая поза – преимущественно стоя. Используют в своей работе специальное оборудование и ручные инструменты. Как правило, они действуют самостоятельно и принимают собственные решения в рамках поставленных задач.

Применение робототехники изменяет гендерный состав трудовых ресурсов аграрного сектора экономики. Анализ рабочих мест по полу показывает, что 76,5% из занятых – мужчины, а 23,5% – женщины. В сервисном обслуживании роботов заняты в основном мужчины. Это может быть связано с тем, что женщины в меньшей степени владеют компетенциями в области инженерных и математических специальностей и поэтому не могут покрыть растущий спрос на работников, обладающих квалификацией в этих областях.

Рассмотрим эффекты роботизации сельского хозяйства на формирование трудовых ресурсов (рисунок 15).

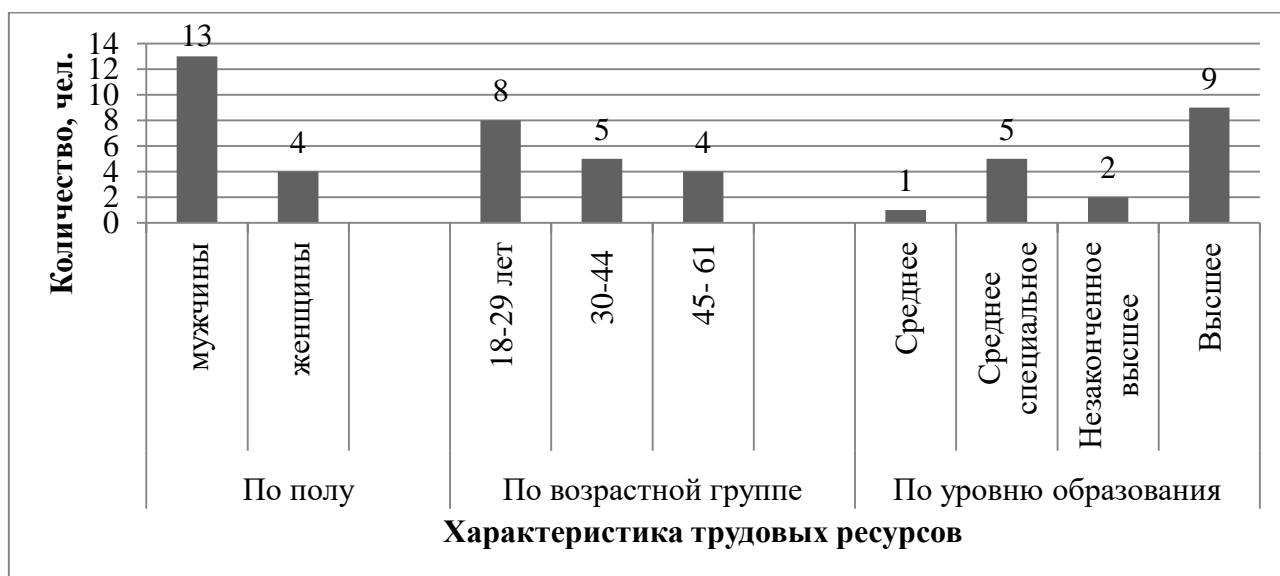


Рисунок 15 – Количество созданных рабочих мест по полу, возрасту и уровню образования на фермах с робототехникой [Составлено автором]

Как видно по данным таблицы, за период с 2013 г. по 2018 г. создано 17 рабочих мест на фермах с робототехникой.

Применение цифровых технологий приводит к повышению требований к уровню квалификации трудовых ресурсов. По исследуемой группе работников 52,9% имеют высшее образование. При этом лишь 1 работник имеет специальное образование по обслуживанию робототехники, полученное в подмосковном центре подготовки компании DeLaval, 11,7% в настоящее время проходят обучение в аграрном университете и имеют незаконченное высшее

образование. Среднее специальное образование имеют 29,4 % работников, а 5,9% во вновь созданных подразделениях имеют среднее образование.

Возраст сотрудников является важной характеристикой трудовых ресурсов. Наибольшая доля работников на фермах с робототехникой (47,1%) в возрастной категории от 18 до 29 лет. Молодые люди, как правило, испытывают необходимость взаимодействия с сетью Интернет, они охотно работают с цифровыми интерфейсами и роботами. При этом возрастные категории от 30 до 44 лет и старше 45 лет равны по численности и составляют 29,4 и 23,5% соответственно. Таким образом, работа с цифровыми, интеллектуальными и роботизированными технологиями оказывает влияние на снижение среднего возраста. Как правило, с робототехникой функционируют на основе компьютерных технологий, к которым молодое поколение кадров более восприимчиво.

Цифровая трансформация сельского хозяйства вызывает изменения гендерного состава работников отрасли. К примеру, операции доения животных осуществляются преимущественно женщинами, а обслуживают доильную робототехнику в основном мужчины. Зачастую женщины в меньшей степени задействованы в обслуживании робототехники и других сложных технических устройств. Дальнейшее развитие процесса цифровой трансформации может вызвать растущий спрос на работников, обладающих квалификацией в этих областях [67].

Цифровая трансформация не ликвидирует ни общего, ни отраслевого разделения труда, а, напротив, развивает и усугубляет их, поскольку профессия как особое качество работника сохраняется, изменяется лишь ее содержание. Исчезают профессии ручного труда, обогащаются и становятся более содержательными профессии машинного труда, возникают новые профессии квалифицированного труда.

Важное значение имеет исследование структуры трудовых ресурсов на фермах с цифровыми технологиями, в частности с робототехникой. Это позволит определить направления подготовки кадров, прогнозировать

потребность в них, позволит прогнозировать вероятный уровень безработицы на сельских территориях. Рассмотрим структуру трудовых ресурсов на фермах с традиционной технологией и с применением робототехники (рисунок 16).

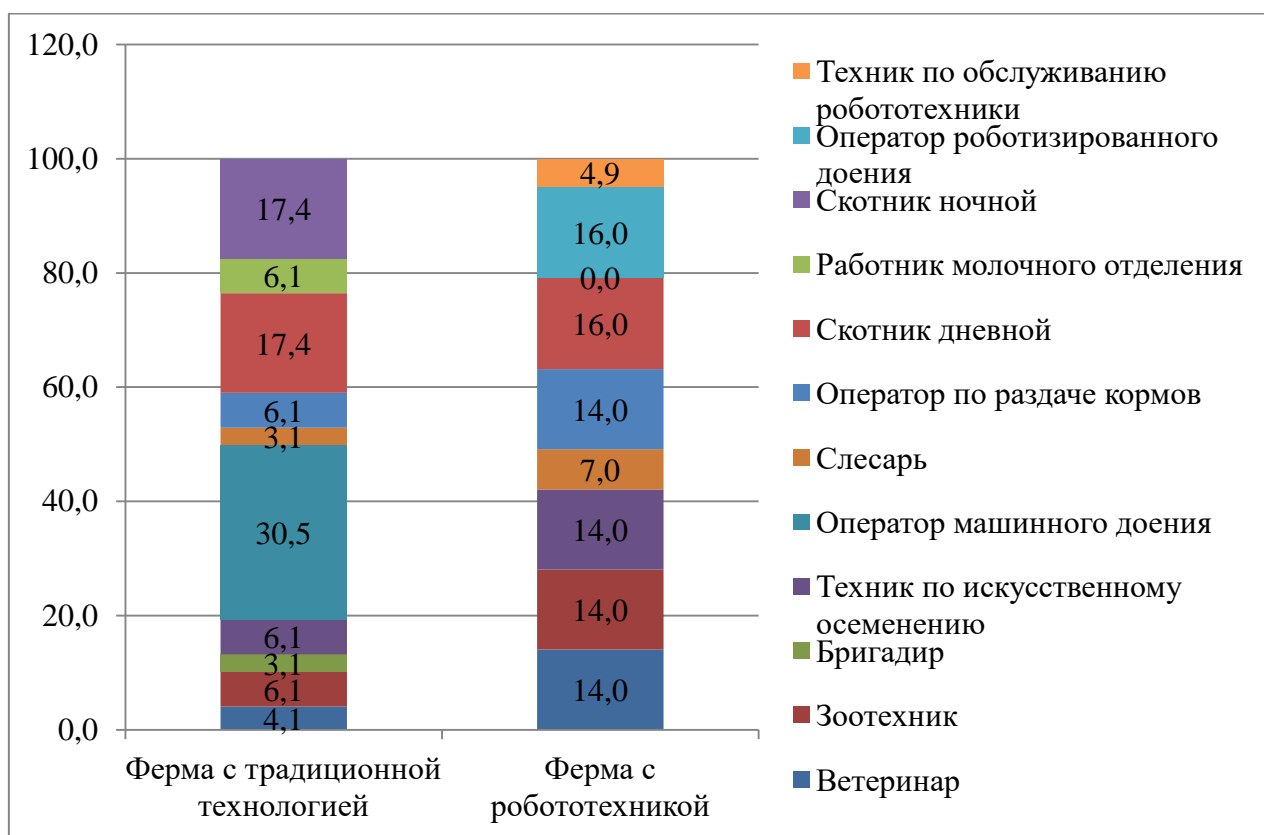


Рисунок 16 – Структура работников на фермах, применяющих робототехнику и традиционную технологию в организациях сельского хозяйства Свердловской области за 2013-2018 гг., % [Составлено автором]

Как видно по данным рисунка, наибольшую долю в структуре трудовых ресурсов на традиционной ферме занимают операторы машинного доения (30,5%). В их обязанности входят непосредственно доение коров, мойка доильного оборудования, уход за животными, раздача концентратов и концентрированных кормов. В основном это тяжелый, монотонный, малопривлекательный для сельских жителей труд. Значительную долю (по 17,4%) в структуре работников занимают дневные и ночные скотники, выполняющие операции по очистке помещений, пододвиганию кормов и ряд других операций.

На ферме с робототехникой наибольшую долю в структуре трудовых

ресурсов занимают операторы роботизированного доения и техники по обслуживанию роботов по доению. При этом на всех фермах работают операторы роботизированного доения, а техники по обслуживанию робототехники имеются лишь на нескольких фермах. Так, на крупнейшей на Среднем Урале ферме с робототехникой в Алапаевском районе наличие такого специалиста можно объяснить большим парком роботов. В настоящее время там 6 доильных роботов и два робота-подравнителя кормов. В Талицком районе установлен доильный робот английской марки Fullwood. При этом в регионе нет сервисного обслуживания роботов данной марки, поэтому фермер вынужден выполнять эти операции самостоятельно. В Верхотурском районе необходимость такого специалиста объясняется значительной удаленностью от сервисного центра (470 км от Екатеринбурга). Техник по обслуживанию робототехники выполняет операции по замене комплектующих, расходных материалов, осуществляет замену отдельных узлов и агрегатов робота. Это позволяет экономить значительные средства на сервисном обслуживании официальными поставщиками данной техники.

На фермах обоих типов имеются специалисты по уходу за животными. К ним можно отнести ветеринаров, зооинженеров, техников по искусственному осеменению. На ферме с робототехникой их доля составляет 15,3%, а на традиционной ферме – 6,2%. На традиционной ферме бригадир осуществляет непосредственное взаимодействие с исполнителями работ и выполняет функцию координатора, а также ведет учет рабочего времени и выполненных работ. На ферме с робототехникой необходимость в бригадире отсутствует, поскольку работников минимальное количество. При этом данные о производственном процессе собираются с использованием датчиков, обрабатываются программным обеспечением и становятся доступными непосредственно специалистам и руководителю организации.

Существенную долю (30,5%) в структуре работников традиционной фермы занимают операторы машинного доения. Работники молочного отделения занимают в структуре 6,1%, они осуществляют мойку оборудования

после процесса доения. На ферме с робототехникой эти операции выполняются в автоматическом режиме, что снижает потребность в данных работниках. С определенной периодичностью доильный робот запускает процесс мойки под высокой температурой, для чего предусмотрены специальные технологические паузы.

Цифровая трансформация, в том числе применение робототехники в организациях сельского хозяйства, приводит, прежде всего, к снижению занятости на видах работ с высокой монотонностью и там, где процессы можно легко описать алгоритмами. Одновременно происходит процесс создания рабочих мест, связанных с обслуживанием робототехнических устройств и других цифровых технологий.

Общей тенденцией развития трудовых ресурсов в условиях цифровой трансформации на современном этапе является повышение профессионально-квалификационного уровня работников, что связано с постепенным отмиранием функций ручного труда и развитием трудовых навыков взаимодействия и обслуживания технологий искусственного интеллекта и интернета вещей, робототехники, средств обработки данных. Существенно возрастает роль умственного труда по сравнению с физическим, происходят усиление творческого содержания труда, снижение затрат рабочего времени, значительное облегчение труда и рост его производительности. Эмпирические наблюдения показывают отмирание старых видов труда и появление новых, усложнение и упрочнение связей между конкретными видами, что оказывает влияние на процесс формирования трудовых ресурсов сельского хозяйства. Это вызывает, в свою очередь, необходимость повышения квалификации работников и общего уровня их развития, чтобы работник мог отвечать высоким требованиям, предъявляемым к нему при использовании цифровых технологий. Работники должны обладать знаниями в области техники, технологии и организации производства, а также владеть соответствующими трудовыми навыками, которые позволили бы им не только понимать весь процесс, но и уметь контролировать и в случае необходимости регулировать

его, самостоятельно переналаживать оборудование, обнаруживать неполадки и исправлять их, выполнять текущий ремонт.

Формирование трудовых ресурсов сельского хозяйства в условиях цифровой трансформации находится под воздействием различных факторов, которые имеют различную степень воздействия. При этом отдельные категории работников испытывают разную степень воздействия данных факторов. Представляется целесообразным провести оценку данных факторов, используя соответствующую методику.

2.3 Анализ факторов, влияющих на формирование трудовых ресурсов сельского хозяйства в условиях цифровой трансформации

В феврале 2016 г. на Экономическом и Социальном совете при ООН (ЭКОСОС) с докладом «Дальновидный подход к цифровому развитию» [106] выступил генеральный секретарь. В этом докладе были изложены основные характеристики цифровых технологий, в том числе робототехники, и дана оценка потенциала их использования с точки зрения устойчивого развития общества. Рекомендовано отдельным странам осуществлять работы по прогнозированию влияния роботизации на достижение национальных и глобальных целей развития. Дана рекомендация развивать благоприятную среду для цифрового развития путем укрепления инфраструктуры, повышения информированности населения о последствиях и возможностях цифровых технологий, к которым относится, в том числе, роботизация.

В последнее время в РФ повышается интерес к развитию цифровых технологий, в частности робототехники. В 2017 г. Правительством РФ была разработана и утверждена программа по созданию условий для перехода страны к цифровой экономике «Цифровая экономика Российской Федерации» (от 28 июля 2017 г. № 1632-р). Постановлением Правительства РФ «Об утверждении Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017-2025 годы» обозначены задачи создания и внедрения

современных технологий производства, переработки и хранения сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия; совершенствования системы подготовки и дополнительного профессионального образования кадров для агропромышленного комплекса, ориентированной на быструю адаптацию к требованиям цифровой трансформации.

Так, в последнее время в сельском хозяйстве высокими темпами внедряются новые цифровые технологии. Данные технологии и последствия их применения заслуживают особого внимания, так как с высокой вероятностью приведут к кардинальным изменениям и трансформации существующих социальных, политических и экономических систем, оказывая существенное влияние на формирование трудовых ресурсов. Применение данных технологий при производстве товаров и услуг получило название цифровой экономики.

Вместе с тем проблеме формирования трудовых ресурсов организаций сельского хозяйства в условиях цифровой трансформации, и, в частности, роботизации, уделяется недостаточно внимания, не конкретизированы индикаторы развития кадров в условиях применения данных технологий.

По некоторым прогнозам, дальнейшее развитие цифровой трансформации и роботизации может привести к повышению технологической безработицы, в том числе на сельских территориях [134]. Агентство стратегических инициатив и Московская школа управления «Сколково» в 2015 г. выпустили «Атлас новых профессий». К устаревающим интеллектуальным профессиям в горизонте прогнозирования до 2030 г. разработчики указанного издания отмечают следующие: кредитный менеджер, бухгалтер, сметчик, библиотекарь, документовед, корректор, фоторедактор, лектор, турагент, юрисконсульт, нотариус, банковский операционист, риэлтор, экскурсовод, журналист, диспетчер [6].

Цифровая трансформация оказывает значительное влияние на формирование трудовых ресурсов. Это заставляет исследовать проблемы прогнозирования развития трудовых ресурсов и влияния основных закономерностей трудовой сферы в условиях цифровой трансформации

организаций сельского хозяйства. Особенно это актуально для аграрного сектора, где занята существенная доля трудоспособного населения сельских территорий. Необходимо определение факторов, оказывающих влияние на трудовые ресурсы в условиях цифровизации, что позволит сформировать научно-практические рекомендации для государственной политики, а также построить личные карьерные стратегии будущего поколения кадров. Исследование факторов формирования трудовых ресурсов сельского хозяйства в результате цифровой трансформации является актуальной проблемой.

Основная научная гипотеза состоит в том, что в процессе цифровой трансформации формирование трудовых ресурсов отрасли находится под воздействием различных факторов. При этом отдельные группы профессий испытывают разную степень воздействия данных факторов. Это заставляет исследовать проблемы формирования трудовых ресурсов и влияние основных закономерностей трудовой сферы в условиях цифровой трансформации и, в частности, роботизации организаций сельского хозяйства.

Исследование факторов, оказывающих влияние на формирование трудовых ресурсов сельского хозяйства в условиях применения цифровых технологий, было осуществлено в несколько этапов.

На первом этапе выявлены факторы, оказывающие влияние на формирование трудовых ресурсов. Для этого применялись общеэкономические методы, такие как экономико-статистический анализ, системный подход, а также другие методы научного исследования, обобщения и обработки информации, обусловленные конкретными задачами исследования.

На втором этапе разработана и апробирована методика относительной оценки значимости данных факторов. Для исследования факторов формирования трудовых ресурсов в условиях цифровой трансформации применялось экспертное интервью с руководителями и специалистами организаций сельского хозяйства, а также анкетный опрос, содержащий альтернативные варианты ответов, конкретизирующих ожидания относительно изменений в трудовой сфере.

На третьем этапе проведена относительная оценка значимости факторов на отдельные категории занятых в сельскохозяйственном производстве. Эти факторы можно объединить в технико-технологическую и социально-экономическую группы.

Так, технико-технологическая группа включает факторы, которые оказывают влияние на формирование трудовых ресурсов, они связаны с характером использования цифровых технологий в сельском хозяйстве. Данные технологии существенно влияют на требования к подготовке кадров, уровень производственного травматизма и потенциально способны привести к увеличению безработицы на селе.

Социально-экономическая группа факторов связана с закономерностями нахождения людей в определенных социальных группах и отношениями, возникающими в процессе трудовой деятельности. Так, негативные демографические тенденции продолжают оказывать влияние на формирование трудовых ресурсов сельского хозяйства (таблица 9).

Таблица 9 – Динамика численности населения РФ в возрасте 15-72 лет и его распределение по статусу участия в рабочей силе, тыс. чел.

Год	Население в возрасте 15-72 лет, тыс. чел	В том числе				
		рабочая сила	из нее		лица, не входящие в состав рабочей силы	из них потенциальная рабочая сила
			занятые	безработ- ные		
2000	111166	72770	6570	7700	38396	-
2005	111519	73581	68339	5242	37938	-
2010	111533	75478	69934	5544	36055	1731
2015	110775	76588	72324	4264	34187	1343
2016	110226	76636	72393	4243	33590	1203
2017	110166	76109	72142	3967	34057	1115

Составлено автором.

Из данных таблицы видно, что численность рабочей силы (экономически активного населения) снизилась в 2017 г. по сравнению с 2000 г. на 0,9%. При этом количество человек, занятых в экономике, увеличилось на 4,6% – до 76109 тыс., за счет сокращения количества безработных за рассматриваемый период

на 48,5 % – с 7700 до 3967 тыс. человек.

В отрасли наблюдается дефицит кадров, связанный с нежеланием жителей «сельской местности реализовать свою рабочую силу в сельском хозяйстве. 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» [75]. Внедрение цифровых технологий позволит существенно улучшить условия труда, что может снизить безработицу на селе.

Основные факторы, оказывающие влияние на формирование трудовых ресурсов сельского хозяйства, представлены в таблице 10.

Таблица 10 – Факторы, оказывающие влияние на формирование трудовых ресурсов в условиях цифровой трансформации

Технико-технологические факторы	Социально-экономические факторы
Уровень подготовки специалистов с компетенциями взаимодействия с цифровыми технологиями	Демографическая ситуация на сельских территориях
Уровень роботизации и автоматизации сельскохозяйственного производства	Уровень напряженности трудового процесса, тяжесть условий труда, монотонность, повторяемость операций
Использование технологий на основе искусственного интеллекта и интернета вещей	Изменение моделей управления организациями сельского хозяйства
Возможность роста технологической безработицы на селе	Повышение престижности труда в отрасли для молодого поколения кадров
Снижение травматизма и риска возникновения профессиональных заболеваний	Снижение дефицита кадров массовых профессий

Составлено автором.

«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» [75]. Следует отметить, что внедрение цифровых, интеллектуальных и роботизированных технологий может повлиять на снижение среднего возраста. Новое поколение кадров, как правило, с большой восприимчивостью взаимодействует с цифровыми технологиями,

которые могут включать в себя интернет вещей, робототехнику и технологии искусственного интеллекта.

Негативное влияние на формирование трудовых ресурсов оказывает уровень заработной платы в отрасли [37]. За последние годы заработная плата сельского населения составляет лишь около 50% от уровня среднероссийской оплаты труда, что отрицательно сказывается на воспроизводстве трудовых ресурсов [5, 99]. Ряд исследователей представили анализ современного состояния обеспеченности сельского хозяйства трудовыми ресурсами, выявили основные тренды их использования. Авторами определены основные факторы, оказывающие влияние на обеспечение сельхозтоваропроизводителей квалифицированными кадрами и их закрепление на селе [86].

На следующем этапе в качестве объекта комплексной оценки выступают факторы, оказывающие влияние на формирование трудовых ресурсов сельского хозяйства. Следует заметить, что этот перечень факторов может быть скорректирован, поскольку темпы цифровой трансформации в организациях сельского хозяйства достаточно высокие.

Считаем необходимым предложить и использовать методику ранжирования факторов по степени воздействия на формирование трудовых ресурсов сельского хозяйства в условиях цифровой трансформации. Методика представляет собой комплексную оценку технико-технических и социально-экономических факторов, оказывающих воздействие на формирование трудовых ресурсов в условиях цифровой трансформации и, в частности, внедрения робототехники.

Оценка степени влияния факторов на формирование трудовых ресурсов в условиях цифровой трансформации была произведена по следующей методике:

1. Оценка степени влияния фактора проводилась по 10-балльной шкале.
2. Средняя оценка значимости фактора Z_i определялась как среднее арифметическое оценок всех руководителей и специалистов организаций сельского хозяйства по формуле:

$$Z_l = \frac{\sum_{i=1}^l Z_{li}}{L}, \quad (1)$$

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

L – порядковый номер фактора формирования трудовых ресурсов, $l = 1, \dots, I$.

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

$$F_l = \frac{Z_l}{\sum_{l=1}^I Z_l}, \quad (2)$$

где l – число факторов комплексной оценки.

В экспертном опросе по данной методике приняли участие 47 руководителей и специалистов организаций сельского хозяйства Среднего Урала. Средний возраст опрошенных – 46,5 года, 83,0% из них мужчины и 17,0% – женщины. Большинство (83,0 %) опрошенных являются специалистами с высшим образованием, из них 10, % закончили бакалавриат, 4,3% – магистратуру, один человек имеет ученую степень кандидата наук. Была проведена группировка указанных организаций по различным признакам. В соответствии с российским законодательством по размерам своей деятельности организации относят к крупным, средним или малым в зависимости от численности персонала [48] и размера выручки от реализации продукции [47]. Из общего числа организаций, задействованных в исследовании, по количеству персонала 36,2% можно отнести к микробизнесу, 17,0% – к малому бизнесу (с количеством сотрудников от 16 до 100 человек), 23,4% – к среднему бизнесу (с количеством работников от 101 до 250 человек) и 23,4% к крупному предпринимательству (с количеством работников более 250 человек) (таблица 11).

Микробизнес составляет 57,4% от общего количества организаций, при этом 38,3% можно отнести к малому бизнесу (с выручкой 120-800 млн руб.).

Таблица 11 – Группировка организаций, руководители и специалисты которых приняли участие в анкетировании

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	17	0-120	29
Малые	16-100	8	120-800	18
Средние	101-250	11	801-2000	0
Крупные	Более 250	11	Боле 20000	0

Составлено автором.

Руководители и специалисты организаций сельского хозяйства, выступившие в качестве экспертов, дали оценку степени влияния каждого фактора на формирование трудовых ресурсов в условиях цифровой трансформации. Результаты комплексной оценки факторов всеми экспертами были заполнены в соответствующие формы, приведенные в таблицах ниже. При этом каждый эксперт оценивал факторы независимо от мнения остальных экспертов.

Оценка значимости факторов, влияющих на формирование трудовых ресурсов в условиях применения цифровых технологий, проведена с привлечением в качестве экспертов руководителей и специалистов организаций сельского хозяйства (таблица 12).

По мнению руководителей и специалистов организаций сельского хозяйства, наибольшее влияние на формирование трудовых ресурсов в отрасли продолжают оказывать негативные демографические тенденции на селе (0,0033 балла). Они могут быть связаны со снижением рождаемости, ростом смертности, старением сельского населения и трудовой миграцией в крупные города.

На втором месте – уровень подготовки специалистов. По оценкам экспертов, на современном этапе работники сельского хозяйства должны владеть компетенциями взаимодействия с цифровыми технологиями, уметь их

обслужить и интерпретировать получаемую информацию (0,0033 балла).

Таблица 12 – Комплексная оценка факторов формирования трудовых ресурсов организаций сельского хозяйства в условиях цифровой трансформации (результаты опроса экспертов)

Факторы	Средняя оценка значимости фактора Z_i	Относительная оценка значимости фактора Fi	Ранг значимости фактора
Уровень подготовки специалистов с компетенциями взаимодействия с цифровыми технологиями	8,09	0,0033	2
Уровень роботизации и автоматизации сельскохозяйственного производства	5,17	0,0021	5
Использование технологий на основе искусственного интеллекта и интернета вещей	3,91	0,0016	8
Возможность роста технологической безработицы на селе	3,26	0,0013	9
Снижение травматизма и риска возникновения профессиональных заболеваний	4,70	0,0019	6
Демографическая ситуация на сельских территориях	8,17	0,0033	1
Уровень напряженности трудового процесса, тяжесть условий труда, монотонность, повторяемость операций	4,28	0,0017	7
Изменение моделей управления организациями сельского хозяйства	3,11	0,0013	10
Повышение престижности труда в отрасли для молодого поколения кадров	5,66	0,0023	4
Снижение дефицита кадров массовых профессий	6,53	0,0026	3

Составлено автором.

Дальнейшее расширение применения цифровых технологий может привести к снижению потребности в массовых профессиях (0,0026), прежде всего работников, не требующих высокой квалификации. Несомненно, это повлияет на процессы формирования трудовых ресурсов и также вызовет повышение привлекательности труда в отрасли. В большей степени на формирование трудовых ресурсов, по мнению экспертов, окажет влияние внедрение робототехники, чем технологии интернета вещей и искусственного интеллекта. Существенное снижение травматизма и профессиональных

заболеваний в результате применения цифровых технологий позволит бережно относиться к трудовым ресурсам (0,0019). Трансформация процесса труда, одновременное снижение тяжести и увеличение напряженности в меньшей мере повлияют на формирование трудовых ресурсов. Эксперты достаточно низко оценивают вероятность роста безработицы на селе в условиях дальнейшей цифровизации производства. Также практически не окажет влияние изменение моделей управления в результате применения цифровых технологий [79].

Проведем для примера комплексную оценку влияния факторов формирования трудовых ресурсов в условиях внедрения цифровых технологии на основные группы занятых (таблица 13).

Как следует из результатов опроса, наибольшее влияние цифровая трансформация окажет на категорию рабочих (0,16121). Прежде всего, это может быть связано со снижением потребности в работниках, занимающихся трудом, не требующим квалификации. Это может произойти в результате массового внедрения робототехники и автоматизации производства. Существенное влияние на рабочих может оказать повышение требований к владению компетенциями по взаимодействию с цифровыми технологиями.

Среднее воздействие цифровая трансформация окажет на формирование специалистов (0,09247). Так, дальнейшее развитие технологий искусственного интеллекта и интернета вещей приведет к появлению так называемых рекомендательных систем. Это позволит специалистам сельского хозяйства обрабатывать информацию быстрее и в больших объемах. Это, в свою очередь, повлияет на требования к качеству подготовки таких специалистов и может снизить потребность в них. Цифровые технологии могут принципиально изменить систему организации труда, что радикально повлияет на формирование специалистов для отрасли. Некоторые операции, к примеру, по кадровому делопроизводству, бухгалтерии, могут быть автоматизированы. В то же время могут появиться специалисты по обработке данных и интерпретации информации, поступающей от рекомендательных систем.

Таблица 13 – Комплексная оценка влияния факторов на отдельные группы работников организаций сельского хозяйства

Факторы, влияющие на формирование трудовых ресурсов	Относительная оценка значимости фактора	Руководители	Специалисты	Рабочие
Уровень подготовки специалистов с компетенциями взаимодействия с цифровыми технологиями	0,0033	8,1	7,5	8,5
Уровень роботизации и автоматизации сельскохозяйственного производства	0,0021	5,5	6,3	9,2
Использование технологий на основе искусственного интеллекта и интернета вещей	0,0016	7,2	8,8	4,5
Возможность роста технологической безработицы на селе	0,0013	4,2	6,1	7,8
Снижение травматизма и риска возникновения профессиональных заболеваний	0,0019	3,2	4,1	8,1
Демографическая ситуация на сельских территориях	0,0033	3,1	4,3	7,5
Уровень напряженности трудового процесса, тяжесть условий труда, монотонность, повторяемость операций	0,0017	4,8	6,6	7,6
Изменение моделей управления организациями сельского хозяйства	0,0013	9,1	8,8	3,5
Повышение престижности труда в отрасли для молодого поколения кадров	0,0023	6,1	5,8	7,3
Снижение дефицита кадров массовых профессий	0,0026	5,6	4,8	8,5
Уровень подготовки специалистов с компетенциями взаимодействия с цифровыми технологиями	-	0,08187	0,09247	0,16121

Составлено автором.

В меньшей степени внедрение цифровых технологий повлияет на категорию руководителей (0,08187). Прежде всего, изменения могут произойти в системе управления под влиянием технологий искусственного интеллекта. Руководители в перспективе должны владеть компетенциями по взаимодействию с цифровыми технологиями [50].

В качестве выводов можно отметить, что на формирование трудовых

ресурсов сельского хозяйства оказывают влияние разнообразные факторы. По-прежнему существенное воздействие оказывают негативные демографические тенденции на сельских территориях. Однако внедрение достижений научно-технического прогресса – это объективный процесс, который носит неизбежный характер. Цифровые технологии вносят существенные изменения в характер выполняемых трудовых функций, уровень производственного травматизма, гендерный состав кадров. Несмотря на имеющиеся опасения в увеличении технологической безработицы, руководители и специалисты сельского хозяйства не разделяют этих опасений. По их оценкам, дальнейшая цифровизация не окажет существенного воздействия на уровень занятости на селе. Напротив, работа с робототехникой, технологиями искусственного интеллекта, интернетом вещей позволит повысить привлекательность труда в отрасли, привлечь молодое поколение кадров. Применение цифровых технологий позволит повысить кадровый потенциал отрасли [51].

3 СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ФОРМИРОВАНИЯ ТРУДОВЫХ РЕСУРСОВ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ

3.1 Экономико-математическая модель формирования трудовых ресурсов организаций сельского хозяйства в условиях цифровой трансформации

В настоящее время в РФ принята и реализуется Концепция научно-технологического развития цифрового сельского хозяйства «Цифровое сельское хозяйство». В соответствии с данной программой существует дорожная карта, предназначенная для контрольных мероприятий по ее выполнению.

Одной из задач данной программы является развитие цифровой среды для дистанционного аграрного образования и рынка профессионального агроконсультирования. Другими задачами являются повышение привлекательности работы в сельском хозяйстве, увеличение спроса на специалистов ИТ в сельскохозяйственной отрасли, повышение уровня доходов на селе [15].

Необходимо содействие в разработке и внедрении в систему высшего и среднего профессионального образования новых образовательных программ [17] и стандартов обучения по инновационным технологиям цифрового земледелия (в т.ч. применение прямого посева, технологии точного земледелия, биотехнологии и т.д.), курсов повышения квалификации кадров для АПК, в обеспечении комплекса мер по трансферту знаний и распространению технологий бережливого земледелия и биотехнологий в сельхозпроизводстве [15].

В соответствии с данными задачами к 2024 г. профильные вузы должны осуществить первые выпуски и в полной мере реализовать программы по подготовке специалистов в области обработки данных, поддержки платформ,

микроэлектроники и цифрового оборудования для нужд сельского хозяйства. В связи с этим в практике деятельности органов исполнительной власти и профильных учебных заведений должна стоять задача по определению потребности в подготовке кадров, способных осваивать робототехнику и другие цифровые технологии. Решение этих задач связано с построением соответствующей модели.

Для этого воспользуемся моделью экономического роста Р. Солоу [177], согласно которой технологический прогресс увеличивает производительность труда:

$$Y_j(t) = F(F_j(t), A_j(t), L_j(t)), \quad (3)$$

где переменная $Y_j(t)$ обозначает выпуск конечного товара в стране j , а переменные $F_j(t)$, $L_j(t)$ – запас капитала и предложение труда соответственно. Переменная $A_j(t)$ описывает технологию в данной экономике, которая различается между странами и меняется во времени.

Последнее время характеризуется появлением значительного числа технологий, которые, с одной стороны, снижают потребность в трудовых ресурсах, с другой – вызывают необходимость повышения квалификации работников, взаимодействующих с этими технологиями. Из проведенных нами эмпирических наблюдений известно, что в основном эти результаты представлены в организациях сельского хозяйства цифровыми технологиями, при этом в большей степени робототехникой, в том числе используемой в доении. Для удобства примем, что рабочие места, оборудованные цифровыми технологиями, обслуживаются квалифицированными работниками, а на рабочих местах с традиционными технологиями трудятся неквалифицированные работники.

Основные выводы из эмпирических исследований состоят в том, что, несмотря на предположение о доступности цифровых технологий (в частности робототехники) к внедрению, наблюдаются значительные различия в технологиях между организациями сельского хозяйства, ведущими деятельность в схожих условиях. Это может быть связано как с

обеспеченностью организаций квалифицированными работниками, непосредственно обслуживающими новое оборудование, так и с наличием руководителей, не обладающих достаточными организационными и управленческими навыками для их внедрения.

Построение модели формирования трудовых ресурсов сельского хозяйства в условиях цифровой трансформации является достаточно сложной задачей. Это связано с определенными трудностями, к которым можно отнести следующие.

Во-первых, цифровая трансформация в организациях сельского хозяйства связана с развитием инфраструктуры сельских территорий. Так, наблюдается рост проникновения сети Интернет на сельские территории. По данным Фонда общественного мнения, динамика проникновения сети Интернет увеличилась с 10% в 2003 г. до 72% в 2018 г. [29] в федеральных округах и населенных пунктах разного типа. Однако в некоторых случаях имеется существенное отставание в развитии инфраструктуры сельских территорий от средних темпов по стране. Низкий уровень или отсутствие соответствующей инфраструктуры могут оказать влияние на снижение уровня применения цифровых технологий, в частности робототехники. Это, в свою очередь, может вызвать спрос на работников, взаимодействующих только с традиционными технологиями.

Во-вторых, сложно объяснить, почему одни организации осуществляют внедрение цифровых технологий и робототехники, способных существенно увеличить производительность труда, а другие нет. В некоторых исследованиях отмечается, что ключевым фактором, влияющим на решение о внедрении новых технологий, скорее всего, является квалификация работников. Это аппроксимируется долей работников, не занятых в производственной сфере.

Для построения такой модели предположим, что все организации сельского хозяйства представлены двумя группами. К первой группе можно отнести организации, внедряющие цифровые технологии и, в частности, робототехнику. Для упрощения представим, что в этих организациях количество таких рабочих мест достаточно велико, однако есть рабочие места

без цифровых технологий и робототехники. Вторую группу составляют организации сельского хозяйства, не внедряющие в производство цифровые технологии и робототехнику, их можно обозначить как традиционные организации. Для упрощения представим, что в данных организациях работники заняты преимущественно неквалифицированным трудом, а количество рабочих мест с цифровыми технологиями и робототехникой относительно невелико. При этом квалификация работников организаций с цифровыми технологиями превосходит квалификацию работников организаций, где эти технологии не внедряются. При этом получаем:

$$\frac{K_r}{F_r} > \frac{K_o}{F_o}, \quad (4)$$

где K_r – количество квалифицированных работников в организациях с цифровыми технологиями и робототехникой;

F_r – количество неквалифицированных работников в организациях с цифровыми технологиями и робототехникой;

K_o – количество квалифицированных работников в традиционных организациях;

F_o – количество квалифицированных работников в традиционных организациях.

Предположим также, что все организации сельского хозяйства имеют равный доступ к единому множеству технологий (доступ к поставщикам), имеется соответствующая инфраструктура для их применения. При этом получим, что все различия в производительности труда являются следствием возможных несоответствий между технологиями и квалификацией работников.

Предположим, что производственная функция Y выпуска сельскохозяйственной продукции s в момент времени t примет вид:

$$Y(s, t) = \left(\int_0^{N_L(t)} X_L(s, v, t) dv \right) ((1-i) l_j(s, t)) + \left(\int_0^{N_H(t)} X_H(s, u, t) dv \right) (i, \quad (5)$$

$$h_j(s, t)),$$

где $l_j(s, t)$ – количество неквалифицированных работников, занятых в производстве сельскохозяйственной продукции s в момент времени t ;
 $h_j(s, t)$ – количество квалифицированных работников, занятых в производстве сельскохозяйственной продукции s в момент времени t ;
 $(1-i)$ – производительность труда неквалифицированных работников;
 i – производительность труда квалифицированных работников;
 $X_L(s, v, t)$ – количество машин типа v , которые используют неквалифицированные работники;
 $X_H(s, u, t)$ – количество машин типа u , которые используют квалифицированные работники;
 $N_L(t)$ – количество типов машин, используемых неквалифицированными работниками;
 $N_H(t)$ – количество типов машин, используемых квалифицированными работниками.

Таким образом, в производстве сельскохозяйственной продукции заняты как квалифицированные работники, применяющие достижения научно-технического прогресса, так и неквалифицированные. Здесь переменная $l_j(s, t)$ обозначает количество неквалифицированных работников, а переменная $h_j(s, t)$ – количество квалифицированных работников, занятых в производстве сельскохозяйственной продукции s в момент времени t . При этом производительность труда неквалифицированных работников $(1-i)$ ниже, чем квалифицированных работников i . Наконец, переменная $X_H(s, u, t)$ – количество машин u -го типа, которые используют квалифицированные работники, а переменная $X_L(s, v, t)$ характеризует количество машин v -го типа, используемых остальными работниками. Также количество типов машин, используемых квалифицированными и неквалифицированными работниками, различается и составляет $N_L(t)$ и $N_H(t)$ соответственно.

Исходя из модели, представленной выше, считаем необходимым предложить методику оценки потребности сельского хозяйства в трудовых ресурсах (T_R) в условиях цифровой трансформации:

$$T_R = \int_0^{P_L(t)} l_j(s, t) dv \times X_L(s, w, v, t) + \int_0^{P_H(t)} h_j(s, t) dv \times X_H(s, w, u, t), \quad (5)$$

где $l_j(s, t)$ – количество неквалифицированных работников, занятых в производстве сельскохозяйственной продукции s в момент времени t ;

$h_j(s, t)$ – количество квалифицированных работников, занятых в производстве сельскохозяйственной продукции s в момент времени t ;

$X_L(s, v, t)$ – количество машин типа v , которые используют неквалифицированные работники;

$X_H(s, u, t)$ – количество машин типа u , которые используют квалифицированные работники;

$P_L(t)$ – количество профессий неквалифицированных работников, занятых в производстве сельскохозяйственной продукции s в момент времени t ;

$P_H(t)$ – количество профессий квалифицированных работников, занятых в производстве сельскохозяйственной продукции s в момент времени t ;

w – коэффициент, характеризующий повышение или снижение потребности в трудовых ресурсах по различным профессиям.

В данной модели уже имеются известные параметры. В частности, переменная $l_j(s, t)$ обозначает количество неквалифицированных работников, а переменная $h_j(s, t)$ – количество квалифицированных работников, занятых в производстве сельскохозяйственной продукции s в момент времени t . Переменные $X_L(s, v, t)$ и $X_H(s, u, t)$ определяют количество машин, используемых неквалифицированными и квалифицированными работниками соответственно. При этом машины v -го типа – это традиционные машины и оборудование, а u -го типа – это машины и оборудование, применяющиеся в условиях цифровой трансформации. Из ранее полученных эмпирическим путем результатов известно, что это в основном робототехника, используемая в

доении и подравнивании кормов. Количество профессий квалифицированных и неквалифицированных работников различается между собой и составляет $P_L(t)$ и $P_H(t)$ соответственно. Коэффициент w , характеризующий повышение или снижение потребности в трудовых ресурсах по различным профессиям, может быть положительным, если наблюдается рост по группе профессий, и отрицательным, если наблюдается снижение потребности в данных профессиях.

Используя полученную модель, можем рассчитать потребность в трудовых ресурсах (T_{RI}) на фермах с робототехникой по формуле:

$$T_{RI} = \int_0^{P_H(t)1} h_{j1}(s, t) dv \times X_{HI}(s, w, u, t) - \int_0^{P_L(t)1} l_{j1}(s, t) dv \times X_{LI}(s, w, v, t), \quad (6)$$

где $l_{j1}(s, t)$ – количество неквалифицированных работников, занятых в производстве сельскохозяйственной продукции s в момент времени t ;

$h_{j1}(s, t)$ – количество квалифицированных работников, занятых в производстве сельскохозяйственной продукции s в момент времени t ;

$X_{LI}(s, v, t)$ – количество рабочих мест, замещенных робототехникой, шт.;

$X_{HI}(s, u, t)$ – количество внедряемой робототехники на животноводческих фермах, шт.;

$P_H(t)1$ – количество новых специальностей работников, осуществляющих взаимодействие на фермах с робототехникой, шт.;

$P_L(t)1$ – количество традиционных специальностей работников, испытывающих снижение потребности, вызванной заменой их функций робототехникой, шт.

Таким образом, основываясь на эмпирических наблюдениях, получаем:

$$\begin{aligned} T_{RI} = & 0,34x_1 \times X_{HI}(s, u, t) + 0,07x_2 \times X_{HI}(s, u, t) - 1,30x_3 \times X_{LI}(s, v, t) - \\ & 0,37x_4 \times X_{LI}(s, v, t) + 0,52x_5 \times X_{HI}(s, u, t) - 0,78x_6 \times X_{LI}(s, v, t) + 0,26x_7 \times X_{HI}(s, u, \\ & t) + 0,26x_8 \times X_{HI}(s, u, t) + 0,26x_9 \times X_{HI}(s, u, t) + 0,13x_{10} \times X_{HI}(s, u, t) + 0,26x_{11} \times \\ & X_{HI}(s, u, t) - 0,13x_{12} \times X_{LI}(s, v, t) - 0,26x_{13} \times X_{LI}(s, v, t), \end{aligned}$$

где $P_H(t)_1$ – количество операторов роботизированного доения, ед.;

$P_H(t)_2$ – техников по обслуживанию робототехники, ед.;

$P_L(t)_3$ – количество операторов машинного доения, ед.;

$P_L(t)_4$ – скотников дневных, ед.;

$P_H(t)_5$ – количество операторов по раздаче кормов, ед.;

$P_L(t)_6$ – скотников ночных, ед.;

$P_H(t)_7$ – количество ветеринаров, ед.;

$P_H(t)_8$ – техников по искусственному осеменению;

$P_H(t)_9$ – количество зоотехников;

$P_H(t)_{10}$ – количество слесарей;

$P_H(t)_{11}$ – количество операторов по раздаче кормов;

$P_L(t)_{12}$ – бригадиров;

$P_L(t)_{13}$ – работников молочного отделения.

Пользуясь представленной методикой, можно сделать прогноз формирования трудовых ресурсов сельского хозяйства Свердловской области в условиях дальнейшей цифровой трансформации. При этом будут использоваться сложившиеся среднегодовые темпы ввода в эксплуатацию робототехники в сельском хозяйстве области. Таким образом, дополнительно к 2024 г. количество единиц робототехники составит 68 (таблица 14).

Таким образом, при сохранении темпов внедрения цифровых технологий к 2024 г. произойдут существенные изменения. Так, при текущих темпах роботизации значительно сократится потребность в неквалифицированных работниках. При подсчетах по предложенной методике снижение потребности в операторах машинного доения составит 57 человек, скотниках дневных – 16, скотниках ночных – 33. Общее снижение количества неквалифицированных работников составит 192 человека до 2024 г. Одновременно увеличится потребность в трудовых ресурсах, осуществляющих взаимодействие с цифровыми технологиями. Так, возрастет потребность в операторах роботизированного доения – 15 человек до 2024 г., в техниках по обслуживанию робототехники – на 3 человека. Общая потребность в

квалифицированных работников составит 28 человек при текущих темпах роботизации отрасли.

Таблица 14 – Прогнозная численность работников при плановых темпах ввода ферм с робототехникой, чел.

Категория работников	Нормативная потребность	Потребность в работниках до 2024 г. при текущих темпах роботизации отрасли	Потребность в работниках до 2024 г. при доведении поголовья на роботизированном доении до 5%
1	2	3	4
Оператор машинного доения	-1,30	-57	-222
Скотник дневной	-0,37	-16	-63
Скотник ночной	-0,74	-33	-127
Бригадир	-0,13	-6	-22
Работник молочного отделения	-0,26	-11	-44
Техник по обслуживанию робототехники	0,07	3	12
Оператор роботизированного доения	0,34	15	58
Итого количество неквалифицированных работников, чел.	-	-192	-479
Итого количество квалифицированных работников, чел.	-	28	70

Составлено автором.

Можно предложить сценарий развития, при котором темпы роботизации превысят текущие. Предположим, что эти темпы составят количество, позволяющее перевести к 2024 г. на роботизированное доение 5% всего поголовья крупного рогатого скота. В этом случае снижение потребности в операторах машинного доения составит 222 человека, скотниках дневных – 63, скотниках ночных – 127. Общее снижение количества неквалифицированных работников составит 479 человек до 2024 г. при переводе 5% поголовья на роботизированное доение. При этом возрастет потребность в операторах роботизированного доения – на 58 человек до 2024 г., в техниках по обслуживанию робототехники – на 12. Общая потребность в квалифицированных работниках составит 70 человек при темпах роботизации

отрасли, позволяющих перевести 5% поголовья скота на роботизированное доение.

Дальнейший рост интенсивности применения цифровых технологий в сельском хозяйстве может вызвать значительную трансформацию процесса подготовки трудовых ресурсов. К этим изменениям можно отнести появление новых «профессий по сферам приложения труда, появление новых видов занятости, трансформацию» [67] спроса и предложения на рабочую силу «на региональных и местных рынках труда. Трансформация по сферам труда может произойти преимущественно от специалиста, занятого физическим трудом, к специалисту, занятому» [67] умственным трудом.

3.2 Закономерности формирования трудовых ресурсов в условиях цифровой трансформации

В последнее время появилось множество исследований, отражающих эффекты изменения состава трудовых ресурсов в условиях применения цифровых технологий. Массовое увеличение занятости в профессиях высокой и низкой квалификации по сравнению с профессиями средней квалификации получило название поляризации труда.

Существуют различные оценки факторов, влияющих на поляризацию труда. Некоторые модели поляризации использовались для объяснения неравенства заработной платы в условиях быстрого роста относительного спроса на технические навыки (гипотеза SBTC). При этом растет спрос на трудовые ресурсы с высокой и низкой заработной платой за счет рабочих мест со средним уровнем заработной платы [173, 113, 119].

В то же время некоторые авторы утверждают, что гипотеза «рутинизации» (гипотеза ALM) гораздо лучше объясняет поляризацию труда [120, 135, 178]. Гипотеза ALM состоит в том, что отрасли с широким использованием рутинных навыков впоследствии наибольшими темпами внедряли цифровые технологии, что позволило уменьшить степень рутинных

навыков в этих отраслях.

Поляризация рынка труда – рост доли высокооплачиваемых и низкооплачиваемых рабочих мест за счет рабочих мест со средней заработной платой – сделала вклад в увеличение неравенства доходов, которое имело место во многих странах. Иногда упоминаемая как «исчезновение среднего класса» поляризация рынка труда оказывает влияние на широкий спектр вопросов экономической политики, включая занятость, образование, торговлю и налогообложение.

Данные организаций сельского хозяйства Свердловской области за 2013-2018 гг. позволяют сделать обоснованный вывод о поляризации труда в отрасли. В рассматриваемый период происходит интенсивное внедрение робототехники в производство. Данные по субъектам хозяйствования позволяют предположить, как именно происходит поляризация за рассматриваемый период на уровне организаций сельского хозяйства. Это приобретает особенную актуальность, поскольку именно субъекты хозяйствования принимают решения в области занятости. В предыдущих исследованиях по поляризации рынка труда в основном использовались опросы рабочей силы, которые актуальны для изучения работников и заработной платы, но дают мало информации о фирмах, где непосредственно заняты работники.

Так, для расчета трудоемкости по категориям работников были использованы данные организаций сельского хозяйства (на рисунке 17 – косая штриховка). Для расчета изменения доли профессии в условиях роботизации были использованы нормы обслуживания поголовья животных на одного человека (приложение). Таким образом, можно рассчитать снижение трудоемкости так, как если бы на технологических позициях с робототехникой трудились люди (на графике – плотная штриховка). Общая трудоемкость выделена штриховкой точками (рисунок 17).

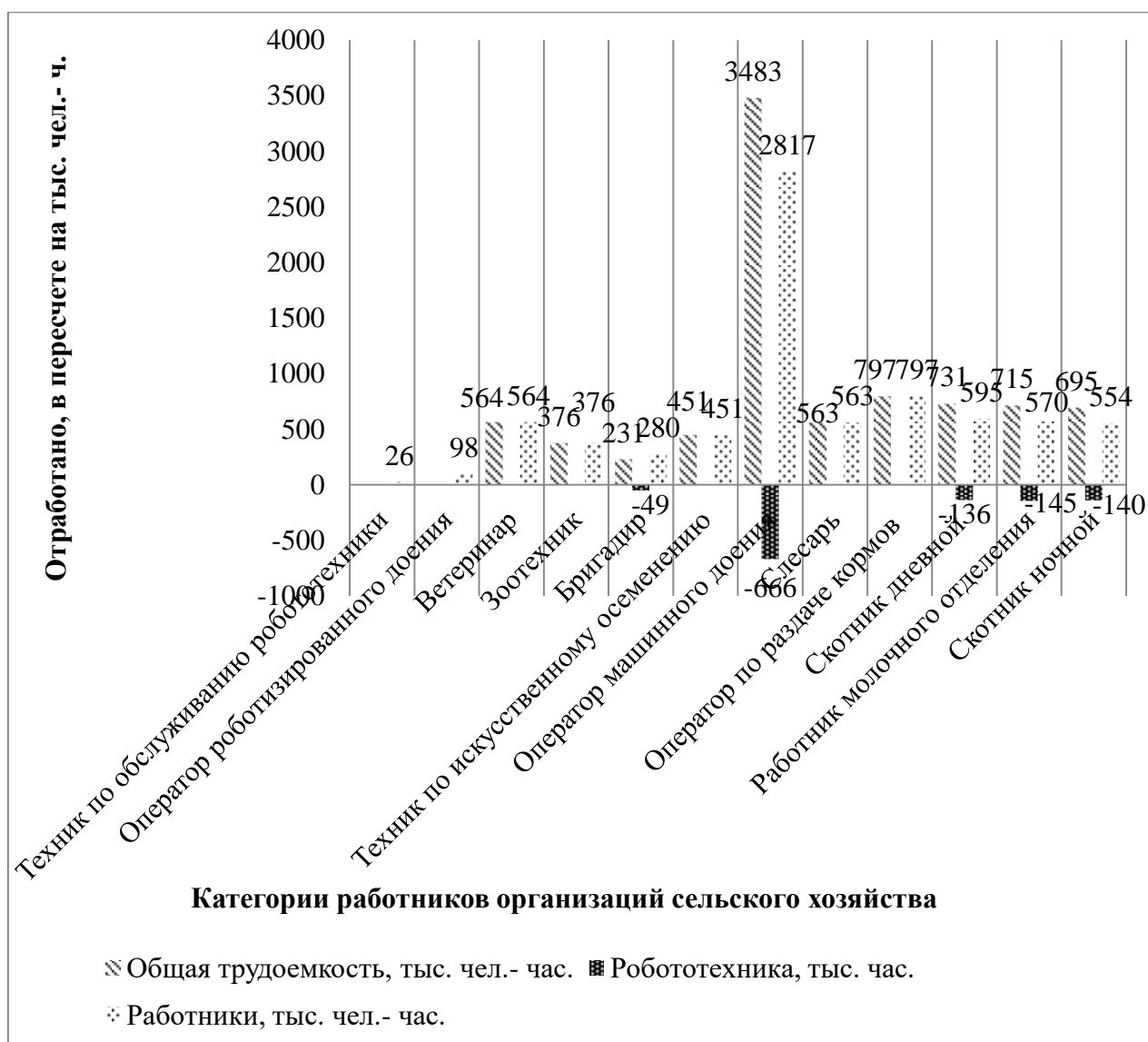


Рисунок 17 – Затраты времени в организациях сельского хозяйства Свердловской области за 2013-2018 гг. [Составлено автором]

Количество отработанных часов по некоторым категориям работников увеличилось, поскольку в организациях сельского хозяйства были созданы дополнительные рабочие места по этим специальностям. Это прежде всего относится к техническим специальностям – оператору роботизированного доения (98 тыс. чел.-ч.) и технику по обслуживанию робототехники (26 тыс. чел.-ч.). Наибольшее снижение трудоемкости произошло по позиции оператор машинного доения (666 тыс. чел.-ч.). Значительное снижение трудоемкости отмечается по позициям скотник дневной (136 тыс. чел.-ч.) скотник ночной (140 тыс. чел.-ч.) и работник молочного отделения (145 тыс. чел.-ч.).

Существенное снижение трудоемкости наблюдается по категории бригадир – 49 тыс. чел.-ч. Ряд категорий работников не претерпели изменений трудоемкости в условиях роботизации ферм. К ним относятся специалисты – ветеринар, зоотехник и техник искусственного осеменения.

По некоторым категориям рабочих мест наблюдалось существенное количество времени в пересчете на человеко-часы, отработанное робототехникой (рисунок 18).

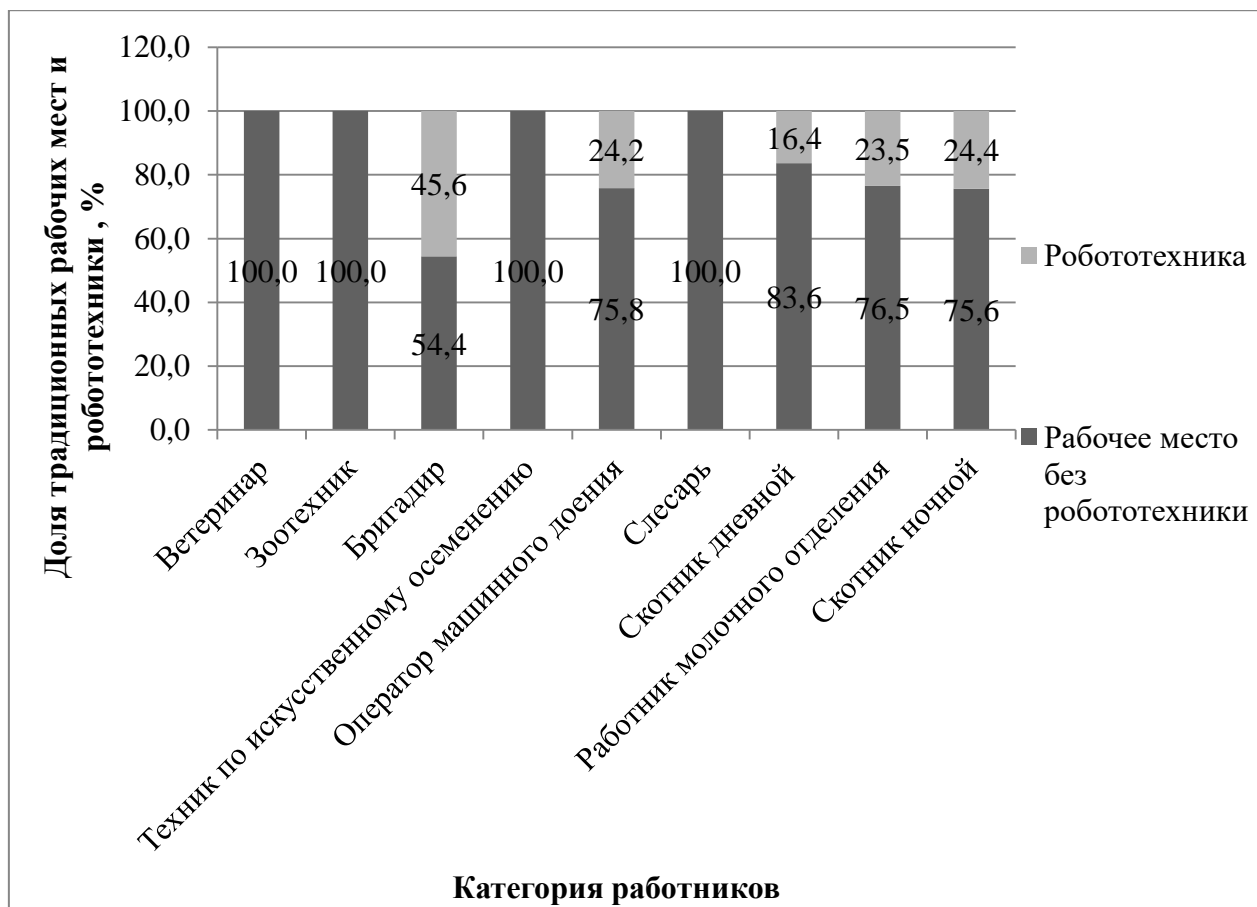


Рисунок 18 – Доля традиционных рабочих мест и робототехники, %
[Составлено автором]

Таким образом, на ферме с роботами на 46,1% меньше работников, чем на традиционной ферме с доением в молокопровод (в пересчете на обслуживание 130 голов). Это достигается за счет высвобождения операторов машинного доения и бригадиров ферм. В последних нет необходимости, так как вся информация о состоянии производства вплоть до ведения зоотехнического учета поступает от робота непосредственно к руководителю

организации или главным специалистам на рабочее место.

Исследование темпов снижения (увеличения) занятости по профессиям в зависимости от ранга заработной платы в организациях сельского хозяйства, применяющих цифровые технологии, позволит сделать объективные выводы о поляризации труда в отрасли (рисунок 19).

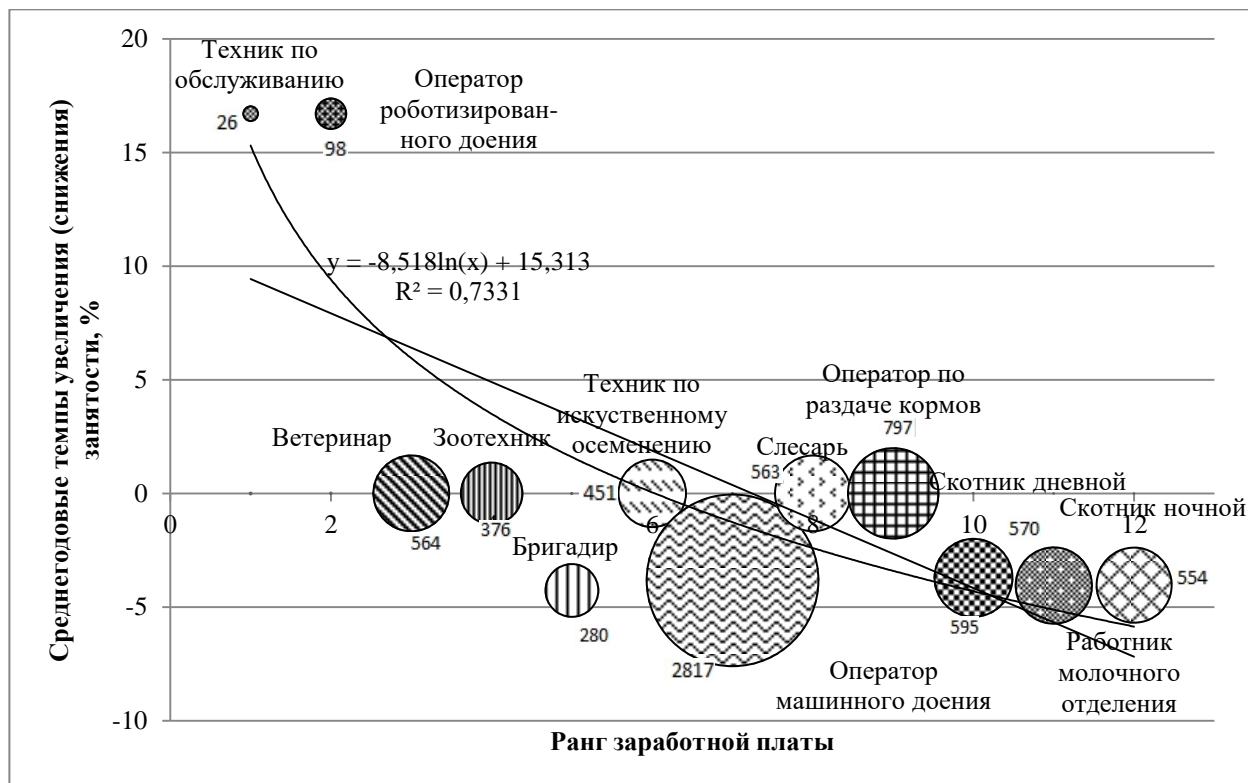


Рисунок 19 – Изменение трудоемкости по профессиям в зависимости от ранга зарплаты в организациях сельского хозяйства Свердловской области, применяющих робототехнику (2013-2018 гг.), тыс. чел.-ч. [Составлено автором].

По данным рисунка видно, что увеличение занятости в условиях роботизации сельского хозяйства наблюдается по профессиям с наибольшими рангами оплаты труда. Так, среднее увеличение занятости техников по обслуживанию роботов и операторов роботизированного доения составило 16,7%. По ряду профессий со средними рангами заработной платы не наблюдается изменений занятости за рассматриваемый период. К примеру, ветеринары (ветеринарные врачи и фельдшеры) выполняют сложные виды работ, связанные с манипуляциями руками, которые в настоящее время не

могут быть заменены роботами. Технологии искусственного интеллекта и робототехника могут относительно легко имитировать интеллектуальные и вычислительные способности взрослого человека, однако достаточно сложно алгоритмизировать восприятие и сенсомоторные навыки. Иными словами, робототехника в настоящее время неспособна заменить человека на таких рабочих местах, как техник искусственного осеменения, зоотехник и слесарь, поскольку их деятельность трудно поддается алгоритмизации.

Операторы по раздаче кормов осуществляют свои функции механизированным способом, используя трактора и другую технику. В настоящее время существуют роботизированные средства раздачи кормов, однако их внедрение связано с существенными капитальными вложениями, поэтому с экономической точки зрения роботизация этих рабочих мест не выгодна. Кроме того, перемещение робота вне помещений связано с рядом сложностей как технического, так и юридического характера.

По ряду профессий с низким рангом заработной платы наблюдается снижение занятости, что нехарактерно для других отраслей. Так, темпы снижения занятости дневных и ночных скотников составили соответственно 3,7 и 4,0% в год. Частично их функции (подгон животных, уборка помещений) выполняются операторами роботизированного доения. Значительная часть работы скотников, связанная с ведением учета, наблюдением за поведением животных, выполняется робототехникой. Существенное снижение занятости наблюдается по работникам молочного отделения. Дело в том, что функционал современного доильного робота позволяет осуществлять мойку оборудования в автоматическом режиме.

Значительное сокращение занятости по группе организаций сельского хозяйства, применяющих робототехнику, наблюдается по позиции бригадир (4,3% в год). Как уже было сказано, существенная часть его функционала может быть выполнена в автоматическом режиме или в ней отпадает необходимость.

Таким образом, можно выделить следующие группы работников

(таблица 15).

Таблица 15 – Характеристика работников молочно-продуктового подкомплекса

Характер изменения занятости	Группа работников	Характеристика
Снижение занятости	Бригадир Оператор машинного доения Скотник дневной Работник молочного отделения Скотник ночной	Выполняют операции, которые можно описать алгоритмами, монотонные, повторяющиеся операции
Стабильная занятость	Ветеринар Зоотехник Техник по искусственному осеменению Слесарь	Выполняют операции, связанные с манипуляциями руками, которые сложно описать алгоритмами
Увеличение занятости	Оператор роботизированного доения Техник по обслуживанию роботов	Выполняют операции по обслуживанию робототехники, имеют инженерные компетенции

Составлено автором.

Таким образом, можно выделить три группы работников по характеру изменения занятости.

Первая группа включает работников сельского хозяйства, потребность в которых в ближайшее время снизится. К ним можно отнести бригадиров ферм, операторов машинного доения, скотников дневных и ночных, работников молочного отделения. Прежде всего это связано с тем, что выполняемые ими операции можно описать алгоритмами, это монотонные и повторяющиеся операции. Дальнейшее развитие процесса цифровой трансформации, в том числе массовое применение робототехники, приведет к замене монотонных, повторяющихся операций, выполняемых этими работниками, интеллектуальными механизмами и алгоритмами.

Ко второй группе следует отнести работников со стабильной занятостью, потребность в которых в ближайшее время не снизится. К ним можно отнести ветеринаров, зоотехников, техников по искусственному осеменению и слесарей. Это вызвано тем, что данные категории работников заняты выполнением операций, связанных с манипуляциями руками, которые

достаточно сложно описать алгоритмами. В некоторых случаях это может быть связано с перемещением предметов или передвижением по открытой местности или в помещениях. С развитием процесса цифровой трансформации данные виды деятельности, возможно, будут описаны алгоритмами, что позволит заменить людей робототехникой. Однако в ближайшей и среднесрочной перспективе исследовательские работы в этих направлениях не ведутся.

Следующую группу работников составляют занятые с прогнозируемым увеличением численности. К ним можно отнести операторов роботизированного доения и техников по обслуживанию роботов. Данные категории работников выполняют операции по обслуживанию робототехники и имеют инженерные компетенции. Ожидается, что с увеличением темпов научно-технического прогресса работники инженерных специальностей, владеющие компетенциями по взаимодействию с цифровыми технологиями, будут все больше востребованными, в том числе в сельском хозяйстве.

Следует заметить, что данный список категорий работников не является исчерпывающим, он составлен с учетом текущего этапа развития цифровых технологий и специфики сельского хозяйства Среднего Урала. В первую очередь данные наблюдения относятся к работникам молочно-продуктового подкомплекса, однако с развитием цифровых технологий и появлением доступных в коммерческом отношении решений для фермеров, прежде всего в растениеводстве и обслуживающих отраслях, есть основания полагать, что процесс поляризации труда в отрасли получит дальнейшее развитие.

Так, для защиты от вредоносного программного обеспечения, для защиты персональных данных могут понадобиться работники, которые участвуют в его создании, – вирусные аналитики. Эти работники могут постоянно мониторить и защищать пользователей программного обеспечения от несанкционированного доступа третьих лиц. Эти специалисты будут готовить вредоносное программное обеспечение, изучая его возможности и функциональность. Весьма перспективной выглядит подготовка технологов точного земледелия. Это позволит обучить сельхозтоваропроизводителей работе с применением

технологий точечного полива, внесения удобрений, используя цифровые технологии, которые повышают урожайность и уменьшают затраты ресурсов.

3.3 Организационно-экономический механизм формирования трудовых ресурсов в условиях цифровой трансформации

В процессе исследования были проанализированы программы последних лет, в которых содержались меры по формированию трудовых ресурсов в сельском хозяйстве. В последнее время на федеральном и региональном уровнях действовало несколько программ поддержки сельского хозяйства и АПК. Данные программы содержат отдельные элементы, направленные на формирование трудовых ресурсов сельского хозяйства.

Так, в настоящее время осуществляется реализация ведомственного проекта «Цифровое сельское хозяйство». В соответствии с этим проектом «рассмотрен подход к цифровой трансформации сельского хозяйства посредством внедрения цифровых технологий и платформенных решений для обеспечения технологического прорыва в АПК и достижения роста производительности на «цифровых» сельскохозяйственных предприятиях» [15]. В рамках данного проекта «предусмотрен комплекс мероприятий по внедрению цифровых технологий и платформенных решений в АПК» [15].

«Доля данных об объектах сельскохозяйственных ресурсов (земли сельскохозяйственного назначения, рабочий и продуктивный скот, сельскохозяйственная техника), включенных в цифровую платформу «Цифровое сельское хозяйство»» [15], должна достигнуть 100% к 2024 г. «Доля умных контрактов, заключенных (в электронном виде) с получателями субсидий (от общего числа получателей субсидий)» [15], должна составить 100% к концу реализации проекта. «Доля регионов России, внедривших цифровое отраслевое планирование сельскохозяйственного производства на основе цифровой платформы «Цифровое сельское хозяйство» [15], должна достигнуть 100% к концу реализации проекта (при отсутствии таких регионов в

настоящее время). Планируется повышение производительности труда в 2 раза в расчете на одного работника в результате реализации данного проекта. «Доля специалистов сельскохозяйственных предприятий, прошедших переподготовку и обладающих компетенциями в области цифровой экономики по работе с цифровыми продуктами и технологиями» [15], должна составить 50% к 2024 г. Применение цифровых технологий в производственных процессах позволит существенно сократить расходы предприятий (доля материальных затрат должна снизиться с 60% в настоящее время до 43% к 2024 г), «что должно привести к увеличению показателей производства как по объемам получаемого сырья, продукции, так и по показателям финансово-хозяйственной деятельности. Это выведет сельское хозяйство на новый уровень развития и позволит сделать технологический прорыв в АПК» [15].

Вместе с тем в настоящее время наблюдаются весьма низкие темпы внедрения цифровых технологий в организациях сельского хозяйства, хотя они оказывают влияние на увеличение производительности и экономической эффективности сельскохозяйственного производства, поскольку обеспечивают увеличение эффективности при более низких производственных издержках, чем в рамках традиционных технологий. По данным Министерства сельского хозяйства РФ, по состоянию на 2018 г. их применяют около 1% организаций отрасли. В настоящее время доля данных об объектах сельскохозяйственных ресурсов в «цифровой платформе» составляет: 25% по землям сельскохозяйственного назначения; 0% по рабочему и продуктивному скоту и 35% по сельскохозяйственной технике. Доля контрактов, заключенных (в электронном виде) с получателями субсидий, составила менее 5%. В настоящее время отсутствуют регионы, использующие цифровое отраслевое планирование сельскохозяйственного производства на основе платформы «Цифровое сельское хозяйство». Доля специалистов сельскохозяйственных предприятий, обладающих компетенциями в области цифровой экономики, по оценкам экспертов, составляет в настоящее время менее 10%.

Необходимость активизации формирования трудовых ресурсов,

способных осваивать цифровые технологии, вызывает необходимость разработки соответствующего организационно-экономического механизма.

Под воздействием проводимой экономической политики государства формируются многоуровневые системы, которые можно определить как экономические механизмы. В условиях ускоряющихся темпов цифровой трансформации, развития процесса роботизации резко меняются требования к экономическому механизму. С учетом скорости происходящих изменений ужесточаются требования к использованию имеющихся ресурсов посредством эффективного организационно-экономического механизма. Данный механизм должен отвечать требованиям системности, иерархичности, устойчивости функционирования, гибкости, взаимоусиления его элементов [66].

Особенно актуализируется необходимость моделирования процессов формирования и функционирования экономических механизмов [96, 27]. Для снижения неопределенности и рисков мы предлагаем частный случай такого механизма, направленного на формирование трудовых ресурсов сельского хозяйства [33] в условиях цифровой трансформации. Среди блоков данного механизма можно выделить: целевой, организационно-управленческий, мотивационный, переподготовки и подготовки кадров.

Так, организационно-управленческий блок может включать в себя такие организационно-управленческие структуры и их системы, как Министерство сельского хозяйства РФ; государственные органы управления АПК региональных уровней с их службами управления персоналом; государственные органы управления районного звена АПК с их кадровыми службами; высшие, средние, специальные и профессиональные учебные заведения, региональные центры повышения квалификации; региональные консультативные службы и центры; региональные службы занятости населения; субъекты хозяйствования АПК различных организационно-правовых форм собственности [109]. Данный блок может также включать элементы планирования потребности в трудовых ресурсах, способных осваивать цифровые технологии. Одним из важнейших элементов данного

блока можно считать элемент обеспечения финансирования, которое можно осуществлять из федерального бюджета, из бюджетов субъектов Федерации, а также путем привлечения внебюджетных средств. Отдельные элементы данного блока направлены на обеспечение условий формирования трудовых ресурсов в условиях цифровой трансформации отрасли

Мотивационный блок представлен следующими элементами: снижение уровня производственного травматизма и профессиональных заболеваний, рост уровня удовлетворенности трудом, реализацией интересов работников, снижением тяжести и монотонности труда, уровнем заработной платы вследствие эффекта поляризации. Реализация отдельных элементов данного блока позволит повысить привлекательность работы в аграрном секторе экономики, увеличить спрос на специалистов ИТ в сельскохозяйственной отрасли, повысить уровень доходов на селе.

Важное значение имеет блок переподготовки и подготовки кадров. Один из элементов этого блока направлен на модернизацию подготовки в аграрных высших, средних, специальных и профессиональных учебных заведениях и формирование у обучающихся компетенций по работе с цифровыми технологиями. Цифровая среда дистанционного аграрного образования, трансферт знаний и распространения технологий сберегающего земледелия и биотехнологий в сельхозпроизводстве являются одними из приоритетов данного элемента [15]. Другим элементом является разработка и внедрение в систему высшего и среднего профессионального образования новых образовательных программ и стандартов обучения по инновационным технологиям цифрового земледелия. Это позволит к 2024 г. профильным вузам осуществлять выпуски и реализовать программы по подготовке специалистов, связанных с обработкой больших объемов данных, поддержкой платформ, микроэлектроникой и цифровым оборудованием сельского хозяйства [15].

Важным условием переподготовки и подготовки кадров, способных осваивать цифровые технологии, и, в частности, робототехнику, является совершенствование материально-технической базы высших, средних,

специальных и профессиональных учебных заведений, осуществляющих такую подготовку для сельского хозяйства. Одним из элементов материальной базы учебных заведений является их техническая оснащенность. В подготовке кадров в условиях цифровой трансформации, и, в частности, робототехники, первостепенное значение имеет наличие необходимого количества стендов, имитирующих работу роботов, компьютерного оборудования и программного обеспечения, соответствующей инфраструктуры, позволяющей обрабатывать большие объемы данных. Однако техническая база многих учебных заведений не соответствует современному уровню производства. В то время как организации сельского хозяйства внедряют передовые технологии, в том числе робототехнику, учебные заведения ведут образовательный процесс на устаревшей технике. Недостаточно интенсивно осуществляется модернизация устаревшего учебно-лабораторного оборудования. Многие факультативы инженерного профиля сельскохозяйственных вузов не имеют кабинетов и лабораторий, оснащенных современным оборудованием, ЧПУ технологиями, компьютерным оборудованием, позволяющим проводить моделирование и использовать высокопроизводительное программное обеспечение. Учебные заведения оснащены в основном станочным оборудованием, снятым с вооружения машиностроительных заводов. Слабым звеном материально-технической базы является обеспеченность кадров сельскохозяйственных учебных заведений жильем. Недостаток жилья затрудняет прием наиболее квалифицированных преподавателей. Для получения практических навыков при подготовке учащихся в условиях цифровой трансформации требуются учебные и учебно-опытные хозяйства. От уровня их развития, технической оснащенности, организации труда в них зависит качество учебной, а также научно-исследовательской работы. Однако значительная часть образовательных учреждений до сих пор не имеет учебных хозяйств, многие из них оснащены устаревшими тракторами и сельскохозяйственными машинами прошлого поколения и далеко не полностью укомплектованы кадрами специалистов. В этих условиях многие выпускники учебных заведений

встречаются с новой роботизированной, интеллектуальной техникой лишь по прибытии в организации сельского хозяйства (рисунок 20).

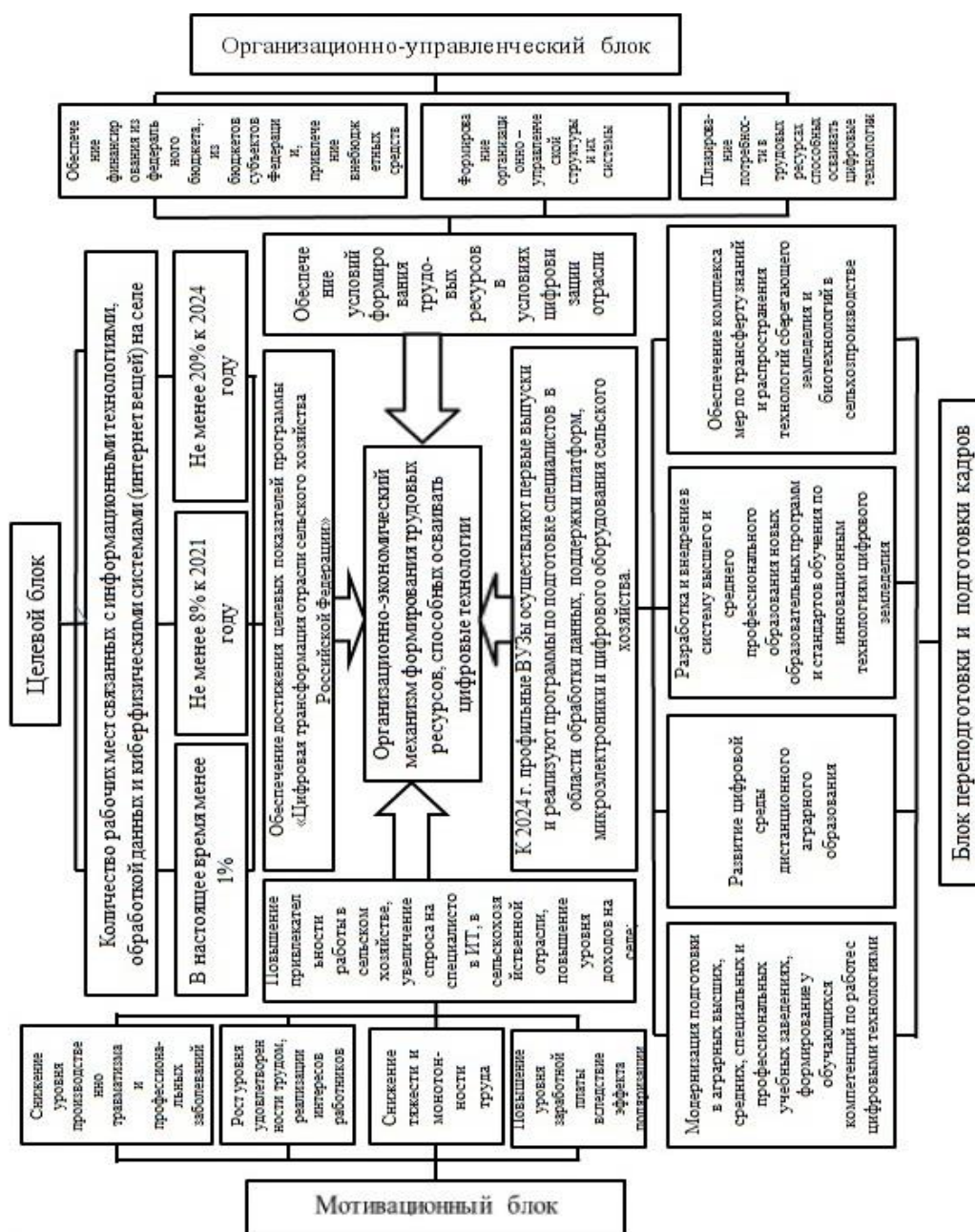


Рисунок 20 – Структура организационно-экономического механизма формирования трудовых ресурсов, способных осваивать цифровые технологии
[Составлено автором]

Зачастую преподаватели сельскохозяйственных вузов незнакомы с современными достижениями научно-технического прогресса, не имеют знаний о возможностях роботов, навыков работы с современным программным обеспечением. Таким образом, несмотря на значительные успехи во внедрении

цифровых технологий, и в частности робототехники, в производство, система подготовки специалистов для сельского хозяйства не отвечает современным требованиям.

Качество подготовки и воспитания работников сельского хозяйства во многом зависит от уровня знаний, научной и педагогической квалификации работников сельскохозяйственных учебных заведений. Ощущается острая потребность этих учебных заведений в опытных специалистах для преподавания таких дисциплин, как программирование, электрические машины и приводы, технические средства автоматизации, автоматизированные системы управления, электроника и других дисциплин, позволяющих осваивать цифровые технологии. Это вызывает необходимость совершенствовать профессорско-преподавательский состав учебных заведений страны.

Целевой блок устанавливает количество рабочих мест, связанных с информационными технологиями, обработкой больших объемов данных и киберфизическими системами (интернетом вещей) в сельском хозяйстве. Если в настоящее время таких рабочих мест менее 1%, то к 2021 г. их должно быть 8%, а к 2024 г. – не менее 20%. Это позволит обеспечить достижение целевых показателей программы «Цифровая трансформация отрасли сельского хозяйства Российской Федерации».

Данный организационно-экономический механизм будет способствовать формированию трудовых ресурсов сельского хозяйства, способных осваивать цифровые технологии.

Цифровая трансформация и роботизация организаций сельского хозяйства открывают возможности для развития трудовых отношений, к которым следует отнести привлечение высококвалифицированных специалистов в отрасль [35], в том числе путем дистанционной занятости или фриланса. К данным категориям следует отнести работников, связанных с обслуживанием робототехники, программистов, работников, взаимодействующих непосредственно с роботами. Это приведет к появлению новых профессий в сельском хозяйстве. Так, на Среднем Урале операторы

машинного доения (доярки) переквалифицируются в операторов роботизированного доения. Оператор роботизированного доения – относительно новая категория персонала на российских фермах. Эти специалисты выполняют функции анализа данных отчетов в операционной системе, непосредственно вводят их в оперативную систему робота, осуществляют корректирующие действия, проводят замену расходных материалов и ремонт доильных роботов, который не требует высокой квалификации.

Для этого применим SWOT-анализ с целью выделения основных сильных и слабых сторон трансформации трудовых отношений в условиях цифровизации сельского хозяйства, а также обозначения потенциальных угроз и возможностей этих отношений (таблица 16).

Таблица 16 – SWOT-анализ развития трудовых отношений в условиях цифровой трансформации сельского хозяйства

Сильные стороны (strengths)	Слабые стороны (weaknesses)
Гибкая занятость, повышение трудовой мобильности	Низкая скорость адаптации жителей сельских территорий к изменяющимся условиям
Снижение кадровых рисков, воздействия человеческого фактора на результаты производства	Низкие темпы цифровизации сельского хозяйства
Снижение в результате цифровизации теневой занятости в аграрном секторе	Вероятность сопротивления работников изменениям
Повышение качества жизни занятых в сельском хозяйстве, рост уровня доходов работников на основе использования персональных KPI	Необходимость уточнения нормативно-правовой базы трудовых отношений в условиях развития цифровой экономики
Возможности (opportunities)	Угрозы (threats)
Привлечение высококвалифицированных специалистов в отрасль	Вероятность повышения уровня безработицы на сельских территориях
Возможность построения персональной карьеры	Подготовка кадров в отраслевых учебных заведениях по устаревшим программам, с недостатком компетенций по цифровой экономике
Расширение возможностей дистанционной занятости в отрасли, в т.ч. фриланса	Поляризация труда в отрасли
Возможность появления новых профессий, связанных с цифровой трансформацией сельского хозяйства	Возможное падение доходов сельского населения в результате вытеснения человека из экономического процесса

Составлено автором.

К сильным сторонам следует отнести увеличение гибкой занятости, повышение трудовой мобильности в результате цифровизации сельского хозяйства. Применение цифровых технологий предполагает обобщение большого количества данных для выработки обоснованных взвешенных управленческих решений. Это позволит снизить кадровые риски, оказывающие серьезное влияние на конечные результат труда в отрасли. Выполнение рутинных и монотонных операций с применением робототехники или технологий искусственного интеллекта позволит повысить качество трудовой жизни работающих в сельском хозяйстве. Не секрет, что теневая занятость составляет существенную часть от общей занятости. Цифровизация повысит открытость данных и позволит сократить масштабы негативного явления. В условиях цифровизации сельского хозяйства появится возможность ввести персональные KPI на каждое рабочее место, что повысит мотивацию труда [54].

К слабым сторонам развития трудовых отношений в условиях цифровизации сельского хозяйства следует отнести слабую адаптацию жителей сельских территорий к изменяющимся условиям [59]. Также следует отметить, что цифровизация сельского хозяйства осуществляется низкими темпами. Это связано как с отраслевыми особенностями, поскольку цифровые решения для сельского хозяйства, как правило, технически более сложные, чем для других отраслей, так и низкой инновационной восприимчивостью российской экономики в целом. Следует отметить, что цифровая трансформация потребует отмены ряда ключевых правовых ограничений и создания новых отдельных правовых институтов, создания нормативно-правовой базы регулирования трудовых отношений [55].

К основным угрозам развития трудовых отношений следует отнести вероятность повышения уровня безработицы на сельских территориях. Предполагается, что будут сокращены прежде всего работники массовых профессий, трудовые операции которых можно легко алгоритмизировать. При этом увеличится доля работников, занятых творческим трудом, и низкооплачиваемых работников, труд которых экономически нецелесообразно

заменять цифровыми алгоритмами. Угрозой является подготовка кадров в отраслевых учебных заведениях по устаревшим программам, с недостатком компетенций по цифровой экономике [60]. Для снижения этой угрозы действенным является содействие разработке и внедрению в системы высшего и среднего профессионального образования новых образовательных программ и стандартов обучения по цифровым технологиям, обеспечение комплекса мер по трансферту знаний и распространению технологий в отрасль. Необходимо создание системы образовательных программ, обеспечивающих переобучение, повышение квалификации, формирование компетенций граждан для цифровой трансформации сельского хозяйства.

В настоящее время именно цифровые технологии являются одним из ключевых драйверов развития общества и экономики, в том числе сельского хозяйства. Вместе с тем развитие трудовых отношений в условиях цифровой трансформации сельского хозяйства недостаточно исследовано. Отдельные вопросы, связанные с вытеснением человека из экономики и повышением безработицы, можно отнести к проблемам, требующим отдельного исследования. Результаты исследования могут быть использованы для рекомендации фермерам осуществлять цифровизацию с целью снижения потребности в персонале и влияния кадровых рисков на результаты труда [103]. Ожидается, что возможности и сильные стороны трансформации трудовых отношений в условиях цифровой трансформации сельского хозяйства будут становиться все более значимыми в среднесрочной перспективе, следовательно, будет расти интерес фермеров [76] к цифровым технологиям.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

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

1. Дополнен понятийный аппарат формирования трудовых ресурсов сельского хозяйства. Сформулировано понятие: «трудовые ресурсы сельского хозяйства в условиях цифровой трансформации» – трудоспособная часть населения, обладающая физическими и интеллектуальными способностями для производства материальных благ или оказания услуг и способная осваивать цифровые технологии. Под «формированием трудовых ресурсов сельского хозяйства в условиях цифровой трансформации» мы понимаем целенаправленный воспроизводственный процесс, происходящий под воздействием программно-целевого управления отраслью сельского хозяйства и организационно-экономического механизма, реализация которого направлена на привлечение и закрепление в отрасли профессионально подготовленных кадров, способных к освоению высокоэффективных цифровых технологий.

2. Цифровая трансформация в организациях сельского хозяйства приводит к существенному изменению тяжести и напряжённости трудового процесса. Так, роботизация вызывает трансформацию профессионального состава работников сельскохозяйственных организаций. На смену работникам с высокой долей ручного труда (доярки, скотники) приходят специалисты преимущественно умственного труда (операторы роботизированного доения, техники по обслуживанию роботов). В организациях с робототехникой снижается тяжесть труда, трансформируется гендерный и возрастной состав работников. Также на фермах с робототехникой следует отметить высокую удовлетворенность трудом. Показатели напряженности трудового процесса увеличиваются. На ферме с робототехникой наблюдается высокая плотность сигналов и сообщений, большое число производственных объектов одновременного наблюдения, за экранами мониторов. Также можно отметить «размытый» рабочий график и возможность решения производственных задач

удаленно, по истечении рабочего времени. Повышенные эмоциональные нагрузки связаны с высокой ответственностью за результат собственной деятельности. Применение робототехники в сельскохозяйственном производстве повышает привлекательность и разнообразие труда, что положительно сказывается на закреплении молодых специалистов в отрасли.

3. Определены современные тенденции развития трудовых ресурсов, занятых в сельском хозяйстве Свердловской области. К основным можно отнести: удельный вес сельского населения региона вырос с 12,3 до 15,05%; увеличение доли трудоспособного населения в общей численности сельского населения; естественная убыль населения региона в 2018 г. составила 8257 человек, из них 5369 в городах и 2888 на селе; доля людей в трудоспособном возрасте среди жителей села составляет 47,1%, среди горожан – 53,5%, соответственно, на селе выше доля людей моложе и старше трудоспособного возраста, т.е. граждан, не входящих в состав рабочей силы.

4. Анализ влияния внедрения цифровой трансформации, в частности роботизации молочно-продуктового подкомплекса Свердловской области, на формирование трудовых ресурсов показал существенную трансформацию структуры работников. За период с 2013 г. по 2018 г. создано 17 рабочих мест на фермах с робототехникой. Анализ рабочих мест по полу показывает, что 76,5% из занятых мужчины, а 23,5% – женщины. Применение цифровых технологий приводит к повышению требований к уровню квалификации трудовых ресурсов. По исследуемой группе работников 52,9% имеют высшее образование. Наибольшая доля работников на фермах с робототехникой (47,1%) в возрастной категории от 18 до 29 лет. При этом возрастная категория от 30 до 44 лет и старше 45 лет равна по численности и составляет 29,4 и 23,5% соответственно. Таким образом, работа с цифровыми, интеллектуальными и роботизированными технологиями оказывает влияние на снижение среднего возраста. Это может быть связано с тем, что женщины в меньшей степени владеют компетенциями в области инженерных и математических специальностей и поэтому не могут покрыть растущий спрос на работников,

обладающих квалификацией в этих областях. На замену операторам машинного доения приходят операторы роботизированного доения и техники по обслуживанию роботов.

5. Выделены технико-технологические и социально-экономические группы факторов, оказывающие влияние на формирование трудовых ресурсов сельского хозяйства в условиях цифровой трансформации. Разработана и апробирована методика ранжирования факторов по степени воздействия на формирование трудовых ресурсов сельского хозяйства в условиях цифровой трансформации. Методика представляет собой комплексную оценку технико-технических и социально-экономических факторов, оказывающих воздействие на формирование трудовых ресурсов в условиях цифровой трансформации. Факторам присвоены ранги значимости. Так, наибольшими рангами значимости обладают факторы «Демографическая ситуация на сельских территориях» с относительной оценкой 0,0033 балла и «Уровень подготовки специалистов с компетенциями взаимодействия с цифровыми технологиями» 0,0033 балла. Проведена комплексная оценка влияния факторов на формирование основных категорий работников. Наибольшее влияние цифровая трансформация окажет на рабочих (0,16 балла), это может быть связано со снижением потребности в рабочих, занимающихся трудом, не требующим квалификации. Среднее воздействие цифровизация окажет на формирование специалистов (0,092 балла), что вызовет необходимость формирования у них компетенций по взаимодействию с цифровыми технологиями. В меньшей степени внедрение цифровых технологий повлияет на категорию руководители (0,082 балла), поскольку их деятельность в меньшей степени подвергается алгоритмизации.

6. Выполнен анализ изменения доли профессий в зависимости от ранга зарплаты в организациях сельского хозяйства, применяющих робототехнику. По ряду профессий можно прогнозировать снижение потребности в рабочих. Так, темпы снижения занятости дневных и ночных скотников составили соответственно 3,7 и 4,0% в год. Темпы снижения потребности в

операторах машинного доения составили 4,3% в год. Анализ позволяет, в условиях роботизации сельского хозяйства, прогнозировать увеличение занятости по профессиям с наибольшими рангами оплаты труда, что может способствовать росту доходов сельского населения, появлению новых профессий по взаимодействию с цифровыми технологиями. Так, среднее увеличение занятости техников по обслуживанию роботов и операторов роботизированного доения составило 16,7%. Количество отработанных часов по некоторым категориям работников увеличилось, поскольку в организациях сельского хозяйства были созданы дополнительные рабочие места по этим специальностям. Это, прежде всего, относится к техническим специальностям: оператору роботизированного доения (98 тыс. чел.-ч.) и технику по обслуживанию робототехники (26 тыс. чел.-ч.). Увеличение занятости в условиях роботизации сельского хозяйства наблюдается по профессиям с наибольшими рангами оплаты труда.

7. Разработана экономико-математическая модель прогнозирования потребности в трудовых ресурсах организаций сельского хозяйства, функционирующих в условиях цифровой трансформации. При построении модели использовалось допущение, что все организации сельского хозяйства представлены двумя группами. К первой группе относятся организации, внедряющие цифровые технологии, ко второй относятся организации, не внедряющие в производство цифровые технологии. При этом квалификация работников организаций с цифровыми технологиями превосходит квалификацию работников организаций, где эти технологии не внедряются. Принято, что рабочие места, оборудованные цифровыми технологиями, обслуживаются квалифицированными работниками ($h_j(s, t)$), а рабочие места с традиционными технологиями обслуживаются неквалифицированными работниками ($l_j(s, t)$). Данная модель позволяет сделать прогноз, что общее снижение количества неквалифицированных работников составит 192 человека до 2024 г., при этом будут созданы 28 высококвалифицированных рабочих места при текущих темпах роботизации.

8. Разработан организационно-экономический механизм, направленный на формирование трудовых ресурсов сельского хозяйства в условиях цифровой трансформации. Среди блоков данного механизма можно выделить: целевой, организационно-экономический, мотивационный, переподготовки и подготовки кадров. Данный организационно-экономический механизм будет способствовать формированию трудовых ресурсов сельского хозяйства, способных осваивать цифровые технологии. Если в настоящее время рабочих мест с цифровыми технологиями менее 1%, то к 2021 г. их должно быть 8%, а к 2024 г. не менее 20%.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Акимов А.В. Демографический взрыв, старение населения и трудосберегающие технологии: взаимодействие в XXI в. /А. Акимов // Мировая экономика и международные отношения. – 2016. – Т. 60, № 5. – С. 50–60.
2. Акимов А.В. Влияние робототехники и трудосберегающих технологий на демографические процессы: тренды и сценарии // Демографическое обозрение. – 2017. – Т. 4, № 2. – С. 92-108.
3. Акимов А.В. Робототехника и трудосберегающие технологии: перспективы воздействия на социально-экономическое развитие // Историческая психология и социология истории. – 2017. – Т. 10, № 1. – С. 173-192.
4. Алонкина Л.И. Миграция сельского населения России / Л.И. Алонкина, П.В. Панькин // Проблемы экономики и менеджмента. – 2014. – № 3 (31). – С.8-13.
5. Андрющенко А.С. Совершенствование показателей системы стимулирования труда работников / А.С. Андрющенко, В.М. Шарапова // Сборник научных статей 3-й Международной научной конференции студентов и молодых ученых: в 4 т. / отв. редактор А.А. Горохов. – Курск, 2018. – С. 27-30.
6. Атлас новых профессий [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://atlas100.ru/upload/pdf_files/atlas.pdf.
7. Блинова Т.В. Сценарный прогноз численности сельского населения России на среднесрочную перспективу / Т.В. Блинова, С.Г. Былина // Экономика региона – 2014. – №4. – С. 298–308.
8. Бондаренко Л. В. Демографическая ситуация на селе и перспективы развития сельских территорий // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. – 2013. – № 3. – С. 53–57.
9. Бондаренко Л.В. Состояние социально-трудовой сферы села и предложения по ее регулированию / Л.В. Бондаренко, В.А. Кундиус,

Л.В. Мигачева – Москва: Росинформагротех, 2014. – 286 с.

10. Бриньолфсон Э. Вторая эра машин: работа, прогресс и процветание в эпоху новейших технологий / Э. Бриньолфсон, Э. Макафи. – Москва: Neoclassic, АСТ, 2017. – 384 с.

11. Бугуцкий А.А. Повышение эффективности труда в сельском хозяйстве. – Киев: Урожай, 1980. – 168 с.

12. Булочникова Л.А. Технический прогресс и использование рабочей силы в сельском хозяйстве. – Москва: Экономика, 1973. – 135 с.

13. Бутенко А.М. Воспроизводство квалифицированной рабочей силы в сельском хозяйстве. – Москва: Экономика, 1970. – 157 с.

14. Бухтиярова Т.И. Формирование и реализация организационно-управленческих и организационно-экономических мер обеспечения устойчивого развития сельских территорий / Т.И. Бухтиярова, И.В. Хилинская // Агропродовольственная политика России. – 2017. – № 66.

15. Ведомственный проект «Цифровое сельское хозяйство»: официальное издание. – Москва: Росинформагротех, 2019. – 48 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://mcx.ru/upload/iblock/900/900863fae06c026826a9ee43e124d058.pdf>

16. Вишневская Н.Г. Трудовые ресурсы сельской местности: проблемы и перспективы развития / Н.Г. Вишневская, М.А. Егорова // Науковедение. – 2014. – № 2. – С.1-14 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://naukovedenie.ru/PDF/154EVN214.pdf>

17. Воронин Б.А. Подготовка кадров для АПК: организационно-экономический механизм / Б.А. Воронин, Н.Б. Фатеева // Аграрный вестник Урала. – 2015. – № 6 (136). – С. 70-73.

18. Ганиева И.А. Сквозные цифровые технологии: перспективы применения в сельском хозяйстве России // Устойчивое и инновационное развитие в цифровую эпоху: Ч. 2. – Москва, 2019. – С. 42-46.

19. Ганиева И.А. Цифровая трансформация сельского хозяйства России: консолидация государства и агробизнеса // Достижения науки и техники АПК.

– 2019. – Т. 33, №4. – С. 5-7.

20. Горбачев М.И. Экономические аспекты автоматизации доения коров / М.И. Горбачев, Н.М. Морозов // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный агроинженерный университет им. В.П. Горячкина». – 2008. – № 5. – С. 13–15.

21. Горбунова О.Н. Генезис категории «трудовые ресурсы» // Социально-экономические явления и процессы. – 2011. – № 3-4 (25-26). – С. 62-69.

22. Гурьянова М.П. Социальный заказ на трудовые ресурсы для производственной и социальной сферы села и состояние его реализации // Профессиональное образование. Столица. – 2009. – № 4. – С. 3-5.

23. Дегтярева Т.Д. Воспроизводство и использование трудовых ресурсов в агропромышленном комплексе региона / Т.Д. Дегтярева, Е.А. Чулкова, М.М. Мурсалимов, Л.И. Рахматуллина // Вестник УрФУ. Серия экономика и управление. – 2015. Т. 14, № 4. – С. 642-664.

24. Демографический ежегодник России. 2018 / Росстат: Численность и миграция населения Российской Федерации.

25. Зарубежный опыт организации труда и управления производством в сельском хозяйстве / ред. Г.Н. Шапочкина. – Москва, 1971. – 118 с.

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

27. Иванов С. Институциональные особенности формирования организационно-экономического механизма развития сельского хозяйства региона / С. Иванов, Д. Паршуков, Д. Ходос // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2014. – № 6. – С. 77-79.

28. Илюхин А.А. Социальная инфраструктура и трудовые ресурсы сельских территорий / А.А. Илюхин, С.В. Илюхина // Экономика региона. – 2011. – № 4 (28). – С. 249-253.

29. Интернет в России: динамика проникновения [Электронный ресурс]. –

Режим доступа: <https://fom.ru/posts/13999>

30. Интернет вещей (IoT) в России: технология будущего, доступная уже сейчас [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.pwc.ru/ru/publications/iot/IoT-inRussia-research_rus.pdf (дата обращения 16.04.2019).

31. Капелюшников Р.И. Технологический прогресс – пожиратель рабочих мест? // Вопросы экономики. – 2017. – № 11 – С. 142–157.

32. Квачев В.Г. Индустрия 4.0: поражение работы или победа творческого труда? / В.Г. Квачев, М.А. Юдина // Государственное управление [Электронный вестник]. – 2017. – № 64. – С. 140-158.

33. Ковалева И.В. Состояние и перспективы воспроизводства трудовых ресурсов сельскохозяйственных организаций Алтайского края / И.В. Ковалева, М.В. Мерш // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2015. – № 3 (125). – С. 191-194.

34. Козина А.М. Организационно-экономические основы воспроизводства кадрового потенциала: автореф. дис. ... д-ра экон. наук. – Н. Новгород, 2008.

35. Колесняк А.А. Оценка демографической политики в Красноярском крае / А.А. Колесняк, И.А. Жильцова // Вестник КрасГАУ. – 2014. – № 5 (92). – С. 23-30.

36. Колоскова Ю.И. Механизм формирования человеческого капитала сельских территорий / Ю.И. Колоскова, Л.А. Якимова // Вестник КрасГАУ. – 2015. – № 4 (103). – С. 220-22; 2019. – Т. 13, № 1. – С. 14-20.

37. Матвеев Д.М. Мотивация персонала в условиях модернизации сельского хозяйства / Д.М. Матвеев, А.Т. Стадник, С.А. Шелковников, Н.В. Григорьев // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2012. – № 1. – С. 119.

38. Машенков В.Ф. Квалифицированные кадры в сельском хозяйстве. – Москва: Россельхозиздат, 1978. – 176 с.

39. Мокроносов А.Г. Человеческий капитал или человеческий потенциал /

А.Г. Мокроносов, Ю.В. Крутин // Идеи и идеалы. – 2017. – № 2 (32). – С. 80-89.

40. Москалев С.М. Искусственный интеллект и интернет вещей как инновационные методы совершенствования агропромышленного сектора / С.М. Москалев, Н.В. Клименок-Кудинова // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2018 – № 3 (52). – С. 121-130.

41. Набоков В.И. Инновационная деятельность организаций агропромышленного комплекса / В.И. Набоков, К.В. Некрасов, Н.К. Юлдашев, Б.О. Турсунов // Теория и практика управления сельским хозяйством: Материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 80-летию со дня рождения доктора экономических наук, профессора А.Л. Пустуева. – Екатеринбург, 2019. – С. 343-347.

42. Набоков В.И. Внедрение робототехники в организациях сельского хозяйства / В.И. Набоков, Е.А. Скворцов, К.В. Некрасов // Вестник ВИЭСХ. – 2018. – №4 (33). – С. 126-131.

43. Неуймин С.К. Трудовые ресурсы и демографическая ситуация в сельском хозяйстве Тамбовской области // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2006. – № 2. – С. 125-131.

44. Низова Л.М. Трудовые ресурсы и трудовой потенциал как фактор демографического развития общества. – Йошкар-Ола, 2003. – 18 с.

45. Новиков В. Воспроизводство и использование человеческого капитала в сельском хозяйстве / В. Новиков, В. Стрельцов, В. Чалый // АПК: экономика, управление. 2014. – № 10. – С. 74–80.

46. Нурмухаметов И.М. Трудовые ресурсы сельскохозяйственной отрасли // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2008. – Т. 3, № 4 (10). – С. 45-50.

47. О предельных значениях выручки от реализации товаров (работ, услуг) для каждой категории субъектов малого и среднего предпринимательства: Постановление Правительства РФ от 13 июля 2015 г. № 702 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_182963/ (дата обращения

20.09.2016).

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

49. Панкратов А.С. Управление воспроизводством трудового потенциала. – Москва: МГУ, 1988. – 279 с.

50. Папело В.Н. Формирование единой системы подготовки и повышения квалификации управленческих кадров для сельской экономики / В.Н. Папело, Б.А. Ковтун, А.И. Терновой // Вестник НГАУ. – 2012. – Т. 1, № 22-1. – С. 162-167.

51. Папело В.Н. Формирование системы опережающего кадрового обеспечения инновационного развития сельских территорий / В.Н. Папело, Б.А. Ковтун // Вестник Омского государственного аграрного университета. – 2016. – № 4 (24). – С. 241-252.

52. Повышение производительности сельскохозяйственного труда / под ред. В.Ф. Машенкова, П.Ф. Иванова. – Москва: Колос, 1983. – 319 с.

53. Полтарыхин А.Л. Особенности мотивации интеллектуального труда в экономике знаний / А.Л. Полтарыхин, О.Н. Альхименко // Вестник Российского экономического университета им. Г.В. Плеханова. – 2014. – № 5 (71). – С. 96-103.

54. Потехин Н.А. Вторая индустриализация России. Настольная книга руководителя государства (основы теории и практики осуществления). – Екатеринбург: Уральский рабочий, 2011. – 259 с.

55. Потехин Н.А. Совокупный работник: интенсивное производство, управление. – Свердловск: Изд-во Уральского университета, 1987. – 200 с.

56. Призенцова Т.А. Мировой рынок труда и его особенности в современных условиях / Т.А. Призенцова, С.В. Шарыбар // Современный взгляд на будущее управленческой науки: сборник трудов II научно-

практической конференции студентов и магистрантов факультета государственного и муниципального управления / Новосибирский государственный аграрный университет. Новосибирск, 2017. – С. 87-89.

57. Применение технологий искусственного интеллекта в сельском хозяйстве / Е.А. Скворцов, В.И. Набоков, К.В. Некрасов, Е. Г. Скворцова, М.И. Кротов // Аграрный вестник Урала. – 2019. – № 8 (187). – С. 91–98. DOI: 10.32417/article_5d908ed78f7fc7.89378141.

58. Проблемы труда в сельском хозяйстве: социально-экономический аспект / под ред. Н. Л. Копача. – Москва: Наука, 1982. – 116 с.

59. Пыжикова Н.И. Подготовка кадров высшей квалификации: вчера и сегодня / Н.И. Пыжикова, С.С. Бакшеева, Н.И. Калашникова // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2015. – № 4. – С. 289-294.

60. Пыжикова Н.И. Цифровизация сельского хозяйства: преимущества и проблемы / Н.И. Пыжикова, М.Г. Озерова // Роль аграрной науки в устойчивом развитии сельских территорий: сборник III Всероссийской (национальной) научной конференции. – Новосибирск, 2018. – С. 1138-1140.

61. Роль и место информационных технологий в современной науке: сборник статей Международной научно-практической конференции (17 января 2019 г. Самара): в 3 ч. Ч. 1. – Уфа: OMEGA SCIENCE, 2019. – 226 с.

62. Россия – страна умирающих деревень / Центр экономических и политических реформ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://cepr.su/wp-content/uploads/2016/12/Россия-страна-умирающих-деревень.pdf> (дата обращения 16.04.2019)

63. Рудой Е.В. Место и роль форсайта в цифровизации отрасли растениеводства / Е.В. Рудой, М.С. Петухова // Цифровизация агропромышленного комплекса: сборник научных статей. – Тамбов, 2018. – С. 204-207.

64. Семин А.Н. К вопросу о понятиях «продовольственная безопасность» и «продовольственная независимость» // Экономика сельскохозяйственных и

перерабатывающих предприятий. – 2013. – № 11. – С. 1-4.

65. Сёмин А.Н. Продовольственная безопасность региона: факторы генерации и механизм обеспечения // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. – 2010. – № 5. – С. 8-13.

66. Сёмин А.Н. Методологические подходы к формированию механизма обеспечения трудоустройства и закрепления молодых специалистов на сельских территориях // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. – 2017. – № 3. – С. 2-7.

67. Семин А.Н. Воспроизводство кадрового потенциала отрасли, способного осваивать инновации на основе робототехники / А.Н. Семин, Г.А. Иовлев, Е.А. Скворцов // Агропродовольственная политика России. – 2017. – №3. – С. 45-48.

68. Сёмин А.Н. Трансформация трудовой деятельности в условиях применения робототехники в сельском хозяйстве / А.Н. Сёмин, Е.А. Скворцов // АПК: экономика, управление. – 2018. – № 11. – С. 76-84.

69. Семина Л.А. Совершенствование организационно-экономического механизма инвестирования производства на региональном уровне / Л.А. Семина, В.И. Псарев // Известия Алтайского государственного университета. – 2015. – Т. 1, № 2 (86). – С. 173-176.

70. Сизова И.Л. Труд и занятость в цифровой экономике: проблемы российского рынка труда / И.Л. Сизова, Т.М. Хусяинов // Вестник Санкт-Петербургского университета. Социология. – 2017. – Т.10, №4. – С. 376-396. DOI: <https://doi.org/10.21638/11701/spbu12.2017.401>

71. Скворцов Е.А. Эффективность трудосберегающих инноваций в сельском хозяйстве на примере робота – подравнителя кормов / Е.А. Скворцов, Г.А. Иовлев, Е.Г. Скворцова, А.А. Орешкин // Аграрный вестник Урала. – 2016. – № 9. – С. 82-89.

72. Скворцов Е.А. Сельскохозяйственные роботы в системе воспроизводственных процессов / Е.А. Скворцов // Аграрный вестник Урала. – 2015. – №3. – С. 89-94.

73. Сковорцов Е.А. Трудосберегающие инновации на основе робототехники в сельском хозяйстве / Е.А. Сковорцов // Аграрный вестник Урала. – 2016. – №12. – С. 77-82.

74. Сковорцов Е.А. Кадровые аспекты применения робототехники в сельском хозяйстве / В.И. Набоков, Е.А. Сковорцов М.К. Саакян, Е.Г. Сковрцова // Вестник Государственного аграрного университета Северного Зауралья. – 2015. – №4. – С. 149-154.

75. Сковорцов Е.А. Повышение эффективности роботизации сельского хозяйства: дис...канд. экон. наук: 08.00.05 / Сковорцов Егор Артемович. – Екатеринбург, 2018. – 182 с.

76. Сковорцов Е.А. Применение доильной робототехники в регионе / Е.А. Сковорцов, Е.Г. Сковрцова, В.И. Набоков, П.С. Кривоногов // Экономика региона. – 2017. – № 1. – С. 249-260.

77. Сковорцов Е.А. Проблемы трансформации социально-трудовых отношений в условиях роботизации сельского хозяйства / Е.А. Сковорцов, А.Н. Семин, Е.Г. Сковрцова // Материалы 2-й Международной научной конференции по новой индустриализации: глобальное, национальное, региональное измерение (SICNI 2018). С. 100- 103 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.atlantis-press.com/proceedings/sicni-18/articles>

78. Сковорцов Е.А. Перспективы исследований в условиях реализации национальной стратегии развития искусственного интеллекта: отраслевой аспект / Е.А. Сковорцов, М.И. Кротов, Е.Г. Сковрцова, Г.А. Безносков // Московский экономический журнал. – 2019. – № 9. DOI 10.24411/2413-046X-2019-19036

79. Сковрцова Е.Г. Анализ факторов, влияющих на формирование трудовых ресурсов сельского хозяйства в условиях цифровой трансформации // Экономика сельского хозяйства России. – 2019. – № 9. – С. 44-52.

80. Сковрцова Е.Г. Демографические аспекты формирования трудовых ресурсов сельских территорий // Московский экономический журнал. – 2019. – № 9.

81. Смекалов П.В. Организация подготовки кадров на селе. – Ленинград: Колос, 1982. – 184 с.

82. Современные тенденции и перспективы подготовки специалистов для инновационной экономики: монография. / А.Ф. Ахметов, Н.Л. Бельская, Л.С. Берсенева, Т.В. Бугайчук, С.Г. Воровщиков, М.В. Громова, Т.Г. Доссэ, В.А. Исаков, В.А. Исаков, Н.Г. Калининкова, А.В. Каляшина, Л.М. Камаева, С.В. Касьянов, Е.В. Коваленко, В.В. Козлов, О.М. Конькова, О.А. Коряковцева, М.В. Мерш, М.Н. Мимясов, Е.А. Ободкова [и др.]; общ. ред. Е.А. Ободковой. – Ярославль, 2013.

83. Солнцева О.Г. Аспекты применения технологий искусственного интеллекта // E-Management. – 2018. – Т. 1, № 1. – С. 43-51.

84. Состояние социально-трудовой сферы села и предложения по ее регулированию / Л.В. Бондаренко, Л.В. Мигачева, Л.Н. Микляева, Л.М. Ильинец, Е.С. Крашакова, С.В. Макарычев, В.А. Кундиус, Е.Ю. Домникова, С.Н. Лаврентьев, Р.Р. Салахутдинова, С.А. Ларцева, А.В. Турьянский, Т.И. Наседкина, О.С. Акупиян, А.П. Попов, М.Б. Туманова, Б.Б. Бадмаев, О.В. Маханова, А.С. Овчинников, С.А. Попова [и др.] // Ежегодный доклад по результатам мониторинга 2013 г. Отчет о НИР, протокол № 41 от 06.12.2013 / – Москва, 2014. – Вып. 15.

85. Стадник А.Т. Модернизация сельскохозяйственного производства: реалии и перспективы / А.Т. Стадник, С.А. Шелковников, Д.М. Матвеев // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2010. – № 9 (71). – С. 100-105.

86. Стадник А.Т. Особенности формирования и использования трудовых ресурсов в сельском хозяйстве / А.Т. Стадник, Д.М. Матвеев, Д.В. Меняйкин, А.О. Таланова // Экономика и предпринимательство. – 2015. – № 1 (54). – С. 166-169.

87. Стадник А.Т. Техническая оснащенность сельскохозяйственного производства региона и пути её совершенствования / А.Т. Стадник, В.М. Кабаков, О.Г. Кабакова // Вестник Новосибирского государственного

аграрного университета. – 2018. – №1 (46). – С. 166-173.

88. Старовойтов М.К. Практический инструментарий организации управления промышленным предприятием / М.К. Старовойтов, П.А. Фомин. – Москва: Высшая школа, 2002. – 245 с.

89. Старцев М.В. Трансформации рынка труда в условиях цифровой экономики / М.В. Старцев, О.Н. Горбунова, Т.А. Чумутин // Саяпинские чтения: сборник материалов II Всероссийской (национальной) научно-практической конференции / отв. ред. Я.Ю. Радюкова. – Тамбов, 2019. – С. 361-369.

90. Третьяков А.П. Занятость сельского населения Свердловской области: тенденции и итоги за 31 год проведения реформ (1985-2016гг.) / Международная академия аграрного образования. Свердловское отделение. 2018 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://maao66.ru/index.php/organizatsiya-cela-i-selskogo-proizvodstva/1282-zanyatost-selskogo-naseleniya-sverdlovskoj-oblasti-tendentsii-i-itogi-za-31-god-provedeniya-reform-1985-2016gg>

91. Труба А.С. Рациональное экономическое поведение в условиях инновационного развития / А.С. Труба, М.А. Таровых // Муниципальная академия. – 2017. – № 1. – С. 73-80.

92. Труба А. Методологические подходы к обоснованию феномена экономического поведения сельскохозяйственных организаций // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2015. – № 1. – С. 42-43.

93. Труфляк Е. В. Мониторинг и прогнозирование в области цифрового сельского хозяйства по итогам 2018 г. / Е.В. Труфляк, Н.Ю. Курченко, А.С. Креймер. – Краснодар: КубГАУ, 2019. – 100 с.

94. Улезько А.В. Трудовые ресурсы как элемент экономического потенциала сельскохозяйственного предприятия / А.В. Улезько, С.В. Мистюкова. // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2010. – № 1. – С. 133-136.

95. Управление Федеральной службы государственной статистики

Свердловской области. Муниципальная статистика. Базы данных. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://sverdl.gks.ru/>

96. Химиченко А.А. Перспективы робототехники // ЭКО – 2008. – № 9 (411) – С. 77-86.

97. Ходос Д.В. Организационно-экономический механизм развития аграрного сектора региона / Д.В. Ходос, С.Г. Иванов // Международная научно-практическая конференция «Научные исследования: методология и практика развития современной юриспруденции, экономики и управления»: сборник научных докладов / Автономная некоммерческая организация содействия развитию современной отечественной науки Издательский дом «Научное обозрение». – Москва, 2014. – С. 14-19.

98. Черных Н.В. Современный взгляд на трудовую миграцию в Свердловской области // Аллея науки. – 2018. – Том 4, №8 (24).– С. 180-186.

99. Чураков В.Я. Актуальные проблемы использования трудовых ресурсов села. –Москва, Колос, 1972. – 272 с.

100. Шамсутдинова М.Р. Трудовые ресурсы агропромышленного комплекса: пути совершенствования их формирования и использования // Экономика сельского хозяйства. Реферативный журнал. – 2010. – № 3.

101. Шамсутдинова М.Р. Трудовые ресурсы агропромышленного комплекса: пути совершенствования их формирования и использования / Ин-т экономики, упр. и права (г. Казань). – Казань: Познание, 2009. – 135 с.

102. Шарапова В.М. Государственное регулирование воспроизводства трудовых ресурсов АПК / В.М. Шарапова, Н.В. Шарапова, И.А. Борисов // Сборник статей по материалам III Всероссийской (национальной) научно-практической конференции с международным участием / под общ. Ред. С.Ф. Сухановой. – Екатеринбург, 2019. – С. 313-316.

103. Шумакова О.В. Цифровая трансформация сельского хозяйства: роль аграрной науки и образования / О.В. Шумакова, Т.Г. Мозжерина // Цифровое сельское хозяйство региона: основные задачи, перспективные направления и системные эффекты: сборник материалов Международной научно-

практической конференции, посвященной 70-летию экономического факультета. – Омск, 2019. – С. 385-391.

104. Экономика труда и социально-трудовые отношения /под ред. Г.Г. Меликьяна, Р.П. Колосовой. – Москва: Изд-во МГУ; Изд-во ЧеРо, 1996. – 623 с.

105. Экономическая энциклопедия / под ред. Л.И. Абалкина. – Москва: Экономика, 2005. – 1055 с.

106. Экономический и Социальный Совет ООН 25 февраля 2016 года. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://unctad.org/meetings/en/SessionalDocuments/ecn162016d1_ru.pdf (дата обращения 11.05.2019).

107. Эльдиева Т.М. Трудовые ресурсы агропроизводства региона / Т.М. Эльдиева, Н.Е. Савин // Экономика сельского хозяйства России. – 2011. – № 8. – С. 66-79.

108. Якимова Л.А. Инструменты управления человеческим капиталом в интересах инновационного развития сельских территорий / Л.А. Якимова, Ю.И. Колоскова, Ю.Н. Шумаков // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2012. – № 5. – С. 3-9.

109. Якунина М. В. Механизм интеграции вузовской науки в инновационную систему региона как фактор социально-экономического развития: дис...канд. экон. наук: 08.00.05 / Якунина Марина Владимировна. – Владимир, – 2011. – 183 с.

110. Ярош Н.Н. Выгода или убытки, или почему в российской экономике трудовые ресурсы используются неэффективно?//Вестник РГГУ. Серия: Экономика. Управление. Право. – 2009. – № 3. – С. 259-266.

111. Abdrakhmanova G.I., Vishnevsky K.O., Gokhberg et al. Digital economy: a brief statistical compilation / Nat researched University "Higher School of Economics". – М.: HSE, 2019. – Р. 96 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.tambov.gov.ru/site/it/files/doc/satatisticheskij-sbornik.pdf>

112. Acar M. F., Tarim M., Zaim H., Zaim S., Delen D. Knowledge management and ERP: complementary or contradictory? // Int. J. Inform. Manage. –

2017. – Vol. 37 (6). – P. 703–712 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2017.05.007>.

113. Acemoglu D., Autor D. Skills, Tasks and Technologies: Implications for Employment and Earnings // Handbook of labor economics. – 2011. – Vol. 4 – P. 1043-1171. DOI:10.1016/S0169-7218(11)02410-5.

114. Akkermans H. A., Van Helden K. Vicious and virtuous cycles in ERP implementation: a case study of interrelations between critical success factors // European Journal of Information System. –2002. – Vol. 11. – P. 35-46.

115. Alahi Md., Eshrat E., Xie L., Mukhopadhyay S., Burkitt L. A Temperature Compensated Smart Nitrate-Sensor for Agricultural Industry // IEEE Transactions on Industrial Electronics. – 2017. – Vol. 64, № 9. – P. 7333 – 7341. DOI: 10.1109/TIE.2017. 2696508.

116. Amatya S., Karkee M., Gongal, A.; Zhang Q., Whiting M.D. Detection of cherry tree branches with full foliage in planar architecture for automated sweet-cherry harvesting // Biosyst. Eng. –2015. – Vol. 146. – P. 3-15.

117. Ariawan E., Makalew S.A. Smart Micro Farm: Sustainable Algae Spirulina Growth Monitoring System // Proceedings of 2018 The 10th international conference on information technology and electrical engineering (ICITEE). – 2018. – P. 587-591.

118. Astrand B., Baerveldt A.J. An agricultural mobile robot with vision-based perception for mechanical weed control // Autonomous robots. – 2002. – Vol. 13: Issue: 1 – P. 21-35. DOI: 10.1023 / A: 1015674004201.

119. Autor D.H., Katz L.F, Kearney M.S. Trends in US wage inequality: Revising the revisionists // Review of economics and statistics. – 2008. – Vol. 90, No. 2. – P. 300-323. DOI: 10.1162/rest.90.2.300.

120. Autor DH, Levy F., Murnane, R.J. The skill content of recent technological change: An empirical exploration // Quarterly journal of economics. – 2003. – Vol. 118. – No. 4. – P. 1279-1333.

121. Baron B. Sam, Balaji S., Anthuvan Jerald Majella, A. et al. Using mobile robots to act as surveillance in the crop field, International Journal of Applied

Engineering Research. –2015. –Vol. 10. –No. 6. – P. 15825-15832.

122. Bento R., Bento Al., Bento An. How fast are enterprise resource planning (ERP) systems moving to the cloud // Journal of Information Technology Management. – 2015. – Vol. 26(4).

123. Bluestone Barry, Bennet Harrison. The Growth of Low-Wage Employment: 1963-1986 // American Economic Review, LXXVIII. – 1988. – P. 124-128.

124. Bondarenko L.V. The demographic situation in the countryside and prospects for the development of rural areas // Economics of agricultural and processing enterprises. –2013. – No. 3. – P. 53-57.

125. Chin Y.S, Audah L Vertical Farming Monitoring System Using the Internet of Things (IoT) // Advances in electrical and electronic engineering: from theory to applications. – 2017 – Vol. 1883. DOI: 10.1063/1.50 02039

126. Chlingaryan A., Sukkarieh S., Whelan B. Machine learning approaches for crop yield prediction and nitrogen status estimation in precision agriculture: A review // Computers and electronics in agriculture. – 2018. –Vol. 151. – P. 61-69.

127. Chung, C.L., Huang, K.J., Chen, S.Y., Lai M.H., Chen, Y.C., Kuo Y.F. Detecting Bakanae disease in rice seedlings by machine vision // Comput. Electron. Agric. – 2016. – Vol. 121. – P. 404–411.

128. Colantoni A., Monarca D., Laurendi V. Smart Machines, Remote Sensing, Precision Farming, Processes, Mechatronic, Materials and Policies for Safety and Health Aspects // Agriculture-basel. 2018 – Vol. 8, No. 4. DOI: 10.3390/agriculture 8040047

129. Costa C.J., Ferreira E., Bento F., Aparicio M. Enterprise resource planning adoption and satisfaction determinants // Comput. Human Behav. – 2016. – Vol. 63. – P. 659–671.

130. Davenport T. H., Brooks J. D. Enterprise systems and the supply chain. Journal of Enterprise Information Management. – 2004. – Vol. 17. – P. 8-19.

131. Dutta R., Smith D., Rawnsley R., Bishop-Hurley G., Hills J., Timms G., Henry D. Dynamic cattle behavioural classification using supervised ensemble

classifiers // Comput. Electron. Agric. – 2015. – Vol. 111. – P. 18–28.

132. Edwards-Murphy F., Magno M., Whelan P.M., O'Halloran J., Popovici E.M. Smart beehive with preliminary decision tree analysis for agriculture and honey bee health monitoring // Computers and electronics in agriculture. – 2016. – Vol. 124. – P. 211 – 219. DOI: 10.1016/j.compag.2016.04.008.

133. Ford M. Rise of the Robots: Technology and the Threat of a Jobless Future. – New York: Basic Books, 2015.

134. Frey C.B. and Osborne M.A. The Future of Employment: How Susceptible Are Jobs to Computerization? // Oxford Martin School. Programme on the Impacts of Future Technology. – 2013.

135. Goldstein A., Fink L., Meitin A., Bohadana S., Lutenberg O., Ravid G. Applying machine learning on sensor data for irrigation recommendations: revealing the agronomist's tacit knowledge // Precision agriculture. – 2018. – Vol. 19, No. 3. – P. 421-444. DOI: 10.1007/s11119-017-9527-4.

136. Goos M., Manning A. Lousy and lovely jobs: The rising polarization of work in Britain // Review of economics and statistics. – 2007. – Vol. 89, No. 1. – P. 118-133. DOI: 10.1162/rest.89.1.118.

137. Gustafsson M., Benfalk C. Different locations of instant cooling in the automatic milking system and the effect on milk quality // Proceedings of the international symposium Automatic Milking. a better understanding. – Wageningen: Wageningen Academic Publishers, 2004. – P. 526. DOI: 10.3920 / 978-90-8686-525-3.

138. Haddara M., Elragal A. ERP Lifecycle: When to Retire Your ERP System? // Information Management Journal (IRMJ). – 2013. – Vol. 26(1). – P.1-11. doi: 10.4018 / irmj.2013010101.

139. Hansen M.F., Smith M.L., Smith L.N., Salter M.G., Baxter E.M., Farish M., Grieve B. Towards on-farm pig face recognition using convolutional neural network // Comput. Ind. – 2018. – Vol. 98. – P. 145–152.

140. Harun A.N., Kassim M.R.M., Mat I., Ramli S.S. Precision Irrigation using Wireless Sensor Network International Conference on Smart // Smart Sensors and

Applications. – 2015. – P. 71 – 75.

141. Ivanov Yu. G. Lapkin A.G.. Sravnitel'naya otsenka energo. trudo i ekspluatatsionnykh zatrat pri perevode korov s doeniya v molokoprovod na robot «Lely astronaut» // Vestnik VNIIMZh. – 2013. – No. 3. – P.188-191.

142. Kapelyushnikov R.I.. Tekhnologicheskiy progress — pozhiratel rabochikh mest? // Voprosy ekonomiki. – 2017. – No. 11. – P. 142–157.

143. Keisner A., Raffo J., Wunsch-Vincent S. Robotics: Breakthrough Technologies, Innovation, Intellectual Property // Foresight and STI Governance. – 2016. – Vol. 10, № 2. – P. 7-27.

144. Khadatkhar A., Mathur S.M., Gaikwad B.B. Automation in transplanting: a smart way of vegetable cultivation // Current science. – 2018. – Vol. 115, No. 10. – P. 1884-1892. DOI: 10.18520/cs/v115/i10/1884-1892.

145. Klaus H., Rosemann M., Gable G.G. What is ERP? // Inform. Syst. Front. 2000.— No. 2. – P. 141 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://doi.org/https://doi.org/101023/A:1026543906354>.

146. Kouadio L., Deo R.C., Byrareddy V., Adamowski J. F., Mushtaq S., Nguyen V.P. Artificial intelligence approach for the prediction of Robusta coffee yield using soil fertility properties // Computers and electronics in agriculture. – 2018. – Vol. 155. – P. 324-338. DOI: 10.1016/j.compag.2018.10.014.

147. Lee M., Hwang J., Yoe H. Agricultural Production System based on IoT // 2013 IEEE 16TH International Conference on Computational Science and Engineering (CSE 2013). – 2013. – P. 833-837. DOI: 10.1109/CSE.2013.126

148. Leontief V.V. National perspective: The Definition of Problems and opportunities // The Long –Term Impact of Technology on Employment and Unemployment (National Academy of Engineering). – 1983. – P. 3-7.

149. Luo L.F., Tang Y.C., Lu Q.H., Chen X., Zhang P., Zou X.J. A vision methodology for harvesting robot to detect cutting points on peduncles of double overlapping grape clusters in a vineyard // Computers in industry. – 2018. – Vol. 99. – P. 130-139. DOI: 10.1016/j.compind.2018.03.017.

150. Lutz. KC. S.. W. The human core of the shared socioeconomic pathways:

Population scenarios by age, sex and level of education for all countries to 2100 // *Global Environmental Change*. – 2017. – Vol. 42, No. 1. – P. 181-192. DOI: 10.1016/j.gloenvcha.2014.06.004.

151. Mahmud I., Ramayah T., Kurnia S. To use or not to use: Modelling end user grumbling as user resistance in pre-implementation stage of enterprise resource planning system // *Inform. Syst.* – 2017. – Vol. 69. – P. 164–179 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://doi.org/10.1016/j.is.2017.05.005>

152. Manyika J. Chui M. Miremadi M. Bughin J. George K. Willmott P. Dewhurst M. A future that works: Automation, employment, and productivity. – McKinsey Global Institute, 2017.

153. Matthews S.G., Miller A.L., Plötz T., Kyriazakis I. Automated tracking to measure behavioural changes in pigs for health and welfare monitoring // *Sci. Rep.* – 2017. – Vol. 7.

154. Mayeh M., Ramayah T., Mishra A. The role of absorptive capacity, communication and trust in ERP adoption // *J. Syst. Software*. – 2016. – Vol. 119. – P. 58-69

155. Mazon-Olivo B., Hernandez-Rojas D., Maza-Salinas J., Pan A. Rules engine and complex event processor in the context of internet of things for precision agriculture // *Computers and electronics in agriculture*. – 2018. – Vol. 154 – P. 347-360. DOI: 10.1016/j.compag.2018.09.013

156. Mehdizadeh S., Behmanesh J., Khalili K. Using MARS, SVM, GEP and empirical equations for estimation of monthly mean reference evapotranspiration// *Comput. Electron. Agric.* – 2017. – Vol. 139. – P.103–114.

157. Mikulova M. Content of free fatty acids lipolytic bacteria and somatic cells in relation to milking technology // *Journal of Agrobiology*. – 2011. – Vol. 28. Issue 1. – P. 49–54.

158. Moshou D., Bravo C., West J., Wahlen S., McCartney A., Ramon H. Automatic detection of “yellow rust” in wheat using reflectance measurements and neural networks // *Comput. Electron. Agric.* – 2004. – Vol. 44. – P.173–188.

159. Mouatadid S., Raj N., Deo R.C., Adarnowski J.F. Input selection and

data-driven model performance optimization to predict the Standardized Precipitation and Evaporation Index in a drought-prone region // *Atmospheric research*. – 2018. – Vol. 212. – P. 130-149. DOI: 10.1016/j.atmosres.2018.05.012.

160. Neethirajan S., Tuteja S.K., Huang S.T., Kelton D. Recent advancement in biosensors technology for animal and livestock health management // *Biosensors & Bioelectronics*. – 2017. – Vol. 98. – P.398. – 407. DOI:10.1016/j.bios.2017.07.015.

161. Nwankpa J.K. ERP system usage and benefit: A model of antecedents and outcomes // *Comput. Human Behav.* – 2015. – Vol. 45. – P. 1849–1864.

162. Pantazi X., Moshou D., Alexandridis T.K., Whetton R.L., Mouazen, A.M. Wheat yield prediction using machine learning and advanced sensing techniques // *Comput. Electron. Agric.* – 2016. – Vol. 121. – P. 57–65.

163. Pantazi X.-E., Moshou D., Bravo C. Active learning system for weed species recognition based on hyperspectral sensing // *Biosyst. Eng.* – 2016. – Vol. 146. – P. 193–202.

164. Pantazi X.E., Moshou D., Oberti R., West J., Mouazen A.M., Bochtis D. Detection of biotic and abiotic stresses in crops by using hierarchical self-organizing classifiers // *Precis. Agric.* – 2017. – Vol. 18. – P. 383–393.

165. Paul R. Krugman. The Age of Diminished Expectations: U. S. Economic Policy in the 1990s // Cambridge, MA: MIT Press. – 1997.

166. Peng G.C.A., Gala C. Cloud ERP: a new dilemma to modern organisations? // *Journal of Computer Information Systems*. – 2014. – Vol. 54(4). – P. 22-30.

167. Prasad R., Deo R.C., Li Y., Maraseni T. Soil moisture forecasting by a hybrid machine learning technique: ELM integrated with ensemble empirical mode decomposition // *Geoderma*. – 2018. – Vol. 330. – P. 136-161. DOI: 10.1016/j.geoderma.2018.05.035.

168. Putjaika N., Phusae S., Chen-Im A., Phunchongharn P., Akkarajitsakul K. A Control System in an Intelligent Farming by using Arduino Technology // Fifth ICT International Student Project Conference (ICT-ISPC). – 2016. – P. 53 – 56.

169. Robert M. Solow. We'd Better Watch Out // *New York Times*, July 21,

1987 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.standupeconomist.com/pdf/misc/solow-computer-productivity.pdf>.

170. Robey D., Ross J. W., Boudreau M.-C. Learning to Implement Enterprise Systems: An Exploratory Study of the Dialectics of Change // Journal of Management Information Systems. – 2002. – Vol. 19. – P. 17-46.

171. Ross J. W., Vitale M. R. The ERP Revolution: Surviving vs. Thriving // Information Systems Frontiers. – 2000. – Vol. 2. – P. 233-241.

172. Saad A., Sadik M., Sabir E. IoT-Empowered Smart Agriculture: A Real-Time Light-Weight Embedded Segmentation System // 3rd International Symposium on Ubiquitous Networking (UNet). – 2017. – P. 319 – 332. DOI: 10.1007/978-3-319-68179-5_28.

173. Sanikhani H., Deo R.C., Yaseen Z.M., Eray O., Kisi O. Non-tuned data intelligent model for soil temperature estimation: A new approach // Geoderma. – 2018. – Vol. 330. – P. 52-64, DOI: 10.1016/j.geoderma.2018.05.030.

174. Sengupta S., Lee W.S. Identification and determination of the number of immature green citrus fruit in a canopy under different ambient light conditions // Biosyst. Eng. – 2014. – Vol. 117. – P. 51–61.

175. Sizova I.L., Khusyainov T.M. Labor and employment in the digital economy: problems of the Russian labor market, Bulletin of st. petersburg university. Sociology. – 2017. – Vol. 10, No. 4. – P. 376-396. DOI [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://doi.org/10.21638/11701/spbu12>. 2017.40.

176. Skvortsov E.A., Semin A.N., Skvortsova E.G. Indicators of severity and intensity of the working process at robotized farms in the Middle Ural. International Scientific and Practical Conference “Digital agriculture – development strategy. – Eketerinburg, 2019. – P. 49-53

177. Solow R. M. Technical Change and the Aggregate Production Function // The Review of Economics and Statistics – 1957. – Vol. 39, No. 3. – P. 312-320.

178. Spitz A. IT Capital, Job Content and Educational Attainment // Centre for European Economic Research Discussion Paper. – 2003. – No. 03-04.

179. Srinivasan S.P., Anitha J., Vijayakumar R. Integration of Internet of

Things to reduce various losses of *Jatropha* seed supply chain // International conference on aerospace, mechanical and mechatronic engineering. – 2017. DOI: 10.1088/1757-899X/211/1/012007.

180. Su Y., Xu H., Yan L. Support vector machine-based open crop model (SBOCM): Case of rice production in China // Saudi J. Biol. Sci. – 2017. – Vol. 24. – P. 537–547.

181. Thirunavukkarasu G.S., Champion B., Horan B., Seyedmahmoudian M., Stojcevski A. IoT-Based System Health Management Infrastructure as a Service // Proceedings of 2018 international conference on cloud computing and internet of things (CCIOT 2018). – 2018. – P. 55-61. DOI: 10.1145/3291064.3291070.

182. Tse C., Barkema H.W., DeVries T.J., Rushen J., Pajor E.A. Impact of automatic milking systems on dairy cattle producers' reports of milking labour management, milk production and milk quality // Animal. – 2018. – Vol. 12. – No. 12. – P. 2649-2656. DOI: 10.1017/S1751731118000654.

183. Utstumo T., Brevik A., Dorum J., Netland J., Overskeid O., Berge T.W., Gravdahl J.T. Robotic in-row weed control in vegetables. Computers and electronics in agriculture. – 2018. – Vol. 154. – P. 36-45. DOI: 10.1016/j.compag.2018.08.043

184. Vermesan. O., Broring. A., Tragos. E., Serrano. M., Bacciu. D., Chessa. S., Bahr. R. Internet of Robotic Things – Converging Sensing/Actuating. Hyperconnectivity. Artificial Intelligence and IoT Platforms // O. Vermesan. & J. Bacquet (Eds.). Cognitive Hyperconnected Digital Transformation: Internet of Things Intelligence Evolution. – 2017. – P. 97-115. River Publishers. DOI: 10.13052/rp-9788793609105.

185. Wauters E., Mathijs E., Socio-economic consequences of automatic milking on dairy farms, Proceedings of the international symposium. – Wageningen: Wageningen Academic Publishers, 2004. – P. 526. DOI: 10.3920 / 978–90–8686–525–3.

186. Xu X.Y., Chen W.J., Zhao G.M., Li Y.H., Lu C.Y., Yang L. Wireless whispering-gallery-mode sensor for thermal sensing and aerial mapping // Light-science & applications. – 2018.– Vol. 7, No. 62. DOI: 10.1038/s41377-018-0063.

187. Yingyi C., Zhumi Z., Huihui Y., J. X. Application of Fault Tree Analysis and Fuzzy Neural Networks to Fault Diagnosis in the Internet of Things (IoT) for Aquaculture // Sensors – 2017. – Vol. 17, No. 1. DOI: 10.3390/s17010153.

188. Zhang X.Y., Zhang J.W., Li L., Zhang Y.Z., Yang G.C. Monitoring Citrus Soil Moisture and Nutrients Using an IoT Based System // Sensors. – 2017. – Vol. 17. – No. 3. DOI:10.3390/s17030447.

осеменению							
Оператор машинного доения	8030	8030	8030	8030	8030	8030	48180
Оператор машинного доения	18907	18907	18907	18907	18907	18907	113442
Слесарь	3635	3635	3635	3635	3635	3635	21807,9
Оператор по раздаче кормов	5387	5387	5387	5387	5387	5387	32324,4
Скотник дневной	1606	1606	1606	1606	1606	1606	9636
Скотник дневной	3781	3781	3781	3781	3781	3781	22688,4
Работник молочного отделения	1606	1606	1606	1606	1606	1606	9636
Работник молочного отделения	3781	3781	3781	3781	3781	3781	22688,4
Скотник ночной	1606	1606	1606	1606	1606	1606	9636
Скотник ночной	3781,4	3781,4	3781,4	3781,4	3781,4	3781,4	22688,4
Оператор роботизированного доения	1083,5	1083,5	1083,5	1083,5	1083,5	1083,5	6501
Техник по обслуживанию робототехники	1083,5	1083,5	1083,5	1083,5	1083,5	1083,5	6501
ООО «Агрофирма «Никольское»							
Ветеринар	1773	1773	1773	1773	1773	1773	10638
Зоотехник	1182	1182	1182	1182	1182	1182	7092
Бригадир	0	542	542	542	542	542	2710
Бригадир	886,5	345	345	345	345	345	2611,5
Техник по искусственному осеменению	1418,4	1418,4	1418,4	1418,4	1418,4	1418,4	8510,4
Оператор машинного доения	0	8030	8030	8030	8030	8030	40150
Оператор машинного доения	13140	5110	5110	5110	5110	5110	38690
Слесарь	1773	1773	1773	1773	1773	1773	10638
Оператор по раздаче кормов	2628	2628	2628	2628	2628	2628	15768
Скотник дневной	0	1606	1606	1606	1606	1606	8030
Скотник дневной	2628	1022	1022	1022	1022	1022	7738
Работник молочного отделения	0	1606	1606	1606	1606	1606	8030

Работник молочного отделения	2628	1022	1022	1022	1022	1022	7738
Скотник ночной	0	1606	1606	1606	1606	1606	8030
Скотник ночной	2628	1022	1022	1022	1022	1022	7738
Оператор роботизированного доения	0	1083,5	1083,5	1083,5	1083,5	1083,5	5417,5
Техник по обслуживанию робототехники	0	0	0	0	0	0	0
ООО «Русь Великая»							
Ветеринар	9909,1	9909,1	9909,1	9909,1	9909,1	9909,1	59454,6
Зоотехник	6606,067	6606,067	6606,067	6606,067	6606,067	6606,067	39636,4
Бригадир	0	542	542	542	542	542	2710
Бригадир	4955	4413	4413	4413	4413	4413	27020
Техник по искусственному осеменению	7927,28	7927,28	7927,28	7927,28	7927,28	7927,28	47563,68
Оператор машинного доения	0	8030	8030	8030	8030	8030	40150
Оператор машинного доения	73438	65408	65408	65408	65408	65408	400478
Слесарь	9909,1	9909,1	9909,1	9909,1	9909,1	9909,1	59454,6
Оператор по раздаче кормов	14687,6	14687,6	14687,6	14687,6	14687,6	14687,6	88125,6
Скотник дневной	0	1606	1606	1606	1606	1606	8030
Скотник дневной	14687,6	13081,6	13081,6	13081,6	13081,6	13081,6	80095,6
Работник молочного отделения	0	1606	1606	1606	1606	1606	8030
Работник молочного отделения	14687,6	13081,6	13081,6	13081,6	13081,6	13081,6	80095,6
Скотник ночной	0	1606	1606	1606	1606	1606	8030
Скотник ночной	14687,6	13081,6	13081,6	13081,6	13081,6	13081,6	80095,6
Оператор роботизированного доения	0	1083,5	1083,5	1083,5	1083,5	1083,5	5417,5
Техник по обслуживанию робототехники	0	0	0	0	0	0	0
ИП Барбашин Д.А.							
Ветеринар	295,5	295,5	295,5	295,5	0	0	1182
Зоотехник	197	197	197	197	0	0	788
Бригадир	0	147,75	147,75	147,75			443,25
Бригадир	147,75	0	0	0	0	0	147,75

Техник по искусственному осеменению	236,4	236,4	236,4	236,4	0	0	945,6
Оператор машинного доения	0	2190	2190	2190			6570
Оператор машинного доения	2190	0	0	0	0	0	2190
Слесарь	295,5	295,5	295,5	295,5	0	0	1182
Оператор по раздаче кормов	438	438	438	438	0	0	1752
Скотник дневной	0	0	0	0	0	0	0
Скотник дневной	14687,6	14687,6	14687,6	14687,6	0	0	58750,4
Работник молочного отделения	0	438	438	438			1314
Работник молочного отделения	438	0	0	0	0	0	438
Скотник ночной	0	438	438	438			1314
Скотник ночной	438	0	0	0	0	0	438
Оператор роботизированного доения	0	295,5	295,5	295,5	0	0	886,5
Техник по обслуживанию робототехники	0	0	0	0	0	0	0
КФХ Зиннурова Р.М.							
Ветеринар	1773	1773	1773	1773	1773	1773	10638
Зоотехник	1182	1182	1182	1182	1182	1182	7092
Бригадир	0	541,75	541,75	541,75	541,75	541,75	2708,75
Бригадир	886,5	344,75	344,75	344,75	344,75	344,75	2610,25
Техник по искусственному осеменению	1418,4	1418,4	1418,4	1418,4	1418,4	1418,4	8510,4
Оператор машинного доения	0	8030	8030	8030	8030	8030	40150
Оператор машинного доения	13140	5110	5110	5110	5110	5110	38690
Слесарь	1773	1773	1773	1773	1773	1773	10638
Оператор по раздаче кормов	2628	2628	2628	2628	2628	2628	15768
Скотник дневной	0	1606	1606	1606	1606	1606	8030
Скотник дневной	2628	1022	1022	1022	1022	1022	7738
Работник молочного отделения	0	1606	1606	1606	1606	1606	8030

Работник молочного отделения	2628	1022	1022	1022	1022	1022	7738
Скотник ночной	0	1606	1606	1606	1606	1606	8030
Скотник ночной	2628	1022	1022	1022	1022	1022	7738
Оператор роботизированно го доения	0	1083,5	1083,5	1083,5	1083,5	1083,5	5417,5
Техник по обслуживанию робототехники	0	0	0	0	0	0	0
СПК «Глинский»							
Ветеринар	11918,5	11918,5	11918,5	11918,5	11918,5	11918,5	71511
Зоотехник	7945,667	7945,667	7945,667	7945,667	7945,667	7945,667	47674
Бригадир	0	1083,5	1083,5	1083,5	1083,5	1083,5	5417,5
Бригадир	5959,25	4875,75	4875,75	4875,75	4875,75	4875,75	30338
Техник по искусственному осеменению	9534,8	9534,8	9534,8	9534,8	9534,8	9534,8	57208,8
Оператор машинного доения	0	2920	2920	2920	2920	2920	14600
Оператор машинного доения	88330	72270	72270	72270	72270	72270	449680
Слесарь	11918,5	11918,5	11918,5	11918,5	11918,5	11918,5	71511
Оператор по раздаче кормов	17666	17666	17666	17666	17666	17666	105996
Скотник дневной	0	3212	3212	3212	3212	3212	16060
Скотник дневной	14454	14454	14454	14454	14454	14454	86724
Работник молочного отделения	0	3212	3212	3212	3212	3212	16060
Работник молочного отделения	17666	17666	17666	17666	17666	17666	105996
Скотник ночной	0	3212	3212	3212	3212	3212	16060
Скотник ночной	17666	14454	14454	14454	14454	14454	89936
Оператор роботизированно го доения	0	2167	2167	2167	2167	2167	10835
Техник по обслуживанию робототехники	0	0	0	0	0	0	0