

# «Умная» ферма — решения и технологии

## Планировка помещений и цифровые системы управления процессом производства молока

**Владимир ТИМОШЕНКО**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор  
**Андрей МУЗЫКА**, кандидат сельскохозяйственных наук  
*НПЦ НАН Беларуси по животноводству*

**Компьютеризацию и техническое переоснащение сельскохозяйственных предприятий традиционно рассматривают в качестве наиболее действенных способов повышения эффективности производства продукции. Сегодня это особенно наглядно проявляется в птицеводстве и свиноводстве, где всего десять человек обслуживают комплексы, на которых раньше работали 50–60 человек. Подобные изменения не могли не затронуть и молочное скотоводство.**

Современные технологии производства молока базируются на трех основополагающих принципах: создание комфортных условий содержания животных в соответствии с их биологическими потребностями, минимизация затрат трудовых и энергетических ресурсов на производство единицы продукции и обоснование экономической целесообразности всех применяемых технологических приемов. Такой подход позволяет реа-

лизовать потенциал продуктивности коров, продлить их долголетие и сохранить здоровье, а кроме того, получить сверхремонтный молодняк.

Перспективное направление в создании ферм нового поколения — полная автоматизация производственных процессов, превращение биотехнического комплекса фермы в гибкую самоадаптирующуюся систему машин, параметры и режим работы которых взаимно увязаны с показателями продуктивно-

сти животных. В качестве важнейших элементов производственного процесса вычлняют поголовье, корма, комплекс машин, кадры и среду обитания. В совокупности они составляют сложную биотехническую систему «человек — машина — животное».

Соотношение всех перечисленных звеньев и их удельный вес в общем производственном цикле в значительной мере определяют степень реализации генетического потенциала продуктивности коров и экономическую эффективность использования материальных и трудовых ресурсов. На молочно-товарной ферме ключевым звеном является доильное оборудование. Этому есть объяснение. Во-первых, доение — самый трудоемкий процесс на предприятии. Во-вторых, при эксплуатации доильной установки прослеживается интеграция «человек — животное — молоко». Иными словами, доильное оборудование влияет на все составляющие системы — от эргономики работы персонала и здоровья коров до качества получаемой продукции. В-третьих, именно на этом этапе собирается, обновляется и фиксируется информация о продуктивности поголовья, качественных показателях молока, уровне воспроизводства стада и о физиологическом состоянии животных.

Сегодня на молочных комплексах индустриального типа используют современные технологии, позволяющие снизить совокупные затраты: энергии — до 55–60 кг условного топли-



ва, а труда на производство 1 ц молока — до 1–1,2 человеко-часов. Как показывает практика, на «умных» фермах расход кормов составляет в среднем 0,9 кормовой единицы, а нагрузка на одного оператора — 120–150 голов крупного рогатого скота.

Специалисты считают, что следующим этапом в совершенствовании ферм нового поколения с полной автоматизацией производственных процессов станет разработка биотехнического комплекса с гибкой самоадаптирующейся системой машин. В Беларуси и России на многих молочных фермах используют системы автоматизированного доения. Они представляют собой роботизированный комплекс, позволяющий выполнять следующие операции:

- преддоильная подготовка вымени коров;
- поиск сосков и подключение к ним доильных стаканов;
- своевременное освобождение сосков от доильных стаканов;
- дезинфекция сосковой резины и др.

Доильные роботизированные установки подают сигналы селекционным воротам для выборки «проблемных» коров, измеряют кислотность и температуру надоечного молока, определяют суточный удой, скорость молокоотдачи, количество соматических клеток в молоке, объем молока в каждой доле вымени и отделяют качественное молоко от непригодного к употреблению (брак поступает в отдельные емкости), а кроме того, оценивают состояние каждой из четвертей молочной железы и своевременно выявляют животных с признаками мастита.

Автоматизация предприятия подразумевает интеграцию в производство интеллектуальных систем менеджмента стада, а также управления кормлением, доением и навозоудалением. При каждом доении автоматическая система обеспечивает быстрый сбор оперативной информации о валовом надое, здоровье, воспроизводительной функции, продуктивности коров, качестве молока и структуре стада. Благодаря этому зоотехник предприятия получает данные, анализирует их и принимает соответствующие решения в отношении одного животного или всего стада.

Перед руководителями и специалистами фермы стоят следующие задачи:

- контроль воспроизводства (отелы, осеменение, проверка на стель-

ность, гинекологическая диспансеризация);

- учет, планирование, формирование групп (коровы в запуске, сухостельные, стельные, новотельные и дойные, коровы на раздое, группа осеменения) и перемещение животных;
- ввод в стадо и выбраковка коров;
- проведение различных зооветеринарных мероприятий.

Эффективность управления технологическими процессами в значительной степени зависит от квалификации персонала. Не исключена возможность субъективного низкопродуктивного использования ресурсов в системе «человек — машина — животное». Правильное решение — применение на роботизированной ферме автоматической, базирующейся на использовании цифровых технологий (искусственный интеллект, нейронные сети и т.д.) интеллекта. Она собирает данные о поголовье и производственных операциях, анализирует поступившую информацию и корректирует технологический процесс без участия оператора машинного доения, зоотехника или ветеринарного врача.

Кроме того, на комплексе предусмотрено создание структуры интеллектуальных цифровых систем управления, интегрирующей в единый автоматизированный централизованный блок управления такие локальные модули, как контроль физиологического состояния коров, оценка их продуктивности и определение племенной ценности, а также управление микроклиматом, доением и кормлением. Это позволит реализовать основной принцип пятого технологического уклада в АПК (инновации в области микроэлектроники, информационных технологий, генной инженерии, биотехнологий, использование новых видов энергии и материалов): человек обслуживает не отдельных животных, а средства автоматизации. Именно этот принцип лежит в основе промышленного получения сельскохозяйственной продукции и способствует сокращению ее потерь при производстве, транспортировке и переработке.

Мы провели исследование, по результатам которого обосновали целесообразность создания проекта молочно-товарного комплекса-автомата на основе модульных планировочных решений и алгоритма управления про-

изводственным процессом с применением интеллектуальных цифровых технологий.

Технологическая концепция предприятия с замкнутым циклом производства на 800 дойных коров предусматривала внедрение инновационного биоэнергетического комплекса жизнеобеспечения, способствующего реализации генетического потенциала продуктивности животных за счет рациональной планировки внутреннего пространства и оптимизации вместимости помещений. Такой подход позволяет сохранить выработанный стереотип поведения животных и создать условия для нормального течения физиологических процессов в организме (пищеварение, молокообразование и воспроизводство).

В проекте впервые применили систему полностью автоматизированного доения, объединенную с технологией многократного индивидуального кормления поголовья концентрированными кормами, а также систему приготовления и раздачи кормосмесей для дифференцированного кормления скота с помощью мобильных многофункциональных раздатчиков-смесителей с весовым устройством для дозирования компонентов.

Напомним: современные модели доильных роботов контролируют качество молока по его цвету, кислотности, температуре, электропроводности и по концентрации соматических клеток, а кроме того, определяют скорость молокоотдачи, объем молока в каждой доле вымени и отделяют качественное молоко от брака. Использование роботов позволяет учитывать индивидуальные суточные ритмы каждой коровы. Они быстро привыкают к роботизированным установкам. Животные самостоятельно заходят в бокс, где во время доения получают суточную норму концентратов. При этом продуктивность коров увеличивается на 15%.

В отличие от традиционных технологий получения молока применение доильных роботов требует иной организации технологического процесса производства продукции и соответствующей планировки коровника. При использовании автоматической системы доения необходимо учитывать, что в соответствии с индивидуальным суточным режимом и в зависимости от физиологических потребностей жи-

вотные вынуждены ложиться, вставать, идти в доильный зал и обратно (3–5 раз в сутки), а также подходить к кормовому столу (в среднем 7 раз в сутки).

В состав исследуемого нами комплекса входят три коровника и три помещения облегченного типа для ремонтного молодняка. На предприятии дойное стадо разделено на технологические группы по 100 голов. Животных содержат в коровниках № 1 и № 2 на 400 ското-мест каждый в боксах по беспривязной технологии. Стойла размещены в шесть рядов (3 + 3). Длина центральных (сдвоенных) стойл — 4600 мм. Стойла такого размера хорошо подходят для коров живой массой 550 кг (особи среднего размера) и 650 кг (крупные особи). Надолочный брус позволяет регулировать глубину захода животных разных размеров (по группам) в стойла.

Путем взаимоувязанного научно обоснованного размещения боксов для отдыха, а также навозных, кормонавозных и поперечных проходов разделяют пространство секций на зоны отдыха и кормления, что способствует созданию комфортных условий для коров и использованию высокопроизводительного технологического оборудования.

В соответствии с биологическим ритмом (чередование фаз потребления корма, жвачки и отдыха) животные перемещаются из зоны, оборудованной боксами для отдыха, в зону кормления 10–12 раз в сутки. Система селекционных ворот, управляющих потоками в зависимости от интервала между доениями, направляет коров либо к кормовому столу, либо на преддоильную площадку. Во втором случае животные проходят в зону кормления только через доильную роботизированную установку.

Из доильного бокса корова может попасть либо в зону кормления, либо в отдельный бокс для больных животных, либо на преддоильную площадку для совершения новой попытки доения. Автоматизация управления передвижением — ключевой момент в оптимизации перемещения поголовья, позволяющий минимизировать количество коров, подгоняемых к роботу.

Для предотвращения посещения доильных боксов, не сопровождающегося процессом доения, используют боксы для предварительного отбора коров. Там система решает, куда на-

править животное, — в зону кормления или на доение с использованием дополнительных «интеллектуальных» ворот. В результате увеличивается количество подходов к кормовому столу благодаря снижению напряжения в «пробках» перед селекционными воротами.

Сухостойных коров и нетелей размещают в отдельном помещении (цех сухостойных коров), группы формируют в зависимости от срока предполагаемого отела. Принятое в проекте количество дойных коров в группе позволяет оптимизировать производственный цикл в репродуктивном коровнике, предназначенном для содержания сухостойных коров и проведения отелов.

Количество секторов для сухостойных коров (первая и вторая фазы сухостойного периода), число мест в предродовой секции и секции для новорожденных животных должны соответствовать нормативам, что обеспечит рациональную планировку помещения и поможет создать комфортные условия для животных в соответствии с их физиологическими потребностями в определенные фазы репродуктивного периода.

Применение различных видов автоматизированных систем кормления позволяет уменьшить затраты ручного труда, сократить в суточном рационе долю дорогостоящих концентрированных кормов и повысить эффективность их использования, а кроме того, снизить риск возникновения заболеваний, вызванных нарушением обмена веществ, увеличить продуктивность стада на 10% и сэкономить место в коровнике.

Зоотехническая наука рекомендует скармливать концентрированные корма 6–8 раз в сутки в строгом соответствии с продуктивностью коровы и фазой ее биологического цикла, то есть индивидуально. При решении этой задачи необходимо учитывать два взаимоисключающих друг друга фактора.

Первый — неукоснительное соблюдение принципа многократного скармливания суточной нормы концентратов малыми порциями. Для реализации этого принципа при беспривязном способе содержания применяют автоматические системы управления кормлением и автоматические кормовые станции, которые размещают в секциях из расчета: одна станция на 25–30 голов.

При использовании таких станций нормированное кормление лактирующих коров с учетом их фактической продуктивности осуществляется по заданной программе после каждого дня доения. Сухостойных животных кормят индивидуально по другой программе. Раздой коров выполняют по программе на основе алгоритмов, определяющих оптимальное количество концентрированных кормов для авансирования предполагаемой продуктивности при различной величине удоев и в соответствии с данными разных отрезков лактационной кривой (график, отражающий изменение молочной продуктивности на протяжении всего периода лактации).

Автоматические кормовые станции позволяют скармливать животному суточную норму концентратов (без учета комбикорма, включенного в кормосмесь) в количестве, не превышающем 1 кг, в виде нескольких разовых доз (80–200 г). Продолжительность выдачи корма — 15–20 секунд. Несмотря на то что системы автоматического кормления не дешевы, их использование экономически оправданно при продуктивности стада не менее 7–8 тыс. кг/гол., особенно — в больших группах, неоднородных по удою и физиологическому состоянию входящих в них животных.

Преимущество автоматических кормовых станций заключается в точном расчете концентратов для каждой коровы. При применении такого оборудования затраты этого дорогостоящего компонента рациона снижаются на 300 г/гол. в сутки. Следовательно, расходы, связанные с покупкой концентрированных кормов, сокращаются на 20–30%. К тому же при установке станций автоматического кормления площадь коровника используется рационально, поскольку не приходится формировать группы.

Второй фактор, который необходимо учитывать при кормлении коров, заключается в отказе от индивидуального распределения концентратов и в переходе на их скармливание в составе кормосмеси. При таком варианте кормления концентрированные корма вместе с другими компонентами смеси поступают в организм постепенно в соответствии с физиологией жвачных животных. Эту технологию целесообразно применять как при привязном, так

и при беспривязном содержании поголовья. Тем не менее на предприятии нужно формировать так называемые кормовые классы с учетом фаз межотельного цикла коров и допустимых различий в продуктивности внутри технологической группы. Практика показывает, что такая технология скормливания концентратов значительно проще и дешевле, чем их индивидуальное распределение между всеми животными в стаде.

Вершиной эволюции можно считать автоматические системы кормления (большинство из них оснащены механизмами загрузки и раздачи кормов). К последнему поколению относятся навесные смесительно-раздаточные кормовагоны, способные перемещаться в воздушном пространстве коровника. С помощью таких устройств можно скормливать концентрированные, грубые корма, а также их смесь — полностью смешанный монокорм.

Кормовагон представляет собой бункер, движущийся внутри помещения по смонтированному на потолке монорельсу. Кормосмесь для скота готовят в стационарном миксере, загружают при помощи транспортера или погрузчика. Компоненты кормовой смеси (силос, сенаж, сено или концентраты) поступают в миксер из емкостей, которые наполняют один или два раза в сутки. Следует отметить, что каждый из компонентов хранят в отдельной емкости.

В группах коровы получают индивидуальный рацион в зависимости от возраста и стадии лактации. Процесс кормления контролирует система управления стадом. Кормовагон движется по коровнику параллельно кормовому столу и раздает корма в соответствии с заданием, то есть выполняет функцию миксера-кормораздатчика, только без участия человека.

Преимущество подобных автоматизированных систем заключается в том, что при их использовании можно оптимизировать полезную площадь коровника. В животноводческих помещениях, построенных по традиционной технологии, ширина кормового прохода составляет 5–6 м (это обеспечивает беспрепятственный проезд специальной техники), а в современных коровниках, где корм раздают при помощи кормовагонов, проход между кормовыми столами уменьшают до 4,5 м.

Оптимальная ширина кормового стола — один из важных параметров, которые следует учитывать при проектировании животноводческих помещений. Это позволит использовать и современные роботизированные, и традиционные прицепные кормораздатчики (при необходимости). Кормление животных различных технологических групп полнорационными смесями организуют так, чтобы удовлетворить их потребность в питательных веществах в разные фазы лактации в зависимости от величины суточного удоя, состояния здоровья и т. д.

При планировке помещений коровники соединяют галереями (ее располагают в центральной части), а значит, появляется техническая возможность одинаково эффективно применять как стационарную систему автоматического кормления, так и мобильные роботы-кормораздатчики. Эта система кормления включает площадку для временного хранения кормов, устройство для их загрузки (грейфер) и непосредственно робота (он может «запомнить» до 16 разных рационов), выполняющего операции по смешиванию и раздаче корма.

Следуя по заданному маршруту, робот раздает около 600 кг кормосмеси. Помимо своей основной функции, кормораздатчик выполняет дополнительные, например, подталкивает корм и определяет количество несъеденного корма. На основе этих измерений робот либо выдает свежий корм, либо подталкивает оставшийся к кормовому столу. Если на нем окажется мало корма, кормораздатчик отправится в подсобное помещение, где будет приготовлена новая порция кормосмеси.

На молочно-товарных фермах и комплексах навозные и кормонавозные проходы очищают при помощи многофункционального агрегата, разработанного специалистами РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства». Такие устройства эффективно удаляют полужидкий навоз и сменяемую подстилку в коровниках, а также производят уборку выгульных площадок с твердым покрытием.

Многофункциональный агрегат представляет собой установленный на двухосном шасси бункер (кузов) с подвижным дном для накопления навоза. Машина оснащена скреперным оборудованием (его можно регулировать

как по высоте, так и по ширине захвата), предназначенным для сгребания и подачи навоза в кузов, и распределяющим модулем (он вносит органическое удобрение в почву). В состав агрегата входят также приводная трансмиссия, гидросистема и система управления рабочими органами. При использовании такой машины в коровниках не нужно строить поперечные навозные каналы, устанавливать канализационные навозные станции и прокладывать магистральные трубопроводы для перекачки навоза в основное навозохранилище.

Автоматизация основных производственных процессов — главное условие интеграции интеллектуальной системы управления животноводческим объектом (кормление, доение, контроль физиологического состояния животных, поддержание микроклимата и менеджмент стада). Так, электронная система управления стадом позволяет вносить данные о состоянии коров в общую компьютерную базу, анализировать показатели с целью оптимизации производственного процесса и своевременно принимать необходимые меры.

В комплексе с системой управления животноводческим объектом должны функционировать станции контроля за перемещением животных, контроллеры автоматизированной установки индивидуальной выдачи концентрированных кормов, селекционные ворота (автоматическая система сортировки и разведения животных по группам на основе заданных параметров), а также системы мониторинга активности коров для выявления особей в охоте.

Таким образом, внедрение основанной на интеллектуальных цифровых системах управления технологии получения молока, применение роботизированных средств при выполнении основных производственных операций и системный мониторинг показателей продуктивности и физиологического состояния поголовья позволяют организовать работу на предприятии по принципу «точно — вовремя» и тем самым реализовать генетический потенциал коров, увеличить продолжительность их хозяйственного использования до 4–5 лактаций, повысить качество молока и снизить затраты на его производство.

**ЖР***Республика Беларусь*