

Министерство сельского хозяйства и продовольствия
Республики Беларусь

Витебская ордена «Знак Почета» государственная
академия ветеринарной медицины

Кафедра технологии производства продукции
и механизации животноводства

ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ. СКотоводство. КУРС ЛЕКЦИЙ

Учебно-методическое пособие для студентов II ступени получения высшего
образования по специальности 1-74 80 03 «Зоотехния»

Витебск
ВГАВМ
2021

УДК 636.1.02
ББК 46.0
Ц75

Рекомендовано к изданию методической комиссией
биотехнологического факультета УО «Витебская ордена
«Знак Почета» государственная академия ветеринарной
медицины» от 4 июня 2021 г. (протокол № 3)

Авторы:

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент *Ю. В. Истранин*; кандидат
технических наук, доцент *А. М. Карпеня*; старший преподаватель
И. Н. Таркановский; ассистент *Ж. А. Истранина*

Рецензенты:

доктор технических наук, профессор *А. А. Гнедов*; кандидат ветеринарных
наук, доцент *В. М. Мироненко*

**Цифровые технологии в животноводстве. Скотоводство. Курс
Ц75 лекций** : учеб.-метод. пособие для студентов II ступени получения
высшего образования по специальности 1-74 80 03 «Зоотехния» /
Ю. В. Истранин [и др.]. – Витебск : ВГАВМ, 2021. – 64 с.

Учебно-методическое пособие подготовлено в соответствии с учебной
программой и тематическими планами для студентов II ступени получения
высшего образования по специальности 1-74 80 03 «Зоотехния».

Предназначено для студентов II ступени получения высшего образова-
ния «Магистратура» по специальности 1-74 80 03 «Зоотехния».

УДК 636.1.02
ББК 46.0

© УО «Витебская ордена «Знак Почета»
государственная академия ветеринарной
медицины», 2021

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
ТЕМА 1. ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ, КЛАССИФИКАЦИЯ И ТЕНДЕНЦИЯ РАЗВИТИЯ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ	5
ТЕМА 2. ТЕХНОЛОГИИ ЧЕТВЕРТОГО ПОКОЛЕНИЯ В МОЛОЧНОМ ЖИВОТНОВОДСТВЕ. УМНАЯ ФЕРМА КАК ЦИФРОВОЕ ИЗМЕРЕНИЕ	10
ТЕМА 3. РОБОТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ В МАШИННОМ ДОЕНИИ. ИНТЕГРИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ ДОЕНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ СТАДОМ	18
ТЕМА 4. ПРОГРАММНЫЕ ПРОДУКТЫ ДЛЯ ДОЕНИЯ КОРОВ В ЗАЛАХ НА ОСНОВЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ	27
ТЕМА 5. УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКИМ И САНИТАРНЫМ СОСТОЯНИЕМ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ДОЕНИЯ НА ОСНОВЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ	40
ТЕМА 6. РОБОТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ КОРМЛЕНИЯ ЖИВОТНЫХ НА ПРИМЕРЕ ОТДЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ	44
ТЕМА 7. ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СИСТЕМЕ ТОЧНОГО ВЕДЕНИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА: ИХ ОСОБЕННОСТИ И ПРЕИМУЩЕСТВА	50
ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА	61

ВВЕДЕНИЕ

Информационно-коммуникационные технологии в животноводстве — одно из важнейших направлений внедрения принципов цифровой экономики в АПК, которое Беларуси еще только предстоит освоить. Сегодня цифровое животноводство — это уже не просто модный тренд в мировом сельском хозяйстве: переход к инновационным методикам в этой сфере продиктован всей логикой развития отрасли. Отечественным аграриям эти технологии должны принести, прежде всего, резкое повышение эффективности бизнеса.

В белорусском АПК заметное проникновение цифровой экономики уже состоялось в растениеводстве (термин «точное земледелие» не требует пояснений), но и животноводство не заставит себя ждать. Массовое внедрение инновационных технологий — это вопрос конкурентоспособности отечественной продукции, а в сфере животноводства компаниям изначально приходится действовать в жестких условиях глобального рынка. В целом, по прогнозам ООН, к 2050 году будет необходимо производить на 70% больше продуктов питания, чем сейчас, чтобы прокормить население земли. Для сельского хозяйства это означает постоянно растущий спрос на агропродукцию, а также появление ряда новых вызовов и новых требований к уровню производительности в целом.

Традиционные ресурсы повышения эффективности сельского хозяйства практически иссякли. Поднять агропром на новый уровень способны только цифровые технологии. Аграрий должен получить власть над кодом. Те, кому это не удастся, завтра рискуют быть поглощены теми, кто сосредоточит основные компетенции не в поле, а в офисе.

Цифровые технологии в животноводстве окончательно стирают границу между сельским хозяйством и промышленностью. Они позволяют внедрять ориентированные на потребности животных системы кормления, доения и содержания, дистанционно управлять производственными процессами в режиме реального времени, обеспечивают непрерывный сбор, анализ и использование информации для соблюдения мер безопасности и бережного отношения к окружающей среде, способствуя уменьшению негативного влияния животноводства на экосистему. Наконец, задачей цифрового животноводства является облегчение труда на животноводческих комплексах, хотя здесь скрыта и обратная сторона: как и в других сегментах экономики, внедрение цифровых технологий в животноводстве приводит к сокращению количества рабочих мест в этом некогда очень трудоемком деле.

Но было бы совершенно неверно полагать, что цифровые технологии лишь упрощают жизнь аграриям, заменяя человеческий труд в тех операциях, которые раньше требовали больших усилий или выполнялись «на глазок». В действительности физический труд в условиях цифрового животноводства замещается интеллектуальным, который по определению гораздо сложнее. В результате цифровое животноводство парадоксальным образом оказывается еще более «человечной» деятельностью. Человек остается главным звеном, и никакой технологией его не заменить.

ТЕМА 1. ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ, КЛАССИФИКАЦИЯ И ТЕНДЕНЦИЯ РАЗВИТИЯ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

1. Цифровые технологии в животноводстве: определение, классификация, цели и задачи

2. Тенденция развития цифровых технологий

1. Цифровые технологии в животноводстве: определение, классификация, цели и задачи

Цифровизация в животноводстве, свиноводстве и птицеводстве — это неизбежное влияние новых технологий на все сферы человеческой жизни. Будущее белорусского животноводства видится в развитии интеллектуальных цифровых систем управления производством, гармонизации взаимодействия всех элементов и связей в сложной биотехнической системе «человек — машина — животное». В перспективе фермы будут представлять собой автономно работающие роботизированные предприятия, где человек освобожден от рутины ручного труда, необходимости вставать в пять утра и идти доить коров, убирать навоз и выполнять другие рутинные и малопривлекательные операции. Он должен заниматься интеллектуальной работой, корректировать управляющие алгоритмы производственных процессов, получать информацию о состоянии животных, их местонахождении в любой момент времени, знать о возникающих неполадках в основных функциональных подсистемах: доении, кормлении, обеспечении микроклимата и др.

Цифровые технологии в животноводстве — это решения, направленные на повышение эффективности производства устойчивым образом за счет применения информационных и коммуникационных систем, а также технических средств, обеспечивающих целенаправленное использование ресурсов и точный контроль производственных процессов. Используются, прежде всего, в молочном скотоводстве, свиноводстве и птицеводстве.

Цели цифровых технологий:

1. Рост вклада в экономику за счет экспортной выручки предприятий.
2. Повышение эффективности управления.
3. Повышение эффективности сельскохозяйственного производства и сбыта продукции, снижение себестоимости производственных процессов.
4. Вовлечение в сельскохозяйственное производство работников новых профессий.
5. Повышение доходов на селе.
6. Создание условий для субсидирования передачи данных с устройств интернета вещей как принципа стимулирования внедрения цифровых решений.

Задачи цифровой трансформации сельского хозяйства.

1. Проведение научно-технологической и экономической экспертизы по приоритетным направлениям развития и потребностей в исследованиях и разработках по внедрению цифровизации в сельском хозяйстве.

2. Интеграция функционала онлайн-платформы, обеспечивающей доступ сельскохозяйственных товаропроизводителей к государственным и банковским продуктам, в структуру специализированного портала через «Личный кабинет» пользователя (совместно с Минэкономразвития).

3. Обеспечение покрытия широкополосным интернетом (3G, 5G, Wi-Fi, LPWAN) земель сельскохозяйственного назначения (НИР).

4. Повышение эффективности взаимодействия участников между собой и с государством путем перехода в цифровой формат обмена данными для уменьшения видов отчетности.

5. Формирование предложений по корректировке нормативно-правовых актов и нормативно-технических требований по созданию системы информационного обеспечения АПК.

6. Формирование механизмов и мер поддержки для внедрения цифровых платформ по направлению «сквозных» технологий в сельском хозяйстве.

7. Обеспечение прослеживаемости сельскохозяйственной продукции (метки, чипы, идентификаторы, технологии, устройства, системы).

8. Предоставление пакета персональных технологических решений (матрицы) через «Личный кабинет» пользователя.

9. Стимулирование применения торговых онлайн-платформ и систем для продвижения сельскохозяйственной продукции.

10. Формирование учебно-методических комплексов (стандарты, методики, программы) обучения.

Цифровые технологии в животноводстве работают в комплексе:

1. Содействуют повышению продуктивности и качества продукции устойчивым способом.

2. Позволяют внедрять ориентированные на потребности животных системы кормления, доения и содержания животных.

3. Предусматривают использование информационных систем управления для мониторинга благополучия и здоровья животных, влияния на окружающую среду, а также для управления производственными процессами в режиме реального времени.

4. Обеспечивают непрерывный сбор, анализ и использование информации с целью соблюдения мер безопасности и бережного отношения к окружающей среде в соответствии с высокими стандартами здоровья и благополучия животных.

5. Способствуют уменьшению негативного влияния животноводства на окружающую среду, позволяют снизить эмиссию парниковых газов.

6. Обеспечивают прослеживаемость происхождения и качества продукции по всей цепочке создания добавленной стоимости, что влечёт за собой предот-

вращение распространения эпидемий и нелегальной торговли продуктами животного происхождения.

7. Облегчают ежедневный труд на животноводческих комплексах, делают возможным проведение дистанционной диагностики животных.

2. Тенденция развития цифровых технологий

Основные тенденции в дальнейшем развитии цифровых технологий будут заключаться в следующем:

1. Большие данные (англ. big data) - специфические технологии распределенной обработки огромных объемов данных, которые не удастся обработать как единый набор данных обычными методами. В АПК постоянно приходится встречаться с большими данными, и эта сквозная технология будет широко использоваться в цифровой платформе АПК.

2. Нейротехнологии и искусственный интеллект - это главным образом медицинские технологии для изучения деятельности мозга живых организмов. Искусственный интеллект представляет собой собирательное наименование широкого спектра технических и программных технологий, основанных на имитации некоторых функций мозговой деятельности.

3. Системы распределенного реестра (блокчейн технологии) заключаются в обработке поступающей информации по блокам и специальных процедурах кодирования каждого блока (хешировании) таким образом, что уже закодированную и сохраненную информацию нельзя подменить и скорректировать. В сельском хозяйстве блокчейн технологии можно использовать для ведения распределенных баз данных по сделкам купли-продажи и аренды земельных участков и для решения многих других задач.

4. Квантовые технологии основаны на квантовой спутанности фотонов, электронов и других элементарных частиц, позволяющей, в принципе, многократно ускорить многие специальные вычислительные процедуры, например, кодирование и декодирование. Эти направления находятся в стадии становления, и их практическое использование в сфере АПК в ближайшие десятилетия маловероятно.

5. Новые производственные технологии (НПТ) - это комплекс процессов проектирования и изготовления индивидуализированных товаров различной сложности с себестоимостью товаров массового производства. Это, прежде всего, аддитивные технологии печати на 3D-принтерах. НПТ могут использоваться в перерабатывающей промышленности и, в более далекой перспективе, в сельском хозяйстве.

6. Промышленный Интернет или Интернет вещей (IoT) - это технологии связи и передачи информации по Интернету непосредственно между вещами (оборудованием, приборами, товарами). IoT уже используется в АПК сейчас, и использование этой технологии будет быстро расти.

7. Беспилотники, робототехники и сенсорики. Робототехника, то есть использование сенсоров и робототехнических систем для выполнения рутинных операций и замещения целого ряда рабочих профессий, уже начала внедряться в АПК. В ближайшее десятилетие в практику войдут системы искусственного интеллекта, выполняющие функции водителей, трактористов, комбайнеров и т.д.

8. Технологии беспроводной связи (ZigBee, Blue Tooth, Wi-Fi) - альтернатива для проводной передачи информации. Для сельского хозяйства с его территориальной удаленностью инфраструктурных и производственных объектов эти технологии особенно важны.

9. Технологии виртуальной и дополненной реальностей - это компьютерная симуляция реальности или воспроизведение какой-то ситуации. Дополненная реальность (augmented reality, AR) - это технология, накладывающая смоделированные компьютером слои улучшений на существующую реальность. Эти технологии могут быть использованы в производстве и при обучении специалистов.

Возможности использования технологий для цифрового животноводства на практике:

1. Использование для автоматической оценки здоровья КРС, свиней и птицы.
2. Использование для автоматического распознавания хромоты.
3. Использование в воспроизводстве (н-р регистрация заболеваний копыт для определения племенной ценности по показателю здоровья копыт).
4. Потенциал использования показателей датчиков для определения момента отела.
5. Индивидуальный мониторинг инкубационного периода цыплят и его влияние на качество цыплят.
6. Использование вокализации звуков для получения сведений о реакции бройлеров на изменения окружающей среды.
7. Индивидуальная оценка поведения поросят при поении.
8. Ранняя диагностика нарушения обмена веществ у дойных коров за счет использования датчиков.
9. Предотвращение кетоза на основании анализа молока в режиме реального времени и его влияние на репродуктивность коров.
10. Использование для измерения показателей рубца, потребления корма и точного кормления.
11. Определение потребления корма за счет регистрации подхода к кормушке и жевательной активности.

Эффективность цифровизации животноводства заключается в первую очередь в создании опытных цифровых предприятий в животноводстве (умная молочная ферма, свиноферма-автомат и др.) на основе интеллектуальных автоматизированных и роботизированных биомашинных комплексов нового поколения. По подсчетам ученых, использование данных технологий повсеместно приведет к снижению уровня импортозависимости отрасли на 35-40%, повышению качества

и количества производимой продукции на 25-30%, росту производительности труда в основных подотраслях животноводства в 1,5-2 раза, а также будет способствовать сохранению здоровья и продуктивного долголетия животных. В свою очередь, централизованные и локальные интеллектуальные системы для управления этими биомашинными комплексами и подсистемами в животноводстве (микроклимат, доение, кормление, утилизация отходов, зооветеринарное обслуживание животных и др.) обеспечат гармонизацию взаимодействия биологических, технологических и машинных объектов, эффективный менеджмент, сокращение издержек производства на 35-40% и увеличение продуктивности животных на 15-20%.

Несмотря на очевидные плюсы цифровых технологий, есть определенные факторы, замедляющие или даже делающие невозможным их освоение. Оборудование для цифровизации часто импортное, и высокие курсы валют делают строительство и модернизацию производств «слишком дорогим удовольствием».

Но не только финансовая сторона вопроса тормозит массовое внедрение, ведь на первых порах оцифровать можно только некоторые процессы, которые с каждым годом становятся все доступнее. Пока в Беларуси не перестроена на новые рельсы система образования. Наблюдается острая нехватка ИТ-специалистов для сельского хозяйства, а для глобальной цифровизации на каждом предприятии они будут незаменимы. Но все же с новым поколением, которое получает необходимые знания и навыки в области цифровых технологий еще в школе, становится уже проще. При внедрении каких-либо инноваций всегда требуется переобучать имеющиеся кадры, нанимать специалистов с другими, новыми компетенциями, но все затраты, временные и финансовые, оправданны.

Вопросы для проверки знаний.

1. Цели и задачи цифровых технологий.

2. Основные направления развития цифровых технологий в животноводстве.

3. Возможности использования цифровых технологий животноводства на практике.

ТЕМА 2. ТЕХНОЛОГИИ ЧЕТВЕРТОГО ПОКОЛЕНИЯ В МОЛОЧНОМ ЖИВОТНОВОДСТВЕ. УМНАЯ ФЕРМА КАК ЦИФРОВОЕ ИЗМЕРЕНИЕ

1. Технологии четвертого поколения в молочном животноводстве

2. Умная ферма как цифровое измерение

1. Технологии четвертого поколения в молочном животноводстве

Растущий спрос на молочную продукцию в долгосрочной перспективе делает молочное животноводство привлекательной для инвестиций отраслью. При этом современные технологии меняют привычный образ молочной фермы, обеспечивая комфортные условия обитания для коров и повышая качество жизни людей.

Эксперты молочного рынка в течение многих лет пытаются определить оптимальный для эффективного управления размер молочной фермы. Какое-то время считалось, что максимальный размер поголовья, позволяющий осуществлять более или менее эффективный менеджмент, составляет 1-2 тыс. голов. Однако современные технологии снимают вопрос об оптимальном размере стада, инновационные технологические решения позволяют эффективно управлять фермой любого размера.

Так, компания GEA предлагает роботизированную карусель DairyProQ на 28-80 мест, которая подходит для ферм с поголовьем более 500 коров. Роботы-дояры Mlone Multibox подходят для небольших ферм с поголовьем до 250 коров. Оба типа установок могут быть использованы на фермах среднего размера (250-1 тыс. коров).

Роботы вместо людей. Одним из основных факторов использования автоматизированных систем доения является оптимизация производственного процесса, сокращение затрат на рабочую силу и улучшение условий труда.

Согласно расчетам GEA, 39% рабочего времени на «коммерческой» ферме затрачивается именно на доение, 17% - на кормление, 15% - решение управленческих задач, 7% - смена подстилки, 22% - другие процессы.

На «профессиональных» фермах процесс доения занимает 50% рабочего времени.

Использование систем автоматического доения позволяет оптимизировать этот процесс и сократить количество работников, занятых на ферме.

Автоматизированные роботы устанавливаются на всех этапах и используются при:

- процессе доения;
- подготовке смесей и кормлении;
- смене подстилки;
- мытье и чистке животных;
- контроле над физическим состоянием крупного рогатого скота и т.д.

На данный момент все эти процессы успешно могут выполнять автоматизированные системы. Самое передовое оборудование приводится в действие таймером, поэтому участие человека не нужно даже для того, чтобы периодически запускать эти системы.

Преимущества автоматизированных систем. Роботы позволяют полностью стандартизировать процесс доения, превращая жизнь коровы в повторение одних и тех же действий изо дня в день, что существенно снижает риск стрессов, повышает продуктивность коров и продлевает жизненный цикл.

Автоматизированные системы повышают качество молока за счет грамотного контроля за гигиеной, здоровьем животных. Подобные системы позволяют в онлайн-режиме отслеживать процесс доения каждого животного.

Сейчас ученые-разработчики работают над проектами ферм, в которых будет проводиться отстраненное управление без непосредственного присутствия человека на месте. В онлайн-режиме можно было бы корректировать все возможные сбои или решать нестандартные ситуации. Хотя практика показывает, что с активным внедрением полной автоматизации количество проблемных вопросов резко уменьшается.

Новые молочные породы. Для животноводства активно выводятся новые породы, применяя весь передовой опыт, накопленный учеными. Генетики не прекращают разрабатывать новые молочные и мясомолочные породы, которые опережают своих предшественников по всем показателям.

Технологии генной инженерии позволили провести эксперименты с контролируемым развитием мастита вымени без болезненных ощущений и ухудшения здоровья коровы. После разрастания железистой ткани процесс прекращается, но выработка молока остается на прежнем уровне.

Есть в этом и свои недостатки: если корове с повышенным уровнем удоя не предоставить усиленное питание, то молоко ухудшит свои показатели более чем в 2 раза, а животное в скором времени может получить истощение всего организма. Но ученые считают, что именно за такой разработкой – будущее. Пока что активными противниками подобных инноваций выступают многие организации, отстаивающие права животных.

Некоторые биологи шагнули еще дальше и ведут работу над исследованиями возможности использования железистой ткани *in vitro* – вне организма животного. Это вывело бы молочную промышленность на совершенно новый уровень.

Кормление. За последнее десятилетие в молочном и мясном животноводстве значительно изменился подход к кормлению. До недавнего времени приоритетным направлением было использование гормонов, влияющих на лактационные характеристики животных и быстрое наращивание мяса. Теперь специалисты предлагают вводить на предприятии единую функциональную систему управления состава и качества кормов. Кормовые культуры тщательно подбираются с точки зрения зоны выращивания и эффективности применения в животноводстве.

Заготавливать культуры начинают в четко определенный момент, когда показатели вегетации и массы пищевых элементов находятся в самом сбалансированном состоянии. Основным базовым продуктом является силос. Новые разработки позволили осуществлять его хранение таким образом, чтобы обеспечить сохранение в нем максимального количества питательных веществ, полезных микроэлементов и витаминов. Сохранение происходит так, что потеря пищевой ценности сокращается до минимума.

Самая современная технология предусматривает хранение силоса с заданной плотностью в полимерных мешках. Это позволяет выдержать необходимый уровень влаги, не переувлажняя корм и не допуская развития в нем болезнетворных микроорганизмов. Внутри мешка создается вакуум, после чего он с обеих сторон надёжно герметизируется. Малое количество кислорода, оставшееся внутри, способствует постепенной ферментации силоса, за счет чего поддерживается его первоначальное качество.

Ультрафиолет для заготовки кормов. Еще одна инновация в изготовлении силосных смесей позволила отказаться от консервантов, которые раньше использовались при закладке корма на хранение. Известно, что эти химические вещества вызывали ухудшение не только в состоянии самих коров, но и чаще приводили к уродствам потомства. Кроме того, консерванты влияли на характеристики молока, снижая его жирность и ухудшая электропроводимость. Новая технология предусматривает в пленке мешков для хранения силоса специальный ультрафиолетовый стабилизатор. Таким методом удастся достичь сразу несколько позитивных моментов:

- сдерживать развитие патогенной микрофлоры;
- увеличить срок хранения качественного силоса до двух лет;
- повысить уровень поедаемости силоса, что улучшает качество молока.

Потери общего объема при таком хранении составляют всего 2-3% против стандартных 28-31%.

Автоматическая подготовка смесей непосредственно на ферме, где содержатся коровы, позволяет выполнить постепенный переход к питанию, обусловленному особыми состояниями животных: беременностью, лактацией или сухостоем.

Инновации в доении. Процесс доения занимает до 50% времени, расходуемого на обеспечение функционирования животноводческих комплексов. Автоматизация этого процесса началась много десятилетий назад, но только сейчас автоматические доильные системы стали полностью интеллектуальными.

Технология предусматривает перевод коров для доения в специальный доильный зал, где можно эффективно изымать у животных молоко. Интеллектуальные системы позволяют:

Автоматически накапливать в компьютерной базе данные по каждому отдельному животному, систематизировать их в зависимости от постоянного месторасположения, активности, физического состояния и прочих показателей.

Выдавать информацию о ежедневном, еженедельном, ежемесячном удое.

В режиме реального времени контролировать качество молока и при необходимости сортировать его в зависимости от показателей.

Оперативно подавать рекомендации о необходимости изменения питания на основе ухудшения качественных показателей или объема получаемой продукции.

Проводить раннее выявление болезней или опухолей вымени.

При использовании таких систем сразу же производится механическая фильтрация молока и гигиеническая очистка доильных аппаратов после каждого доения.

Данные технологии позволяют определять, какие из коров будут давать больше молока при двухразовом доении, а какие – при трехразовом, поскольку это является сугубо индивидуальной характеристикой каждого животного на определенном этапе жизни.

Автоматическое определение охоты. Охотой в животноводстве называется период, когда у самок вырабатывается яйцеклетка, и корова готова к оплодотворению. Точная технология, которая автоматически способна определить этот период, повышает рентабельность и прибыль хозяйства. При визуальных осмотрах, часто применяющихся для определения этого состояния у коровы, нередко допускаются ошибки. Поскольку продолжительность охоты у каждого животного индивидуальна, то для точного определения необходимо большое количество времени. Теперь вопрос решается без участия ветеринара. Автоматизированные системы с шагомерами, специальными воротниковыми насадками и ушными бирками с электродами имеют такие неоспоримые преимущества:

- снижение количества незамеченных охот;
- общая оценка физического состояния коровы перед осеменением;
- сокращение фонда заработной платы;
- для полного анализа состояния требуется не более получаса в сутки.

Происходить это может без лишнего стресса для коровы прямо во время кормления или отдыха животного.

Технологии, разработанные за рубежом.

Австрийские разработчики предлагают встроенный в рубец микрочип - болес. Технология позволит животноводам отслеживать изменения в состоянии животных. Это очень важно для того, чтобы исключить преждевременное выбытие стада и повысить надои. Такой же принцип хотят использовать в мясном животноводстве. Микрочип отправляет в базу данных три вида информации. Первая - температура организма. Еще до появления визуальных признаков болезни видно состояние коровы. Это исключит сложные лекарства, антибиотики. Вторая - дви-

гательная активность. Поможет узнать, готово ли животное для воспроизводства. И третья - кислотно-щелочной баланс. Он говорит о качестве кормов и как они отражаются на здоровье.

Аналогичная технология разработана одной из крупнейших IT-корпораций в Японии. Только вместо чипа на животное надевается браслет. Он считает шаги за день. Данные об активности стада анализирует искусственный интеллект и передает на смартфон или компьютер. Обновление каждый час. Специалисты корректируют кормление, доение, сон и здоровье животных. Датчик вычисляет и лучший период для воспроизводства. Успешность оплодотворения 90 процентов.

Новинка российских ученых - концепция натурального молока. Рядом с коровой помещают аппарат, который его доит, охлаждает и обеззараживает. Исключен перелив из одной емкости в другую, что часто приводит к загрязнению. Полученное подобным образом молоко можно назвать живым, так как в нем сохраняется максимум полезных веществ и натуральный вкус.

Бразильские специалисты с помощью умных систем решили бороться с кражами коров. Они прикрепляют геопозиционные датчики к сельскохозяйственным животным. И не нужно сидеть в поле и караулить стадо. Его местонахождение и маршрут перемещения записываются онлайн в базу данных. В случае чего ее можно открыть и проследить за животными. Подобное давно применяют исследователи для контроля миграции диких зверей.

Таким образом, можно говорить о том, что развитие молочной отрасли, как и всего сельского хозяйства, определяется именно применением новых технологий, инновационных решений в сфере управления, переходом к автоматизации производственного процесса.

2. Умная ферма как цифровое измерение

Умная ферма – это полностью автономный, роботизированный, сельскохозяйственный объект, предназначенный для разведения сельскохозяйственных видов/пород животных (мясные, молочные и др.) в автоматическом режиме, не требующий участия человека (оператора, животновода, ветеринара и др.).

Такая ферма самостоятельно производит анализ экономической целесообразности производства, потребительской активности, уровня общего здоровья населения региона (страна, область, и др.) и других экономических показателей, используя необходимые цифровые технологии (искусственный интеллект, интернет вещей, большие данные, нейронные сети и др.), на основании такого анализа ферма принимает решение, какие виды/породы сельскохозяйственных животных (с заданными качественными и количественными показателями) необходимо разводить.



Рисунок 1 - Умная ферма

Актуальность. Прогноз развития рынка сельскохозяйственных роботов в период 2017-2026 годы показал, что объем рынка роботизации молочных ферм достигнет 504 млрд руб. в 2023 году. В настоящее время в мире установлены десятки тысяч доильных роботов, оценка объемов этого рынка составляет порядка 120 млрд руб. Повысить уровень производства и потребления молочной продукции возможно за счет внедрения новых технологий в сельском хозяйстве. В частности, необходимо развивать хозяйства с автоматизированными системами управления, параметры которых изменяются в зависимости от микроклимата и состояния животных на фермах, только в таких хозяйствах можно повысить качество молока до класса «экстра» и обеспечить стабильный рост молочной продуктивности животных.

Цель. Разработка концептуальных технико-технологических решений по созданию молочных ферм нового поколения на основе интеллектуальных цифровых технологий.

Задачи. Создание цифровых технологий, обеспечивающих независимость и конкурентоспособность отечественного животноводческого комплекса; привлечение инвестиций; создание и внедрение технологий повышения молочной продук-

тивности животных до 13 000 л/год; снижение уровня заболеваемости коров маститом и, следовательно, снижение затрат на антибиотики; создание и внедрение технологий автономного производства (без присутствия (отсутствия) оператора), энергоэффективности и энергоёмкости в «Умной ферме»; создание безопасных и качественных, в том числе функциональных, продуктов питания.

Реализация. Создание и внедрение отечественных конкурентоспособных технологий по направлению «Умная ферма», производство комплекса роботизированных машин для фермерских хозяйств с привязным и беспривязным содержанием животных, разработка современных систем защиты животных; внедрение комплекса датчиков для контроля физиологического состояния животного.

Целевые индикаторы и показатели:

- снижение уровня заболеваемости животных маститом на 70%;
- повышение качества молочной продукции более чем на 40%;
- рентабельность продукции с «Умных ферм» более 40%.

Ожидаемые результаты:

1. На базе цифровых систем идентификации и датчиков физиологического состояния животных будут созданы базы данных и основные технологии мониторинга поголовья крупного рогатого скота, совместимые с отечественными системами в виде:

- автоматизированных технологий и оборудования для проведения бонитировочных работ с обработкой и предоставлением данных в электронном виде;
- комплекса датчиков и программно-аппаратных средств для оценки физиологического состояния и лечения животных;
- приборов для автоматизированного контроля качества молока в потоке;
- на доильных установках (белок, жир, соматика, электропроводность и др.);
- приборов и оборудования для определения соотношения жировой, мышечной и костной ткани на основе биоэлектрического импедансного метода;
- технологий и оборудования бесконтактного дистанционного контроля поведения животных.

2. Создание интеллектуальных цифровых систем управления производством предусматривает разработку и внедрение:

- автоматизированной централизованной системы управления «Умной фермой»;
- автоматизированных подсистем управления кормопроизводством, воспроизводством стада и зооветеринарным обслуживанием животных и др.;
- локальных цифровых подсистем управления технологическими процессами (доение, кормление, микроклимат, навозоудаление и др.);
- автоматизированных рабочих мест (АРМ) ведущих специалистов (ветврачей, зоотехников, инженеров);
- информационно-аналитических блоков по оценке качества продукции, взаимодействию с потребителями и др.

3. Разработка и внедрение автоматизированных инновационных машинных технологий и технических средств:

- автоматизированная технология оценки качества и состава кормов непосредственно при уборке, позволяющая организовать уборку кормов в оптимальные сроки, корректировать рацион кормосмесей;

- автоматизированная биокаталитическая технология приготовления фуражного зерна на основе высокоградиентного механического и ферментативного воздействия, позволяющая в 1,5-2 раза повысить усвояемость по сравнению с традиционными технологиями (дробление, плющение, экструдирование и др.);

- роботизированные средства для приготовления и раздачи кормосмесей с возможностью дозирования высокоэнергетических компонентов различным половозрастным группам, создания комфортных условий для содержания животных;

- автоматизированные и роботизированные доильные модули с почетвертным выдаиванием и мониторингом качества молока и физиологического состояния животных для технического переоснащения существующих доильных залов и использования в системах добровольного доения, обеспечивают снижение заболеваемости коров маститом на 25-30%, отделение аномального молока в потоке, повышают сроки хозяйственного использования животных до 4-5 лактаций, снижение стоимости в 5-6 раз по сравнению с импортными аналогами;

- автоматизированные доильные аппараты для линейных доильных установок с молокопроводом.

Вопросы для проверки знаний.

1. Цифровые технологии, используемые в молочном животноводстве.

2. Какие технологии разработаны за рубежом?

3. Что такое «Умная ферма», перечислите ее основные параметры.

ТЕМА 3. РОБОТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ В МАШИННОМ ДОЕНИИ. ИНТЕГРИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ ДОЕНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ СТАДОМ

1. Роботизированное доение: применение и перспективы

2. Конструктивные и функциональные особенности доильных роботов при обслуживании коров во время доения

3. Программы управления стадом крупного рогатого скота

1. Роботизированное доение: применение и перспективы

Автоматизация процесса доения активно внедряется не только на молочно-товарных фермах, но и на крупных комплексах в Беларуси. Практика использования таких установок позволяет более полно реализовать генетический потенциал животного. Это достигается тем, что все динамические процессы, как доение и кормление концентрированными кормами, осуществляются при помощи специальных программ. Такой подход позволяет не только оптимизировать затраты на производство молока и получить дополнительный объем продукции, но и сформировать бережный подход к животным.

В роботизированном доении реализован ряд физиологически оправданных решений:

- почетвертное доение с отключением отдельных долей по окончании доения;
- обеспечение комфортных условий с выработкой набора стандартных действий и закреплением условных рефлексов;
- бережное отношение к соскам и вымени, что выражается в отключении вакуума при снятии аппарата, своевременности прекращения доения.

Компании-разработчики автоматизированных систем отмечают, что животные при свободном доступе в среднем выдаиваются 3-4 раза в сутки, что дает прибавку молочной продуктивности около 10-14% уже на первой лактации, а при любой другой лактации – в диапазоне 9-12%.

Использование доильных роботов предъявляет более серьезные требования по отбору коров, пригодных к обслуживанию. Основными требованиями являются:

- молочная продуктивность не менее 6500 кг молока;
- расположение сосков не ниже 45 см от пола, вымя плотно прилегает к брюху;
- расстояние между сосками: задними – от 6 до 20 см, передними – 12,5-25 см, передними и задними – от 6 до 14 см;
- диаметр сосков – 1,5-3,5 см (в средние часы между дойками);
- спокойный нрав коровы, высокая активность животного.

Система роботизированного доения реализует следующие концепции в своей работе (рисунок 2). Требования к коровам, пригодным к роботизированному доению, должны выдерживаться более строго, чем к обычному автоматизированному

доению. Так, при неправильном расположении сосков робот может испытывать затруднения с подключением отдельной доли, делая многочисленные попытки. Некоторые системы распознавания сосков лучше работают с выменем, свободным от волосяного покрова.

Вспомогательными результатами автоматизации доения являются: стимулирование молокообразования, снижение заболеваний маститами, снижение вероятности возникновения стрессов у коров. Одновременно автоматизируются многие ручные операции, а характер труда оператора машинного доения значительно видоизменяется. В большей степени уделяется внимание наблюдению за коровами, своевременному реагированию на изменение физиологического состояния, обеспечению всех потребностей животного.

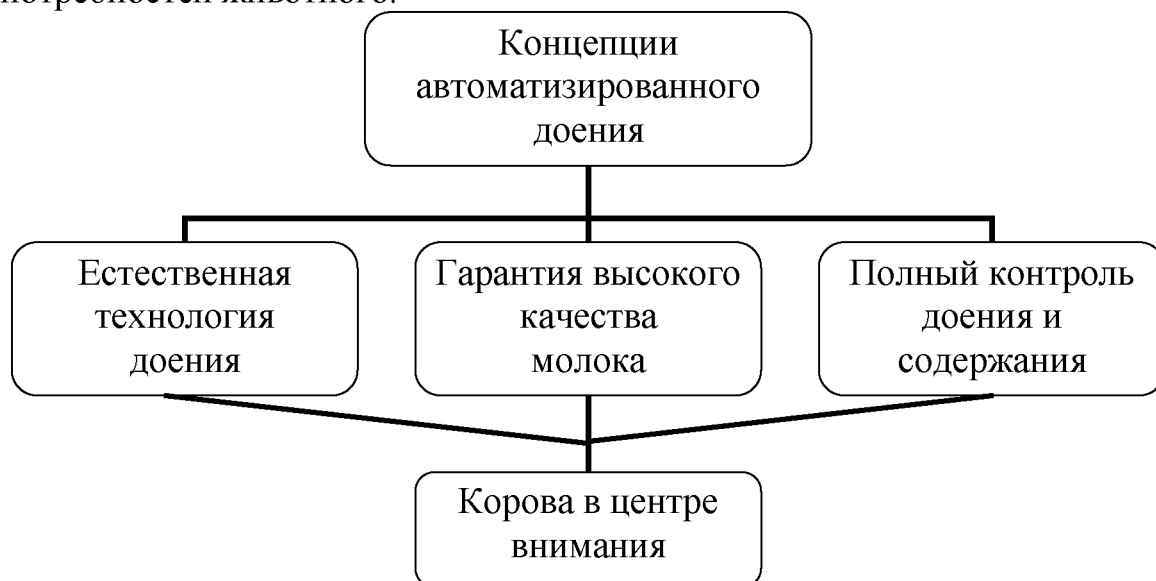


Рисунок 1 – Концепция автоматизированной системы доения

Стоит отметить, что получение ожидаемых высоких результатов будет возможным при соблюдении ряда условий:

1. Постоянный надзор за работой оборудования, своевременное реагирование на возможные отклонения.
2. Своевременное техническое обслуживание доильного оборудования, обеспечение расходными материалами – моющие и дезинфицирующие растворы, горячая вода, сосковая резина.
3. Постоянный контроль здоровья животного.
4. Высокий уровень квалификации работников по обслуживанию оборудования, выполнения анализа данных компьютерных программ.

На сегодняшний день активному развитию роботизированного доения препятствует чрезмерно высокая стоимость установок. В зависимости от комплектации и компании-изготовителя, цена на однокорпусный роботизированный агрегат может достигать до 150 тыс. евро.

Не стоит забывать, что предельная нагрузка на однокорпусный агрегат по числу обслуживаемых коров в течение суток не превышает 50-55 голов. Это требует для

обеспечения доения на небольшом комплексе с поголовьем дойного стада в 400 коров не менее 6-8 роботизированных станков.

2. Конструктивные и функциональные особенности доильных роботов при обслуживании коров во время доения

Как видно из таблицы 1, выпуском автоматизированных систем доения (доильных роботов) занимается целый ряд производителей. Анализ конструктивных и функциональных особенностей позволяет выделить некоторые принципиальные различия и основные тенденции в развитии таких систем. Анализ предлагаемых на рынке роботов показывает, что компании, выпускающие доильных роботов, имеют разный подход к обслуживанию коров во время доения:

1. Наиболее полно и качественно выполняют подготовительные операции роботы VMS (DeLaval) и Astrea 20 20 (Insentec).

2. Доильный робот немецкой компании GEA Farm Technologies является, по сути, автоматизированным рабочим боксом и выполняет только операции доения.

3. Наиболее технологичным является датский робот RDS Futureline MAX и близкий к нему Astrea 20 20.

4. Разработчики предлагают инновационные решения для доильных роботов: использование одной руки на два бокса, функцию выравнивания доильных шлангов, одновременное скормливание многокомпонентных кормов и другие.

Одно-, двухбоксовые доильные роботы с учетом ценового вопроса не совсем удовлетворяют последовательности крупных комплексов по производству молока. В этом случае робот компании GEA «ML one» выглядит как узкоспециализированный агрегат. Такой подход нашел свое развитие в дальнейшем поиске решений для крупно-товарных комплексов. С целью обеспечения автоматизированного доения, компании разработчики современного оборудования переходят на принципиально новые формы организации доения.

Таблица 1 – Основные конструктивные особенности доильных роботов различных компаний-производителей

Функциональные возможности, преимущества	Преддоильная обработка, надевание стаканов	Последоильная обработка, снятие стаканов	Система распознавания положения сосков
1	2	3	4
Lely, Astronaut A3, Голландия			
• одновременное скормливание концентратов; • оптические датчики контроля качества и количества молока, система определения соматических клеток; • последоильная обработка стаканов горячей водой	• очистка сосков вращающимися щетками; • поочередное надевание рукой-манипулятором, которая остается под коровой	• разбрызгивание раствора направленной струей; • стягивание стаканов без участия манипулятора	• сенсорный датчик

DeLaval, VMS, Швеция			
1	2	3	4
• одновременное скормливание концентратов; • система выравнивания молочных шлангов;	• обмывание теплой водой и воздухом; • сдаивание первых	• разбрызгивание раствора	• два лазера
• оптические датчики контроля качества и количества молока, отдельный счетчик соматических клеток; • последовательная обработка стаканов горячей водой снаружи и внутри; • мойка пола после каждой коровы	струек в отдельный стакан; • высушивание соска; • поочередное надевание рукой-манипулятором, которая затем отводится в сторону	направленной струей; • стягивание стаканов без участия манипулятора	
Fullwood Ltd., Merlin, Англия			
• возможность одновременного скормливания концентратов и дополнительно жидких и минеральных добавок; • низкий расход воды и электроэнергии, шума; • последовательная обработка стаканов кислотным раствором; • оптические датчики контроля качества и количества молока, включая диагностику мастита	• очистка сосков вращающимися щетками; • поочередное надевание рукой манипулятором, которая остается под коровой	• разбрызгивание раствора направленной струей	• сенсорный датчик
GEA Farm Technologies, ML one, Германия			
• последовательная обработка стаканов горячей водой снаружи и внутри; • одновременное скормливание концентратов; • низкий расход воды, электроэнергии	поочередное надевание рукой-манипулятором, использование двух рук в работе		
С.А. КРИСТИНСЕН, RDS Futureline MAX, Дания			
• использование одной руки-манипулятора; • последовательная обработка стаканов паром; • сканирование молока по цвету (IMAC/IM); • низкий расход воды, электроэнергии	• сдаивание первых струек в отдельный доильный стакан; • преддоильная обработка раствором; • поочередное надевание рукой манипулятором	• разбрызгивание раствора направленной струей; • стягивание стаканов без участия манипулятора	• лазер; • видеодатчик

Insentec, Astrea 20 20, Австрия			
1	2	3	4
• одновременное скормливание концентратов; • система выравнивания молочных шлангов; • оптические датчики контроля качества и количества молока; • одна рука на два бокса; • последовательная обработка стаканов паром	• обмывание теплой водой и воздухом; • сдавливание первых струек в отдельный стакан; • высушивание соска; • поочередное надевание рукой-манипулятором, которая затем отводится в сторону	• разбрызгивание раствора направленной струей; • стягивание стаканов без участия манипулятора	• два лазера

Лидер мирового производства доильного оборудования – шведская компания DeLaval разработала принципиально новую схему организации доения. Установка носит название DeLaval AMR (рисунок 2). Схематично платформа спроектирована по роторной схеме и в целом напоминает гибрид доильных залов типа «Карусель» и «Параллель».



Рисунок 2 – Автоматизированная роторная установка DeLaval AMR (скриншот с видео компании DeLaval)

Установка представляет собой поворотную платформу на 24 доильных места. Каждая из находящихся коров обслуживается последовательно одним из пяти гидравлических однозадачных роботов. Автоматизированная роторная установка позволяет проводить доение по одной из применяемых схем: групповое доение, частичное добровольное или полностью добровольное доение. Такой подход позволяет внедрить установку под любую из существующих технологий. Основные характеристики DeLaval AMR представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Основные характеристики роторной автоматизированной доильной установки DeLaval AMR

Показатель	Характеристика показателя
Обслуживаемое поголовье, максимально гол./сут.	1600
Количество используемых роботов, шт.	5
Роботы 1 и 2	Очистка сосков, обработка и высушивание, сдаивание первых струек
Робот 3 и 4	Подключение доильных стаканов на соски, проверка правильности подключения
Робот 5	Последоильная обработка сосков

Доильная установка имеет также некоторые инновационные формы обеспечения соблюдения операций доения с целью получения молока высокого качества, сохранения здоровья коровы:

1. Организация почетвертного доения. Эта возможность обеспечивается использованием индивидуального счетчика для каждой четверти вымени.

2. Индивидуальное отключение стаканов. Каждое доильное место оборудовано контролером доения, который отслеживает процесс доения и принимает участие в отключении отдельной четверти от доения.

3. Система управления фермой «DeLaval DelPro farm management» определяет допуск к доению, принимает решение о прекращении доения, определяет сброс доильного аппарата.

4. Последоильная обработка проводится для сосков вымени за счет работы 3D камер, а также обрабатывается каждый доильный стакан между доениями двух коров. Для обеспечения гигиены доения после схода коровы с площадки проводится мойка каждого доильного места.

Таким образом, автоматизированная доильная установка DeLaval AMR способна обеспечить автоматическое доение для крупных комплексов с размером дойного стада до 800 голов.

3. Программы управления стадом крупного рогатого скота

Очень важно вести учет всех событий на ферме. Это значит, что работники фермы должны записывать информацию не только о половой охоте, стельности и отелах, но и другую информацию, которая необходима фермеру для эффективного ведения хозяйства. Для обработки информации на фермах чаще всего используют программы «Управление стадом», которые зачастую предоставляются поставщиками доильных и кормораздаточных систем.

Главная задача использования комплексной системы управления стадом – минимизировать влияние человеческого фактора и обеспечить полный контроль над технологическим процессом.

Цель - повышение рентабельности животноводческого комплекса и снижение расходов на обслуживание и содержание животных, повышение эффективности, особенно при беспривязном содержании животных.

Преимущества использования системы управления стадом:

- получение истинных данных о животных;
- ведение журнала записей о параметрах каждого животного в течение жизни;
- контроль за основными жизненными параметрами животных позволяет своевременно принимать правильные решения;
- применение индивидуального кормления и составление рациона питания для каждой особи в зависимости от жизненного цикла и параметров продуктивности;
- осуществление своевременного ветеринарного обслуживания животных;
- оптимизация доения – контроль за молочным потоком и производительностью оборудования для доения;
- комплексное повышение производительности труда при обслуживании фермы.

Недостатки использования системы управления стадом:

- инвестирование на приобретение элементов управления стадом;
- для повышения эффективности работы необходимо проведение специального обучения персонала.

Основные возможности программ управления стадом:

1. По каждому животному, группе, категории животных или стаду в целом ведется анализ показателей жизнедеятельности животных (история развития, продуктивность, воспроизводство, ветеринария, родословная, моторика желудка, время наступления половой охоты и т. д.).

2. Анализ показателей жизнедеятельности стада позволяет оценить работу с животными в разрезе различных факторов.

3. Учет проведенных зоотехнических и ветеринарных мероприятий, прогноз мероприятий и событий, контроль своевременности их выполнения.

4. Полный учет, контроль и анализ ветеринарной обстановки на предприятии позволяет оценивать как текущее состояние, так и историю ветеринарной обстановки.

5. Контроль над кормлением (отгрузка, смешивание, соблюдение режима кормления).

6. Контроль над параметрами доения.

7. Учет и анализ причин выбытия животных и др. манипуляций с животными.

8. Анализ, оценка и сравнение эффективности работы персонала. Статистика деятельности сотрудников хозяйства.

9. Современные программы позволяют получать информацию и контролировать обстановку на ферме в онлайн-режиме (удаленно) с помощью устройства, имеющего доступ в интернет.

Список программ управления стадом:

Программы, взаимодействующие с блоками доения, воспроизводства, ветеринарии, выращивания ремонтного молодняка, кормления:

- **Dairy Comp 305;**
- **DairyPlan;**
- **DelPro;**
- **AfiFarm;**
- **Unitrack;**
- **Milkline DataFlow;**
- **MilkCentre;**
- **ВинПульса;**
- **FARMSOFT.**

Программы, взаимодействующие с блоком воспроизводства:

- **СЕЛЭКС;**
- **MPG™** - программа для подбора группы быков под индивидуальные цели селекции хозяйства;
- **MAP™** - программа, корректирующая подбор быков для максимального генетического прогресса;
- **G-MAPSM** (геномная версия MAP) – корректирует подбор быков к маточному поголовью на основе оценки женских особей;
- **BOLT™** - закрепляет быков за маточным поголовьем с целью исключения инбридинга;
- **Sort-Gate™** - разделяет маточное поголовье по племенной ценности с целью принятия стратегических решений.

Программы, позволяющие контролировать кормление коров

Известные фирмы-производители доильного оборудования имеют в своей программе для управления стадом блок кормления: DairyPlan от GEA, израильская система управления стадом AFIKIM, голландская родственница AFIKIM - про-

грамма управления стадом Crystal и т. д. Некоторые, такие как AFIKIM и Crystal имеют возможность синхронизироваться с «чужим» оборудованием, некоторые – нет. Также лидирующее место на рынке завоевали программы ALPRO Feed Manager от DeLaval, DTM Core от компании Dinamica Generale.

Вопросы для проверки знаний.

- 1. Роботизированное доение: применение и перспективы.*
- 2. Основные требования по отбору коров, пригодных к использованию доильных роботов.*
- 3. Основные конструктивные особенности доильных роботов различных компаний производителей.*
- 4. Цель, задачи и возможности использования комплексной системы управления стадом.*
- 5. Программы управления стадом крупного рогатого скота.*

ТЕМА 4. ПРОГРАММНЫЕ ПРОДУКТЫ ДЛЯ ДОЕНИЯ КОРОВ В ЗАЛАХ НА ОСНОВЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

1. Описание системы управления стадом DataFlowII
2. Системные модули DataFlow
3. Программное обеспечение Data Flow
4. Модули программного обеспечения Data Flow

1. Описание системы управления стадом DataFlowII

DataFlow (DF) – это система комплексного управления процессом дойки и фермой, включающая в себя ряд электронных модулей и программное обеспечение на базе Windows XP.

Система непрерывно контролирует процесс дойки и производит сбор информации в базу данных.

Данные затем анализируются и используются в следующих целях:

1. Для отправки тревожных сообщений и сообщений о событиях в режиме реального времени (например, если корова дала молока меньше ожидаемого для данной дойки).
2. Для создания разнообразных рабочих листов, отчетов и графиков для ежедневного процесса управления стадом, а также для поддержки долгосрочных решений.

Компоненты системы



Основные функции DataFlow

Основные функции системы следующие:

1. Мониторинг в режиме реального времени и контроль управления про-

цессом дойки, включая онлайн-сообщения и тревоги.

2. База данных истории каждой коровы, включая данные о удоях, ветеринарном обслуживании, событиях отела и др.

3. Усовершенствованный генератор отчетов и графиков.

4. Расширенные возможности конфигураций согласно пожеланиям пользователя.

5. Определение коров в охоте (при использовании транспондеров SCR).

6. Отслеживание общего физического состояния животного по снижению активности коровы, надоев молока, жевательному рефлексу (*руминации - дополнительная функция при использовании транспондеров SCR).

7. Наличие опции для использования ярлыков (RFID) (*сейчас применяется только в залах карусельного типа).

2. Системные модули DataFlow

Система Data Flow включает в себя следующие модули:

1. Модуль управления ED200.

2. Идентификатор коровы.

3. Сетевую карту (Мастер).

4. Программное обеспечение Data Flow.



Модуль управления SCR ED200 (модифицированный для Data Flow с сетевой картой) – это расширение Data Flow на каждом молочном посту.

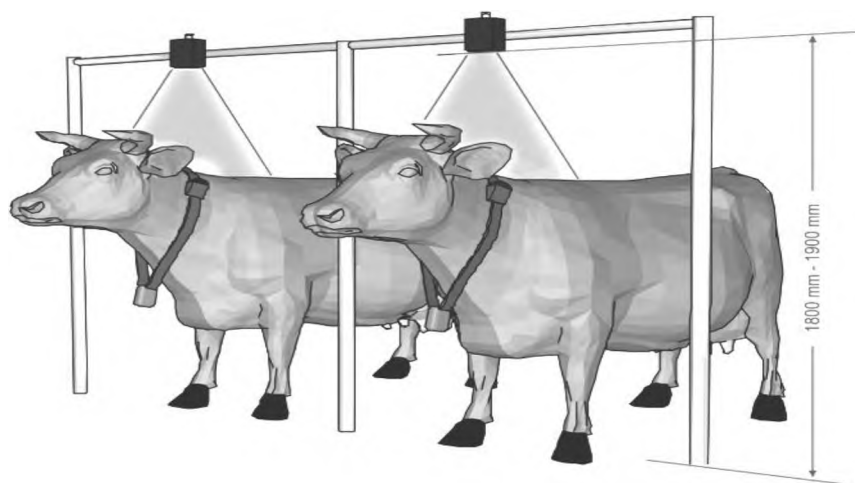
Все операции на молочном посту производятся с использованием дисплея ED200 и кнопки управления.

Идентификатор коровы



Идентификация коров происходит на молочных постах. В параллельных залах и залах «елочкой» идентификатор находится на каждом молочном мосту, в карусельных залах идентификационный блок устанавливается над головой коровы и узнавание происходит, когда она уже находится в своей секции.

Идентификация стабильная, индивидуальная для каждого доильного поста, что позволяет в процессе доения отслеживать информацию и состояние коровы. Обмен информации между коровой и компьютером производится во время дойки, так как селекция по осеменению проводится после дойки. Охота определяется по физической и физиологической (сердцебиение, дыхание, процесс жевания) активности.



Идентификация коровы происходит в двух вариантах:



Транспондер-ошейник, позволяющий наряду с идентификацией определять период половой охоты (течки) - **транспондер SCR – HRTag**



Модернизированный транспондер-ошейник, позволяющий дополнительно отслеживать процесс руминации

Мониторинг жевательного процесса (руминация) позволяет определять состояние животного в начальной стадии болезни до начала снижения веса. Эта функция транспондера превосходит по всем показателям доильные системы, основанные на мониторинге веса животного. Особенно незаменима в интенсивной технологии производства молока.

Сетевая карта (Мастер)



Мастер – это модуль, подключенный к ПК, контролирующий сеть и делающий возможным взаимодействие в реальном времени с молочными постами и другими устройствами (модулем управления стороной, терминалом и т.д.). Инфраструктура сети построена на 2 экранированных кабелях, протокол сети RS485.

3. Программное обеспечение Data Flow

DataFlow software - это ядро программы.

Оно включает в себя базу данных, интерфейс пользователя и др. модули (см. далее).

DF-112 для «светофора» (зал «Елочка» и «Параллель»)

В таблицу включены выходы DF-112 для сигналов «светофора».

N	Тип входа	Цвет индикатора и режим оповещения
1	Не все коровы идентифицированы	Зеленый, горит
2	Не все коровы в дойке	Желтый, горит
3	Дойка не закончена	Белый, горит
4	На одном или более МП есть тревожное сообщение	Красный, мигает
6	Сброс доильного аппарата на одном или более МП	Белый, мигает

1. DataFlow поставляется с комплектом световых индикаторов («светофоров») для каждой доильной платформы (см. фото).



2. Светофор устанавливается на каждой доильной платформе по обе стороны молочного зала в пределах видимости из любого места молочной ямы (см. фото). Он сигнализирует о тревожных сообщениях, происходящих на доильной платформе, и отвечает за каждую сторону зала.



Опциональные системные модули DataFlow

К системе DataFlow могут быть добавлены следующие модули:

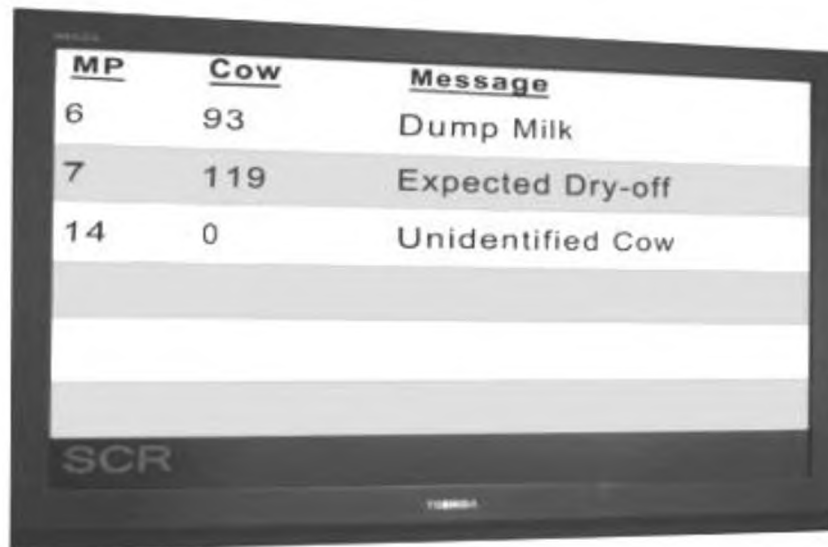
1. Терминал
2. Табло сообщений
3. Модуль селекционных ворот

Терминал



Терминал устанавливается в удобном для оператора месте и обеспечивает доступ к информации по отдельно взятой корове, а также отчетам о новых событиях во время дойки.

Табло сообщений

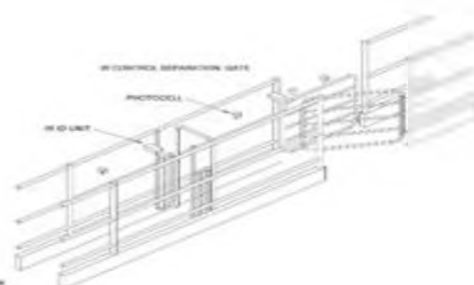
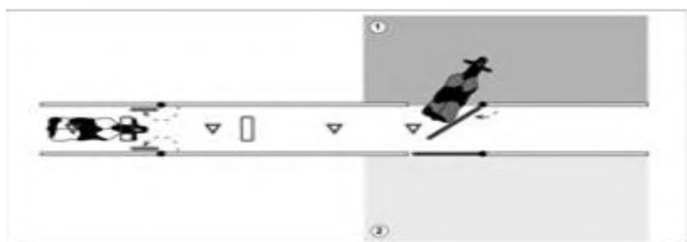
A large LCD screen displaying a table of messages. The table has three columns: MP, Cow, and Message. The data is as follows:

MP	Cow	Message
6	93	Dump Milk
7	119	Expected Dry-off
14	0	Unidentified Cow

The screen also has the text 'SCR' at the bottom left and 'YAMAHA' at the bottom center.

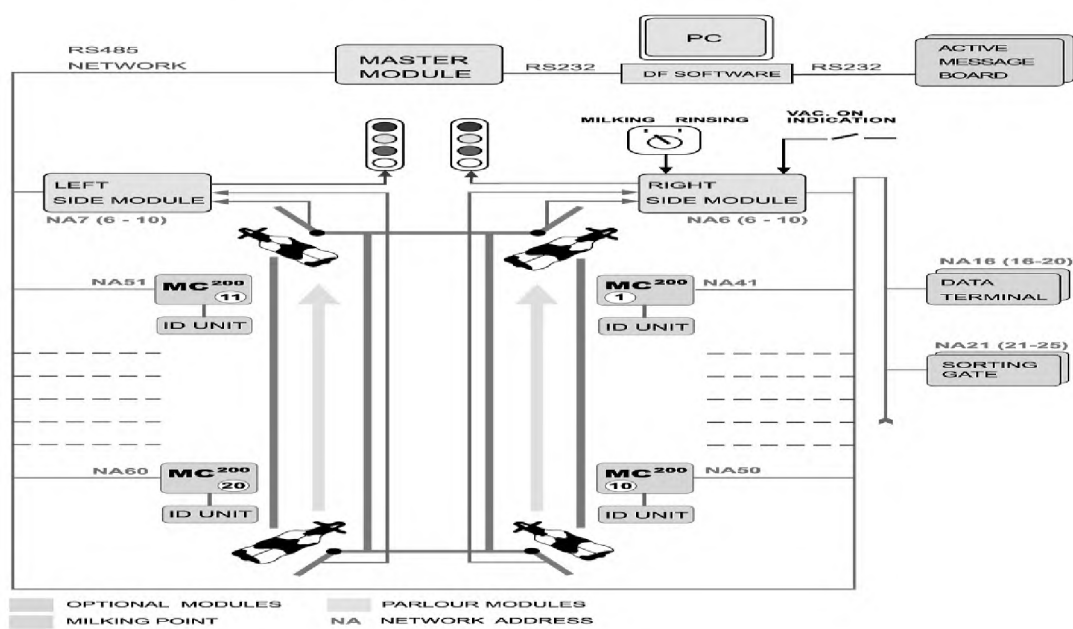
Большое электронное табло LCD-экран, легко читаемое на расстоянии, это позволяет легко контролировать весь зал. Все тревожные сообщения, поступающие с молочных постов, выводится на LCD-экран. Для каждого молочного поста выводится отдельная строчка.

Модуль селекционных ворот



Модуль управления селекционными воротами (2 или 3 направлений) для автоматической селекции коров согласно различным критериям.

Расположение модулей системы – молочный зал типа «Елочка»



Программное обеспечение Data Flow разработано для отслеживания рабочего процесса фермы и нормального жизненного цикла коровы. Основным принципом работы карты коровы основан на том, что жизненный цикл коровы повторяется с каждой лактацией и определяется рядом статусов (например, «Молозиво», «Осемененная», «Сухостойная» и т.п.).

Контроль этих статусов – это способ отслеживания коровы в системе: подоена она или нет, о каких событиях будет составлен отчет, какой тип данных будет для нее предоставлен. Статусы изменяются автоматически в результате предоставленных фермером отчетов о событиях либо автоматических событий, заранее определенных системой.

Например: Возможно составление отчета о тесте на стельность только для коровы в статусе «Осеменена».

Положительный тест изменит статус коровы на «Стельная».

Отрицательный тест изменит статус коровы на «Яловая».

Статус коровы может быть изменен также «автоматическим событием».

Например: Смена с «Инволюции» до «Готовности к осеменению».

Корова в статусе «Инволюция» находится в ранней стадии лактации и не должна быть осеменена.

Корова в статусе «Готова к осеменению» готова к осеменению.

Кол-во дней в лактации с «Инволюции» до «Готовности к осеменению» определено в установках системы в соответствии с требованиями фермера. Как только корова достигнет нужной даты (обычно 60 дней), статус изменится автоматически.

Группы также изменяются автоматически. Корова всегда принадлежит только к одной целевой группе, и эти группы определены в установках системы.

Например:

При составлении отчета «Отел» группа коровы автоматически изменится с «Сухостойная» на «Дойная» (при необходимости можно определить отдельную группу для новых коров).

Модули Data Flow связаны между собой, что делает возможным высокоэффективное использование системы.

Например: Карта коровы с данными об отдельной корове может быть запущена непосредственно с экрана дойки для коровы в дойке либо из отчета, в который корова внесена.

4. Модули программного обеспечения Data Flow

Программное обеспечение Data Flow включает в себя 4 модуля:

1. Карта коровы

2. Дойка

3. Отчеты и графики

4. Установки

Карта коровы

Карта коровы предоставляет полную информацию по отдельной корове и обеспечивает доступный мониторинг статуса коровы, включая ветеринарные события, отел, удои и т.д.

На экране выведены основные данные коровы, включая:

- ♦ Список коров, сортируемый по номеру коровы, транспондера или тавро
- ♦ Панель кнопок внизу экрана для просмотра страниц: **Молоко**; **Ветеринария**; **Отчеты и графики**; **Сводки лактаций**.

Также возможно просмотреть и/или изменить данные по отдельной корове, включая:

- ♦ Данные идентификации - № коровы, группа, имя коровы, № тавро/ярлыка и № транспондера.
- ♦ События лактации – дата отела, кол-во дней в лактации, дата осеменения, статус и номер лактации.
- ♦ Ветеринарные события - диагнозы, лечения.
- ♦ Данные о молоке - средний, ежедневный удой, общий удой в лактации.

- ♦ Общие события.
- ♦ Примечания.

Каждая корова принадлежит к одной из групп, например: «Дойные», «Первотелки», «Сухостойные», «Выбракованные», «Телки». Группа присваивается корове в процессе занесения карты коровы в базу данных SCR или переноса ее из другой системы управления фермой в систему SCR.

Возможна выбраковка коров из стада или перевод их в другие группы.

Примечание. Некоторые события изменяют статус лактации и автоматически переводят корову в другую группу. Например: запуск на сухостой автоматически переводит корову в группу «Сухостойные».

В карте коровы можем определить данные по молоку, FPCM, активности, веса за последние 6 доек.

Карта коровы DataFlow

Номер тавро: 1223

Группа: Дойные Статус лактации: К осеменению

Отец: Ирок 1868

Мать: 3400

Последняя дойка: 15/11/06 Утро 09:03:44

	-1	-2	-3	-4	-5	
Удой	7.7	6.1	6.7	6.0	9.3	7.3
FPCM						
Активность	192	151	129	152	196	215
Вес						
	Измерено	Измерено	Измерено	Измерено	Измерено	Измерено

Выбрать группу: Дойные

Сортировать по: N коровы

Главное Молоко Ветеринария Отчеты и графики Сводка лактаций Выход

Карта коровы DataFlow

N коровы: 1293 Группа: Дойные Дней лактации: 109

N тавро: 1293 Осеменённая Дней с осеменения: 56

Все события Осеменения Половые охоты Сухостои Отелы

Изменения группы Диагнозы Лечение Общие События лактации

Дата	Тип события	Е	Лакт	Описание
20/12/03	Рождение телки		01	
22/11/05	Осеменение		01	
21/01/06	Положит. тест на стельность		01	
02/08/06	Изменение группы		01	Группа изменена на Нетель черноспейстрей
27/08/06	Замена ярлыка		01	Номер ярлыка=0
27/08/06	Изменение группы		01	Группа изменена на Дойные
27/08/06	Отел	11	1	Усл. отела Ok Телята 0042
19/10/06	Осеменение	11	1	Бык Маре 1005

Редактировать Утилиты Отменить

Главное Молоко **Ветеринария** Отчеты и графики Сводка лактаций Выход

Ветеринария

Детальный
список всех
диагнозов

События,
изменяющие
статус лактации

Редактирование

Дойка

Модуль дойки должен работать постоянно. Он осуществляет связь с молочными постами и выдает на монитор информацию с каждого молочного поста в режиме реального времени.

Молочный зал

Карта коровы Отчеты и графики Автоматические отчеты Селекция Выход

1

лд 73 После
ца 14
40
Кровь в мол.
Ожидаемый

18.8

2

лд 23 После
70
2.0

17.1

3

лд 89 Дойка
ца 31
73
Ожидаемый

13.5

Выход

Закрыто

Дойка

Вход

Закрыто

4

лд 66 После
76
8.1

0.3

5

лд 51 Дойка
109

16.1

6

лд 102 Дойка
ца 31
150
В запуске

18.4

Выход

Закрыто

Дойка

Вход

Закрыто

Вакуум вкл

2
11:18:59

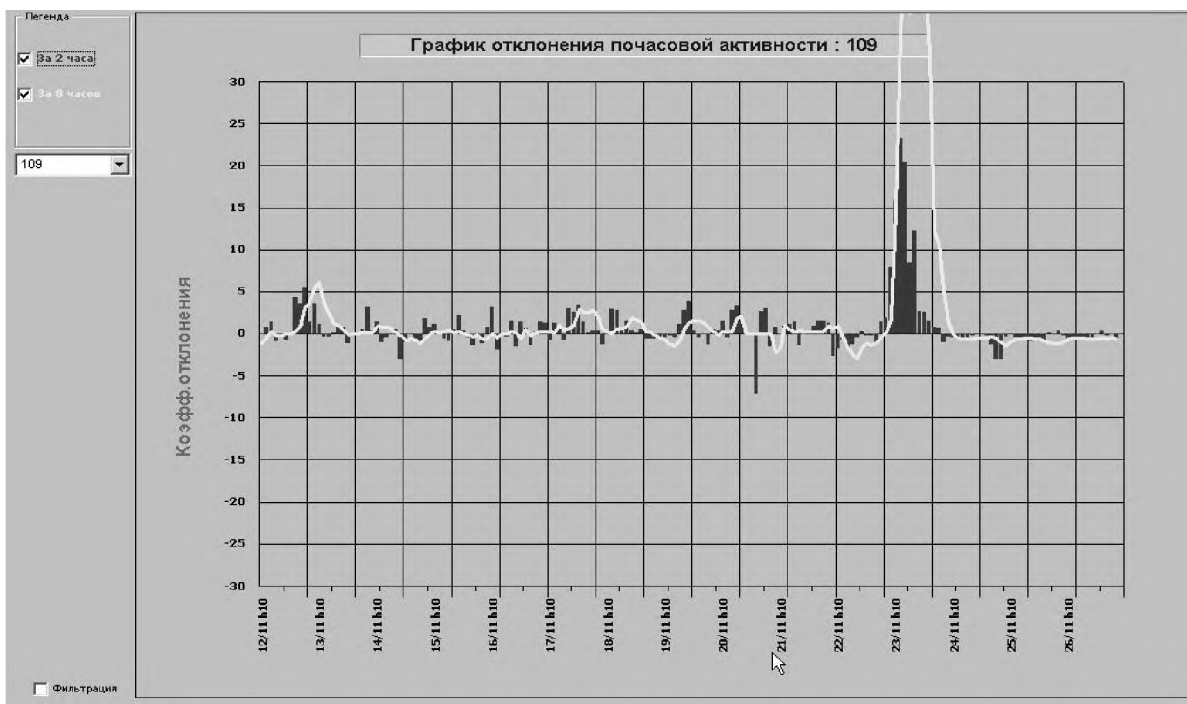
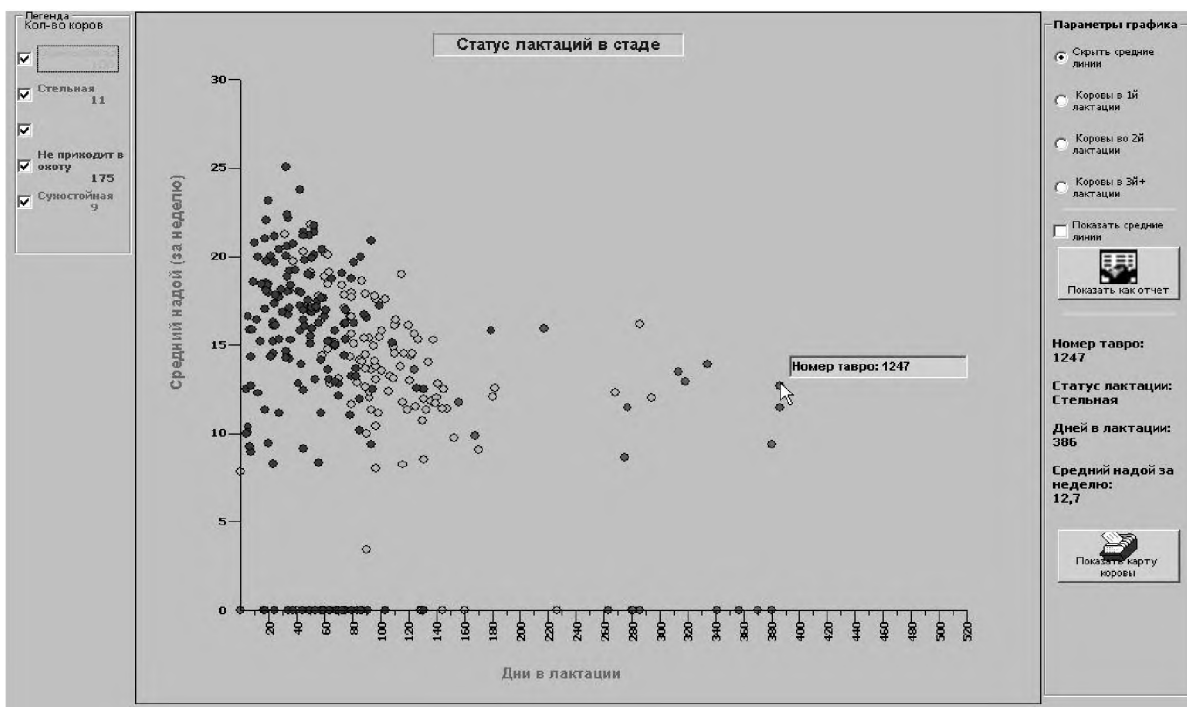
02:00:00

11:19:01

М 223 Сейчас 6 Нет 13
Р 0 0 1 15/11/06

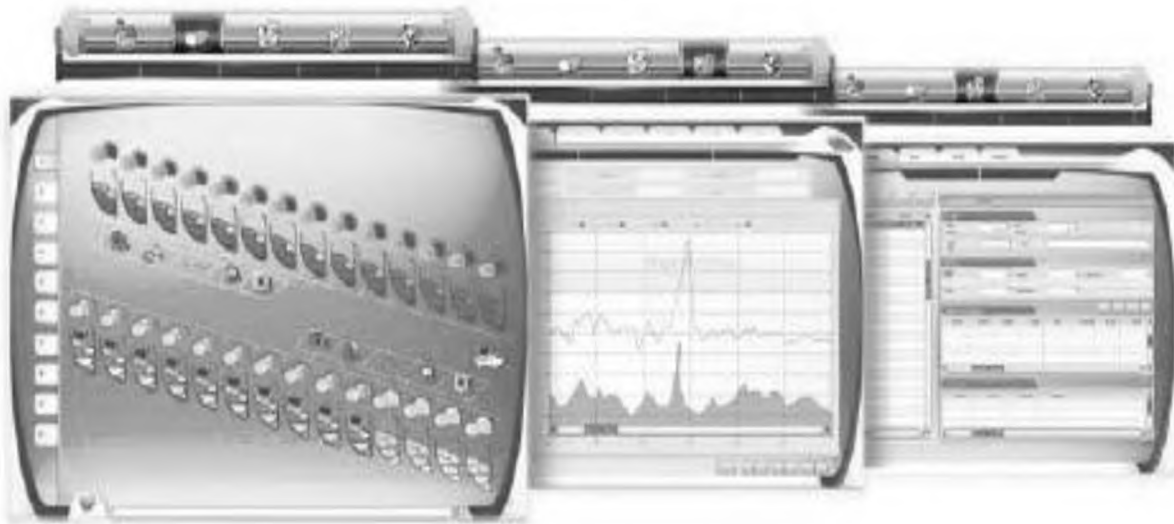
Отчеты и графики

Собрание заданных рабочих листов, отчетов, графиков и удобный редактор для их изменения или создания новых отчетов и графиков.



Установки (Setup)

Расширенный набор инструментов для конфигурации системы. Модуль защищен паролями 3 уровней. Низший уровень может использоваться фермером для выполнения ряда заданий, таких как добавление группы или нового сообщения. Высшие уровни обычно используются только квалифицированными специалистами.



Вопросы для проверки знаний.

- 1. Описать системы управления стадом DataFlowII*
- 2. Системные модули DataFlow*
- 3. Программное обеспечение Data Flow*
- 4. Модули программного обеспечения Data Flow*

ТЕМА 5. УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКИМ И САНИТАРНЫМ СОСТОЯНИЕМ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ДОЕНИЯ НА ОСНОВЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

2. Назначение и состав автоматизированной системы промывки доильной установки

3. Рабочие режимы системы промывки

3. Циклограмма работы системы промывки

1. Назначение и состав автоматизированной системы промывки доильной установки

Автомат промывки АПБ-1 предназначен для работы в автоматическом режиме с целью промывки и дезинфекции молокопровода доильной установки, доильных аппаратов, а также молоконесущих узлов (молокоприемник, насосы и другие узлы). В зависимости от используемой доильной установки, АПБ-1 может монтироваться и совместно использоваться с установками 2АДСН, УДМ-16Е (и больших), а также других постановочных схем и производителей.

В схему системы промывки включены следующие конструктивные элементы:

1. Автомат управления (АПБ-1): включает режим промывки при помощи щелочи или кислоты, а также позволяет провести предварительное ополаскивание элементов доильной установки перед началом доения.

2. Рабочий бак: позволяет приготовить раствор требуемой температуры с нужной концентрацией щелочного или кислотного раствора, а также предназначен для сбора и удаления моющего раствора.

3. Растворный блок: обеспечивает подачу чистой холодной и горячей воды и, при необходимости, подкачивает кислоту или щелочь.

4. Щелочной и кислотный насосы: забор химических жидкостей обеспечивается по принципу вытеснения. Объем жидкости определяется временем работы насоса.

5. Аэратор: устройство для создания водно-воздушной пробки, способствующей качественной очистке молокопровода.

В общем виде перечень выполняемых работ в автоматическом цикле включает в себя:

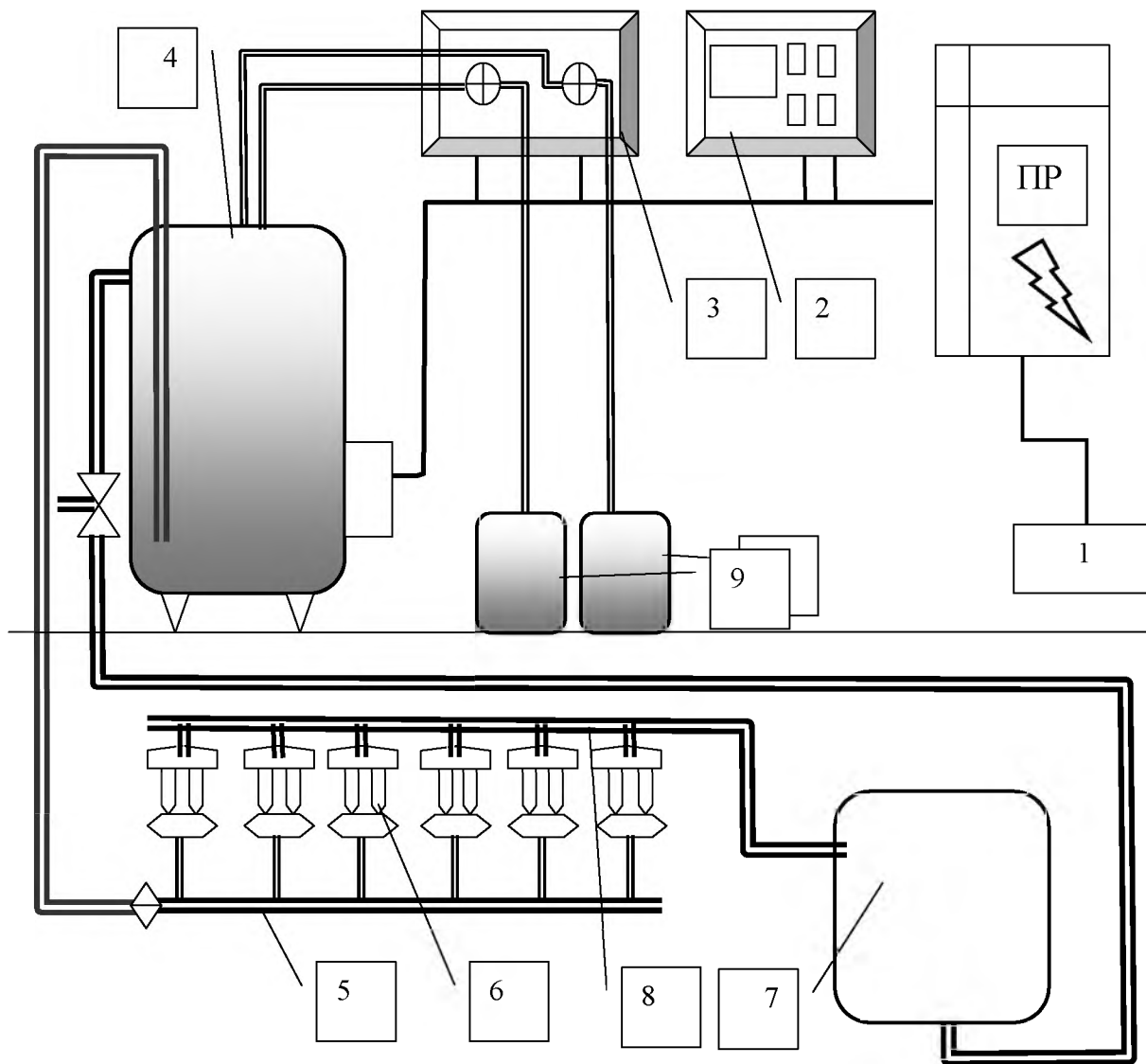
- автоматическую подачу и подогрев воды до 60°C;
- дозировку моющих средств со смешиванием с водой в диапазоне от 0,1 до 2,0%;
- циркуляционную промывку раствора в соответствии с установленной схемой и длительностью процесса;
- автоматический слив отработанного моющего раствора.

Рабочий контур системы промывки доильной установки замкнутый, представлен на рисунке 1.

В режиме промывки перед доением устройство АПБ-1 не задействует растворный блок. Циркуляция обеспечивается за счет действия вакуумного на-

соса через промывочный трубопровод (5), доильные аппараты (6), молокопровод (8) и молокоприемник (7).

Во всех остальных случаях – кислотная и щелочная промывка по полному циклу – растворный блок (3) и щелочной и кислотный раствор из канистр (9) включаются в общую рабочую схему.



1 – распределительный шкаф; 2 – автомат промывки АПБ-1;

3 – растворный блок; 4 – промывочный бак;

5 – промывочный трубопровод; 6 – доильные аппараты;

7 – молокоприемник; 8 – молокопровод;

9 – канистры с кислотным и щелочным веществом

Рисунок 1 – Общая схема системы промывки доильной установки

2. Рабочие режимы системы промывки

В зависимости от цикла работы, отличаются рабочие параметры и схема движения промывочного состава.

При промывке трубопроводов после доения работа начинается с заполнения бака водой. Рекомендуется использовать горячую воду одновременно с холодной. При отсутствии централизованного горячего водоснабжения задействуют рекуператор тепла, электрические подогреватели воды.

Непосредственно аппарат АПБ-1 способен работать по одной из 6 схем:

- схема 1 – «Предварительная промывка перед доением»
- схема 2 – «Режим доение»
- схема 3 – «Основная промывка. Щелочная с подогревом»
- схема 4 – «Основная промывка. Кислотная с подогревом»
- схема 5 – «Основная промывка. Щелочная без подогрева»
- схема 6 – «Основная промывка. Кислотная без подогрева»

В режиме работы по схеме 1 или 2 работа осуществляется в один этап, который и является основным. Работа по схеме 3-6 включает в себя 3 этапа:

- предварительное ополаскивание;
- собственно промывка;
- окончательное ополаскивание.

Таблица 1 – Основные параметры промывочных режимов для доильных установок с АПБ-1

Описание параметра	Характеристика
Промывка перед доением водой: • объем воды, литров; • продолжительность, мин.	200 3
Предварительное полоскание водой: • объем воды, литров; • продолжительность, мин.	200 3
Основная промывка раствором: • объем раствора, литров; • температура после этапа «Нагрев», °С; • температура перед этапом «Слив», °С.	190 60 55
Время слива моющего раствора, мин.	4
Окончательное ополаскивание: • объем воды, литров; • длительность ополаскивания, сек.	210 70
Длительность работы клапана аэрации: • открыт, сек.; • закрыт, сек.	5 20

Циклограммы работы системы промывки

Шаг № 1 – слив остатков жидкости

Шаг № 2 – набор холодной воды

Шаг № 3,4 – ополаскивание

Шаг № 5 – слив

Шаг № 6 – набор горячей воды
Шаг № 7,8 – ополаскивание горячей водой
Шаг № 9 – слив
Шаг № 10 – набор горячей воды с моющим раствором
Шаг № 11,12 – промывка с моющим раствором
Шаг № 13 – слив
Шаг № 14 – набор холодной воды
Шаг № 15, 16 – первое ополаскивание
Шаг 17 – слив
Шаг № 18 – набор холодной воды
Шаг № 19,20 – второе ополаскивание
Шаг № 21 – слив
Шаг № 22 – конец программы промывки

Подача воды на промывку производится через входной вентиль в зависимости от номера шага промывки. Набор воды продолжается до срабатывания датчика уровня (ДУ). Насос промывки включается в соответствии с программой промывки и обеспечивает подачу (моющего раствора) из емкости через гидромфту, вал мешалки к разбрызгивающей головке, которая оmyвает все поверхности молочной емкости. Вода (моющий раствор) собирается в нижней части емкости и через открытый выпускной кран поступает в насос промывки. Вентиль слива обеспечивает слив отработанной жидкости в соответствии с программой промывки.

В качестве моющих средств для приготовления растворов выступают кислотные (могут обозначаться как AFM) и щелочные растворы (SFM). В основе первых использованы азотная, соляная или уксусная кислота концентрацией до 20,5%, а щелочные составы приготовлены с использованием едкого натра концентрацией до 90%. Забор жидкостей производится насосами-дозаторами с учетом заданного объема. Рекомендуется последовательное чередование щелочи и кислоты для каждой последующей промывки.

Вопросы для проверки знаний.

- 1. Назначение и устройство системы промывки доильной установки*
- 2. Охарактеризуйте режимы системы промывки*
- 3. Циклограмма работы системы промывки*

ТЕМА 6. РОБОТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ КОРМЛЕНИЯ ЖИВОТНЫХ НА ПРИМЕРЕ ОТДЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ

1. Анализ процессов в животноводстве и обоснование в необходимости роботизации. Сферы применения роботов в животноводстве.

2. Кормораздатчики для свиноводческих комплексов и птицефабрик.

3. Автоматические кормовые станции и вспомогательное оборудование.

1. Анализ процессов в животноводстве и обоснование в необходимости роботизации

Работа по выполнению всего перечня технологических операций на животноводческих фермах требует значительных затрат рабочей силы, поскольку каждая технологическая операция должна выполняться своевременно и регулярно, ежедневно в течение всего светового дня, без выходных. Следовательно, приводит к необходимости постоянного присутствия обслуживающего персонала на животноводческой ферме и напрямую влияет на затраты при получении продукции животноводства. Работа на любой животноводческой ферме требует значительных физических нагрузок, а условия труда можно описать как тяжелые, что приводит к дефициту рабочего персонала в отрасли. Пооперационный анализ затрат труда работников на весь технологический процесс производства молока показал, что наибольшее количество времени приходится на выполнение таких операций, как: – доение – 37% от общих трудовых затрат – раздачу кормов – 26,5% – очистку стойл и проходов от навоза – 15,5%. Из расчета затрат труда по дополнительным показателям видно, что и по затратам физической энергии наиболее трудоемкими являются раздача кормов – 32,9% и доение – 32,2%. Затраты энергии персонала на кормление и уборку навоза в целом составляют 56,7%.

Учитывая высокие показатели по затратам труда, разработчики механизированных и автоматизированных систем обратили свое внимание именно на наиболее трудоемкие операции при производстве продукции животноводства. Снижение себестоимости продукции животноводства достигалось в разной степени частичной механизацией и автоматизацией выполнения технологических операций. Стоит отметить, что на фермах с разными животными удалось достичь различного уровня механизации, равно как и автоматизации работ. Так, к примеру, наибольшая автоматизация работ была достигнута на птицефермах и комплексах. Наименьший уровень автоматизации труда, а значит и наибольшие затраты человеческого физического ресурса, наблюдаются на фермах по содержанию крупного рогатого скота и в особенности при производстве молока.

Однако к настоящему времени известно достаточно широкое разнообразие роботизированного оборудования для высокоавтоматизированного выполнения технологических операций практически для всех видов сельскохозяйственных животных. Исходя из всего многообразия роботизированных систем для выполнения технологических операций в молочном производстве, а именно производстве коровьего молока, ученые задались задачей структурировать имеющуюся информацию и классифицировать существующих роботов по конструктивным и технологическим особенностям.

Сферы применения роботов в животноводстве. В первую очередь классифицировали имеющиеся роботизированные системы по виду выполняемых технологических операций и по степени интегрированности в общую технологическую линию.

Так, было определено, что основные направления в создании роботов – это:

1) системы кормления животных: автоматизированные пастбищные системы, дозаторы-смесители, смесители-кормораздатчики, подравнители кормов и интегрированные роботизированные системы кормления;

2) доильные роботы: роботы-дояры, интегрированные роботизированные системы доения и управления стадом;

3) роботы для чистки стойл: автоматизированные уборщики навоза скреперного типа, автономные уборщики навоза. Основные производители роботов в животноводстве. Известно множество компаний, которые производят роботов для различных технологических линий молочного животноводства. Основными производителями роботов для широкого спектра технологических операций являются фирма «Lely», «Delaval», «GEA Farm Technologies», «BouMatic».

При этом интегрированные роботизированные системы – это объединенные в единую технологическую линию роботы, способные взаимодействовать друг с другом, выполняя весь комплекс технологических операций, к примеру, приготовление многокомпонентных кормовых смесей, а также их раздача в соответствии с особенностями и потребностями поголовья животных.

2. Кормораздатчики для свиноводческих комплексов и птицефабрик

Для кормления поголовья свиней также используют мобильные и стационарные средства. С учетом физиологических особенностей этих животных, необходимости поддержания микроклимата в качестве мобильных средств используют электрифицированные кормораздатчики.

С учетом типа кормления – сухое, влажное, все активнее используются пневматические и гидравлические трубопроводы. В свиноводстве основные затраты – около 60% – связаны с кормлением. Поэтому эти процессы стараются автоматизировать. Лучше всего автоматизация удастся при сухом типе кормления.

Одной из важных операций в кормлении свиней является дозирование корма по кормушкам. При этом в зависимости от вида животных применяют:

- дозирование в кормушки со свободным доступом;
- дозирование в емкости медленной раздачи.

Для крупных комплексов применяют две технологии кормления:

- сухая выдача полноценного комбикорма поросятам в возрасте от 14 до 106 дней;
- нормированная выдача влажных смесей для остальных групп животных.

Влажное кормление обладает целым рядом преимуществ:

1. Упрощенное внесение добавок в состав с последующим точным дозированием корма по кормушкам.

2. Приготовление жидкой кормовой смеси увеличивает ферментацию корма, позволяет оперативно менять состав смеси с учетом требований к кормлению различных групп.

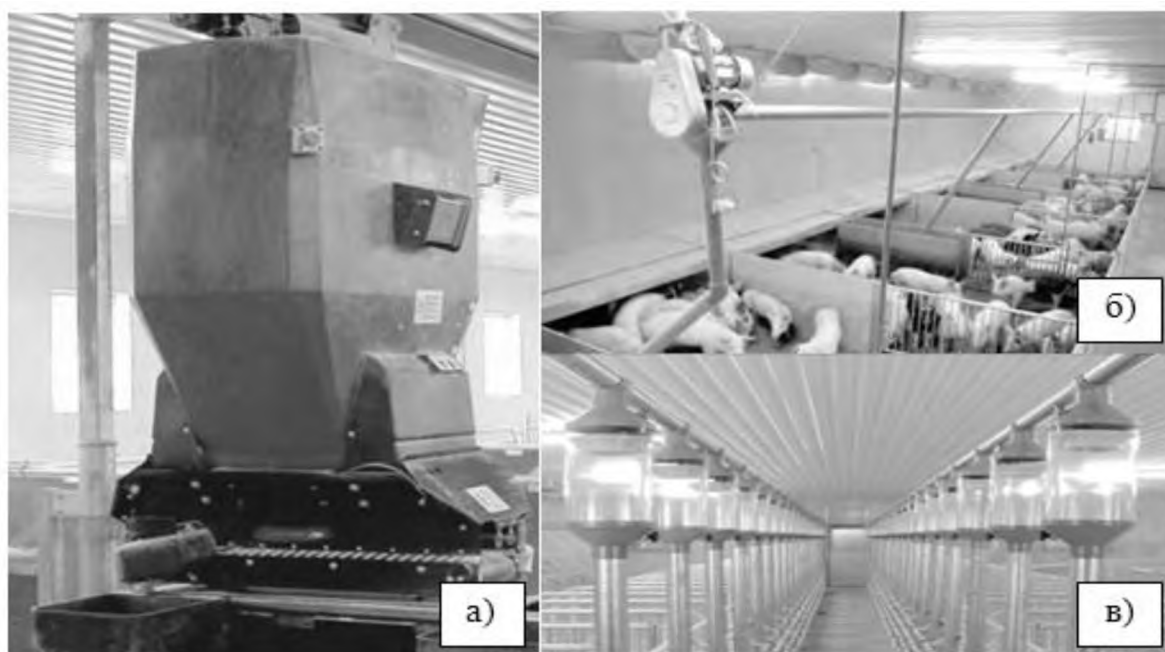
3. Отказ от поилок, поскольку необходимое количество жидкости животные получают из корма.

4. Увеличение поедаемости корма, что эквивалентно экономии до 10% с одновременным увеличением приростов на 5%.

Одновременно с технологическими преимуществами отмечается меньший выход навоза, сокращение трудовых затрат, снижение влияния человеческого фактора на качество кормов.

Наиболее распространенное оборудование для различных способов кормления представлено на рисунке 1.

Одним из основных процессов в организации кормления является подготовка смеси в кормосмесительном отделении.



а – робот-кормораздатчик; б – система пневматической раздачи;
в – система гидравлической раздачи

Рисунок 1 – Применяемое оборудование для кормления свиней

В организации кормления и поения птицы большого разнообразия не наблюдается. Для раздачи корма при напольном содержании преимущественно используются шнековые раздатчики с электроприводом. В линии раздачи корма присутствуют такие элементы, как:

1. Бункер для хранения корма. Как правило, обеспечивается 3-дневное хранение корма.

2. Хопры для промежуточного хранения корма. С этих накопителей, емкостью 100 кг, корм распространяется непосредственно по трубопроводам.

3. Кормопроводы со шнековыми транспортерами и кормушками. Такие раздатчики могут иметь концевую или кольцевую конструкцию, в зависимости от обслуживаемого поголовья.

В некоторых случаях используют двухуровневый кормопровод, из верхнего яруса которого корм постепенно попадает в нижнюю часть и по мере необходимости выгружается в кормушки.

3. Автоматические кормовые станции и вспомогательное оборудование

При организации кормления на крупных комплексах крупного рогатого скота возникает необходимость выделения большого числа групп как половозрастных, так и отдельных групп дойного стада. При этом группы могут значительно отличаться по численности. В этом случае обеспечить смену рационов в производственных условиях работой кормораздатчиков большого объема затруднительно.

С учетом таких особенностей все более широко находит свое применение роботизированное кормление в животноводстве. Выделяется два направления: автоматизированная выдача концентрированных кормов и раздача кормовых смесей. В условиях Республики Беларусь выпускаются роботы по лицензии компаний Lely и Triolet.

Станция кормления «Космикс» связана с автоматизированной системой и используется в основном при организации роботизированного кормления. Распознавание коровы происходит по микрочипу, после чего система определяет норму выдачи комбикорма. Учитывается дневная норма, интервал между визитами и максимальная дозировка выдачи за один раз.

Идея прифермского кормоцеха, использующая энергонасыщенные стационарные машины, получила свое распространение в технологии мобильного электрического кормораздатчика. Такие агрегаты имеют в своей линейке компании Triolet (выпускаются по лицензии) и ИК «Биоком Технологии» - автоматическая система кормления «Вектор».

Автоматизированный агрегат Triolet осуществляет следующие операции в автономном режиме:

1. Загрузка бункера. Операция производится при подъезде под бункер с определенным видом корма, где загружается количество, согласно с установленным рационом и алгоритмом кормления (рисунок 2).

2. Перемешивание. Проводится после загрузки в течение установленного времени (около 10 мин.).

Раздача и пододвигание корма. Робот движется по подвесному рельсу с учетом заданного маршрута по комплексу и с заданной частотой кормления.

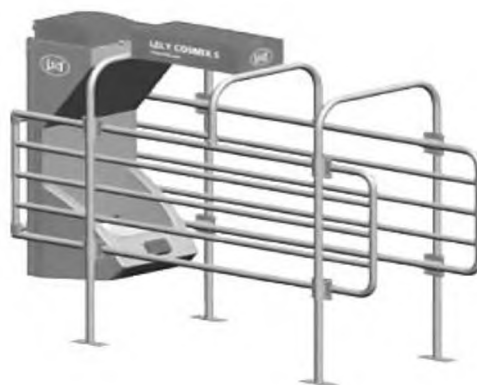


Рисунок 2 – Станция автоматизированного кормления ИК «Биоком Технологии» (фото с официального сайта)

Автоматизированная система кормления имеет более высокую производительность благодаря ряду особенностей:

1. Снижение времени на загрузку. Это достигается отсутствием необходимости выемки кормов из хранилищ, поскольку сенаж, силос уже хранятся в бункерах в доступном для загрузки состоянии.

2. Снижение затрат времени. Раздатчик не простаивает и при правильном планировании способен обеспечить обслуживание 3-4 смежных помещений в режиме 2-3-кратного кормления. Его работа не связана с погодными условиями, отсутствием топлива.

3. Снижение затрат труда. Затраты ручного труда сводятся к пополнению загрузочных бункеров, задаче рационов в компьютер и в техническом обслуживании агрегата.

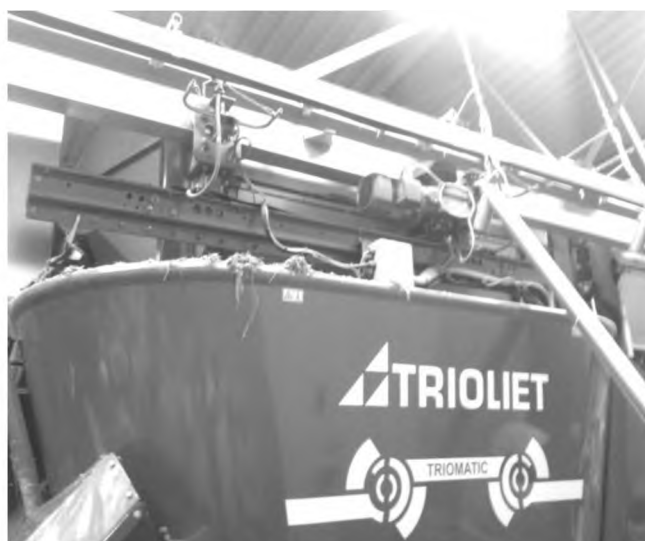


Рисунок 3 – Автоматизированный раздатчик кормов

Среди дополнительных преимуществ такого вида раздачи кормов можно назвать бесшумность, своевременность раздачи кормов, сохранение микроклимата в коровнике, что дополнительно обеспечивает бесстрессовое содержание животных.

Еще одним примером бережного отношения к животным является пододвигатель кормов компании Lely (рисунок 3). По мере поедания корма, значительная часть его становится недоступной для коров или просто разбросанной. С заданной периодичностью бесшумный робот проезжает по кормовому столу и пододвигает кормосмесь. Само движение робота со временем вырабатывается для животных в условный сигнал и побуждает направиться к кормовому столу.

Увеличивается поедаемость кормов, доступ к кормовому столу открыт постоянно, поэтому даже низкоранговые коровы имеют возможность своевременно удовлетворять потребность в кормлении.



**Рисунок 4 – Автоматический пододвигатель кормов «Джуно»
(фото с сайта <https://biocomtechnology.by/ru/farm/type2725/id2913>)**

Робот-пододвигатель кормов «Джуно» получает питание от встроенных аккумуляторных батарей, которые подзаряжаются все свободное от работы время. Ориентироваться в кормовом проходе помогают ультразвуковые датчики, а также датчики удара, предотвращающие столкновение с другими предметами.

Вопросы для проверки знаний.

- 1. Сфера применения роботов в животноводстве.*
- 2. Кормораздатчики для свиноводческих комплексов.*
- 3. Кормораздатчики для птицефабрик.*
- 4. Автоматизированные раздатчики кормов на промышленных комплексах крупного рогатого скота.*

ТЕМА 7. ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СИСТЕМЕ ТОЧНОГО ВЕДЕНИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА: ИХ ОСОБЕННОСТИ И ПРЕИМУЩЕСТВА

1. Цифровые технологии для агропромышленного комплекса от ГИС

2. Информационные и цифровые технологии в агропромышленном комплексе в мире

3. Перспективы развития инноваций в отрасли сельского хозяйства

1. Цифровые технологии для агропромышленного комплекса от ГИС

Длительное время сельское хозяйство не было бизнесом, привлекательным для инвесторов, в связи с длинным производственным циклом, подверженным природным рискам и большим потерям урожая при выращивании, сборе и хранении, невозможностью автоматизации биологических процессов и отсутствием прогресса в повышении производительности и инноваций. Использование цифровых технологий в сельском хозяйстве ограничивалось применением компьютеров и ПО в основном для управления финансами и отслеживания коммерческих сделок. Не так давно начали использовать цифровые технологии для мониторинга сельскохозяйственных культур, домашнего скота и различных элементов сельскохозяйственного процесса. Одним из наиболее перспективных направлений повышения эффективности управления сельскохозяйственным производством является использование информационных систем на базе геоинформационных цифровых технологий. Подобные системы позволяют решать следующие задачи:



Рисунок 1 – Мониторинг сельскохозяйственных культур

- информационная поддержка принятия решений;
- планирование агротехнических операций;
- мониторинг агротехнических операций и состояния посевов;
- прогнозирование урожайности культур и оценка потерь;
- планирование, мониторинг и анализ использования техники.

Рассмотрим каждую из них более подробно.

Информационная поддержка принятия решений

Для обеспечения руководителей комплексом необходимой для принятия управленческих решений информации на платформе ГИС создается база данных, содержащая:

- цифровую модель местности, на которой осуществляются агротехнические операции;
- сведения о дистанционном зондировании;
- информацию о свойствах и характеристиках почв;
- карты посевов по годам;
- историю обработки полей и т.д.

Для более эффективного использования агрономическая ГИС должна содержать многослойную электронную карту хозяйства и атрибутивную базу данных истории полей с информацией о всех агротехнических мероприятиях. Обязательно должны быть включены слои мезорельефа, сведения о крутизне склонов, их экспозиции, микроклимате, уровне грунтовых вод, содержании гумуса в почве и т.д.

Атрибутивная база данных, содержащая данные различного характера, связана со слоями электронной карты.

Привязку начинают с гидрографической сети, овражно-балочного комплекса, в большинстве случаев дополняют дорожной сетью и другими объектами. К конкретным объектам цифровой карты также привязывают пользовательские базы данных, включающие информацию о посевных площадях, данные о состоянии почв и др.

Для решения задач комплексного анализа в сельском хозяйстве используются электронные карты с результатами спутниковых геодезических измерений. Использование таких методов позволяет получать детализированную информацию об обширных территориях (сельскохозяйственное предприятие, административный район и т.д.). Возможность определения конфигурации полей, их ориентировки, площади, направления вспашки, состояния полей на момент съемки и способствует оперативной оценке сельскохозяйственных угодий.

Таким образом, создание системы информационной поддержки процессов принятия решений на основе ГИС-технологий позволяет повысить общую эффективность сельскохозяйственного производства за счет предоставления актуальной аналитической информации по всему комплексу необходимых параметров для принятия оптимальных и своевременных управленческих решений.

Планирование агротехнических операций

Информационные системы управления на базе геоинформационных технологий играют немаловажную роль в планировании агротехнических операций.

Агротехническое планирование включает в себя следующие виды работ:

- расчет потенциала и эффективности кадров и земельных ресурсов;

- обмер полей (например, путем объезда по контуру с высокоточным GPS-оборудованием с максимальной точностью 1–3 см);
- составление структуры посевных площадей и севооборотов в формате векторной электронной карты;
- анализ потребности в технике и оборудовании;
- расчет необходимого количества удобрений;
- формирование очередности операций обработки почвы, внесения удобрений и средств защиты.

На основе вышеперечисленных данных ежедневно для водителей и механизаторов составляются плановые задания на следующий рабочий день и при необходимости утром в них вносятся изменения.

Планирование, осуществляемое на основе данных ГИС, позволяет сократить (или полностью исключить) простои в работе в случае нехватки кадров или техники, снизить стоимость агротехнических операций на единицу обрабатываемой площади и улучшить показатели урожайности.

Мониторинг агротехнических операций и состояния посевов

В ходе решения данной задачи осуществляется регистрация всех агротехнических операций, затрат на их проведение, фиксация состояния посевов посредством наземных измерений, экспертных оценок агрономов и данных дистанционного зондирования Земли (аэро- и космических снимков).

Для мониторинга важны данные агрохимического анализа почв по каждому рабочему участку поля. Они могут быть получены двумя способами:

- в результате собственных изысканий с применением пробоотборников и лабораторий по анализу проб;
- в результате агрохимических обследований, выполненных специализированной организацией.

Анализ конечного результата и составление отчетов

С помощью ГИС удобно проводить анализ всех проведенных агротехнических операций и отображение этой информации в виде карт, таблиц, графиков. Учитывается поступление продукции с полей, реализация зерна с поля и с тока. При этом данные могут собираться как с диспетчерского центра, так и сниматься с электронных весов, установленных на складах или токах. Принимается во внимание расходование пестицидов и удобрений. Изучается объем расходования семян при посеве.

Снизить расходование семян и удобрений становится возможным, например, при сведении к минимуму перекрытий посевных полос, используя систему параллельного вождения.

Прогнозирование урожайности культур и оценка потерь

Система прогнозирования урожайности строится на методах наблюдения за состоянием посевов с учетом влияния природно-климатических условий. Данная технология позволяет отслеживать динамику развития сельскохозяйственных культур, условий вегетации, определять сроки их созревания и оптимальные сроки начала уборки, проводить экономический анализ при мини-

мальном и максимальном уровнях урожайности, стабильно возможных для конкретных условий.

С учетом полученного прогноза урожайности на различных участках поля (включая затраты и возможную извлекаемую прибыль) принимается решение о дифференцированной обработке полей. С другой стороны, можно проанализировать возможные потери в соответствии с потенциалом урожая на бедных землях. Для более точного определения уровня урожайности на полях хозяйства используется система компьютерного мониторинга.

Эффективное функционирование картографической системы сельхозпредприятия возможно только при объединении разнородной информации в единую пространственную базу данных. Такая интеграция осуществляется путем построения объектной модели данных, в которую входят:

- картографические слои;
- таблицы с информацией по объектам (посевные площади, поголовье скота, объемы производства, реализации и потребления сельскохозяйственной продукции и продовольствия и т.д.);
- аэро- и космические снимки.

Анализ данных в этой системе проводится средствами картографического анализа, что дает возможность получать пространственно определенные данные прироста или снижения продуктивности.

В результате прогнозирования урожайности культур и оценки потерь руководство может рассчитать оптимальную цену на оборудование и материалы, в которых предприятие будет нуждаться в будущем, и определить закупочные цены на сельскохозяйственную продукцию.

Планирование, мониторинг и анализ использования техники

Техническая подсистема сельскохозяйственных предприятий также не остается в стороне от использования геоинформационных технологий. Она включает:

- составление графиков использования техники и ее ремонта;
- анализ использования техники и горюче-смазочных материалов (всех перемещений техники, расчет пробега и обработанных площадей);
- определение оптимальных маршрутов движения и транспортировки техники от базы до обрабатываемых полей;
- определение оптимальных маршрутов доставки урожая до пунктов приема;
- контроль за скоростью перемещения техники при выполнении полевых работ;
- определение длины гона или оптимального расстояния между полями и пунктами сдачи сельскохозяйственной продукции по цифровой карте;
- формирование учетных листов трактористов-машинистов.
- формирование путевых листов автотранспорта.

Также ГИС помогут усовершенствовать процессы, протекающие в животноводческом секторе, например, эффективно и с незначительными затратами решить следующие задачи картирования районов:

- со скудной природной растительностью;
- опустынивания вследствие перегрузки пастбищ;
- деградации природной растительности на пастбищах;
- с выбиванием растительности и эрозией почвенного покрова вокруг водопоев, на трассах перегонов и т.п.;
- с загрязненными стоками животноводческих комплексов и птицефабрик и т.д.

Нужно отметить, что из образующихся отходов в качестве удобрений используются в среднем менее 70%, остальная часть переполняет пруды-накопители, сбрасывается на прилегающие территории, попадая в водоемы и в подземные воды.

Руководящему составу использование ГИС-технологий поможет осуществить дистанционный контроль за работой хозяйства (управлять процессами в реальном времени), а также на основе получаемых отчетов анализировать эффективность вложений в производство.

Для диспетчерской службы применение данных технологий позволяет оперативно отслеживать местоположение техники, координировать работу механизаторов и водителей, в т.ч. посредством установления голосовой связи, а также контролировать расходование ГСМ и состояние техники.

Автоматизированное рабочее место агронома с использованием ГИС-технологий:

- предусматривает ведение истории полей по урожайности, культурам, применяемым удобрениям и средствам защиты;
- позволяет планировать внесение удобрений с учетом индивидуальных особенностей полей;
- оказывает информационную поддержку при оценке качества работ и выработке предложений по их планированию.

Геоинформационные системы (ГИС) позволяют сотрудникам экономического подразделения проводить сравнительный анализ плановых и фактических данных, автоматизировать учет рабочего времени и формирование отчетов и справок.

Особенно важны ГИС-технологии в управлении сельскохозяйственным производством в регионах с рискованным земледелием. Для данных территорий необходим постоянный контроль за условиями развития культур и проведением агротехнических и агрохимических мероприятий. Надзор может осуществляться как на отдельных полях, так и в пределах района, области или более обширной территории.

В европейских странах использование ГИС-приложений в сельском хозяйстве уже давно стало необходимым компонентом в системе управления хозяйством. В нашей стране имеющиеся у сельхозпроизводителей картографические материалы часто не пригодны для работы, отсутствуют достоверные сведения как о местности, так и о характере землепользования, а уровень информационной подготовки работников хозяйства, как правило, не отвечает современным требованиям.

Отсутствие систематизации и отображения на карте всех данных агропромышленной деятельности и результатов их анализа негативно влияет на эффективность сельскохозяйственного производства. Для руководства предприятий это, прежде всего, непроизводительные затраты, снижение урожайности и качества продукции.

2. Информационные и цифровые технологии в агропромышленном комплексе в мире

Технологии эволюционировали и резкий скачок во внимании к сегменту произошел, когда на сельское хозяйство обратили внимание технологические компании, которые научились совместно с партнерами контролировать полный цикл растениеводства или животноводства за счет умных устройств, передающих и обрабатывающих текущие параметры каждого объекта и его окружения (оборудования и датчиков, измеряющих параметры почвы, растений, микроклимата, характеристик животных и т.д.), а также бесшовных каналов коммуникаций между ними и внешними партнерами.

Благодаря объединению объектов в единую сеть, обмену и управлению данными на основе интернета вещей, возросшей производительной мощности компьютеров, развитию программного обеспечения и облачных платформ, стало возможным автоматизировать максимальное количество сельскохозяйственных процессов за счет создания виртуальной (цифровой) модели всего цикла производства и взаимосвязанных звеньев цепочки создания стоимости, и с математической точностью планировать график работ, принимать экстренные меры для предотвращения потерь в случае зафиксированной угрозы, просчитывать возможную урожайность, себестоимость производства и прибыль.

«Роботизация» производства особо актуальна для больших хозяйств. Совершая полеты над полями, беспилотники с помощью камеры и датчиков позволяют фермерам в режиме реального времени видеть, как выглядит каждое растение, как происходит процесс созревания сельскохозяйственных культур и как изменяется цвет почвы.

«Сельскохозяйственные» беспилотники позволяют создавать электронные карты полей в формате 3D, рассчитывать показатель Normalized Difference Vegetation Index (нормализованный вегетационный индекс) с целью эффективного удобрения культур, инвентаризировать проводимые работы и охранять сельхозугодия.

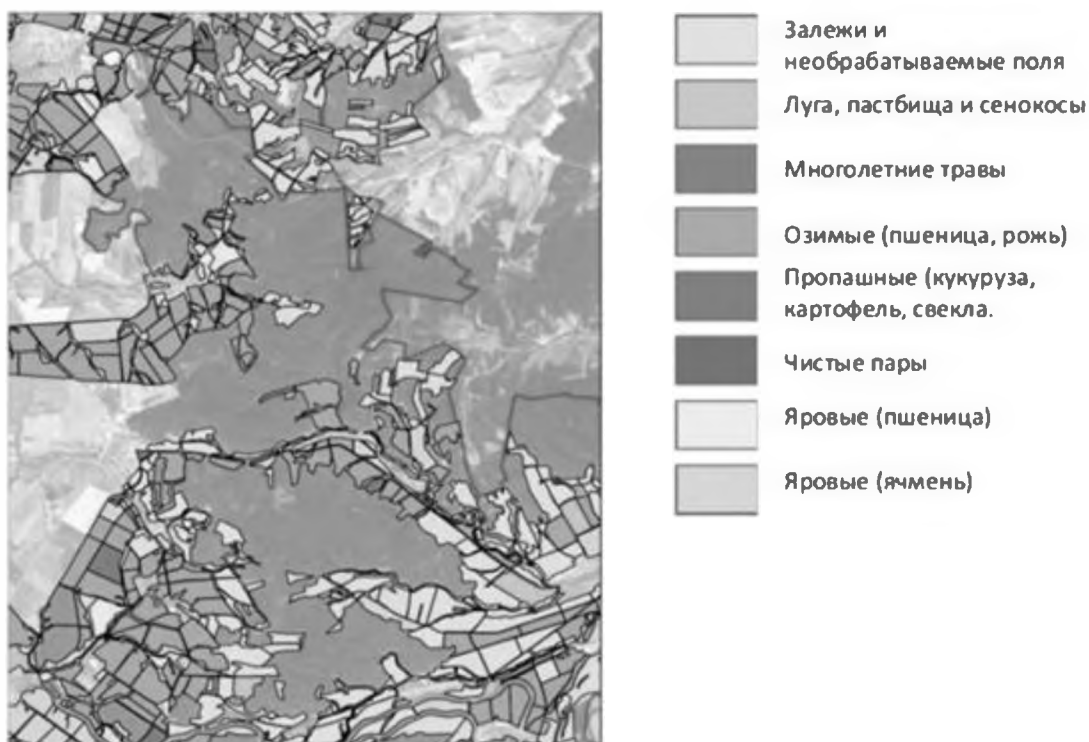


Рисунок 2 – Векторные карты полей, созданные с помощью беспилотников. Источник: robotrends.ru

Примеры работ, которые могут выполняться сельскохозяйственными беспилотниками:

- **Анализ состояния почвы.** С помощью камер и специально установленных на БПЛА датчиков фермеры анализируют состояние почвы на различных участках и определяют, на каких из них наиболее целесообразно проводить посадку семян.
- **Посадка семян.** На рынке можно найти ряд стартапов, которые предлагают сажать растения с помощью специальных дронов, выстреливающие в почву капсулами с семенами. Примером подобного стартапа является BioCarbon Engineering, который громко заявил о себе весной 2018 года, когда объявил о своих планах сажать в будущем до 1 млрд деревьев в год.
- **Мониторинг состояния урожая.** Для фермеров очень важно своевременно обнаружить вредителей, от которых гибнут сельхозугодия, чтобы оперативно предпринять необходимые меры. Уже давно известно, что первые признаки ухудшения состояния растений проявляются в изменении хлорофилла. Поэтому, установив на БПЛА инфракрасные камеры, фермеры могут своевременно узнать о начале гибели урожая.
- **Обработка урожая.** Еще одна потенциальная сфера применения БПЛА в сельском хозяйстве – это равномерные опрыскивания урожая ядохимикатами и специальными удобрениями. С помощью беспилотников фермеры смогут проводить подобные работы удаленно.



Рисунок 3 – Дрон, сажающий деревья. Источник: its.ua

- **Прогноз урожайности.** Собранные в ходе мониторинга данные могут быть использованы для построения различных аналитических отчетов. В этом случае БПЛА будет применяться как платформа для сбора данных, в то время как основной фронт работ ляжет на специализированное ПО, обрабатывающее собранную информацию. Многие эксперты даже полагают, что будущее «сельскохозяйственных» БПЛА именно за этой моделью развития – сами аппараты станут «коммидити», в то время как основную ценность для рынка будут представлять специалисты, способные на основе результатов работы ПО принимать верные решения по дальнейшему развитию сельхозугодий.

Примечателен проект компании из Великобритании, цель которого – автоматизировать все процессы выращивания агрокультур. Так, ферма **Hand Free Hectare** позволила аграриям сложить руки и наблюдать за ростом агрокультур. Автономные модифицированные тракторы и дроны сами вырастили на территории 2,5 гектара 4,5 тонны ячменя. Люди автоматизировали все процессы – от посева семян до сбора урожая. Машинами управляет техперсонал из диспетчерской. Дроны со встроенными мультиспектральными датчиками производили съемку угодий. Небольшие сельскохозяйственные машины брали образцы земли, оценивали ее и подбирали необходимые минудобрения. Камеры в режиме реального времени оповещали о вредителях или сорняках.

3. Перспективы развития инноваций в отрасли сельского хозяйства

По оценкам аналитического агентства PWC, через несколько десятков лет рынок одних «сельскохозяйственных» дронов (не включая беспилотники самолетного типа) может составить порядка \$32,4 млрд. Данный рост будет обусловлен увеличением численности мирового населения – чтобы всех прокормить.

мать, без инноваций в отрасли сельского хозяйства, позволяющих повысить урожайность, не обойтись.

Среди стран, где сейчас происходит активное использование «сельскохозяйственных» беспилотников, можно выделить США, Китай, Японию, Бразилию, страны ЕС и др.

Среди крупнейших игроков мирового рынка БПЛА, которые ориентируются на сельское хозяйство, можно выделить таких представителей, как AeroVironment Inc, AgEagle, DJI, Yamaha и др.

Goldman Sachs прогнозирует, что к 2023 году сектор АПК станет вторым по величине в использовании дронов. По информации исследователей Gartner, прирост БПЛА по сравнению с 2016 годом составляет 30%, в общем объеме 7% приходится на агробизнес.

В конце декабря 2017 года компания DJI Innovation Technology (DJI), крупнейший в Китае производитель коммерческих беспилотников, сообщила, что более 10 тысяч операторов БПЛА используют дроны DJI серии MG, предназначенные для применения в сельском хозяйстве. По оценкам компании, продажи таких дронов в 2020 году достигнут 45 тысяч штук.

Китайский производитель намерен и дальше наращивать инвестиции в разработку сельскохозяйственных дронов и обучение операторов для них, чтобы помочь фермерам повысить эффективность обработки сельхозугодий пестицидами, передает China Daily.



Рисунок 4 – DJI видит большие перспективы для сельскохозяйственных дронов

В ноябре 2015 года DJI выпустила свой первый сельскохозяйственный дрон MG-1, а в 2016-м пополнила ассортимент его модификацией под названием MG-1S, оснащенной передовой системой управления БПЛА, радаром и сенсорами.

В конце 2017 года DJI представила еще более совершенный БПЛА сельскохозяйственного назначения MG-1S Advanced с улучшенными радаром, распылительной и динамической системами, повышающими эффективность работы дрона и его точность. По данным компании, с помощью этой модели операторы могут ежедневно обрабатывать химикатами посевы на площади около 40 гектаров.

DJI видит большие перспективы для сельскохозяйственных дронов и планирует активизировать усилия по подготовке большего числа операторов для них. В интервью изданию вице-президент DJI Луо Дженхуа (Luo Zhenhua) заявил, что спрос на сельскохозяйственных дронов просто огромен.

По данным DJI, на долю ее дронов серии MG приходится около 70% продаж БПЛА сельскохозяйственного назначения в Китае.

С модернизацией сельского хозяйства в КНР рынок передовых устройств для фермеров переживает значительный подъем. Ожидается, что в 2023 году показатель проникновения дронов в агропромышленном комплексе Китая превысит 40%, а продажи таких устройств в денежном выражении достигнут 16 млрд юаней (\$2,4 млрд).

Японский стартап Skyrobot, разрабатывающий системы на основе беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), решил помочь местным фермерам защитить сельскохозяйственные угодья от набегов диких животных. Для борьбы с непрошенными гостями компания предлагает использовать свой программно-аппаратный комплекс, состоящий из квадрокоптера, камеры с ИК-датчиком и системы с искусственным интеллектом. Об этом в октябре 2017 года сообщило японское издание Nikkei.

Компания Case IH совместно с CNH Industrial представила летом 2017 года беспилотный трактор, который может выполнять основные сельскохозяйственные работы. У трактора Case IH Magnum нет кабины, где бы мог сесть водитель.

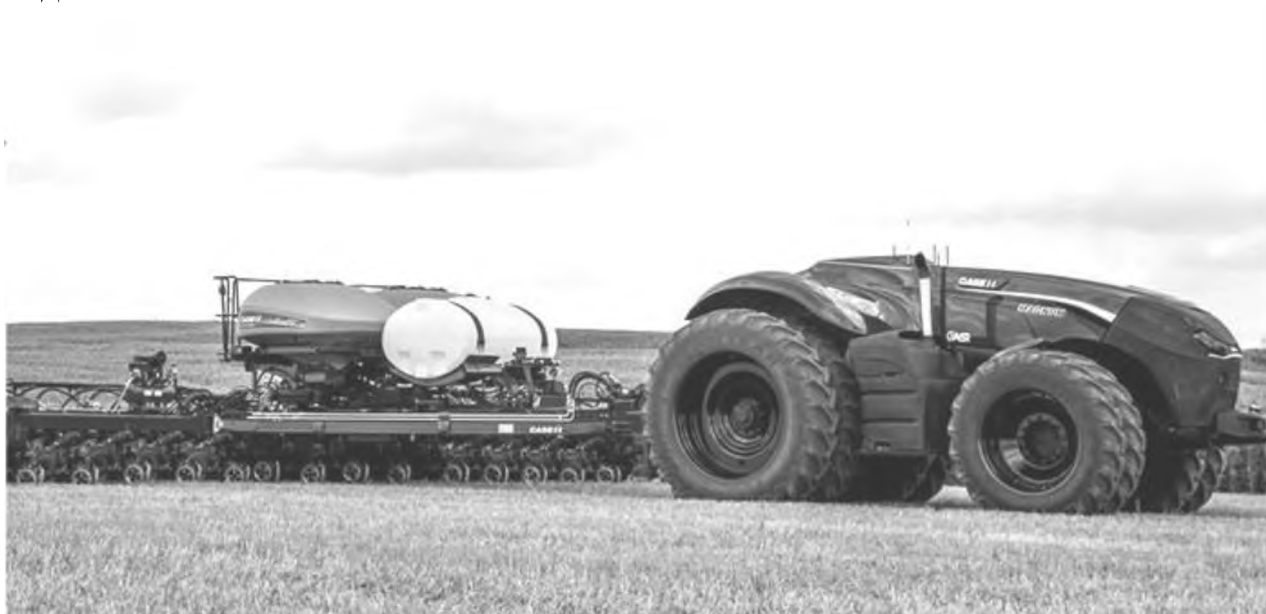


Рисунок 5 – DJI Трактор Case IH Magnum

Трактор Case IH Magnum построен таким образом, что позволяет осуществлять дистанционный мониторинг предварительно запрограммированных операций. Бортовая система автоматически определяет размеры установленного сельскохозяйственного инструмента и определяет наиболее эффективные пути выполнения задания. Трактор учитывает особенности местности, рельефа, расположение остальных машин на поле и другие факторы. Case IH Magnum оборудован лазерным радаром, радиолокаторами, бортовыми видеокамерами. Это оснащение помогает трактору сканировать обстановку и, при возникновении препятствий, прекращать работу. Кроме того, трактор остановит работу при потере сигнала GPS или других данных о местоположении.

Оператор может дистанционно контролировать работу трактора через компьютер или планшет в режиме реального времени, а также настраивать новые программы работы. Разработчики обращают внимание, что такие тракторы могут работать на одном поле с другими сельскохозяйственными машинами – такими же роботами или управляемыми людьми.

Вопросы для проверки знаний.

- 1. Опишите цифровые технологии различных элементов сельскохозяйственного процесса.*
- 2. Информационные и цифровые технологии, используемые в мире.*
- 3. Перспективы развития инноваций в отрасли сельского хозяйства.*

Дополнительная литература

1. Доильные аппараты : учебно-методическое пособие для студентов биотехнологического факультета по специальности «Зоотехния и слушателей ФПК и ПК / А. В. Гончаров, И. Н. Таркановский, Ю. В. Истранин, А. М. Карпеня, С. С. Брикет. – Витебск : ВГАВМ, 2018. – 40 с.
2. Средства индивидуального и группового учета молока при доении коров: учебно-методическое пособие для студентов биотехнологического факультета по специальности 1-74 03 04 «Зоотехния» / А. В. Гончаров, Ю. В. Истранин, И. Н. Таркановский, С. С. Брикет. – Витебск : ВГАВМ, 2017. – 36 с.
3. Механизация в животноводстве : учебное пособие для студентов учреждений высшего образования по специальностям «Ветеринарная медицина», «Зоотехния» / А. В. Гончаров [и др.] ; Витебская государственная академия ветеринарной медицины. – Витебск : ВГАВМ, 2021. – 235 с.
4. Расчет состава комбикорма для свиней с использованием программы «Excel» (Свиноводство) : учебно-методическое пособие / Е. Н. Ляхова, В. А. Дойлидов, В. П. Ятусевич. – Витебск : ВГАВМ, 2011. – 16 с.
5. Организационно-технологические требования при производстве молока на молочных комплексах промышленного типа : Республиканский регламент / И. В. Брыло [и др.]. – Минск, 2018. – 105 с.
6. Совершенствование технологических процессов производства молока на комплексах : монография / Н. С. Мотузко [и др.]. – Минск : Техноперспектива, 2013. – 482 с.
7. Технологические рекомендации по организации производства молока на новых и реконструируемых молочно-товарных фермах / Н. А. Попков [и др.] ; Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству. – Жодино, 2018. – 138 с.
8. Федоренко, В. Ф. Научно-информационное обеспечение инновационного развития в сфере сельского хозяйства : научное издание / В. Ф. Федоренко. – М. : ФГБНУ «Росинформагротех», 2011. – 368 с.
9. Шляхтунов, В. И. Скотоводство : учебное пособие / В. И. Шляхтунов, А. Г. Марусич. – Минск : ИВЦ Минфина, 2017. – 480 с.

КАФЕДРА ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКЦИИ И МЕХАНИЗАЦИИ ЖИВОТНОВОДСТВА УО ВГАВМ

Кафедра механизации сельского хозяйства (в настоящее время кафедра технологии производства продукции и механизации животноводства) при Витебском ветеринарном институте была создана в 1933 г.

Первым заведующим кафедрой был Скребнев К.Ф. Затем в разные годы кафедру возглавляли: доцент Крашенинников А.А. (1952–1973 гг.), доцент Лабурдов В.Г. (1973–1978 гг.), доцент Садовский М.Ф. (1978–1998 гг.), профессор Шляхтунов В.И. (1998–2006 гг.), доцент Карпеня М.М. (2006 –2014 гг.), доцент Подрез В.Н. (с 2014 г. по настоящее время).

В настоящее время на кафедре работают 17 преподавателей: 1 профессор, 11 доцентов, 3 старших преподавателя и 2 ассистента.

Большое внимание уделяется учебно-методической и научно-исследовательской работе. За последние 5 лет сотрудниками кафедры разработано и издано 6 учебных пособий с грифом Министерства образования РБ и свыше 60 учебно-методических пособий. Опубликовано более 140 научных статей и тезисов, 7 монографий, 14 рекомендаций производству республиканского и областного уровней, 2 технических условия, 3 инструкции на применение препаратов и добавок, получено 9 патентов на изобретение. За последние 5 лет подготовлено и успешно защищено 1 докторская, 3 кандидатских и 3 магистерских диссертации.

Сотрудники кафедры проводили научные исследования в рамках программ: импортозамещения, Республиканского фонда фундаментальных исследований, Союзного государства, инновационного фонда Витебского облисполкома.

При кафедре функционирует лаборатория по оценке качества молока.

При обучении студентов широко применяются инновационные технологии с использованием обучающих и контролирующих компьютерных программ. Активно ведется научно-исследовательская работа студентов. В кружке студенческого научного общества в течение учебного года занимается 70 – 75 студентов. По результатам научных исследований ежегодно защищается 40 – 50 дипломных работ.

Сотрудники кафедры оказывают большую практическую помощь сельскохозяйственным организациям Республики Беларусь по вопросам направленного выращивания ремонтного молодняка крупного рогатого скота, технологии производства молока и говядины, качества производимой продукции, эксплуатации доильно-молочного оборудования, охраны труда и др.

➤ **тел: 8 0212 48-17-53**

E-mail: technovsavm@mail.ru (кафедра технологии)



Учреждение образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»

Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины является старейшим учебным заведением в Республике Беларусь, ведущим подготовку врачей ветеринарной медицины, ветеринарно-санитарных врачей, провизоров ветеринарной медицины и зооинженеров.

Вуз представляет собой академический городок, расположенный в центре города на 17 гектарах земли, включающий в себя единый архитектурный комплекс учебных корпусов, клиник, научных лабораторий, библиотеки, студенческих общежитий, спортивного комплекса, Дома культуры, столовой и кафе, профилактория для оздоровления студентов. В составе академии 4 факультета: ветеринарной медицины; биотехнологический; повышения квалификации и переподготовки кадров агропромышленного комплекса; международных связей, профориентации и довузовской подготовки. В ее структуру также входят Аграрный колледж УО ВГАВМ (п. Лужесно, Витебский район), филиалы в г. Речице Гомельской области и в г. Пинске Брестской области, первый в системе аграрного образования НИИ прикладной ветеринарной медицины и биотехнологии (НИИ ПВМ и Б).

В настоящее время в академии обучается более 4 тысяч студентов, как из Республики Беларусь, так и из стран ближнего и дальнего зарубежья. Учебный процесс обеспечивают 324 преподавателя. Среди них 180 кандидатов, 30 докторов наук и 21 профессор.

Помимо того, академия ведет подготовку научно-педагогических кадров высшей квалификации (кандидатов и докторов наук), переподготовку и повышение квалификации руководящих кадров и специалистов агропромышленного комплекса, преподавателей средних специальных сельскохозяйственных учебных заведений.

Научные изыскания и разработки выполняются учеными академии на базе Научно-исследовательского института прикладной ветеринарной медицины и биотехнологии. В его состав входит 2 отдела: научно-исследовательских экспертиз (с лабораторией биотехнологии и лабораторией контроля качества кормов); научно-консультативный.

Располагая современной исследовательской базой, научно-исследовательский институт выполняет широкий спектр фундаментальных и прикладных исследований, осуществляет анализ всех видов биологического материала и ветеринарных препаратов, кормов и кормовых добавок, что позволяет с помощью самых современных методов выполнять государственные тематики и заказы, а также на более высоком качественном уровне оказывать услуги предприятиям агропромышленного комплекса. Активное выполнение научных исследований позволило получить сертификат об аккредитации академии Национальной академией наук Беларуси и Государственным комитетом по науке и технологиям Республики Беларусь в качестве научной организации. Для проведения данных исследований отдел научно-исследовательских экспертиз аккредитован в Национальной системе аккредитации в соответствии с требованиями стандарта СТБ ИСО/МЭК 17025.

Обладея большим интеллектуальным потенциалом, уникальной учебной и лабораторной базой, вуз готовит специалистов в соответствии с европейскими стандартами, является ведущим высшим учебным заведением в отрасли и имеет сертифицированную систему менеджмента качества, соответствующую требованиям ISO 9001 в национальной системе (СТБ ISO 9001 – 2015).

www.vsavm.by

210026, Республика Беларусь, г. Витебск, ул. 1-я Доватора, 7/11, факс (0212) 48-17-65, тел. 33-16-29 (факультет международных связей, профориентации и довузовской подготовки); 33-16-17 (НИИ ПВМ и Б); E-mail: vsavmpriem@mail.ru

Учебное издание

Истранин Юрий Владимирович,
Карпеня Алексей Михайлович,
Таркановский Игорь Николаевич и др.

**ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ.
СКОТОВОДСТВО. КУРС ЛЕКЦИЙ**

Учебно-методическое пособие

Ответственный за выпуск В. Н. Подрез
Технический редактор О. В. Луговая
Компьютерный набор Т. В. Комар
Компьютерная верстка Т. А. Никитенко
Корректор Е. В. Морозова

Подписано в печать 30.07.2021. Формат 60×84 1/16.

Бумага офсетная. Ризография.

Усл. печ. л. 4,0. Уч.-изд. л. 2,69. Тираж 50 экз. Заказ 2163.

Издатель и полиграфическое исполнение:
учреждение образования «Витебская ордена «Знак Почета»
государственная академия ветеринарной медицины».
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 1/ 362 от 13.06.2014.

ЛП №: 02330/470 от 01.10.2014 г.

Ул. 1-я Доватора, 7/11, 210026, г. Витебск.

Тел.: (0212) 48-17-82.

E-mail: rio_vsavm@tut.by

<http://www.vsavm.by>