

УДК 637.115:631.223.2

**Москалев А.А., Кирикович С.А.  
Пучка М.П., Пучка М.А.**РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук  
Беларуси по животноводству»**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ОСНОВНЫХ  
ПРОЦЕССОВ ПРОИЗВОДСТВА МОЛОКА ПРИ ДОЕНИИ КОРОВ НА  
РОБОТИЗИРОВАННЫХ УСТАНОВКАХ**

*Современная тенденция в создании технологического оборудования для ферм нового поколения – полная автоматизация производственных процессов, превращение биотехнического комплекса фермы в гибкую самоадаптирующуюся систему машин, параметры и режимы которых увязаны с продуктивностью животных. Разработка технологии содержания с применением роботизированных систем доения и управления кормлением, является одним из основных факторов повышения эффективности молочного скотоводства в нашей республике.*

Важнейшим процессом в молочном скотоводстве является доение коров. Это самый тяжелый и деликатный труд, влияющий на производство качественного молока и гигиену стада. Несмотря на многочисленные инновационные технологии, доение до последнего времени составляет почти 50% ручного труда на ферме. Кроме того, труд дояра – один из самых тяжелых как с точки зрения эргономики сельского хозяйства (шум, влажность, температура среды), так и с точки зрения социальной (две смены ежедневно через 12 часов, т.е. нарушение биоритмов человека). Все труднее найти людей на эти места, т.к. приходится работать в выходные и праздничные дни, что создает большие неудобства. В этой связи растет интерес к доильной робототехнике. В промышленности такой непопулярный труд уже давно в большей части роботизирован. В молочном скотоводстве технология доильных роботов призвана повысить производительность, снизить расходы и улучшить жизнь сельскохозяйственных работников. За последние годы изменилось сознание, опыт и технология, особенно в области компьютеризации, проектирования и строительства доильных роботов.

Развитие процесса доения привело к введению в доильную практику автоматизированного доения. В данном случае больше не нужен ручной труд во время доения. Поэтому разработка технологии содержания с применением роботизированных систем доения и управления кормлением, является одним из основных факторов повышения и эффективности молочного скотоводства в нашей республике. Такая технология должна будет, во-первых, обеспечивать животным пространство для комфортного отдыха и движения, возможность свободного потребления корма и проявления половых рефлексов; во-вторых, основывается на стабильном и качественном выполнении всех технологических процессов.

Применение роботизированных систем обеспечивает постоянное фиксированное выполнение комплекса технологических операций, повторяющихся в строго определенной последовательности. Стереотип автоматического доения служит физиологической основой естественного извлечения молока из вымени, чем обеспечивается легкое, быстрое, многократное на протяжении суток выдаивание [1, 2, 3, 4, 5].

Целью исследований являлось: разработать оптимальные технологические решения

обеспечения основных процессов производства молока при доении коров на роботизированных установках.

**Методика исследований.** Исследования по обоснованию технологических параметров жизнеобеспечения животных и производства молока на современных роботизированных фермах проведены в: СПК «Соколовщина» расположен в Верхнедвинском районе, д. Лавруки (2 робота «Астронавт А3»); СПК «Коммунар Агро» расположен в Новогрудском районе, д. Полберег (2 робота «Астронавт А3»); Совхоз «Сморгонский» расположен в Сморгонском районе, д. Осиновщина (12 роботов «Астронавт А3»); СПК «Хотилы» расположен в Поставском районе, д. Волохи (6 роботов «Астронавт А3»); Ферма ПСУ «Мазолово» РУП «Витебскоблгаз» расположена в Витебском районе, д.Мазолово (6 роботов в новой версии «Астронавт А3 Некст»); Лепельский МКК расположен в Лепельском районе, д. Юрковщина (6 роботов в новой версии «Астронавт А3 Некст»); Объект «Молочная товарная ферма на 1000 дойных коров в СПК «Прогресс-Вертелишки» расположен в д. Житомля Гродненского района (16 роботов «Астронавт А3»); Филиал ОАО «Белшина» Осиповичского района Могилевской области (12 доильных роботов компании «DeLaval»).

В ходе проведения исследований использованы зоотехнические, зоогигиенические и экономические методы.

**Результаты исследований.** После установки робота в течение нескольких дней шел процесс "привыкания" у коров и (как это ни покажется странным) у роботов. Робот в этот период "запоминает" все анатомические особенности каждой коровы, что позволяет ему в дальнейшем осуществлять дойку самым физиологичным для коровы способом. Коровы поначалу испытывали стресс от красного луча сканера, шума робота, просто боялись его. На первых порах коров практически "втлкивали" в бокс, но уже на второй-третий день дойка стала привычным делом, а порция концентрированных кормов, которую животное получает во время дойки, оказалась столь привлекательной, что некоторые коровы пытались доиться до 40 раз в сутки. Система идентификации такого не позволяет, в период привыкания интервал дойки составляет 8 ч, позже он снижается до 6,5 ч. Каждое утро осуществляется контроль и компьютер выдает данные о коровах, которых не доили в течение 12 ч. Среди них обычно бывают недавно отелившиеся коровы или уже не дающие много молока. Их к дойке подгоняют. Чтобы робот работал бесперебойно, требуются своевременная профилактика и использование качественных моющих и дезинфицирующих средств

Главные части робота — это «рука», способная совершать трехмерные движения, система очистки сосков и вымени при помощи щеток и моющего раствора, устройство для надевания и снятия доильных стаканов, контрольные и сенсорные приборы, весы (для автоматического взвешивания коров, молока и концентратов), компьютер, интерфейс, программное обеспечение, система контроля качества молока (определяет его цвет, электропроводность, температуру, кислотность, скорость молокоотдачи, объем и т.п. по отдельным долям вымени, что позволяет отбраковывать продукцию нежелательного качества), система идентификации животных. Для обнаружения сосков, обработки вымени, надевания и снятия доильных стаканов используются лазерные, оптические, ультразвуковые или комбинированные системы.

Доильные роботы действуют 24 часа в сутки, из которых 21 час отводится на процесс доения, а 3 часа необходимы для двух циклов мойки и очистки лазерного сенсора. Один робот способен обслуживать 50–70 коров. В течение последних 15 лет в странах с развитым молочным скотоводством растет интерес к системам автоматического доения из-

за их очевидних переваг перед традиційними груповими доильними установками і комплексом типу «Карусель». Головне перевага – скорочення витрат на оплату праці приблизно на 2/3 порівняно з використанням «Елочка», що для фермерів європейських країн при дороговизні праці має велике значення. Введення автоматичних доильних установок на невеликих фермах з традиційним двократним доєнням, за даними голландських спеціалістів, підвищує надій молока до 15% за рахунок збільшення кількості доєнь при вільному доступі корів до доильної установки, що в свою чергу сприяє порівняно швидкому окупленню витрат на неї. Однак само по собі автоматичне доєння не підвищує надій порівняно з звичайним трьохразовим доєнням.

Дослідження, проведені в Швейцарії, показали, що за ступенем видаєння молока з сосків достовірних відмінностей між автоматичною системою і традиційною «Елочкою» не встановлено. Важливим плюсом роботів – практично нова технологія «добровільного» доєння, яка дає тварині право вибору часу і частоти відвідування доильного боксу. Для виробництва молока, особливо на невеликих родинних фермах, характерна жорстка зв'язь праці і робочого часу – це один з серйозних її недоліків порівняно з іншими галузями. Поряд з очевидною перевагою автоматичних доильних систем в процесі їх експлуатації виявлено ряд проблемних моментів [4, 6].

Перше з них – це висока їх ціна. В Європі ціна роботи, здатного доїти 50–70 корів, за різними даними, коливається від 80 до 170 тис. євро, в США – 150–170 тис. долл. В той же час традиційна «Елочка» коштує на 50–70% дешевше. Правда, ціна роботів постійно знижується. Найбільш економічною при всіх розмірах стада доильна установка типу «Елочка». До неї наближається установка «Карусель», але при кількості 200 корів. Однак наявний досвід показує достатню високу ефективність доильного робота. Прибуток, отримуваний при його застосуванні, дозволяє всього за кілька років окупити установку навіть при дуже високій ціні продажу. І оскільки людська праця в Європі залишається найдорожчою, прагнення виробників молока зекономити на її оплаті буде стимулювати інтерес до доильних роботів.

Ще одна важлива проблема при введенні роботів – особливий підхід до доїння стада. Перше з них – необхідність ретельної вибірки корів за параметрами сосків в цілому і окремих сосків зокрема. Вибірковість при цьому становить від 5 до 10% поголів'я. Далі потрібно навчити корів доїтись до доильної установки. На це йде від двох тижнів до одного-двох місяців, в період яких суттєво падає молочна продуктивність. Деяких особин навчити так і не вдається.

Проблемою також виявилось підвищене вміст води в молоці, куди вона потрапляє з механізму очищення обладнання, яке часто промивається і недостатньо ретельно висушується. Зростає при автоматичному доєнні і кислотність молока, і кількість мікробних клітин. Разом з тим застосування доильних роботів дозволяє оцінювати стан кожної з четвертих сосків і своєчасно виявляти ознаки маститу [3, 4, 5].

Однією з головних проблем, рішення якої і впливає на принципову можливість використання роботів для доєння корів, є автоматичне підключення доильного апарату до сосків тварини. Для визначення місця розташування сосків і установки на них доильних стаканів в конструкції роботів різних фірм використовуються різноманітні пристрої: лазерні датчики, ультразвукові пристрої, оптичні системи, сенсорні датчики і др.

В отличие от традиционных животноводческих помещений применение доильных роботов требует иной организации технологического процесса производства молока с соответствующей планировкой коровника. Точность исполнения в работе системы автоматического доения зависит от обеспечения в коровнике надлежащего перемещения коров. Основным правилом является передвижение по пути: зона отдыха - доильный робот - кормовой стол. Установлено, что обеспечение такого направления движения животных соответствует их комфортному содержанию. Применяются два решения передвижения животных: добровольный и принудительный. В первом - доступ в зону кормления является свободным, с тем, чтобы стимулировать коров до прихода на доильную установку, куда подаются концентраты. Однако около 10 - 15% коров самостоятельно не приходят к роботу.

В отличие от первого решения в системе принужденного движения корова, проходя до зоны кормления, пропускается в стойло робота только тогда, когда прошел соответствующий период времени после предыдущей дойки. Недостатком этого решения является то, что часто коровы ожидают очереди для доения.

Свободное перемещение коров – самый простой вариант планировки коровника. Ворота не требуются, коровы свободно могут переходить в любую точку коровника, куда им захочется. Недостатком является то, что коровы будут использовать ценное время системы добровольного доения, заходя в установку без допуска на доение.

Наиболее современная разработка в этой области называется «сначала кормление». Эта концепция предлагает оптимальные условия для достижения максимальной производительности; свободный доступ к зоне кормления для оптимального потребления кормов; более регулярные интервалы между доениями, для увеличения надоев и снижения уровня соматических клеток; разрешение на доение проверяется каждые 2-3 часа; практически не требуется подгонять коров вручную, снижение трудозатрат; максимальная доильная пропускная способность; снижение уровня стресса коров, в связи с отсутствием необходимости их подгонять [4, 5, 6].

Использование роботов позволяет практически в четыре раза сократить затраты труда на доение животных по сравнению с карусельной установкой (табл. 1 и 2).

*Таблица 1. Затраты труда оператора при доении коров роботом (50 коров, 1 доильный бокс)*

Операция	Частота выполнения операции	Затраты труда			
		на одну операцию, чел.-мин.	суточные, чел.-мин.	годовые, чел.-ч.	на одно животное в год, чел.-ч.
Контроль доения по компьютеру	3	10	30	182,5	3,6
Технический контроль робота	1	12	24	146	2,9
Загон невыдоившихся коров	1	10	10	60	1,2
Всего	-	-	64	388,5	7,7

Таблиця 2. Затрати труда оператора при доении коров на карусельной установке

Операция	Затраты труда на одну корову в год при доении, чел.-ч		
	120 коров	360 коров	480 коров
Доение	9	9	9
Перегон коров	3	2	2
Мойка доильного оборудования	4,5	1,5	1,1
Всего	16,5	12,5	12,1

Животные при доении их роботом должны отвечать следующим требованиям:

- высокие молочная продуктивность и уровень молокоотдачи;
- плотно прикрепленное вымя, одинаковые по размеру соски, нижняя точка которых не должна быть ниже 33 см от уровня пола;
- минимальное расстояние между задними сосками - в пределах 3 см, между передними сосками — 12,5-30 см;
- толщина сосков — в пределах 1,5-3,5 см;
- задние соски должны быть ниже нижней части вымени на 3 см;
- минимальное расстояние между передним и задним сосками вымени 7 см;
- угол отклонения сосков от вертикали не должен превышать 30°;
- диагональное расположение сосков не допускается;
- животное должно быть активным, со здоровыми копытами, в то же время нервные коровы подлежат выбраковке.

**Эффективность применения доильных роботов.** Нами проведено изучение влияния различных технологических подходов (доильные роботы Lely и DeLaval) на эффективность производства молока (табл. 3). Учитывали следующие показатели:

1. Заход на доильный робот, где корова успешно доится.
2. Провал: корова подходит к роботу, но по какой-то причине не происходит подсоединения доильного агрегата.
3. Отказ: корова подходит к доильному роботу, но не принимается, т.к. после последней дойки прошло слишком мало времени или животновод установил свой интервал в компьютерной программе.

Таблиця 3. Время работы 2 роботов

Показатель	Lely	DeLaval
Среднее кол-во доек/день	149,8	131,9
Среднее количество провалов	5,9	10,8
Среднее количество отказов	4,7	4,8
% время доения	71% (17 ч)	66,6% (15,9 ч)
% времени мойки	6% (1,4 ч)	6,7% (1,6 ч)
% времени простоя	23,3% (5,6 ч)	26,7% (6,5 ч)

На молочно-товарных фермах и комплексах при доении коров на роботизированных доильных установках за период исследований было получено 100% молока сорта «экстра».

Дать в настоящее время достоверную оценку экономической эффективности

доильных роботов весьма затруднительно. Тем не менее, зарубежные специалисты и сельскохозяйственные товаропроизводители положительно оценивают перспективы использования доильных роботов в молочном скотоводстве [1, 5, 6].

В связи с интенсивным развитием роботизации может оказаться, что придется ломать недавно построенные доильные залы и переоборудовать помещения под внедрение роботов доения как наиболее прогрессивной технологии.

Система доения. Наиболее эффективным построением процесса доения на крупных фермах в большинстве случаев является роторный (карусельный) принцип. Роторные доильные залы обеспечивают высокую производительность труда на фермах, которым требуется высокая пропускная способность. Интеллектуальные фермы будущего будут совмещать роторный доильный зал и системы добровольного доения. Это позволит не только сохранить производительность крупной фермы, но и исключить человеческий фактор при доении.

Система кормления. В структуре себестоимости молока корма составляют около 50%. Сокращение расходов на корма на 10% позволяет увеличить прибыль в полтора раза. Инновационные разработки в области автоматизации системы кормления смогут существенно повысить количество визитов коровы в систему добровольного доения, и соответственно, количества доений и надоя на одну корову. Одной из главных инноваций в системе кормления является on-line анализ. В ближайшем будущем информация от коров и систем доения, обработанная и распределенная, с on-line анализом кормов будет передаваться на компьютерную станцию для того, чтобы организовать сбалансированное питание для каждой коровы.

Система управления стадом. Добровольное доение и минимальное участие человека в процессе управления всеми системами влечет за собой все более активное внедрение систем мониторинга. Существует множество параметров, которые уже сегодня могут быть предметом анализа на ферме. Анализ точной и полной информации о технологических процессах на ферме позволяет наметить пути к повышению её эффективности, а значит, и увеличить прибыльность бизнеса. Система управления стадом на фермах будущего будут управляться с помощью Herd Navigator – комплексной системы мониторинга и анализа. Herd Navigator – это решение, которое способно осуществлять мониторинг состояния коровы сразу по нескольким параметрам: воспроизводство, здоровье вымени, кормление и энергетический баланс.

Появление в Республике Беларусь роботов - это технический прорыв, выход отечественного животноводства на принципиально новый уровень. Основной проблемой на пути дальнейшего распространения роботизированных систем доения на ближайшую перспективу будет являться их высокая стоимость, хотя производители и пытаются оптимизировать соотношение цены и качества.

**Выводы.** 1. Опыт эксплуатации доильных роботов показывает необходимость постоянного контроля за ходом технологического процесса с помощью современных телекоммуникационных средств предотвращения аварийных ситуаций, которые могут стать причиной крупных ущербов. Поэтому важным условием успешного применения доильных роботов является безотказная работа оборудования.

2. Другое важное условие заключается в обеспечении комфортных условий содержания животных. Микроклимат в помещениях, расположение оборудования, доступ к кормушкам и доильным установкам не должны создавать ненужные стрессы, приводящие к снижению удоев.

3. Определены технологические критерии применения роботизированных систем

доения и установлены основные требования к животным для доения на роботизированных установках, заключающиеся в сокращении инвестиционных затрат (не требуется строительство доильно-молочного блока), способствующие уменьшению затрат труда (обслуживающий персонал сокращается в 2 раза), увеличению молочной продуктивности (удой увеличился на 900 кг) и повышению сортности молока (98% молока сорта «Экстра»).

4. Разработаны оптимальные технологические параметры обеспечения основных процессов производства молока при доении коров на роботизированных установках.

---

### Література

1. Трофимов, А.Ф. Обеспечение основных процессов производства молока при доении на роботизированных установках / А.Ф. Трофимов, В.Н. Тимошенко, А.А. Музыка, А.А. Москалев, И.А. Ковалевский, Г.М. Татарина, Н.Н. Шматко / Мат. конференции: «Современные технологии сельскохозяйственного производства»: XII Междунар. науч.-практич. конф. УО «ГГАУ», - Гродно, 2009. - С. 355.
2. Трофимов, А.Ф. Направления совершенствования технологий производства молока в Республике Беларусь / А.Ф. Трофимов, В.Н. Тимошенко, А.А. Музыка / Инновации - приоритетный путь развития АПК : сб. материалов VIII междунар. науч.-практической конф. (20-24 окт.). - Кемерово, 2009. - С. 200-202.
3. Трофимов, А.Ф. Предпосылки использования доильных роботов в молочном скотоводстве / А.Ф. Трофимов, В.Н. Тимошенко, А.А. Музыка / Инновации - приоритетный путь развития АПК : сб. материалов VIII междунар. науч.-практической конф. (20-24 окт.). - Кемерово, 2009. - С. 202-203.
4. Админ, Е. И. Методические рекомендации по изучению поведения крупного рогатого скота / Е. И. Админ, М. П. Скриниченко, Е. Н. Зюнкина. - Харьков, 1982. - 26 с.
5. Meskens L., Mathijs E. 2002. Socio-economic aspects of automatic milking, Motivation and characteristics of farmers investing in automatic milking systems, Deliverable D2 project EU: Implications of the introduction of automatic milking systems, 16 pp.
6. De Koning K., Rodenburg J. 2004. Automatic milking: State of the art in Europe and North America, In: Automatic milking, a better understanding, Wageningen: 27-40.

---

### Summary

#### **Technological Solutions of Basic Milk Production Processes for Automated Milking / Moskalev A.A., Kirykovich S.A., Puchka M.P., Puchka M.A.**

Modern tendency of creation of technological equipment for farms of new generation – total automation of production processes, turning the biotechnical complex of a farm into flexible self-adaptable system of machines parameters and regimes of which depend on efficiency of animals. Development of management technology of animals with automated milking and feeding management systems is one of the basic factors of milk livestock breeding efficiency growth in our republic.