



Развитие средств механизации и автоматизации в молочном животноводстве

Юрий Алексеевич Цой,

доктор технических наук, член-корреспондент РАН,
главный научный сотрудник,
e-mail: femaks@bk.ru;

Владимир Вячеславович Кирсанов,

доктор технических наук, профессор,
член-корреспондент РАН,
e-mail: kirvv2014@mail.ru;

Равза Анвяровна Мамедова,

кандидат технических наук,
ведущий специалист,
e-mail: femaks@bk.ru;

Сергей Владимирович Кирсанов,

аспирант,
e-mail: sergejkirsanovv@gmail.com

Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, Москва, Российская Федерация

Реферат. Показали развитие технологий и технических средств механизации и автоматизации животноводства за период с 1930 года по настоящее время. (*Цель исследования*) Ввиду цикличности протекания процессов и неоднозначности современных трактовок влияния научного наследия необходимо изучить исторический опыт и вклад ученых в исследования и практическое создание средств механизации и автоматизации животноводства. (*Методы и материалы*) Проанализировали основные этапы развития технических средств машинного доения коров, начиная с создания первой советской трехтактной доильной машины ДА-3, вклад профильных институтов ВАСХНИЛ и отдельных ученых в разработку методики испытаний доильных аппаратов, создание и внедрение новых технических средств для электромеханизации на молочных фермах. (*Результаты и обсуждение*) Рассмотрели создание первых доильных залов: с параллельно-проходными станками, стационарного типа «елочка» (В.С. Краснов, В.Ф. Королев, В.П. Ларин, В.П. Похваленский, А.Н. Дормидонтов), подвижного карусельного зала типа «вращающаяся елочка», разработанного конструкторским бюро СибНИИсельского хозяйства (И.И. Тесленко, Н.В. Краснощеков, К.С. Шаповалов, Н.К. Ваземиллер, А.В. Гольденфанг). (*Выводы*) Отметили актуальность и необходимость системного подхода при разработке системы машин по механизации животноводства, в которых принимал активное участие академик РАН Н.М. Морозов. Важным в развитии теории и практики процессов обслуживания животных стали разработка и создание технологии поточно-конвейерного обслуживания животных под руководством академика РАН Л.П. Кормановского. Выявили необходимость изучения опыта предшествующих поколений при создании современных образцов машин и оборудования, позволяющего избегать прямого копирования зарубежных образцов машин, а проводить собственные исследования и разработки с учетом накопленного опыта использования техники и технологий в российских условиях.

Ключевые слова: животноводство, электромеханизация, автоматизация, цикличность, этапы развития, исторический опыт, молочная ферма, трехтактный доильный аппарат «Волга», доильная установка с молокопроводом УДМ-100-200, доильные залы «елочка», «карусель», поточно-конвейерная технология, цифровизация, интеллектуализация, почетвертное доение, доильный робот.

■ **Для цитирования:** Цой Ю.А., Кирсанов В.В., Мамедова Р.А., Кирсанов С.В. Развитие средств механизации и автоматизации в молочном животноводстве // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. 2024. Т. 18. №1. С. 30-37. DOI: 10.22314/2073-7599-2024-18-1-30-37. EDN: UDKOGD.

Scientific article

Evolution of Mechanization and Automation in Dairy Farming

Yuriy A. Tsoy,

Dr.Sc.(Eng.), chief researcher,
corresponding member of the RAS,
e-mail: femaks@bk.ru;

Vladimir V. Kirsanov,

Dr.Sc.(Eng.), professor, head of department,
corresponding member of the RAS,
e-mail: kirvv2014@mail.ru;

Ravza A. Mamedova,

Ph.D.(Eng.), leading researcher,
e-mail: femaks@bk.ru;

Sergey V. Kirsanov,

Ph.D. student (Eng.),
e-mail: sergejkirsanovv@gmail.com

Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Moscow, Russian Federation

Abstract. The paper shows the development of technologies and tools of mechanization and automation in livestock farming for the period from 1930 to the present. (*Research purpose*) Given the cyclical nature of processes and the nuanced interpretations of scientific heritage, it is necessary to investigate the historical experience and contributions of scientists to the development and practical implementation of mechanization and automation tools in livestock farming. (*Methods and materials*) The paper examines the primary stages of mechanization and automation in cow milking, starting with the development of the first Soviet three-stroke milking machine DA-3. It considers the contributions made by specialized institutes of the All-Russian Academy of Agricultural Sciences and individual scientists in formulating testing methodologies for milking machines. Additionally, it explores the development and adoption of novel electromechanical tools for dairy farms. (*Results and discussion*) Considered in this paper are the pioneering efforts in the creation of the first milking parlors. These include the stationary herringbone type machines with a parallel-pass design, spearheaded by V.S. Krasnov, V.F. Korolev, V.P. Larin, V.P. Pokhvalensky, and A.N. Dormidontov, and the development of mobile carousel parlors of the «rotating herringbone» type, engineered by the design bureau of the Siberian Research Institute of Agriculture under the supervision of I.I. Teslenko, N.V. Krasnoshchekov, K.S. Shapovalov, N.K. Vazemiller, A.V. Goldenfang. (*Conclusions*) The paper notes the significance of adopting a systematic approach to the developing of machinery for livestock farming mechanization. This approach was actively pursued by N.M. Morozov, the member of the Russian Academy of Sciences. A significant milestone in the advancement of the theory and practice of animal husbandry processes was the pioneering work in developing and implementing technology for flow-conveyor animal service, headed by Member of the Russian Academy of Sciences L.P. Kormanovsky. The paper reveals the necessity of conducting a historical practices from previous generations. This approach helps to develop modern models of machinery and equipment and avoid mere replication of foreign designs. It also facilitates independent research and development efforts, incorporating insights from the accumulated experience of utilizing equipment and technologies in Russia.

Keywords: livestock farming, electromechanization, automation, cyclicity, stages of development, historical experience, dairy farm, three-stroke milking machine Volga, milking machine with a milk pipeline UDM-100-200, herringbone and carousel type milking parlors, flow-conveyor technology, digitalization, intellectualization, quarter milking, milking robot..

■ **For citation:** Tsoy Yu.A., Kirsanov V.V., Mamedova R.A., Kirsanov S.V. Evolution of mechanization and automation in dairy farming. *Agricultural machinery and technologies*. 2024. Vol. 18. N1. 30-37 (In Russian). DOI: 10.22314/2073-7599-2024-18-1-30-37. EDN: UDKOGD.

В области развития технологий и средств механизации животноводства решающее значение имело создание в 1930 г. Всесоюзного института механизации (ВИМ) и Всесоюзного научно-исследовательского института электрификации сельского хозяйства (ВИЭСХ). Это было связано с необходимостью электромеханизации трудоемких процессов в животноводстве на базе специализированных лабораторий ВИЭСХ. Впоследствии для лучшей координации и взаимодействия ВИМ и ВИЭСХ были объединены в единую структуру ВИМЭ, которая с небольшими перерывами просуществовала до 1948 г. [1].

В начале 1930-х годов на базе ВИЭСХ была организована первая в СССР лаборатория электромеханизации животноводства, которую возглавил инженер Н.М. Аронович. В тот же период под руководством одного из основателей института Валериана Семеновича Краснова был создан первый в стране опытный электрифицированный совхоз им. Фрунзе около г. Иваново-Вознесенска [2]. В этом совхозе 3300 коров были переведены на электродоение с использованием шведских машин «Альфа Лаваль», для уборки навоза применялись подвесные дороги и электрокары, для раздачи кормов – подвесные дороги. Были построены электрифицированные кормовой и молочный цеха, молоко и те-

лота облучались ультрафиолетовыми лучами, организован электро-ветеринарный кабинет. Для освоения земель под прифермский севооборот применялось электрокорчевание пней; семена кормовых культур подвергались УФ-облучению. Широко применялась электродная обработка для запаривания кормов: соломы, осоки, а при недостатке кормов – и древесных веток.

В 1930 г. в Тимирязевской академии профессор Георгий Иванович Бремер (ученик академика В.П. Горячкина) разработал теорию сепарирования, основанную на разности скоростей движения жировых шариков и плазмы молока в межтарелочном пространстве. Исходные предпосылки процесса заключались в том, что двигаясь по конической поверхности тарелок сепаратора сверху вниз, шарики молочного жира и обезжиренная плазма вследствие разной плотности разделяются под действием центробежной силы. Исследования движения молока и процесса отделения жира использовались при проектировании новых машин как фактор управления процессом сепарации [3].

Цель исследования: изучение исторического опыта и вклада ученых ВИЭСХ, ВИМЭ и ФНАЦ ВИМ в теоретическое обоснование, промышленное освоение, усовершенствование средств механизации и автоматизации животноводства.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ. В середине 1930-х годов начались работы по созданию советской доильной машины. На основе сравнительных испытаний импортных доильных установок аналогом была выбрана модель одной германской фирмы с индивидуальными шариковыми пульсаторами для каждого доильного стакана. Однако, как вспоминает профессор Василий Филиппович Королев, выбор аналога оказался не совсем удачным, к тому же добавились проблемы с качеством изготовления на Пермском заводе. В связи с этим группа физиологов под руководством академика А.В. Леонтовича провела исследования и пришла к заключению о необходимости создания более физиологичной отечественной доильной машины. Коллективом инженеров (С.И. Белавенец, В.Ф. Королев, А.П. Макаров и др.) под общим руководством инженера Н.М. Ароновича была создана отечественная трехтактная доильная машина ДА-3 (рис. 1), отличавшаяся от зарубежных двухтактных аппаратов наличием допол-



Доктор технических наук, профессор, лауреат Сталинской премии (1949 г.) Василий Филиппович Королев, ВИАЭСХ

Dr.Sc.(Eng.), Professor, Stalin Prize laureate (1949) Vasily F. Korolev, VIESKH

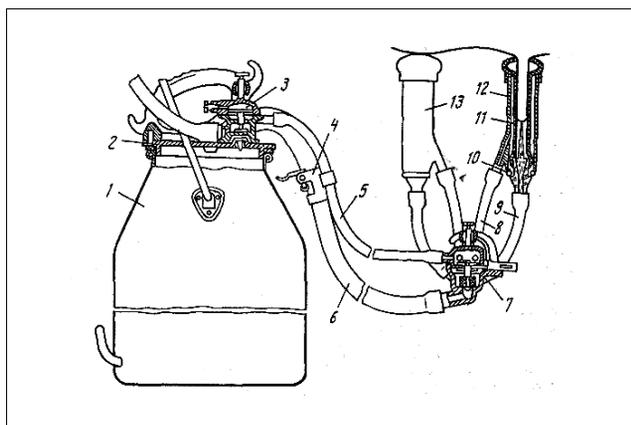


Рис. 1. Трехтактная доильная машина ДА-3 (автор В.Ф. Королев): 1 – доильное ведро; 2 – крышка ведра; 3 – пульсатор; 4 – зажим молочного шланга; 5 – воздушный шланг; 6 – молочный шланг; 7 – коллектор; 8 – вакуумный патрубкок; 9 – молочный патрубкок; 10 – соединительное кольцо; 11 – сосковая резина; 12 – гильза стакана; 13 – доильные стаканы

Fig. 1. Three-stroke milking machine DA-3 (author V.F. Korolev): 1 – milking bucket; 2 – bucket lid; 3 – pulsator; 4 – milk hose clamp; 5 – air hose; 6 – milk hose; 7 – collector; 8 – vacuum nozzle; 9 – milk pipe; 10 – connecting ring; 11 – nipple rubber; 12 – cup sleeve; 13 – milking cups

нительного такта отдыха [4].

Принцип работы этого аппарата подробно рассмотрен во всех учебниках и стал классическим примером для изучения и применения при проектировании новых конструкций отечественного доильного оборудования.

В 1933 г. под руководством Н.М. Ароновича (ВИАЭСХ) прошло сравнительное испытание зарубежных и отечественных доильных машин по ме-

тодике, совместно разработанной ВНИИ животноводства, Московским ветеринарным институтом, ВИАЭСХ и ВНИИ экспериментальной ветеринарии. По результатам испытаний трехтактная доильная машина была признана лучшей по физиологическим, клиническим и эксплуатационным показателям. Годом позже состоялось испытание отечественной доильной машины ДА-3 и *Alfa Laval*. Преимущества оказались на стороне советской модели, и она была рекомендована к промышленному производству. Аппарат ДА-3, получивший название «Волга», выпускается до настоящего времени.

С созданием крупных ферм и по планам электрификации страны требовалось расширить производство механизированной техники для животноводства. В предвоенные годы выполнялись работы по теории машин для приготовления кормов, по расчету доильных установок, гидравлического тарана, технико-экономическому обоснованию транспортных средств, энергообеспечению ферм (ветродвигатели, тепловые и газогенераторные установки).

Завод им. Шевченко (г. Софиевка, Украинская ССР) начал изготавливать машины по разработкам ВИАЭСХ: жмыходробилки, корне-клубнемойки, корнерезки (конструктор А.П. Макаров), комбинированные соломо-силосорезки-шредеры СШ (М.Ф. Сушков), молотковые дробилки МД-300 (А.П. Макаров, Л.С. Ануров), кормозапарный агрегат ВИАЭСХ-3К-0,2 (В.И. Смирнова), а также двухвальцовые зернодробилки-плющилки ЗД и универсальные дробилки кормов и соломо-силосорезки «Близард» («УниверсалТ»). Винницкий мотороремонтный завод налаживал производство по чертежам ВИАЭСХ подвесных дорог. На других предприятиях выпускались по документации ВИАЭСХ и ВИАЭСХ автоматические привязи для коров и парные автопоилки (конструкции В.И. Калмыкова).

Сотрудники В.В. Боков, М.В. Калитаев и П.А. Савин изучали вопросы, связанные с поддержанием

температурно-влажностного режима (микроклимата) в коровнике, разработали основы расчета вентиляции конструкции ВИМЭ. Влияние ультрафиолетового облучения на рост, производительность и здоровье животных исследовала А.Е. Новикова и предложила первую конструкцию УФ-установок.

Все эти работы были обобщены членом-корреспондентом ВАСХНИЛ В.С. Красновым в книге «Механизация трудоемких работ в животноводстве». С помощью ВИМЭ и его Запорожского филиала в разных областях России и Украины были созданы показательные для того времени электромеханизированные молочные фермы. Необходимые машины и установки были поставлены на производство и можно было ожидать дальнейшего развития средств электромеханизации животноводства и углубления научно-исследовательских работ в этом направлении. Но из-за начала войны эти работы были полностью приостановлены, созданные фермы разрушены. С 1945 г. все пришлось начинать заново.

В 1948 г. был восстановлен Всесоюзный научно-исследовательский институт электрификации сельского хозяйства (ВИЭСХ), а в 1957 г. ВАСХНИЛ поручила институту возглавить научно-исследовательские работы по электрификации и механизации животноводства. Численность сотрудников ВИЭСХ увеличилась в 2 раза.

Результаты и обсуждение. В 1952 г. инженером В.П. Лариным был построен первый в СССР доильный зал с параллельно-проходными станками и отдельным станком для санитарной обработки вымени. В эти же годы по разработкам ВИЭСХ начали выпускать пастбищную доильную установку УДС-1 на Барнаульском станкостроительном заводе, которую после модернизации до настоящего времени выпускает АО «Кургансельмаш» под маркой УДС-3А.

В 1956 г. в ВИЭСХ началась широкомасштабная разработка и внедрение в разных регионах прогрессивного беспривязного содержания животных, что способствовало созданию новых машин и оборудования, прежде всего станочных доильных установок. В 1960 г. совместно с ВИСХ разработана и поставлена на производство на Ухтомском ремонтно-техническом заводе доильная установка «елочка» УДДЕ-16, УДДТ-10 (В.С. Краснов, В.Ф. Королев, В.П. Ларин, В.П. Похваленский, А.Н. Дормидонтов). Первая конвейерная доильная установка «карусель» конструкции Азово-Черноморского института механизации сельского хозяйства ЧИМСХ (А.С. Веприцкий, А.И. Смирнов, И.И. Тесленко) была запущена в Краснодарском крае в 1959 г. (рис. 2).

Первую в СССР доильную установку «карусель» построил в 1959 г. Иван Иванович Тесленко в колхозе «Ленинский путь» (артель им. Сталина, с. Киевское Крымского района Краснодарского края) [4].

Работая в Омске, И.И. Тесленко усовершенствовал конструкцию своей установки, применив впервые в мире способ «косого» расположения животных на доильном конвейере (авторское свидетельство № 163470, приоритет с 02.01.1962 г.). Это решение стали широко использовать производители оборудования, такие как *DeLaval*, *Westfalia Surge*, *BouMatic*.

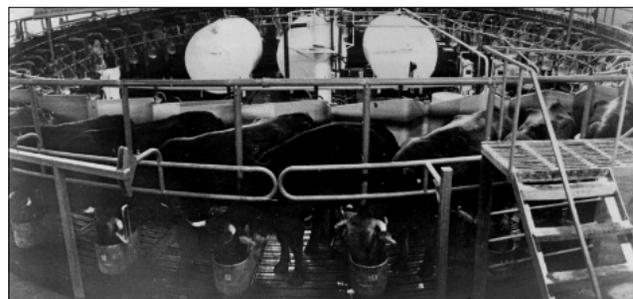


Рис. 2. Первая конвейерная доильная установка типа «карусель»

Fig. 2. The first carousel-type conveyor milking machine

В 1960 г. в Омском совнархозе начали серийно производить первую в мире конвейерную установку с косым расположением доильных станков типа «елочка» КДУЕ-16 «Омичка», разработанную конструкторским бюро Сибирского НИИ сельского хозяйства (И.И. Тесленко, Н.В. Краснощеков, К.С. Шаповалов, Н.К. Вазенмиллер, А.В. Гольденфанг).

Была также разработана передвижная доильная установка «карусель» ПДКТ-12, позволяющая механизировать процесс доения на небольших фермах без значительных капитальных вложений. Установка была собрана в условиях Павловской «Райсельхозтехники» (Нижегородская область) и успешно эксплуатировалась на летних лагерях животноводческого комплекса «Буревестник» (п. Кудьма Богородского района Нижегородской области).

В 1960-е годы накопленный опыт позволил ВИЭСХ совместно с другими научно-исследовательскими учреждениями разработать и предложить для производства первую систему машин для животноводства, в том числе для молочных ферм. В состав системы были включены: несколько типов доильных установок; два типа прицепных кормораздатчика ПТУ-10К и стационарные ленточные транспортеры-раздатчики корма ТВК-80 с устройством автоматической загрузки; скребковые и штанговые транспортеры для уборки навоза; машины для приготовления и погрузки кормов; несколько типоразмеров насосных установок для водоснабжения и автопоилки.

Надо отметить, что основная номенклатура первой системы машин по существу сохранилась до настоящего времени. В разработку всех систем машин для животноводства внес существенный вклад академик РАН Николай Михайлович Морозов [5].

Развитие средств автоматизации позволили создать в СССР в 1964 г. силами коллектива инженеров оборонного завода «Сатурн» под руководством М.М. Гойхенберга первую автоматизированную доильную установку УДА-10 «Комсомолка» с десятью проходными станками типа «елочка» (рис. 3).



Рис. 3. Первая автоматизированная отечественная доильная установка УДА-10 «Комсомолка» с доильными станками типа «елочка» (1964 г.)

Fig. 3. The first domestic automated milking unit UDA-10 «Komsomolka» (1964) equipped with herringbone milking machines

Установка включала десять манипуляторов с электронными блоками и датчиками-счетчиками молока и кресло оператора, передвигающееся по рельсам. Технический уровень автоматизации установки для того времени был очень высоким. Однако технология автоматизированного доения и надежность электронных средств в условиях фермы были еще недостаточно отработаны. Основные идеи, заложенные в УДА-10, были реализованы позднее, в 1980-х годах [6].

В 1965 г. ВИЭСХ создана первая в СССР ферма «прямых» связей, где в составе единой поточной линии осуществлялись процессы доения, обработки и фасования молока в тару разового пользования. Молоко из вымени животного попадало на стол потребителю в расфасованном виде через 2 часа вместо 2-3 суток (Г.И. Бремер, М.Е. Бейлис, В.А. Радько, Н.А. Просолупов, Д.В. Вахромеев, В.Е. Кочетов, В.К. Манин и др.).

Строились крупные молочные фермы с привязным и беспривязным содержанием коров на Украине, в Узбекистане (М.Е. Бейлис, В.А. Радько, Ю.А. Репнев и др.), Краснодарском крае (В.С. Краснов, И.И. Тесленко, А.Н. Дормидонтов и др.). Во многом именно работы ВИЭСХ предопределили формирование известного Постановления ЦК КПСС, Совмина СССР от 16.04.1971 № 226 (ред. от 13.01.1989 г.) «О развитии производства продуктов животноводства на промышленной основе».

Существенный вклад в развитие теории и прак-

тики поточно-конвейерного обслуживания животных внес академик РАН Леонид Петрович Кормановский. Под руководством и при непосредственном его участии разработаны поточно-конвейерная технология содержания молочного скота [7], методические рекомендации по определению оптимальных комплексов машин и технологических линий для животноводческих ферм, различные конструкции манипуляторов для доения коров в стойлах [8]. Технология поточно-конвейерного обслуживания животных, апробированная в 1969 г. в совхозе «Зеленецкий» Коми АССР, позволила снизить затраты труда на 1 ц молока в 2,5 раза с 8,9 до 3,8 человеко-часов.

В 1970-е годы в ВИЭСХ старший научный сотрудник Н.Б. Керимов предложил низковакуумную систему доения. В ней предусматривался периодический выпуск воздуха в коллектор в такте сжатия, снижение и стабилизацию вакуума под соском при доении. Аналогичные решения использовались в дальнейшем в установках фирмы *Westfalia Separator (BioMilker®)*. В 1980-е годы низковакуумная система была внедрена на всех типах серийных доильных установок [9].

В 1978-1984 гг. под руководством Юрия Алексеевича Цоя разработана комбинированная технология, обеспечивающая повышение в 1,4-1,6 раза производительности труда при наиболее распространенном привязном содержании коров за счет использования автоматизированных доильных установок в сочетании с автоматической привязью животных (Ю.А. Цой, А.И. Зеленцов, В.М. Радоманский, А.И. Алпатов). На базе этой разработки были освоены автоматические привязи ОСП-Ф26, автоматизированные доильные установки УДА-8А, УДА-16А, автоматический манипулятор доения МДФ-1 [13].

В 1988 г. коллектив института и других организаций под руководством Ю.А. Цоя разработал конкурсный проект автоматизированной безотходной фермы «Агроноосфера-2000», который вошел в число победителей (Ю.А. Цой, А.И. Зеленцов, И.Э. Мильман, А.В. Демин, В.В. Челноков, Е.Б. Билибин, В.М. Усаковский, Е.М. Клычев и др.). В рамках проекта впервые в СССР были созданы транспортный кормораздающий робот ТКР-0505 и автоматический кормораздатчик АРК-200. В работу над проектом были привлечены свыше 10 организаций, в том числе оборонного комплекса [10].

В 2001 г. решением Президиума Россельхозакадемии при ВИЭСХ создан Межотраслевой научно-технический центр по механизации и автоматизации молочных ферм (МНТЦ ВИЭСХ «Техника для молока») под руководством академика РАСХН Л.П. Кормановского. Характерной особенностью развития животноводства в постперестроечный период яви-

лось резкое усиление конкуренции на рынке техники, прежде всего за счет активизации иностранных фирм. В этих условиях резко повысились требования к конкурентоспособности разработок.

За короткий период ВИЭСХ и НПП «Фемакс» были разработаны и внедрены в производство современные доильные установки с молокопроводом из нержавеющей стали УДМ-100, УДМ-200 (Цой Ю.А., Зеленцов А.И., Кирсанов В.В.), модульные доильные установки «елочка» – УДЕ-М (Цой Ю.А., Зеленцов А.И., Седов А.М), полуавтоматические установки для фасования молока «Фемапак-300», «Фемапак-500» (Челноков В.В., Карташов С.Г), современное стойловое оборудование для беспривязного-боксового содержания коров (рис. 4).



Рис. 4. Доильные установки с молокопроводом из нержавеющей стали УДМ-100-200 для привязного содержания (2001 г.)

Fig. 4. UDM-100-200 milking machines equipped with a stainless steel milk line, designed for tie-stall housing systems (2001)

На основе исследований процесса импульсной модуляции потока молока на доильных установках создан многофункциональный цифровой блок управления «Фематроник-С», не имеющий зарубежных аналогов (Цой Ю.А., Кирсанов В.В., Челноков В.В.). Помимо управления молочным насосом, определяется общее количество надоенного молока и при необходимости осуществляется диагностика доильной установки. Для доильных установок с молокопроводом разработан учетно-транспортный блок группового учета молока при минимальном гидромеханическом воздействии [10]. По критерию «цена-качество» УДМ-100-200 признаны лидером среди аналогичных установок, в том числе импортных, награждены золотыми и серебряными медалями международных выставок. УДМ-100 и УДМ-200 успешно работают в 23 регионах России, включены в Госреестр РФ для поставок оборудования по лизингу.

Конструкция доильных установок «елочка» позволяет поэтапно расширять функциональные возможности от простейшего варианта, обеспечивающего только автоматическое додаивание и снятие доильных стаканов, до вариантов с АСУТП и си-



Рис. 5. Модульные доильные установки «елочка» УДЕ-М для беспривязного содержания (2005 г.)

Fig. 5. UDE-M modular herringbone type milking machines, designed for loose housing systems (2005)

стемой компьютерного управления стадом.

В отделе механизации и автоматизации животноводства после объединения в 2016 г. институтов ВИМ, ВИЭСХ, ГОСНИТИ в единый Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ с 2019 г. ведутся работы по созданию доильного робота и автоматизированных манипуляторов с почетвертным доением коров для доильных залов типа «елочка» и «карусель» с внутренним доением (рис. 6).



Рис. 6. Автоматизированный доильный модуль с интеллектуальным почетвертным управлением процессом доения для залов «елочка», «карусель» с внутренним доением (2019 г.)

Fig. 6. Smart quarter milking module, suitable for herringbone and carousel milking parlors (2019)

Впервые разработан унифицированный автоматизированный доильный модуль с манипулятором и интеллектуальной системой управления процессом доения по четвертям вымени коровы, обеспечивающей управляемое стимулирующее электропульсаторами почетвертное доение, индивидуальное измерение потока молока и удоя с определением

температуры и электропроводности молока по каждой четверти вымени, индивидуальное отключение доильных стаканов, явившийся глубокой модернизацией манипулятора МДФ-1 [11]. Автоматизированный манипулятор апробирован на учебной ферме РГАУ-МСХА, его внедрение обеспечит снижение заболеваний коров маститом и их преждевременную выбраковку на 25-30%, повышение продуктивного долголетия животных до пяти лактаций.

Впервые в отечественной практике во ФНАЦ ВИМ создан экспериментальный образец доильного робота (рис. 7) с расширенными функциональными возможностями по почетвертному контролю процесса доения (скорость потока, удой, электропроводность молока, жир, белок, соматика), определению биометрических характеристик сосков и вымени коров с использованием 3D TOF камеры (форма, расположение, координаты), манипулятору доения повышенной маневренности с увеличенной зоной обслуживания и уменьшенной зоной безопасности [12].

Разработаны цифровые интеллектуальные технологии и технические средства управления процессами доения в залах типа «карусель», проведением бонитировочных работ с использованием систем видеонаблюдения. Предложена инновационная система определения качества молока в потоке при доении (жир, белок, соматика) на основе лазерно-оптических технологий, интеллектуальная система контроля физиологического состояния КРС с применением датчиков-болусов. Разработан мобильный робот-пододвигатель корма для обслуживания кормового стола и др.

Выводы. Ретроспективный анализ развития технических средств механизации и автоматизации животноводства показал необходимость изучения исторического опыта предшествующих поколений



Рис. 7. Экспериментальный образец доильного робота
Fig. 7. Experimental prototype of a milking robot

при создании современных машин и оборудования.

При создании новых машин следует избегать прямого копирования зарубежных образцов, а проводить собственные исследования и разработки с учетом исторического опыта предшественников и особенностей использования техники и технологий в российских условиях

Исследования должны опираться на системный подход, представляющий современную автоматизированную или роботизированную ферму в качестве сложной биомашинной системы, включающей частично или полностью автономно работающие локальные подсистемы, которые выполняют конкретные технологические процессы обслуживания животных и взаимодействуют между собой.

Разработка экспериментальных образцов машин не должна ограничиваться имитационными и лабораторными исследованиями, а проходить полноценные хозяйственные испытания, позволяющие наиболее полно оценить достоинства и недостатки созданной техники.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Цой Ю.А. Становление и развитие исследований по механизации и автоматизации животноводства в России // *Вестник ВИЭСХ*. 2008. N1(3). С. 39-49.
2. Лачуга Ю.Ф., Кирсанов В.В. Анализ цикличности развития техники и технологий в различных технологических укладах на примере молочного животноводства // *Российская сельскохозяйственная наука*. 2021. N2. С. 54-58. DOI: 10.31857/S2500262721020113. EDN: XPCDXT.
3. Морозов Н.М. Направления развития системы машин для животноводства // *Вестник ВНИИМЖ*. 2019. N4(36). С. 7-11.
4. Тесленко И.И., Тесленко И.Н., Тесленко И.И. Стационарная поточно-конвейерная доильная установка ДКТ-50 // *Вестник академии знаний*. 2016. N17(2). С. 6-9.
5. Морозов Н.М. Развитие механизации и автоматизации выполнения процессов в животноводстве // *Техника и технологии в животноводстве*. 2021. N2 (42). С. 93-101. DOI: 10.51794/27132064-2021-2-93. EDN: ILECCB.
6. Стребков Д.С., Молоснов Н.Ф., Коршунов А.Б. История Всероссийского научно-исследовательского института электрификации сельского хозяйства // *Альтернативная энергетика и экология*. 2013. N2 (119). С.10-16. EDN: PXCVMN.
7. Кормановский Л.П. Опыт применения поточно-конвейерной технологии обслуживания коров (из истории отечественной науки) // *Вестник ВНИИМЖ*. 2019. N2 (34). С. 28-32.
8. Текучев И.К., Кормановский Л.П. Модернизация ферм – основа технической политики в молочном скотовод-

- стве // *Вестник ВНИИМЖ*. 2018. N1 (29). С. 74-88. EDN: YTESVC.
9. Цой Ю.А. К 115-летию Валериана Семеновича Краснова – основоположника науки об электромеханизации животноводства // *Инновации в сельском хозяйстве*. 2016. N2(17). С. 8-11. EDN: WFCBPT.
10. Цой Ю.А., Баишева Р.А., Танифа В.В. и др. Ретроспективный анализ и сравнительная оценка беспривязного и привязного содержания коров. Мифы и реалии // *Вестник ВНИИМЖ*. 2018. N3(31). С. 37-43. EDN: UZPLLW.
11. Морозов Н.М., Кирсанов В.В., Ценч Ю.С. Историко-

- аналитическая оценка развития процессов автоматизации и роботизации в молочном животноводстве // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. 2023. Т. 17. N1. С. 11-18. DOI: 10.22314/2073-7599-2023-17-1-11-18. EDN: BJDTTU.
12. Кирсанов В.В., Павкин Д.Ю., Шилин Д.В. и др. Концепция, модели и схемы дифференцированного управления в роботизированном манипуляторе доения // *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2021. Т. 22. N1. С. 128-135. DOI:10.30766/2072-9081.2021.22.1.128-135.

REFERENCES

- Tsoi Yu.A. Formation and development of research on mechanization and automation of animal husbandry in Russia. *Vestnik VIESKH*. 2008. N1(3). 39-49 (In Russian).
- Lachuga Yu.F., Kirsanov V.V. Analysis of the cyclical development of equipment and technologies in various technological structures on the example of dairy farming. *Russian Agricultural Sciences*. 2021. N2. 54-58 (In Russian). DOI: 10.31857/S2500262721020113. EDN: XPCDXT.
- Morozov N.M. Directions of the livestock machine system development. *Journal of VNIIMZH*. 2019. N4(36). 7-11 (In Russian).
- Teslenko I.I., Teslenko I.N., Teslenko I.I. Stationary flow-conveyor milking machine DKT-50. *Bulletin of the Academy of Knowledge*. 2016. N17(2). 6-9 (In Russian).
- Morozov N.M. Development of mechanization and automation processes implementation in livestock. *Machinery and Technologies in Livestock*. 2021. N2 (42). 93-101 (In Russian). DOI: 10.51794/27132064-2021-2-93. EDN: ILECCB.
- Strebkov D.S., Molosnov N.F., Korshunov A.B. The All-Russian Scientific Research Institute for Electrification of Agriculture: history. *Alternative Energy and Ecology*. 2013. N2 (119). 10-16 (In Russian). EDN: PXCYNM.
- Kormanovsky L.P. The experience of cows service flow-conveyor technology's application (from the Russian science history). *Journal of VNIIMZH*. 2019. N2 (34). 28-32 (In Russian).
- Tekuchev I.K., Kormanovsky L.P. The farms modernization – is the basis of technical policies in dairy cattle breeding. *Journal of VNIIMZH*. 2018. N1 (29). 74-88 (In Russian). EDN: YTESVC.
- Tsoi Yu.A. On the 115th anniversary of Valerian Semenovich Krasnov, the founder of the science of electromechanization of animal husbandry. *Innovations in Agriculture*. 2016. N2(17). 8-11 (In Russian). EDN: WFCBPT.
- Tsoi Y.A., Baisheva R.A., Tanifa V.V. et al. The retrospective analysis and comparative evaluation of the cows' tied and free tied keeping. Myths and realities. *Journal of VNIIMZH*. 2018. N3(31). 37-43 (In Russian). EDN: UZPLLW.
- Morozov N.M., Kirsanov V.V., Tsench Yu.S. Historical and analytical assessment of automation and robotization for milking processes. *Agricultural Machinery and Technologies*. 2023. Vol. 17. N1. 11-18 (In Russian). DOI: 10.22314/2073-7599-2023-17-1-11-18. EDN: BJDTTU.
- Kirsanov V.V., Pavkin D.Yu., Shilin D.V., et al. Concept, models and schemes of differentiated control in a robotic milking manipulator. *Agricultural Science Euro-North-East*. 2021. Vol. 22. N1. 128-135 (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.1.128-135>.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Заявленный вклад соавторов:

Цой Ю.А. – научное руководство, ретроспективная оценка исследователей, внесший наиболее значительный вклад в исследуемый процесс,
 Кирсанов В.В. – формулирование основной концепции статьи, критический анализ и доработка текста,
 Мамедова Р.А. – участие в написании текста статьи.
 Кирсанов С.В. – участие в написании текста статьи, подборе и анализе литературы.
Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

Статья поступила в редакцию
 Статья принята к публикации

The paper was submitted to the Editorial Office on
 The paper was accepted for publication on

10.01.2024
 27.02.2024

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Coauthors' contribution:

Tsoi Yu.A. – scientific guidance, a retrospective assessment of the researchers who made the most significant contribution to the process under study;
 Kirsanov V.V. – formulation of the main concept of the article, critical analysis and revision of the text;
 Mamedova R.A. – participation in writing the text of the article;
 Kirsanov S.V. – participation in writing the text of the article, selection and analysis of literature.
The authors read and approved the final manuscript.