

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА МОЛОКА



Дмитрий Богданович,
генеральный директор НПЦ НАН
Беларуси по животноводству, кандидат
сельскохозяйственных наук, доцент

Владимир Тимошенко,
первый заместитель генерального директора
по научной и инновационной работе НПЦ
НАН Беларуси по животноводству, член-
корреспондент

Андрей Музыка,
завлабораторией разработки интенсивных
технологий производства молока и говядины
НПЦ НАН Беларуси по животноводству,
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Компьютеризация и техническое переоснащение производства традиционно рассматриваются как наиболее действенные способы повышения его эффективности. Особенно ярко это проявляется в птицеводстве и свиноводстве, где всего 10 специалистов могут обслуживать комплексы с поголовьем, в котором раньше должны были работать по 50–60 человек. Подобные изменения не могли не затронуть и молочное скотоводство.

В 2008–2009 гг. было начато внедрение роботизированного доильного оборудования на белорусских фермах. Первые в республике системы доения коров подобного типа были введены в эксплуатацию в сентябре 2008 г. на МТФ «Лавруки»

СПК «Соколовщина» Верхнедвинского р-на Витебской обл. Там смонтировали 2 доильных робота «Астронавт» компании Lely. Их применение убедительно продемонстрировало преимущества автоматизированной технологии получения молока: благодаря увеличению числа доек (3–4 раза в сутки) продуктивность животных в первой трети лактации возрастает на 10–14%, а за весь лактационный период – на 9–12%. Обслуживают поголовье 3 человека (оператор-наладчик, зоотехник и ветврач), ночью дежурит один работник, в то время как при использовании переносных аппаратов со сбором молока в молокопровод потребовалось бы минимум 11 человек.

В республике имеется определенный опыт строительства и эксплуатации крупных (на 600–1000 коров) роботизированных ферм в ОАО «Александрийское» МТК «Александрия», ОАО «Гастелловское» МТФ «1000», СПК «Прогресс-Вертелишки» МТФ «Баторовка», КУП «Минская овощная фабрика» МТФ «Луговая Слобода» и др. Доильные роботы успешно функционируют в 57 хозяйствах республики, где содержится 29,9 тыс. голов коров. За 2022 г. средний удой по этим фермам составил 7525 кг молока.

Первый пилотный проект, предусматривающий применение роботизированной доильной установки типа «Карусель», был реализован в РПУП «Устье» НАН Беларуси» Оршанского р-на при строительстве инновационного молочно-товарного комплекса «Устенский» на 1000 дойных коров с замкнутым циклом производственного процесса. С учетом животных, находящихся в секциях сухостоя и родильном отделении, всего их содержится 1280.

В проект были включены все новые технологические разработки НПЦ НАН Беларуси по животноводству, утвержденные научно-техническим советом (НТС) Министерства сельского хозяйства и продовольствия. Технологическая концепция обеспечивает создание инновационной биоэнергетической системы жизнеобеспечения, способствующей реализации генетического потенциала продуктивности животных за счет рациональной планировки внутреннего пространства и вместимости помещений с целью сохранения выработанного стереотипа поведения и благоприятных условий для реализации физиологических процессов пищеварения, молокообразования и воспроизводства у коров.

На комплексе впервые применена система полностью автоматизированного доения на пло-

щадке роторного типа («Карусель» на 40 мест) в сочетании с характерным для крупных комплексов дифференцированным по физиологическому состоянию и продуктивности содержанием коров группами по 100–150 голов в коровниках на 400 скотомест. «Карусель» совмещает в себе плюсы роботизированного доения (точность операций, избавление от рутины, меньшая потребность в обслуживающем персонале) и быстроту обслуживания больших поголовий, что наиболее приемлемо при промышленном производстве молока. Для животных с «особенными потребностями» существует режим полуавтоматического или ручного доения.

Среди особенностей роботизированной «Карусели», определяющих ее преимущества при обслуживании больших поголовий на промышленных комплексах, можно назвать следующие:

- *высокая пропускная способность: без непосредственного участия операторов обеспечивается значительная экономия затрат труда на фермах (в пределах 50–70% по сравнению с установками в доильных залах);*
- *применение почетвертного выдаивания долей вымени в щадящем режиме, что способствует не только увеличению удоев на 15–20%, но и более высокому содержанию в молоке белка и жира;*
- *возможность проведения ряда тестов и составления досье на каждое животное с опознанием его по электронному датчику. Информация аккумулируется в базе данных с дальнейшей аналитической обработкой;*
- *все операции с выменем (обработка сосков перед доением, прикрепление стаканов, дезинфекция после доения и др.) осуществляются многофункциональным манипулятором. Система контроля качества, анализирующая молоко из каждой четверти вымени по различным параметрам, позволяет автоматически отбраковывать ненадлежащий продукт и направлять его в отдельную емкость, чем обеспечивается высочайшее качество товарного молока – около 98–99% соответствует требованиям, предъявляемым к сорту «экстра»;*
- *помимо разделения «здорового» и «маститного» молока практически полностью исключается так называемое «холостое» доение, что является фактором повреждения вымени. При снижении потока молока из выменной доли робот автоматически снимает доильный стакан с соска;*

Показатели	Доильная установка	
	«Карусель»	Роботизированная «Карусель»
Средний удой за лактацию, кг	7500–8500	8600–9700
Дополнительно полученное молоко в расчете на 1 корову, кг	–	1100–1200
Стоимость дополнительной продукции в расчете на 1 корову, руб.	–	726–792
В расчете на все поголовье, руб.	–	726 000–792 000
Производство молока сорта «Экстра», %	70–75	98–99
Затраты на лечение одной коровы от мастита, руб.	29,45	
В расчете на все поголовье, руб.	7362,5	1472,5
Ущерб от заболевания маститом на одну корову, руб.	4950–5610	
В расчете на все поголовье, руб.	1 237 500–14 002 500	247 500–280 500
Срок хозяйственного использования коров, лактаций	2,3–2,5	3,5–4,0
Пожизненная молочная продуктивность 1 коровы в среднем, кг	18 400–20 000	32 025–36 600
Стоимость молока, произведенного за период использования, в расчете на 1 корову, руб.	12 144–13 200	21 136,5–24 156
Непродуктивное выбытие коров, %	20–25	1–2
Затраты труда на производство 1 ц молока, чел./ч	1,0	0,4
Коэффициент окупаемости затрат	0,78	0,95

Таблица 1. Сравнительная эффективность применения роботизированного оборудования

- анализ содержания жира и белка контролируется ежедневно, что позволяет оперативно реагировать на изменения в случае их возникновения и распознать на ранней стадии ацидоз и кетоз, при этом исключается необходимость создания специализированной лаборатории с соответствующим штатом и дорогостоящим оборудованием;
- автоматически выполняется и промежуточная дезинфекция доильных стаканов, их очистка снаружи в промежутке между доениями, что предотвращает передачу инфекции от одной коровы к другой. Вероятность возникновения маститов значительно снижается.

На каждом этапе автоматическая система полностью контролирует процесс доения, за счет этого карусель может вращаться непрерывно, не затрачивая время на остановки для выполнения технологических операций.

Анализ данных табл. 1 показывает, что основной экономический эффект применения роботизированной установки по сравнению с тра-

диционным доением достигается за счет специфических функций оборудования, обеспечивающего более благоприятные условия для реализации рефлекса молокоотдачи, способствующего повышению сортности молока, более полной реализации потенциального продуктивного долголетия коров. При этом снижаются затраты труда на производство 1 ц молока с 1 до 0,4 чел./ч, то есть более чем в 2 раза.

Полностью роботизированная ферма функционирует в филиале СХП «Мазоловогаз» ПУ «Витебскгаз», где содержится 400 коров голштинской породы, половина из которых – дойное стадо. Все они отдают 60 л молока в сутки. В хозяйстве установлено 16 доильных роботов и применена полностью роботизированная система раздачи кормов. В соответствии с требованиями в питательных веществах различных технологических групп реализовано автоматизированное кормление с использованием мобильных роботов-кормораздатчиков. Система состоит из места для временного хранения кор-

мов с устройством загрузки и робота, выполняющего операции по их смешиванию и раздаче.

Хранящиеся на кухне корма грейфер, в зависимости от заданного плана, отбирает в необходимом количестве и помещает их в робот-кормораздатчик, где происходит смешивание. После этого кормораздатчик следует по запрограммированному маршруту и раздает корм – за один проход – до 600 кг и способен запоминать до 16 различных рационов.

Применение технологического оборудования для ферм нового поколения с использованием роботизированных систем доения и управления кормлением может быть одним из основных факторов повышения конкурентоспособности молочного скотоводства в нашей стране. Отсутствие человека в ходе выполнения технологического процесса доения позволяет основное внимание уделять животному, учитывать его состояние и физиологические потребности и, таким образом, максимально задействовать его генетический потенциал.

Однако наряду с положительными сторонами эксплуатация роботов подразумевает определенные требования. Так, фактором, обуславливающим эффективность их применения, выступает молочная продуктивность коров. Каждое автоматически выдаваемое животное должно давать не менее 6500 кг молока за лактацию. При меньшем его количестве доильные роботы экономически нецелесообразны.

Другим практическим аспектом, регламентирующим возможность их успешной эксплуатации, является молочная железа коровы как объект воздействия средств механизации. Не все коровы пригодны к роботизированному доению. Требуется подбирать высокопродуктивных животных с хорошо развитым выменем и соответствующей скоростью молокоотдачи. При формировании стада приходится отбраковывать 5–15% коров, что ставит новые задачи перед специалистами, занимающимися племенной работой. В противном случае автоматическое доение становится затруднительным и требует участия оператора.

Перспективное направление в создании ферм нового поколения – полная автоматизация производственных процессов, превращение биотехнического комплекса фермы в гибкую самоадаптирующуюся систему машин, параметры и режимы которых увязаны с продуктивностью животных [2].

Развитие технико-технологического обеспечения животноводства, предусматривающее модернизацию всех элементов производства в целях нивелирования резкого повышения инвестиционных затрат и себестоимости продукции может проводиться поэтапно. Оно должно осуществляться при дифференцированном подходе с определением полезности выполнения операций, в том числе и при передаче управления процессами животному (содержание, кормление, поение, доение, гигиена тела, профилактика заболеваний опорно-двигательной системы) и манипуляций с использованием их энергетического потенциала, например для лечения эндометрита и профилактики мастита коров. В первую очередь полной автоматизации подлежат процессы доения (роботодоения), кормообеспечения, организации кормления животных с возможностью выбора рациона без снижения продуктивности (например, рационы с лечебными травами), обеспечения экологии производства, воспроизводства и лечения животных (тепловизоры, УЗИ, лечебные инфракрасные приборы), автоматизированной естественной вентиляции [1]. При взаимодействии машинно-технологических модулей с биологическими объектами образуются локальные биотехнические системы (ЛБТС): доения, кормления, навозоудаления и др.

Оптимизация структурно-логистических схем функционирования подсистем по контролю и управлению потребляемыми материальными ресурсами и получаемыми продукционными потоками осуществляется при обосновании технологической планировки животноводческих помещений.

Модульные единицы со структурно-функциональной и объемно-планировочной законченностью могут включать в себя несколько машинно-технологических комплексов. Такая концепция при проектировании ферм позволит создать дифференцированные условия для различных половозрастных групп с использованием унифицированного оборудования и единых программ управления. На крупном молочном комплексе на основании однородности решаемых технологических задач путем взаимодействия групп специализированных машин с биологическими объектами могут быть выделены отдельные технологические модули содержания, вентиляции, доения, кормления, навозоудаления и др., обладающие функциями частичного или полностью автономного функционирования [3, 4].

В качестве основных направлений цифровизации отрасли животноводства на ближайшую перспективу можно выделить следующие:

- *подготовка технологической концепции и разработка планировочных решений производственных помещений;*
- *внедрение системы машин и комплекта технологического оборудования для автоматизации производственных процессов и создания комфортных условий для животных;*
- *определение оптимального количества показателей, отражающих физиологическое состояние и продуктивность животных, периодичность их оценки на различных стадиях физиологического и производственного цикла для использования в автоматизированных комплексах по управлению воспроизводством, зооветеринарному обслуживанию и бонитировке животных с обработкой и представлением данных в электронном виде;*
- *обоснование структуры и организационных принципов системы бесконтактного дистанционного контроля живой массы, промеров и поведения животных, условий их содержания;*
- *разработка зоотехнических требований к комплексу датчиков мониторинга физиологического состояния, показателей продуктивности, микроклимата и программно-аппаратным средствам обеспечения их автоматического функционирования;*
- *создание роботизированных средств для приготовления и раздачи кормосмесей, обеспечивающих автоматизированную оценку качества кормов, их уборку в оптимальные сроки с возможностью коррекции рационов и возможностью дозирования питательных компонентов различным половозрастным группам;*
- *разработка технологической схемы и алгоритма функционирования автоматизированной системы управления формированием и движением производственных групп с учетом необходимых параметров;*
- *определение задач и аппаратной структуры интеллектуальных цифровых систем управления, интегрирующей локальные модули контроля за физиологическим состоянием коров, регулирования микроклимата, анализа продуктивности и племенной ценности, роботизированного доения и кормления в единый автоматизированный централизованный блок управления.*

Новые автоматизированные и роботизированные технические средства создадут потенциальные условия для расширения масштабов применения цифровых технологий в молочной отрасли.

В качестве приоритетных выделяются следующие направления:

- *разработка автоматизированных средств для оценки количества, качества и состава кормов, что позволит корректировать рацион;*
- *внедрение роботизированных комплексов для приготовления и раздачи полнораціонных кормосмесей с возможностью дозирования высокоэнергетических компонентов различным половозрастным группам животных; автоматизированных доильных модулей с почетвертным выдаиванием и мониторингом качества молока для технического переоснащения функционирующих доильных залов;*
- *создание автоматизированной технологии и оборудования с использованием технического зрения для проведения бонитировочных работ с обработкой и представлением данных в электронном виде;*
- *разработка комплекта датчиков и программно-аппаратных средств для оценки физиологического состояния животных;*
- *автоматизированный контроль качества молока в потоке на доильных установках (содержание белка, жира, соматических клеток и др.);*
- *технология и бесконтактный аппаратно-программный комплекс видеодигитальной идентификации заболевавшей вымени и суставов у коров.*

Необходимо также создать технические и программные средства интеллектуальных цифровых систем управления, интегрирующие локальные модули в единый автоматизированный централизованный блок управления. ■

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Ю.А. Иванов. Интеллектуальная система управления и обеспечения эффективного производства продукции молочного скотоводства умной фермы // *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2019. Вып. 20(1). С. 57–67.
2. Казакевич П.П. Технологическая концепция «умной» молочной фермы / П.П. Казакевич, В.Н. Тимошенко, А.А. Музыка; рец.: Н.А. Садовом, А.Ф. Трофимов. – Жодино, 2022.
3. В.В. Кирсанов. Структурно-функциональные модели построения цифровых технологических модулей современных молочных ферм // *Агроинженерия*. 2021. №2(102). С. 32–38.
4. Ю.А. Цой. Технологические аспекты создания «умной» молочной фермы // *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2019. Т. 20, №2. С. 192–199.