

# ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

УДК 631.171 + [621.37 / 39:631.145]

*А.М. Башилов, доктор техн. наук*

*В.Н. Легеза, канд. с.-х. наук*

Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина

## ОЦЕНКА ПОВЕДЕНИЯ ЖИВОТНЫХ НА ОСНОВЕ СРЕДСТВ АУДИОВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ

Увеличение молочной продуктивности коров и улучшение качества молока является приоритетной задачей отрасли. Для ее решения необходимо строительство новых (реконструированных) молочных комплексов, спроектированных с учетом основных факторов, обеспечивающих оптимальные (комфортные) условия содержания животных. Оптимально обустроенное жизненное пространство коровы — это условие здоровья животного и его продуктивности. Только здоровое животное может давать продуктивность наилучшего качества при низких производственных затратах.

Комфортное содержание животного включает в себя в первую очередь комфортные условия лежания животных. Неудачно оборудованная зона лежания животного (коровы) существенно сокращает продолжительность лежания коров (6...8 ч). По данным ряда авторов, продолжительность лежания коров в сутки должна быть в пределах 12...14 ч. Его сокращение приводит к заметному снижению продуктивности.

В связи с этим можно с помощью видеонаблюдения быстро обнаружить недостатки конструкции стойла или бокса и таким образом выявить максимальный комфорт лежания животных.

Наряду с комфортом лежания все большее место занимает комфорт движения. Это связано с распространением беспривязного способа содержания, а также с дальнейшим увеличением поголовья и укрупнением ферм. При беспривязном боксовом способе содержания коров данный момент имеет большое значение, поскольку зоны кормления, поения, доения и отдыха отделены друг от друга. Эффективное, повседневное управление стадом — это путь повышения молочной продуктивности коров и увеличения качества молока, поэтому огромную роль играет внедрение компьютеризированных систем управления стадом. Данная система способствует автоматизации производства, облегчению обслуживания животных и обеспечивает технолога данными для эффективного управления стадом. Компьютеризированная система дает возможность устанавливать задачи, контролировать их выполнение в ходе технологического процесса, сравнивать с действующими результатами работы фермы и позволяет вносить корректировки в производственные процессы. Получение наилучших экономических результатов и использование инновационных современных технологий и оборудования — актуальная проблема ведения точного животноводства.

Очень важно помнить, что дойная корова — это живое существо, а не робот. Поэтому необходимо обеспечить наблюдение специалиста за коровой ежегодно и в течение суток. Применение новых высокоточных технологий значительно сокращает долю человеческого труда и делает работу на ферме менее зависимой от человеческого фактора.

Применение новых технологий и машин позволяет минимизировать участие человека в технологическом процессе. Изучение поведения и психологии животных является одним из важнейших способов решения данной задачи.

Все поведение домашних животных условно можно разделить на пользовательные действия и сигнальные. Пользовательные действия направлены на сохранение собственной жизнедеятельности (еда, жвачка, сон, лежание, стояние, комфортные движения, уход за своим телом). Наблюдения за звуковыми сигналами позволяют заметить проблемы одной коровы или группы животных. Аудиовидеонаблюдение является ключевым фактором, позволяющим предотвратить болезни и улучшить здоровье коровы и общее физиологическое состояние.

Основным методом в изучении поведения животных является непосредственное наблюдение за каждой особью стада, наилучший метод — аудиовидеонаблюдение на основе современных технологических средств [1]. Современные средства позволяют, кроме прямого наблюдения за животным, через мониторинг осуществлять автоматическое распознавание поведенческих актов животных [2–3]. Чтобы иметь объективное представление о динамике характерных поведенческих реакций организма, необходимо визуальное наблюдение за животными.

Изменение поведенческих реакций осуществляют как в абсолютных величинах (время на определенные формы движения и отдыха, количество драк и других поведенческих актов), так и в процентах времени суток. Наблюдение за животными в течение суток позволяет получать полные сведения о ритмичности проявления поведенческих реакций. Сигнальные действия — это действия, направленные на связь с окружающей средой (мычание, бодание, угроза и т. д.).

Животное в процессе жизнедеятельности посылает сигналы при возникновении охоты, при угрозе, одиночестве, дискомфорте и др. Задача специалистов (зоотехника, бригадира) разобраться в этих сигналах, зафиксировать их и получить полезную информацию, т. е. извлечь пользу.

Важным моментом в процессе целенаправленного аудиовидеонаблюдения на агроферме является предварительное формирование виртуальной модели поведения животных.

Следует начать с самой общей этологической модели поведения животных, которую можно отобразить как известные в зооинженерной науке стереотипы и шаблоны поведения:

$$\mathcal{E}_M = ВПП + ВР + ПР, \quad (1)$$

где  $\mathcal{E}_M$  — этологическая модель поведения животного;  $ВПП$  — видовые поведенческие реакции (стадные, групповые, индивидуальные);  $ВР$  — врожденные рефлексы (инстинкты, реакции);  $ПР$  — приобретенные рефлексы (приспособление, сенсорные стимулы).

Этологическая модель формирует систему достоверных биологических знаний, закономерностей и механизмов поведенческих реакций животных.

Видовые поведенческие реакции — это характерные приспособительные действия, которые при различных способах существования животных имеют устойчивый стереотип поведения для достижения определенных целей.

Врожденное рефлексивное поведение характеризуется индивидуальными формами двигательных актов при следующих действиях: адаптация к среде, питание, сон, игра, оборона, половая охота, подражание, обследование предметов, поддержание тела в чистоте, дефекация, мочеиспускание и т. д.

Приобретенные рефлексы — это результат приспособления животного к условиям среды содержания, который заключается в закреплении условных рефлексов или в динамическом изменении стереотипов поведения на сенсорные стимулы.

Знание видовых этологических особенностей животных, наблюдение и фиксация инстинктивных поведенческих актов и целенаправленная перестройка сценариев поведения животных — это подготавливающая (программируемая, опережающая) управленческая функции зооинженерии, которая поможет обеспечить более совершенную форму (технология) содержания животных. Создание такой инновационной технологии позволит ускорить рост и развитие животного, сократить потери энергии от ослабления эмоциональной реактивности и стрессов, повысить воспроизводительную способность, обеспечить непрерывную возрастную коррекцию поведения, проводить своевременную профилактику заболеваний, сократить затраты труда и повысить продуктивность.

Таким образом, этологическая модель поведения животного есть сумма комплексов функциональных действий:

$$\mathcal{E}_M = \sum_1^I (KФД)_i, \quad (2)$$

где  $KФД$  — комплекс функциональных действий (половой, возрастной, многолетних и др);  $1...I$  — число наблюдаемых комплексов функциональных действий.

Комплекс функциональных действий находят так:

$$KФД_i = \sum_1^J (ЦПА)_j, \quad (3)$$

где ЦПА — целенаправленный поведенческий акт КФД (пищевой, исследовательский, игровой, оборонительный и др.);  $1...J$  — число наблюдаемых целенаправленных поведенческих актов.

Каждый целенаправленный поведенческий акт характеризуется элементами внешнего проявления: позами (стоя, лежа, в движении), жестами (повороты головы, положение хвоста и ушей), мимикой (моргание глаз, открытие рта, движение губ):

$$ЦПА_j = \sum_1^M (ПЖМ)_\mu, \quad (4)$$

где ПЖМ — элементы внешнего проявления в ЦПА (позы, жесты, мимика);  $1...M$  — число характерных элементов (ПЖМ), наблюдаемых в целенаправленном поведенческом акте (ЦПА).

Чтобы иметь объективное представление о динамике и особенностях поведения животного, необходимо выборочное, длительное или непрерывное наблюдение в соответствии с иерархически организованной этологической моделью целенаправленных поведенческих актов и их элементов, регистрируемых по времени и в пространстве местообитания. В каждом конкретном случае применения аудиовидеонаблюдения формируется структура этологической модели и уточняются ее составляющие компоненты.

В зависимости от задачи, решаемой на животноводческой ферме, возможны следующие целенаправленные виды фотосъемки (видеосъемки):

1 — измерительная (бонитировочная) фотосъемка проводится в целях определения племенной ценности и назначения животных в хозяйстве, для оценки коров по экстерьеру и конституции, осуществляется путем регистрации и измерения геометрических параметров и стати экстерьера животного;

2 — предметно запечатлевающая (биометрическая) фотосъемка одиночных животных либо группы животных проводится для фиксации хронологической последовательности поведения животных с процедурой выбора ракурса, обеспечивающего наиболее правильную передачу формы и фактуры снимаемого объекта, а также добиться оптимальной цветопередачи;

3 — рекламная (мультимедийная) фотосъемка применяется для создания интерактивных информационных каталогов-презентаций. Используемые технологии позволяют синхронизировать представляемый объект с голосовыми комментариями и текстовыми подсказками, сделать внутри презентации разбивку по товарным группам, мак-

симально полно и подробно осветить наиболее выигрышные стороны представляемого животного.

Для проведения рассмотренных видов целенаправленной съемки необходима компоновка фотосъемочного оборудования с учетом схемы технологического процесса съемки, способов организации и реализации фотосъемки, технико-конструктивных приемов фотосъемки.

Схемы технологического процесса фотосъемки отражают взаимоотношение динамики животного и фотокамеры наблюдения: стационарное животное — стационарные фотокамеры, стационарное животное — мобильные фотокамеры, мобильное животное — стационарные фотокамеры, мобильное животное — мобильные фотокамеры.

Способы организации фотосъемки в основном определяются местом и условиями содержания животных: индивидуальное животное в стойле, группа животных в секции, в доильном зале, на пастбище, в специальном боксе, животное в перегонах (в доильный зал, на пастбище, в зону спецобработки).

Способы реализации фотосъемки устанавливаются в зависимости от необходимого уровня качества изображения: 1 — обзорная фотосъемка экстерьера тела животного; 2 — опознавательноприметозапечатлевающая фотосъемка стати животного; 3 — детальная крупномасштабная фотосъемка органов или частей тела животного.

Технико-конструктивные приемы фотосъемки обеспечивают одномерное или многомерное пространственное отображение животного: 1 — проекционная; 2 — объемная; 3 — панорамная; 4 — стереоскопическая.

Единично наблюдаемый поведенческий акт отражает состояние животного, его здоровье и продуктивность. Например, по биомеханике движения коровы можно определить состояние нормы или повреждения конечностей. Недостаточный уход за конечностями коровы приводит к хромоте. Хромота приносит серьезные убытки на молочной ферме: снижение удоев, беспокойство животного, сокращение продолжительности жизни.

На рис. 1 приведена геометрическая характеристика постова задних конечностей коровы в норме и при возникновении хромоты.

Ранняя диагностика и профилактика — это основной путь снижения болезней конечностей. Профилактика заключается в своевременном выполнении предупредительных мероприятий: обрезание копыт, сбалансированное кормление, гигиенические мероприятия, правильные условия стойлового и пастбищного содержания. На рис. 2 приведена принципиальная схема установки для видеонаблюдения за состоянием задних и передних конечностей животного.

Специальных методик оценки эффективности видеонаблюдения в сельскохозяйственном

производстве пока не существует, но его применение открывает новые дополнительные эффекты, положительно влияющие на технико-экономические показатели. Разработку проектов применения видеонаблюдения в сельскохозяйственном производстве следует отнести к инновационному направлению развития АПК.

Применение видеонаблюдения на животноводческих фермах позволяет существенно изменить взаимоотношения человека с животными, создав эффект дополнительного контакта человека с животным (эффект присутствия специалиста на ферме или эффект дистанционного наблюдения за животным), создав возможность более пристального внимания, постоянного и полного контроля поведения животных.

Эффект присутствия обеспечивается записью и показом видеозображений с высоким качеством, что создает у наблюдателя эффект присутствия при действиях, происходящих на отдаленном объекте. Производство и показ фрагментов видеонаблюдения, изображение в которых сопровождается звуком, цветом, текстом, создают особый смысловой эффект присутствия на объекте видеонаблюдения. Средства технического зрения могут отображать ход процесса или состояние объекта наблюдения, его качественные и количественные характеристики в удобной форме для восприятия человеком.

Пристальным взглядом называют внимательный (ориентированный), сосредоточенный (целенаправленный), изучающий (регистрирующий), немигающий (непрерывный), зоркий (анализирующий), прицепившийся (фиксированный) взгляд. По сравнению с человеческим зрением средства технического зрения в этом отношении имеют явные преимущества.

Постоянный контроль — видеонаблюдение, которое позволяет одному человеку одновременно находиться в нескольких зонах объекта, лично наблюдать с одной точки, или находясь в разных местах, за развитием событий и, имея представление обо всей ситуации, принимать целесообразные решения и удаленно управлять ситуацией на объекте. Помимо виртуального присутствия, наблюдатель может накапливать сведения о своих объектах (животных) и собирать статистику о работе обслуживающего персонала, что, несомненно, повышает уровень сервиса, увеличивает степень безопасности каждого удаленного объекта и резко повышает эффективность работы сотрудников. При интен-

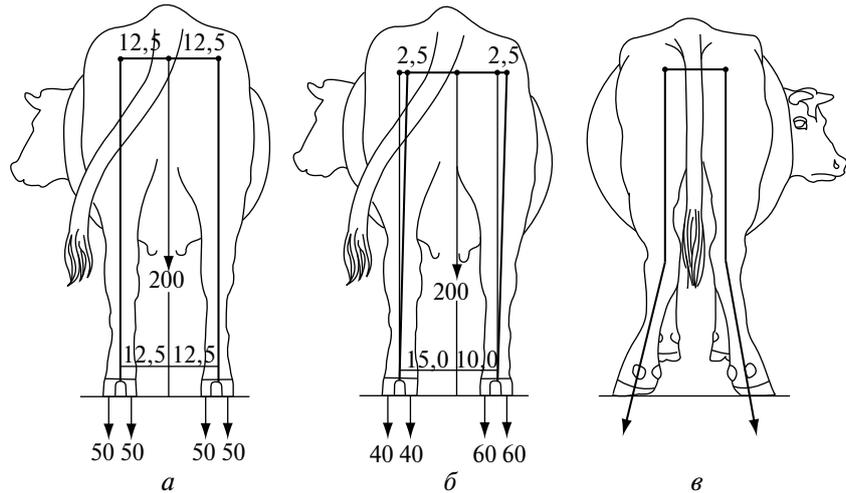


Рис. 1. Геометрия биомеханики ног коровы: а — в норме; б — асимметрия нагрузки; в — деформация задних конечностей

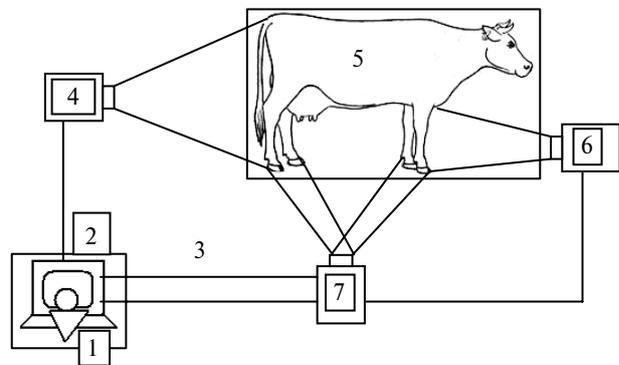


Рис. 2. Установка видеонаблюдения за конечностями животного:

1 — оператор; 2 — видеосервер; 3 — интерактивные каналы связи; 4 — фотокамера наблюдения состояния задних конечностей; 5 — объект наблюдения; 6 — фотокамера наблюдения состояния передних конечностей; 7 — фотокамера наблюдения состояния копыт

сивном развитии рынка систем видеонаблюдения затраты на их применение сокращаются, а информативные возможности возрастают.

Предположительно общий мультипликативный и синергетический эффект в сельскохозяйственном производстве при внедрении средств видеонаблюдения в области точного животноводства может быть достигнут благодаря сокращению материальных и энергетических затрат на производство единицы продукции, успешной реализации мероприятий по ресурсосбережению, при росте производительности труда.

Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина совместно с ООО «Инновационные системы безопасности» осуществляет разработку проектов видеонаблюдения для любых агротехнологических предложений, монтаж и эксплуатацию систем видеонаблюдения в любом сельскохозяйственном регионе.

### Выводы

1. Для эффективного управления стадом животных необходимо учитывать их этологические характеристики, регистрация которых позволит более рационально осуществлять перераспределение животных по группам и предотвращать негативные последствия стадного содержания.

2. Аудиовидеонаблюдение — наиболее перспективный способ регистрации этологических характеристик животных, обеспечивающий непрерывный дистанционный контроль состояния и получение полной и качественной информации о поведении животных.

3. Система аудиовидеонаблюдения повышает эффект присутствия специалиста в зонах размещения животных, обеспечивает более пристальное внимание к состоянию животных и позволяет осуществлять постоянный контроль за поведением жи-

вотных, а следовательно, применять более эффективное дистанционное управление.

### Список литературы

1. Башилов, А.М. Видеонаблюдение как эффект присутствия, пристального внимания и постоянного контроля поведения животных / А.М. Башилов, В.Н. Лерега // Техника и оборудование для села. — 2011. — № 12. — С. 24–27.
2. Башилов, А.М. Проект управления аграрным производством на основе систем видеомониторинга / А.М. Башилов // Техника и оборудование для села. — 2010. — № 10. — С. 46–48.
3. Башилов, А.М. Управление аграрным производством на основе электронно-оптических технологий наблюдения, навигации и роботизации / А.М. Башилов // Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве: труды 7-й Международной науч.-техн. конференции: в 5-ти частях. — Ч. 5. Нанотехнологии и инфокоммуникационные технологии. — М.: ГНУ ВИЭСХ, 2010. — С. 107–114.

УДК 631.354.2

*С.Г. Ломакин, канд. техн. наук*

Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина

*В.Е. Бердышев, канд. техн. наук*

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации

*А.П. Гусев, канд. техн. наук*

Всероссийский институт кормов имени В.Р. Вильямса Россельхозакадемии

## УБОРКА СЕМЕННИКОВ КЛЕВЕРА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЗЕРНОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ

Государственной программой развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2008–2012 гг. поставлена задача развития приоритетных подотраслей сельского хозяйства для выравнивания возникших диспропорций в агропродовольственном секторе путем поддержки тех производств, которые имеют потенциальные преимущества на внутреннем или мировом рынке. К таким производствам относятся производства с длительным инвестиционным циклом и более высокими требованиями к инфраструктуре. Меры государственной поддержки в 2008–2012 гг. направлены на стабилизацию поголовья основных видов сельскохозяйственных животных.

Рост объемов производства продукции животноводства будет способствовать увеличению потребности в продукции растениеводства, используемой на корма животным. Повышение эффективности отрасли растениеводства связано с доступностью приобретения качественных семян сельскохозяйственными товаропроизводителями.

Развитие подотраслей растениеводства имеет стратегическое значение для реализации высоких потенциальных возможностей страны на внутреннем и мировом рынках.

Учитывая тренды в развитии сельского хозяйства Российской Федерации и постановку на производство зерноуборочного комбайна «Торум» на заводе «Ростсельмаш», авторы решили опубликовать материалы исследований по применению зерноуборочных комбайнов различных типов на уборке семян клевера.

Создание кормовой базы для развития животноводства, обеспечение сельскохозяйственных животных сбалансированными кормами невозможно без развития семеноводства трав, в том числе клевера.

Анализ состояния семеноводства клевера в стране позволяет отметить, что существенным резервом увеличения сбора семян является снижение их потерь при уборке, которые в отдельные годы достигают 50...60% от биологического урожая. Основной источник потерь семян — потери