

### ОБЗОР СРЕДСТВ И СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ ДЛЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Представлен обзор основных средств и систем автоматизации, применяемых зарубежными фермерами в растениеводстве, животноводстве и птицеводстве<sup>1</sup>.

Ключевые слова: бортовые компьютеры, системы вождения, датчики высева, системы дифференциального внесения удобрений, взвешивающие системы, доильный робот, локальные полевые компьютеры, доильные загоны, система управления стадом, устройство управления инкубатором.

Приборы и средства автоматизации играют огромное значение для повышения производительности труда в сельском хозяйстве, увеличения урожайности сельскохозяйственных культур и повышения качества продукции. Условия труда механизаторов, работающих на машинно-тракторных агрегатах и самоходных сельскохозяйственных машинах, оснащенных электронными системами управления, гидравлическими приводами и электрогидравлическими преобразователями, позволяют в комфортных условиях оптимально управлять всеми процессами, протекающими при выполнении технологических операций. Использование автоматизированных информационных технологий, микропроцессорных систем управления производственными процессами, электронных приборов и устройств автоматизации значительно улучшают технико-экономические показатели при производстве различной сельскохозяйственной продукции. Рассмотрим современные средства и системы управления, активно применяемые зарубежными фермерами в растениеводстве, птицеводстве и животноводстве.



Рис. 1. Кабина комбайна компании Claas

#### Растениеводство Автоматизация уборочной техники

Фактически все современные уборочные комбайны и специализированные сельскохозяйственные машины, а также стационарные комплексы используют для оптимизации управления протекающими процессами электронные системы и бортовые компьютеры. На высоком техническом уровне выполнены кабины зерноуборочных комбайнов, в которых размещается большое число систем автоматического контроля и управления. Необходимая для эффективного управления комбайном информация отображается на дисплеях.

Бортовой компьютер (рис. 1) позволяет перед началом работы машины диагностировать состояние основных ее каналов, осуществляющих контроль и управление агрегатом. Дистанционно механизатор устанавливает заданную высоту жатвенного аппарата, при этом следящая система позволяет выдерживать заданный режим автоматически. В процессе работы комбайна производятся контроль и регистрация влажности зернового ма-

териала, угла наклона комбайна, скорости транспортера в наклонной камере, рабочей скорости комбайна, уборанной площади, массы зерна. Для оптимизации энергетических процессов, связанных с уборкой урожая, имеется возможность получать информацию о рабочих процессах двигателя. Результаты дневной работы комбайнера сохранены в цифровой форме на съемном блоке памяти для последующей обработки.

Результаты дневной работы комбайнера сохранены в цифровой форме на съемном блоке памяти для последующей обработки.

В фермерском хозяйстве используется аппаратура для приема информации со спутников. Это дает возможность дополнительно получать информацию о координатах нахождения комбайна и использовать ее одновременно с другими необходимыми показателями для оптимального управления парком сельскохозяйственной техники.

Фирма Claas (Германия) – известнейший производитель уборочной техники. Бортовая электронная и информационная система Cebis контролирует и управляет ТП (частотой вращения барабанов и вентилятора, открытием жалюзи и т.д.), основные параметры которого выводятся на монитор. Комбайнер имеет возможность выбрать запрограммированную настройку комбайна на уборку одной из 24 культур. Система Cebis отличается большим объемом памяти и возможностью записи результатов на магнитную карту. Дополнительно фирма предлагает информационную систему, сопоставляющую свою БД по полюводству с параметрами, полученными от системы управления комбайном в конкретных условиях уборки.

Кроме того, фирма Claas оснащает комбайны лазерным устройством Laser Pilot. Инфракрасный лазерный сенсор, установленный на жатке, сканирует на расстоянии 14 м стеблестой шириной 3 м и определяет его границу. Полученные данные используются для автоматического вождения комбайна, вычисления уборанной площади и урожайности.

Фирма Claas также выпускает крутосклонные комбайны (рис. 2), позволяющие выполнять уборку при движении поперек склона до 17%, вдоль – до 6%. Выравнивается корпус молотилки поворотом с помощью гидроцилиндров траверсы приводных механизмов колес переднего моста. Система автоматического выравнивания крена уп-

<sup>1</sup> Материал подготовлен на основе сборника "Современное состояние и тенденции развития сельскохозяйственной техники" /Ежевский А.А., Черноиванов В.И., Федоренко В.Ф. М.: Росинформагротех. 2005.

равляется через электронный блок, установленный на переднем мосту. От него подаются команды на электромагнитные клапаны, регулирующие подачу масла к гидроцилиндрам. На жатках этих комбайнов между платформой и наклонным транспортером дополнительно установлена поворотная рама, позволяющая жатке занимать положение, копирующее склон. В зависимости от движения комбайна вверх или вниз по склону автоматически изменяется угол резания режущего аппарата относительно платформы жатки. Цифровой дисплей на пульте управления информирует водителя о правилах работы с системой выравнивания и величине крена.

Фирма John Deere (США) наладила выпуск умных комбайнов, "интеллект" которых включает автоматическую систему рулевого управления AutoTrac, систему автоматического управления наклонным транспортером HarvestSmart в зависимости от плотности хлебной массы, датчики влажности зерна с высокой точностью измерения, систему измерения и картирования урожайности Green Star. Электронная система HarvestSmark в свою очередь состоит из навигатора, датчика дробленого зерна, системы контроля и регулирования подачи хлебной массы и блока управления. С учетом дробления зерна и заданной нормы потерь система обеспечивает оптимальную загрузку молотилки. С помощью системы глобального позиционирования и специального сенсора на жатке комбайн движется автоматически, ориентируясь на границу хлебостоя.

#### Автоматизация посевной техники

В состав электронных приборов контроля для посевных машин входят датчики нормы высева семян. Посевной монитор M7000 фирмы John Deere, предназначенный для многорядных сеялок точного высева, рассчитан на одновременный контроль до 12 высевających секций. В его состав входят фотоэлектрические датчики высева семян (устанавливаются в семяпроводах сеялки), магнитно-индукционный датчик пути и блоки контроля и управления (в кабине трактора). На его лицевой панели размещаются световые индикаторы с порядковыми номерами сошников (загораются, если прекратился высев), цифровой трехрядный индикатор фактической нормы высева, четырехзначный счетчик засеянной площади с выключателем, звуковой сигнализатор нарушений ТП. Перед началом работы в монитор вводят данные о величине междурядий и числе контролируемых рядков. Затем вычисляют фактическую норму высева на единицу площади. Результаты вычислений выводят на цифровой индикатор. Наряду с вычислением нормы высева непрерывно контролируется работа высевających секций. Если фактическая норма высева не соответствует заданной, на пульте включаются соответствующие световые и звуковые сигнализаторы.

Интерес представляет система автоматического контроля и сигнализации для посевных машин Pioneer-1 фирма Pioneer Technology (США). Основа системы — электронный датчик, состоящий из генератора и приемника. Первый генерирует в пластмассовом семяпроводе

#### Историческая справка: зерноуборочный комбайн

Первым созданным комбайном нужно считать изобретение Е. Briggs и Е. G. Carpenter в 1836 г. Этот комбайн был смонтирован подобно повозке на четырехколесном ходу; вращение молотильного барабана и привод в действие режущего аппарата осуществлялись передачей от двух задних колес.

Первый русский зерноуборочный комбайн "Конная зерноуборка на корню" был построен агрономом А. Р. Власенко в 1868 г. В России массовое производство прицепных зерноуборочных комбайнов "Коммунар" организовано в 1930 г.

<http://ru.wikipedia.org>

поперечное электромагнитное поле. При прохождении семени характеристики электромагнитного поля изменяются, что сразу же воспринимается приемником. Датчик нечувствителен к налипающим на стенки семяпровода пыли и семенным оболочкам, а также к свету. При этом не нарушается движение высеваемых семян, что особенно важно для пневматических сеялок и сеялок точного веса.

Кроме датчиков высева, в состав системы Pioneer-1 входят: магнитный датчик скорости, устанавливаемый на ведомом колесе трактора, на колесе сеялки либо на ее приводном валу (имеется интерфейс для подключения радарного датчика скорости); преобразовательный блок; микропроцессорный блок управления, на панели которого размещаются сигнальные световоды и цифровой ЖК-дисплей.

#### Системы управления внесением удобрений

В агрегатах, предназначенных для внесения жидких и пылевидных минеральных и органических удобрений, разработаны и используются различные электронные системы для автоматического управления дозой, а имеющиеся системы автоматического управления осуществляют контроль за дозой внесения жидких комплексных удобрений в зависимости от изменения скорости агрегата и наклона штанги, а также в зависимости от количества питательных веществ, имеющихся в почве.

Это так называемое дифференциальное внесение удобрений. Такие технологии разработаны в США и Западной Европе, они дают возможность получать информацию от спутников, определять координаты местности, измерять количество питательных веществ.

Для измерения скорости движения опрыскивателей предложены различные датчики, в том числе радарные и связанные с GPS, сигнал от которых фиксируется в бортовом компьютере. Точность совмещения смежных проходов агрегата при его движении как по прямолинейной, так и криволинейной траекториям обеспечивается системами вождения Centerline и Guideline (рис. 3), выпускаемыми фирмами Teejet и LH Agro. Визуальный контроль осуществляется посредством светового табло.

Бортовая система управления Legacy 6000 фирмы MID-TECH позволяет осуществлять автоматическое



Рис. 2. Крутосклонный комбайн Class

*Дело мастера боится, и копь крестьянин не умеет сохого владеть - хлеб не родится.*

А.В. Суворов

вождение и работу опрыскивателя по технологической колее. Система универсальна: она может устанавливаться на агрегатах для внесения сухих туков и внутрипочвенного внесения жидкого аммиака. Наличие современных систем автоматизации опрыскивателей со спутниковой навигационной системой GPS позволяют проводить работы по технологии точного "дифференциального" внесения удобрений и ядохимикатов.

Для точного дозирования удобрений и обеспечения оптимальной работы машин в комбинации с компьютерным управлением многие фирмы используют автоматические взвешивающие устройства. Наиболее простые из них регистрируют только содержимое бункера разбрасывателя при остановке агрегата, хотя имеются и системы, которые могут взвешивать удобрения во время движения и рассчитывать норму внесения в текущем режиме.

Интегрированные взвешивающие системы предлагают все фирмы-изготовители. Они отличаются только числом и размещением взвешивающих элементов, определяют массу загружаемых удобрений и изменение массы удобрений при их внесении. У разбрасывателей с гидрприводом разбрасывающих дисков существует прямая связь между приводным моментом дисков и потоком удобрений, которая позволяет корректировать норму расхода удобрений, снижая давление в гидромоторе.

Для определения локальной потребности в азоте успешно применяют оптические сенсоры. Они определяют в отраженных солнечных лучах спектральную рефлексию растений. В зависимости от результатов измерений производится настройка разбрасывателя на соответствующее дозирование.

Для двухдисковых разбрасывателей большинство фирм выпускает взвешивающие системы, управляющие одновременно двумя дозирующими заслонками. В последние годы стали появляться системы, дающие возможность измерять и подавать удобрения отдельно на каждый разбрасывающий диск.

Фирма Amazone (Германия) одна из ведущих по производству машин для внесения удобрений, оборудованных бортовым ПК. При этом используется ПО Tronic, позволяющие регулировать норму внесения удобрений в зависимости от скорости движения, а также выборочное локальное внесение удобрений в соответствии с потребностями растений с использованием спутниковых навигационных систем GPS.

Среди моделей разбрасывателей от фирмы Sulky Burel (Франция) отметим серию DPX system, оснащенную автоматической взвешивающей системой Vision, позволяющей автоматически корректировать погрешность дозирования удобрений во время работы. Неравномерность внесения удобрений составляет 4,4...7,5%.

#### Локальные полевые компьютеры

В помощь фермерам выпускаются локальные полевые компьютеры, позволяющие при уборочных работах

выбирать технологии и средства сбора урожая. В компьютере имеется большая БД проведения технологических операций на конкретном фермерском хозяйстве и использования средств механизации. БД может постоянно обновляться с учетом изменения ситуаций, а также имеет порт ввода/вывода для обмена информацией с другими ПК. Примером такого портативного компьютера является AG CPS170 Field Compute. Таким образом, фермер или агроном с учетом рекомендаций по выполнению ТП и оперируя текущей информацией, может принимать оптимальные решения, направленные на получение максимума продукции с минимумом затрат. Такие компьютеры с учетом специфики каждого хозяйства оснащаются ПО и обновляются по мере совершенствования технологий, технологических средств и новых выведенных сортов. Многие зарубежные фирмы разрабатывают индивидуальные программы по производству многих видов сельскохозяйственной продукции и гарантируют с большой долей вероятности прогнозируемый урожай.

#### Приборы анализа качественных показателей сельскохозяйственной продукции

Для анализа качественных показателей сельскохозяйственной продукции выпускаются лабораторные полевые анализаторы, влагомеры и термометры.

Фирмой Dickey John выпускается широкая номенклатура средств контроля влажности зерна от достаточно компактных и простых в эксплуатации полевых влагомеров (для измерения влажности 3...20 культур) до лабораторного влагомера GAC 2100 Agri, применяемого в коммерческих расчетах, а также различные анализаторы. Особенностью многофункционального анализатора OmegAnalyzer G является возможность одновременного измерения пяти параметров целого зерна: протеина, влажности, масличности или жира, плотности, крахмала. Приборы для измерения влажности и температуры взаимодействуют с системами управления ТП, а полученные данные заносятся в ПК и могут быть использованы в дальнейшем.

Фирма GE Protimeter выпускает различные модификации влагомеров, имеющие различные насадки, что обеспечивает измерение зерновой массы насыпью. Все влагомеры для уменьшения погрешности измерения обладают возможностью автоматически корректировать параметры прибора в зависимости от температуры наружного воздуха (температурная компенсация). Влагомеры наряду с определением влажности измеряют температуру испытуемого материала и некоторые другие показатели.

Представляет интерес лабораторный влагомер Granomat фирмы Pfeuffer (Германия), измеряющий не только влажность, но насыпную массу и температуру проб с распечаткой этих показателей на встроенном печатающем устройстве. Для дистанционного контроля температуры зерна в хранилищах различной конфигурации фирма предлагает систему DuoLine с ПО DuoLine Manager.

Фирма АВ Liros Electronic (Швеция) поставляет влагомеры для измерения влажности целого зерна Farmpoint и зерна с его дроблением в измерительной ка-



Рис. 3

мере Farmpro. Для измерения температуры зерна предлагаются зондовые термометры, двухуровневые измерители температуры зерна в буртах. Для крупных элеваторных хозяйств фирма предлагает двухпроводную систему дистанционного контроля температуры в силосах Grain-Watch, совместимую с ОС Windows.

### Животноводство

#### Автоматизация ТП доения

Основные направления развития зарубежного доильного оборудования включают: учет физиологических особенностей животного; обеспечение высокого качества производимого молока; сокращение затрат труда; контроль за состоянием здоровья животных.

При привязном содержании животных доение осуществляется в переносные ведра или молокопровод (рис. 4). В западноевропейских странах на привязи содержится 30...32% коров, значительная доля из которых (60...65%) выдаивается в молокопровод.

Основные тенденции развития техники для доения коров при привязном содержании:

- автоматизация преддоильного массажа сосков (в различных по продолжительности режимах) для эффективной стимуляции молокоотдачи (установлено, что при хорошей стимуляции молокоотдачи скорость доения увеличивается на 30%);

- автоматическое регулирование процесса выдаивания посредством адаптивного изменения уровня вакуума под сосками, частоты пульсации сосковой резины в функции от интенсивности молокоотдачи и других лактационных показателей конкретной особи (доение аппаратами с воздействием на соски нерегулируемым вакуумом пагубно влияет на здоровье животных и приводит к заболеванию их маститом);

- определение и учет массы получаемого молока, скорости молокоотдачи, времени доения и т.д. с помощью цифровых параметров на дисплее;

- определение физического состояния животных (например, определение электропроводности молока позволяет установить заболевание вымени маститом);

- автоматизация заключительных операций (додаивание и сьем с вымени подвесной части доильного аппарата).

Примером совершенствования доильной техники в данном направлении является система MilkMaster фирмы DeLaval (Швеция), которая представляет собой переносное устройство, состоящее из доильного аппарата Duovac, манипулятора для отсоединения доильных стаканов от сосков вымени животного и блока управления доением. MilkMaster подключается к совмещенному молоко-вакуумному крану (с электрическим разъемом) с помощью устройства MultiCoupler™ одним движением руки и по специальному алгоритму производит автоматическое изменение величины вакуума и частоты пульсации в доильных стаканах в зависимости от интенсивности молокоотдачи, отключение и сьем с вымени подвесной части аппарата по окончании выдаивания, учет количества полученного молока, выполняя тем самым

информационно-управленческую функцию процесса доения каждого животного.

На дисплее MilkMaster высвечиваются количественные показатели массы получаемого в процессе доения молока, скорости молокоотдачи и времени доения. Сведения о надое могут автоматически заноситься и храниться в энергонезависимой памяти прибора наряду с данными об индивидуальном номере коровы, дате доения, предыдущих надоях и других показателях хода лактации каждого животного (все параметры вводятся в ПК).

Компания A/S S.A Christensen&Co (Дания) предлагает потребителям комплект автоматизированного оборудования для доения коров в стойлах, в состав которого входят доильный аппарат, электронный пульсатор, индикатор мастита, электронные автосъемники доильных аппаратов. Электронный пульсатор первые 15 с выполняет доение с нормальной пульсацией, затем, если поток молока меньше 400...500 г/мин, активизируется функция стимуляции вымени, которая выполняется в течение последующих 75 с. Если молокоотдача за 15 с превышает указанный порог, то функция стимуляции вымени не активизируется. Индикатор мастита позволяет определить изменения в молоке за 1...4 дня до появления визуально наблюдаемых отклонений. Датчик индикатора встроен в коллекторе доильного аппарата и определяет электропроводность молока (наличие солей в молоке). Результаты измерений поступают в микропроцессор, лицевая панель которого оснащена светящимися индикаторами, отражающими состояние здоровья животных.

Работа автосъемника контролируется микропроцессором в зависимости от уровня молокоотдачи. В начальной стадии доения установлена нейтральная фаза продолжительностью 90 с. Если в течение этого периода процесс доения не начинается, то по истечении 12...20 с автосъемник снимает доильный аппарат с вымени животного. В процессе доения при снижении уровня молокоотдачи до 200 мл/мин после паузы длительностью 15 с манипулятор снимает доильный аппарат с сосков.

Компания Gascoigne Mellotte (Нидерланды) предлагает на рынок устройство Pulsatronic, воплотившее последние достижения сенсорной и микропроцессорной техники. Изменение частоты пульсации и соотношения тактов "сосания-сжатия" сосковой резины осуществляется в зависимости от молокоотдачи коровы по специальной программе, это гарантирует эффективный стимуляционный массаж и полноценное выдаивание животного. Устройство оснащено дисплеем с указанием шагов программы, индикацией параметров и световой сигнализацией, что способствует информированности дояра как о ходе текущей дойки, так и о прохождении лактации у коровы в целом.

Фирма WestfaliaSurge выпускает электронно-пневматическую систему пульсации Stimopuls, осуществляющую эффективную стимуляцию и качественное выдаивание посредством программного регулирования вакуу-

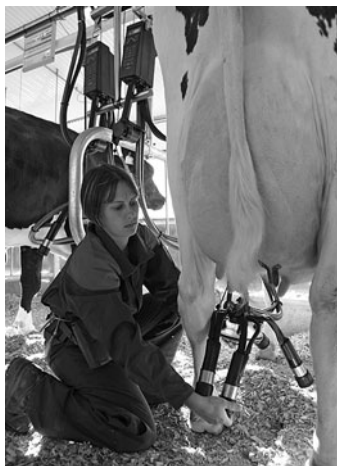


Рис. 4. DeLaval система доения в молокопровод

**Историческая справка: доильный аппарат**

Попытки механизировать доение были сделаны еще в начале XIX века. В 1836 г. в Великобритании появились доильные трубочки (изобретение Блартона), несколько позже — выжималки, а в 1851 г. впервые применили доильные аппараты, действующие по принципу отсасывания. В дальнейшем устройство доильного аппарата было основано на создании вакуума под соском.

<http://www.diclib.com>

ма и изменения частоты пульсации (обеспечение вибропульсация) сосковой резины. Система представляет собой переносное устройство, состоящее из доильного аппарата и управляющего блока. За счет эффективной стимуляции у коров вырабатывается полноценный и устойчивый рефлекс молокоотдачи, что позволяет оператору, работая с тремя-четырьмя аппаратами, полностью и без ущерба для здоровья животных выдаивать их машиной. Использование Stimoruls обеспечивает повышение продуктивности коровы на 5...10% за одну лактацию.

Беспривязное содержание коров за рубежом считается наиболее перспективной технологией при производстве молока. Основное преимущество в том, что она обеспечивает существенное сокращение затрат ручного труда и создает потенциальные возможности для автоматизации не только отдельных операций, но и всего ТП производства молока. При беспривязном содержании животных доение осуществляется на стационарных доильных установках (в доильных залах).

Компания DeLaval предлагает для всех типов доильных залов регулируемый по высоте пол — Com Floor™ (диапазон регулирования 200 мм), позволяющий операторам с различным ростом принимать оптимальную позицию своего тела при доении. Фирма Gascoine Melotte (Нидерланды) оснащает доильные залы устройством Quick-Start-Taste, которое одновременно приводит в готовность все доильные аппараты.

При доении коров в доильных залах (рис. 5) применяются такие же технические средства автоматизации отдельных процессов, как и при доении на привязи: электронные пульсаторы, обеспечивающие попарное доение четвертей вымени с регулированием уровня вакуума, частоты пульсации и соотношения тактов в процессе работы; автоматические счетчики молока; манипуляторы для автоматического снятия доильного аппарата с вымени животных по окончании процесса доения и др. В автоматизированном доильном зале "Тандематик" фирмы Gascoine Melotte единственной операцией, выполняемой оператором вручную, является подключение доильных стаканов к соскам вымени животных. Высокий уровень технической оснащенности зала позволяет в автоматическом режиме выполнять операции: подготовительные (обмывание вымени, идентификацию животных), основную (доение, регистрация надоев молока), заключительные (снятие доильного аппарата с вымени животного, дезинфекция сосков вымени спреем).

Широкий спектр технических средств для автоматизации доильных залов выпускает фирма Insentec (Ни-

дерланды). Это многофункциональная автоматизированная система индивидуального управления доением коров Uniplus, раздатчики концентрированных кормов, шагомер (измеряет двигательную активность коров), автоматически управляемые ворота (для отбора больных животных) и др.

**Системы управления стадом**

Автоматизация подготовительных операций доения, самого доения и заключительных операций в сочетании с автоматической идентификацией животных при их беспривязном содержании позволяют создать единую систему управления стадом. Такие системы созданы практически всеми ведущими зарубежными производителями доильного оборудования. Так, фирма DeLaval предлагает потребителям компьютерную систему управления стадом Alpro, которая осуществляет сбор информации, ее обработку и управление доением, контроль за физиологическим состоянием животных, кормлением, воспроизводством стада. Базис системы доения составляет контроллер и счетчик молока. Контроллер управляет стимуляцией, пульсацией, автоматическим снятием подвесной части, измерением надоев, движением коров, кормлением в доильном зале. Кроме того, он функционирует как информационный терминал, демонстрирующий номер коровы, надои, следует ли доить корову. При наличии селекционных ворот также управляет их

работой, позволяя отделить от стада корову, требующую медицинского обследования. Счетчик выполняет прямое измерение массы молока, что дает возможность производить точные замеры (воздух или пена не оказывают влияния на результат измерения). В систему входит транспондер-идентификатор коров и датчик активности (за счет регистрации двигательной активности животного определяется, наступил ли у нее период охоты), размещаемые на ошейнике животного, кормовые станции и селективные ворота.

В системе управления стадом DairyPlan фирмы WestfaliaSurge (Германия) управление процессом доения выполняет прибор Metatron, который регистрирует и обрабатывает данные по каждому животному в стаде, управляет процессом доения и контролирует его (все данные передаются и сохраняются в БД системы управления стадом). Функции идентификации и определения двигательной активности животных в данной системе совмещены в одном устройстве Codatron Rescounter, закрепленном на ошейнике. Собранная информация поступает в систему управления стадом при каждом процессе идентификации, и на ее основе определяется средний коэффициент активности. Если текущий коэффициент активности существенно больше среднего, значит у животного наступил период "охоты", снижение же текущих значений коэффициента (от среднего) указывает на проблемы со здоровьем коровы. Все данные измерений закладываются в БД системы и отображаются на мониторе в таблице и в графическом виде.

Дополнительно для контроля за состоянием здоровья животных система оснащена автоматическими весами в сочетании с селекционными воротами AutoseJect.



Рис. 5. Доильный зал DeLaval

Эти ворота, управляемые фотоэлементом и приводимые в действие от вакуумной системы доильной установки предназначены для прохода животных через весы (на них всегда находится только одна корова). Наряду с высокой точностью (до 1 кг) весы мгновенно выдают измеренное значение массы животного на дисплей, а при наличии системы идентификации измерения поступают в БД системы управления стадом. После каждого взвешивания весы автоматически тарируются. Предельная масса взвешивания до 1000 кг, производительность 240 коров в час. Автоматические весы, селекционные ворота и система идентификации, включенные в общую систему управления стадом, позволяют отслеживать динамику массы животных и при необходимости направлять больных животных в специально выделенную для этого зону.

#### Доильные роботы

Современный уровень развития зарубежного оборудования для доения коров в доильных залах обеспечивает выполнение в автоматизированном режиме практически всех операций, за исключением подключения доильных стаканов к соскам вымени животного, которое, как и при доении на привязи, выполняет вручную оператор. За рубежом создана и активно используется на практике автоматизированная система доения (АСД) или, как ее еще называют, доильный робот (рис. 6) — это можно расценивать как новый этап развития высоких технологий в молочном скотоводстве.

Одной из главных проблем, решение которой и обуславливает принципиальную возможность использования роботов для доения коров, является автоматическое подключение доильного аппарата на вымя. Для определения месторасположения сосков и установки на них доильных стаканов в конструкции роботов различных фирм используются разнообразные устройства: лазерные датчики, ультразвуковые устройства, оптические системы, сенсорные датчики и др. В процессе доения измеряется электропроводность молока для определения его на мастит (если корова больна, молоко автоматически направляется в резервную емкость). Все сведения о каждой корове (скорость молокоотдачи, количество выдоенного молока, состояние здоровья и др.) поступают в ПК и служат информационной базой для управления стадом.

Каждая выпускаемая АСД имеет свои конструктивные отличия. Однако все доильные роботы условно можно объединить в две группы: доильный бокс с одной рукой робота и роботизированная система, состоящая из нескольких доильных боксов, смонтированных друг за другом и обслуживаемых одной рукой робота. Так, ведущий производитель роботизированных доильных систем фирма Lely (Нидерланды) выпускает доильный робот Astronaut, который состоит из одного доильного бокса. При входе коровы в доильный бокс происходит ее идентификация, и компьютер определяет, необходимо ли животное доить сейчас или же немедленно выпустить ее из бокса. Если принято решение о необходимости доения коровы, то в кормушку

*Ударами можно добиться от земли только пыли, но не жатвы.*

Tarop P.

подается порция (1,5...2,5 кг) концентрированных кормов, а движение животного ограничивается сзади специальным манипулятором. Примерно через 10 с после позиционирования коровы рука робота захватывает устройство для обмыва вымени с двумя роликами, покрытыми хлопчатобумажной тканью и увлажненными водой, и подводит под вымя. После определения места расположения сосков начинается процесс их очистки вращающимися в разные стороны роликами. По окончании очистки вымени рука робота отводит из-под животного ролики в специальную выемку, где они промываются водой и обрабатываются дезинфицирующими средствами.

Рука робота снова подводится под корову, но уже с доильным аппаратом, и с помощью лазера начинается ее позиционирование, причем в качестве точки отсчета служат передние соски. По окончании позиционирования робот начинает последовательно надевать доильные стаканы на соски, начиная с задних четвертей вымени. При этом подвижная тестовая плата передает

движение коровы с помощью ультразвукового датчика руке робота, которая тем самым повторяет движение коровы. Если надеть доильные стаканы сразу не удалось, то робот может сделать еще две дополнительные попытки. После третьей неудачной попытки он выпускает корову и выдает сообщение об этом на дисплей ПК и звуковой сигнал. Но, как правило, робот успешно справляется с надеванием стаканов, после этого начинается доение. Первые струйки молока, со-

державшие большое количество бактериальной микрофлоры, отводятся в специальный резервуар. Поступающее из каждой четверти вымени по отдельному молокопроводу молоко проверяется (измеряется его электропроводность) и измеряется его количество. Доильные стаканы снимаются с каждого соска вымени отдельно по мере прекращения из него молокоотдачи.

Фирма Gascoigne Melotte (Нидерланды) поставляет на рынок многобоксовую (до четырех доильных боксов тандемного типа) роботизированную доильную установку Liberty. Ее главное отличие от доильного робота Astronaut заключается в том, что все боксы обслуживаются одной рукой робота. Установка снабжена уникальной системой двойного подтверждения надевания доильных стаканов. В последнее время специально для небольшого поголовья коров фирма изготавливает однобоксовый доильный робот Freedom.

#### Автоматизация ТП кормления

В последнее время за рубежом хозяйства с высокой молочной продуктивностью коров используют наиболее перспективную в настоящее время технологию кормления животных, в соответствии с которой все виды кормов раздаются одновременно в виде сбалансированной по питательности кормосмеси. Для реализации данной



Рис. 6. Доильный робот компании DeLaval

**Историческая справка: инкубатор**

Простейшие инкубаторы — специальные помещения, утепленные бочки, печи и др. — были известны в тропических странах несколько тысячелетий назад. В Европе и США инкубаторы разнообразных конструкций появились в XIX веке. Промышленное производство инкубаторов в России начато в 1928 г.

<http://www.bigsoviet.ru>

технологии за рубежом разработаны и выпускаются универсальные транспортно-технологические комплексы — смесители-кормораздатчики. Основными конструктивными элементами их являются системы электронного взвешивания и измельчения-смешивания кормовых компонентов рациона, которые и превращают обычный кормораздатчик в машину нового поколения, заменяющую по своим функциональным возможностям громоздкие и металлоемкие кормоцеха. При создании смесителей-кормораздатчиков используются самые разнообразные системы взвешивания, весоизмерительный терминал которых включает, как правило, три (размещены в цапфах колес и на оси прицепной серьги) или четыре (устанавливаются на весоизмерительной раме между бункером и ходовой частью) тензодатчика. Для обеспечения визуального контроля за работой весового устройства системы оснащают дисплеем.

Наметилась тенденция расширения функциональных возможностей используемых систем электронного взвешивания. Если первые системы выдавали информацию о количестве корма, загружаемого в кормосмеситель, то последующие разработки позволяли программировать 8...20 рационов из соответствующего числа компонентов, а в настоящее время используются системы, позволяющие составлять до 100 рационов из 100 компонентов (кормосмесители Samuraj 5 фирмы Sejw). Преимуществом программируемых электронных систем взвешивания по сравнению с обычными является то, что их можно включить в систему компьютерного менеджмента кормления, и с их помощью обеспечить точное задание корма, контроль и анализ работы со стороны руководителя предприятия.

**Птицеводство**

За рубежом выпуском инкубационного оборудования занимается большое число фирм. Различные модели инкубаторов отличаются вместимостью (до 100 тыс. яиц), способами регулирования основных параметров инкубации, а также внешним видом.

Фирма Petersime (Бельгия) разработала серию устройств управления (контроллеров) для инкубаториев Focus, которые позволяют автоматически опознавать технические характеристики инкубатора и его дополнительного оборудования, а также обеспечивать двустороннюю связь при подсоединении к каналу передачи FocusLink. Дополнением этого оборудования является система автоматического взвешивания. Она включает взвешивающее устройство, взвешивающий лоток и модуль определения потери в массе. Управляющий инкубаторием может при запуске системы запрограммиро-

вать заданную потерю в массе, после этого в инкубационном шкафу будут автоматически регулироваться уровни вентиляции и/или влажности. Выбранные методом предварительной выборки яйца взвешиваются через регулярные интервалы времени в течение инкубационного периода в шкафу.

Многие зарубежные фирмы производят также оригинальные машины и устройства для механизации вспомогательных процессов в инкубаториях. Фирма Breuil SA (Франция) предлагает модернизированную машину для взвешивания в линии и определения пола цыплят первого дня жизни. Автоматическая машина может сортировать цыплят, индюшат или утят по полу и массе при минимальном использовании ручного труда и минимальном неудобстве для птицы. Устройство оборудовано электронной системой контроля для сбора данных в режиме РВ и их анализа. Фирма также создает оборудования для обработки яиц и цыплят, включая системы вакцинации и сортировки по полу.

Фирма Lincos Set&Hatch A/S (Дания) разработала машину для подсчета цыплят, использующую системы технического зрения, которая может также производить автоматическую сортировку цыплят. Скорость перемещения встроенного транспортера может быть отрегулирована в соответствии со скоростью подающего устройства, в целом низкая скорость позволяет производить очень "мягкую" обработку цыплят.

Заслуживают внимания приборы систем контроля и управления ТП в инкубаториях фирмы Jamesway (Канада). В инкубаторах любых типов может быть использована резервная система сигнализации критических температур, обеспечивающая вторичное наблюдение за температурой, если она превышает рабочее значение. Такая система основана на микрорегуляторе и может контролировать до 16 схем. В случае повышения температуры в какой-нибудь камере резервная система автоматически включит аварийный сигнал до прихода обслуживающего персонала. Фирма широко использует волоконно-оптические кабели, которые соединяют все системы и исключают внешние электрические влияния. С помощью дисплеев, управляющих устройств и модулей датчиков обеспечивается полное и надежное наблюдение за работой инкубаторов. Установочные данные режимов инкубации легко контролировать с дистанционного пульта или ПК.

Таким образом, автоматизации средств и систем, используемой в сельском хозяйстве, уделяется большое значение зарубежными разработчиками. Многие из названных в обзоре зарубежных производителей оборудования имеют свои представительства на территории России, их оборудование находит применение на отечественных сельскохозяйственных угодьях.

Все последующие материалы, представленные в разделе "Обсуждаем тему...", расскажут об автоматизации отечественных комбикормовых заводов, элеваторов, птицеферм и т.д. и позволят составить представление о техническом и технологическом оснащении российского сельского хозяйства и перерабатывающей промышленности.

*Контактный телефон (495) 334-91-30. [Http://www.avtprom.ru](http://www.avtprom.ru)*

*Редакция благодарит Российской академию сельскохозяйственных наук и Всероссийский научно-исследовательский институт механизации сельского хозяйства за помощь, оказанную в подготовке номера, и предоставленные материалы.*