

## **Краткое содержание работы**

Представленная работа является результатом фундаментальных и прикладных научных исследований для создания и внедрения отечественных конкурентоспособных технологий, инновационного автоматизированного оборудования и роботизированного комплекса машин с интеллектуальными цифровыми системами, обеспечивающих снижение импортозависимости, развитие отрасли молочного животноводства и продовольственную безопасность России.

## **Основная научно-техническая идея**

Научно-техническая идея состоит в разработке новых принципов и методологических основ создания автоматизированного оборудования и роботизированного комплекса машин с использованием интеллектуальных цифровых технологий для повышения производительности труда, продуктивности и качества продукции в молочном животноводстве.

## **Практические достижения:**

1. Разработан комплекс автоматизированного оборудования, включающий доильные установки с молокопроводом на 100-200 голов, модульные доильные залы «Елочка» на 200-800 голов и пастбищные доильные установки.

2. Разработаны новые роботизированные технические средства: доильный робот с технологиями искусственного интеллекта, манипулятором повышенной маневренности, зоны обслуживания и безопасности, системами технического зрения, контроля качества молока, продуктивности и здоровья животных; роботизированное устройство для обслуживания кормового стола, контроля и управления качеством кормовой смеси; роботизированная цифровая тепловизионная система мониторинга физиологического состояния и бонитировки животных.

3. На региональном и местном уровнях осуществлено массовое внедрение и апробация разработанных машин и оборудования на производстве в различных

регионах РФ: республике Мордовия, Татарстан; Московской, Ярославской, Владимирской, Рязанской, Калужской, Тамбовской областях (рис. 1).



Рисунок 1. География внедрения

4. Построено и реконструировано молочных ферм с общим количеством поголовья более 150 тыс. голов. Разработаны, изготовлены, смонтированы и эксплуатируются 1098 единиц доильных установок с молокопроводом УДМ-100, 200 и 50 единиц доильных залов «Елочка» УДЕ-24А, оснащенных автоматизированными доильными аппаратами и системами индивидуального и группового учета молока.

5. На федеральном уровне разработан проект концепции научно-технической программы Союзного государства: «Разработка комплекса автоматизированных и роботизированных машин, оборудования и цифровых технологий для молочного животноводства» («Интеллектуальная ферма-СГ») и система машин для механизации и автоматизации выполнения процессов при производстве продукции животноводства и птицеводства на период до 2030 года.

## **Актуальность**

Решаемые задачи направлены на обеспечение импортонезависимости и продовольственной безопасности страны на основе повышения продуктивности животных, производительности труда на фермах и увеличение продуктивного долголетия животных и базируются на Федеральном законе «О развитии сельского хозяйства», Указах Президента РФ «Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации», «О мерах по реализации государственной научно-технической политики в интересах развития сельского хозяйства», «О стратегии научно-технологического развития России».

## **Научная новизна работы:**

создана методология модульного проектирования автоматизированных и роботизированных молочных ферм нового поколения с поголовьем до 3000 коров;

разработана трехуровневая модель цифровизации объектов животноводства на федеральном, региональном и местном уровнях;

разработана и применена функциональная модель цифрового животноводческого предприятия, включающая дистанционные средства мониторинга и контроля физиологического состояния крупного рогатого скота;

созданы научные основы алгоритмизации моделирования и расчета технологических процессов, машин и оборудования в животноводстве.

**Результативность и эффективность заключается в разработке и применении:**

комплекса автоматизированного оборудования для молочных ферм привязного и беспривязного содержания до 800 голов, включающего доильные установки с молокопроводом УДМ-100, УДМ-200, модульные доильные залы «Елочка» на 200-800 голов, пастбищные доильные установки УДП-4, УДП-8, УДП-12;

первого в отечественной практике доильного работа с системами технического зрения, контроля физиологического состояния животных и качества молока, обеспечивающего сокращение трудозатрат на 35-40% и получение молока высшего сорта;

автоматизированного доильного модуля с почетвертным управлением процессом доения для модернизации существующих доильных залов типа «Елочка» и «Карусель»;

роботизированного устройства для обслуживания кормового стола на основе спектроскопической технологии определения компонентного состава и качества кормовой смеси для животных;

роботизированной цифровой тепловизионной системы мониторинга физиологического состояния и бонитировки животных;

цифровой системы комплексного мониторинга КРС на основе датчиков-болюсов.

### **Сравнение с существующими отечественными и зарубежными аналогами**

Разработанные образцы по критерию «цена-качество» имеют стоимость в 1,5-2 раза ниже, а по качеству находятся на уровне лучших мировых образцов или превосходят их. Созданный доильный робот обладает повышенной зоной обслуживания и безопасности для животных и человека. Автоматизированный доильный модуль для существующих доильных залов «Елочка» и «Карусель» включает технологию почетвертного доения и не имеет мировых аналоговых, а роботизированное устройство для обслуживания кормового стола превосходит зарубежные аналоги за счет использования интеллектуальной системы технического зрения с оценкой качества и управления составом кормовой смеси для животных.

### **Достигнутый экономический и/или социальный эффект**

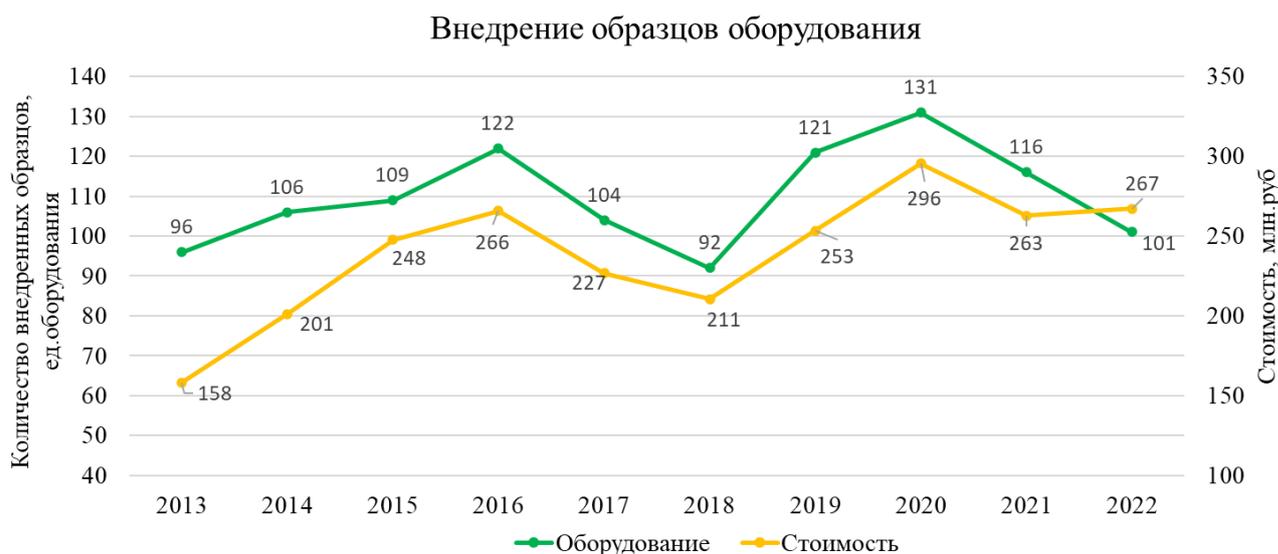
Авторами издано и опубликовано: 55 монографий, 76 учебников, 1910 научных статей в журналах, в том числе в базах WOS и Scopus - 84, получено 395 патентов на изобретения, программы ЭВМ и полезные модели, защищено 63 кандидатских и 14 докторских диссертаций.

Объём вложенных средств на реконструкцию и строительство ферм с разработанным оборудованием составил 2,398 млрд. рублей (рис. 2). Внедрение автоматизированного оборудования и роботизированного комплекса машин позволило повысить производительность труда на фермах на 15-20%, продуктивное долголетие животных до 4-5 лактаций, продуктивность на 10-15% и

снизить импортозависимость отрасли на 20-25%. Оснащено технологическим оборудованием 10 аудиторий в высших учебных заведениях. Общий экономический эффект составил 8,9 млрд рублей.

Рисунок 2. Экономический и количественные показатели внедрения

Работа имеет важное научно-техническое и народно-хозяйственное значение для развития важной отрасли сельского хозяйства - молочного животноводства,



закрывающееся в разработке, производстве и внедрении отечественного автоматизированного и роботизированного комплекса машин и оборудования с интеллектуальными цифровыми технологиями для технического перевооружения молочных ферм различной вместимости от 50 до 2400 голов. Полученные результаты в области робототехники, биотехнологии, искусственного интеллекта формируют задел и контуры 6-го технологического уклада в молочном животноводстве и агропромышленном комплексе в целом.