

№П	Компонент	Код компонента	Процент ввода	Вес в рецепте (кг)	Вес в партии (кг)
1	Пшеница	11113	30,99	46788	1168,7
2	МЕЖАЯ ПШЕНИЦА	11114	18,00	18000	480
3	КУКУРУЗА	11202	18,00	18000	480
4	ШРОТ СОЯБЫЙ	22102	9,49	11628	292,7
5	ШРОТ ПОДСОЛОНЧАТЫЙ	22103	11,84	14208	355,2
6	МИКАЛОСНАВА	24250	3,00	3600	90
7	МИКАЛЕНАВАС	24511	2,40	2880	72
8	МАСЛО КОРИЧНОВЕ	24311	1,70	2036	51,4
9	ПШЕНИ	24103	0,15	180	4,5
10	МЕЛКОСИРИВОВАЯ	27200	0,22	264	6,4
11	СОЛЬ ПОВАРЕННАЯ	28200	0,20	240	6
12	ИВЕСТНИК	28620	0,73	876	21,9
13	ПБ-1	2221	1,00	1200	30
14	-	0	0,0	0,0	0,0
15	-	0	0,0	0,0	0,0
16	-	0	0,0	0,0	0,0
17	-	0	0,0	0,0	0,0
18	-	0	0,0	0,0	0,0
19	-	0	0,0	0,0	0,0
20	-	0	0,0	0,0	0,0
21	-	0	0,0	0,0	0,0
22	-	0	0,0	0,0	0,0
23	-	0	0,0	0,0	0,0
24	-	0	0,0	0,0	0,0
25	-	0	0,0	0,0	0,0
26	-	0	0,0	0,0	0,0
27	-	0	0,0	0,0	0,0
28	-	0	0,0	0,0	0,0
29	-	0	0,0	0,0	0,0
30	-	0	0,0	0,0	0,0

Рис. 4. Модуль ввода и расчета рецептов

С целью достижения максимального быстродействия система работа весов построена по асинхронному принципу. Как только весы набрали заданную порцию, по возможности ("есть куда выгружать", то есть выполняется условие разделения порций конкретных весов), производится разгрузка порции и последующий набор очередной порции (несмотря на то, что предыдущая порция еще не разгрузилась из смесителя).

Все элементы системы имеют некоторую степень автономности, обеспечивающей ее высокую живучесть. Управляющий контроллер может работать самостоятельно, даже если компьютер оператора-технолога выключен. Если компьютер выключить в режиме

дозирования, контроллеры будут продолжать дозирование, но наблюдение за этим процессом будет возможно только на дисплеях весовых контроллеров. После включения компьютера и загрузки АРМ контроль процесса дозирования восстанавливается автоматически, в режиме, установленном до выключения.

Дистанционный режим управления исполнительными механизмами на практике используется чрезвычайно редко, и может быть полезен при внештатных ситуациях. Все действия оператора в этом режиме, в том числе и те, которые могут нарушить штатный режим работы, протоколируются системой.

Вся информация о ходе и результатах процесса дозирования формируется в отчеты и передается по сети на сервер предприятия, где используется в системе учета сырья и готовой продукции, построенной на базе 1С:Предприятие. Можно просматривать либо уже сформированные системой отчеты, либо выбрать из базы данных информацию за какой-либо прошедший период. Глубина хранения информации зависит только от емкости диска компьютера.

При отсутствии неполадок оборудования оператор только задает рецепт и запускает его на выполнение. После этого достаточно всего лишь осуществлять визуальный контроль за ходом технологического процесса. В целом же, внедренная система максимально исключает человеческий фактор, что не только позволило повысить качество продукции, но и заметно увеличило выход готовой продукции на то же количество сырья, обеспечило большую "прозрачность" предприятия для его руководства.

*Козлов Сергей Петрович – директор,*

*Рыбочкин Евгений Владимирович – инженер-программист ООО "НПФ "ИнСАТ-СПб".*

*Контактные телефоны: (812) 972-04-12, (813) 614-23-02.*

*E-mail: spb@insat.ru [http://insat.ru/projects/Typical\\_projects/KKZ/](http://insat.ru/projects/Typical_projects/KKZ/)*

## АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ТП КОМБИКОРМОВОГО ЦЕХА

**А.И. Пунько, В.И. Хруцкий,**

**С.В. Гаврилович (РУП "НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства")**

*Представлены основные особенности реализации, структурная схема, выполняемые функции АСУТП комбикормового цеха, реализованной свиноводческого комплекса СПК "Луки-Агро" (Беларуссия)¹.*

*Ключевые слова: дозирование, смешение, комбикорм, сырьевые компоненты, дистанционный контроль, вычислительная сеть, рецепт.*

В условиях интенсивного ведения животноводства важное значение приобретает организация правильного использования сырьевых компонентов для приготовления комбикормов. Наиболее рационально и с высокой отдачей используются комбикорма, сбалансированные по протеину, аминокислотам, микроэлементам, витаминам и другим биологически активным веществам. Однако из-за отсутствия требуемых технических средств и оборудования значительное количество сырья для производства комбикормов ис-

пользуется неэффективно в виде кормосмесей и дробленого зерна.

В настоящее время значительная часть оборудования комбикормовых установок, работающих в хозяйствах, устарела и не отвечает современным требованиям, что снижает эффективность использования компонентов комбикормов и как следствие приводит к уменьшению эффективности получения животноводческой продукции. Назрела необходимость технического переоснащения и реконструкции этих ком-

¹ Статья подготовлена по материалам доклада, прозвучавшего на X международной научно-практической конференции "Автоматизация и информационное обеспечение производственных процессов в сельском хозяйстве". г. Углич. 2008 г.

бикормовых установок с частичной или полной заменой оборудования.

В СПК "Луки-Агро" Кореличского района (Белоруссия) после реконструкции оборудования введена в эксплуатацию АСУТП комбикормового цеха. Система построена на основе вычислительной сети и широкого спектра коммутирующих и измерительных устройств, обеспечивает централизованное компьютерное управление приводами всех механизмов, непрерывное получение и отображение информации о состоянии механизмов, движении компонентов и продукта, автоматизацию исключения аварийных ситуаций. АСУТП выполняет функции выбора, дозирования, пуска/останова технологических маршрутов, ведения оперативной и архивной информации, необходимой для планово-экономической службы. Разработка и внедрение АСУТП выполнена силами РУП "Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по механизации сельского хозяйства".

АСУТП комбикормового производства позволяет решать следующие задачи: повышение производительности (снижение затрат ручного труда), сокращение числа ситуаций, вызывающих останов ТП, автоматизацию операций взвешивания компонентов и документирования его результатов, упрощение и повышение наглядности управления (централизация процесса управления, дистанционное включение/выключение механизмов технологических маршрутов, отображение на экране монитора функционирующих технологических маршрутов и технического состояния включенных в них механизмов); повышения надежности работы оборудования (контроль состояния приводов механизмов, скорости вращения рабочих органов, предотвращение завалов при транспортировке материалов); обеспечение необходимого уровня взрыво- и пожаробезопасности производства (предупреждение оператора о возникновении аварийных ситуаций и автоматизация выключения оборудования).

Для работы системы использованы современные датчики и измерительные устройства, разработаны алгоритмы автоматизированного управления ТП и соответствующее программно-математическое обеспечение. Объектами контроля и управления системы являются (рис. 1):

- емкости для хранения исходных компонентов и продуктов переработки (силосы и бункера);
- средства транспортирования (шнековые горизонтальные и вертикальные транспортеры и нории);
- средства распределения (шнеки, задвижки);
- средства переработки (дробилки, отделители инородных включений, железоотделители, сепараторы);
- весовые устройства.

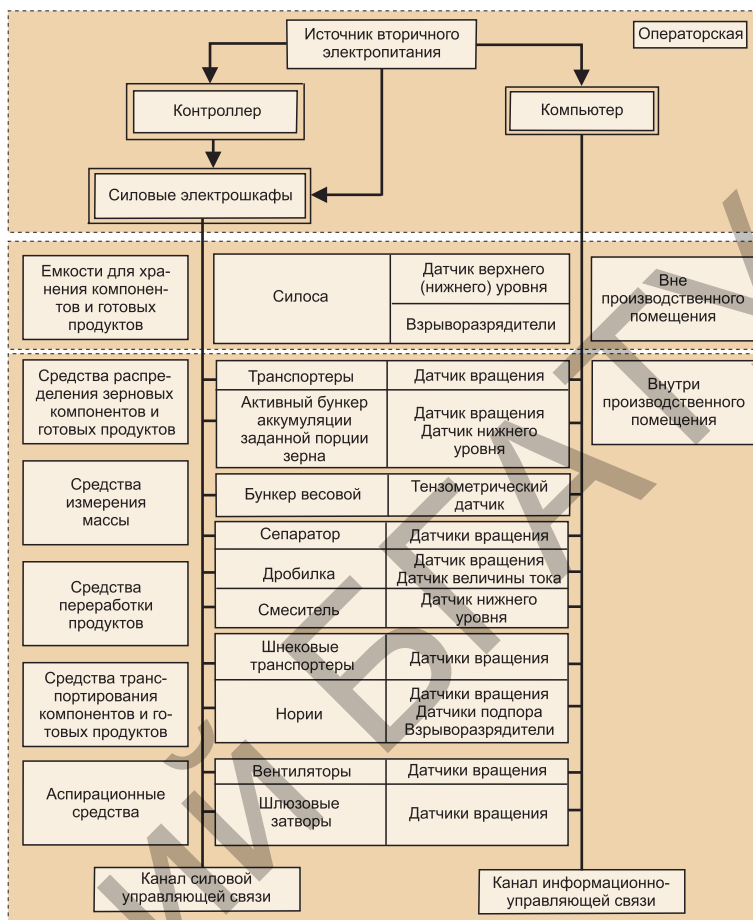


Рис. 1. Структурная схема АСУТП комбикормового цеха

В состав АСУТП входят:

1. Вычислительная сеть системы, объединяющая ПК и промышленный контроллер фирмы Mitsubishi Electric. Компьютер вместе с периферийным оборудованием (клавиатура и т.д.) и контроллером, а также силовые коммутирующие устройства и инвертер размещены в комнате оператора. В контроллере заложены алгоритмы управления конкретными механизмами, с помощью которых осуществляются операции ввода/вывода аналоговых и релейных сигналов, формирование технологических маршрутов, отображение состояния включенных в них механизмов. Пуск и останов последних производится посредством компьютера.

2. Система дистанционного контроля верхнего и нижнего уровня, предупреждающая о наполнении загруженной емкости и полной выгрузке материала из емкости.

В качестве сигнализаторов предельных уровней в емкостях используются сигнализаторы типа РОС 101Н, включающие первичный и передающий преобразователи, совмещенные в одном корпусе. Сигнализаторы предельных уровней установлены около выгрузных отверстий в нижней части емкостей, а также рядом с загрузным отверстием под крышкой каждой из шести емкостей зерновых компонентов, а также шести емкостей готового продукта. Для контроля полной выгрузки порций материалов из оперативных

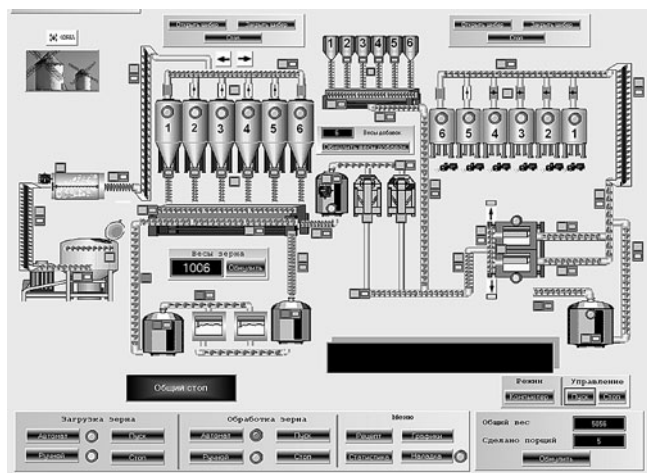


Рис. 2

емкостей активных бункеров-накопителей зерновых компонентов и добавок, а также двухкамерного смесителя готовой продукции установлены сигнализаторы уровня СУ502 российского производства. Для предотвращения норий от завалов материалом используются датчики подпора, установленные на башмаках норий.

3. Система контроля скорости вращения (движения) рабочих органов шнеков, норий, сигналы которой предупреждают о нарушении работы механизмов.

4. Система автоматического взвешивания, включающая тензометрические весы, связанная с ПК, обеспечивающая автоматизацию процессов взвешивания, учета и документирования результатов этого процесса, управления транспортерами, подающими исходные компоненты (зерновые и кормовые добавки) в ТП.

На структурной схеме АСУТП показаны также управляющие силовые и информационные связи между вычислительной сетью системы, измерительным оборудованием и объектами управления. Для компактности и наглядности в одном столбце с обозначением каждого из объектов управления сгруппированы датчики и другие устройства, обслуживающие данный объект.

На выбранном технологическом оборудовании, в соответствии с текущими потребностями, оператор формирует технологические маршруты различного производственного назначения. Делается это путем поочередного вызова на экран монитора изображения механизмов, входящих в данный технологический маршрут. Одновременно с вызовом на экран производится автоматическое тестирование механизма и выводится результат. После формирования маршрута оператор выдает команду на включение, а по окончании — на выключение маршрута. В ходе работы маршрута ведется оперативный автоматический контроль за состоянием включенных в него механизмов. В случае возникновения ситуаций, угрожающих безопасности производства, оператору выдается сигнал тревоги (в виде звуковой сигнализации и текстовых сообщения), и, если по истечении допустимого времени он не отменит сигнал тревоги или не выключит маршрут, срабатывает автоматическое выключение маршрута.

АСУТП, реализованная для СПК "Луки-Агро", состоит из станции управления, ПК в качестве пульта управления, контроллера с блоком расширения входов/выходов, датчиков уровня, вращения и двух весовых систем. Система имеет 69 входных и 80 выходных сигналов, более 100 приборов и устройств, обеспечивающих управление и контроль объектов управления.

Станция управления состоит из девяти электрошкафов с пускозащитными аппаратами и одного шкафа с контроллером. Пускозащитные аппараты предназначены для коммутации электрооборудования и защиты от перегрузки. Программируемый контроллер управляет ТП по записанной во внутренней памяти программе, и в соответствии с состоянием АСУТП, которое оценивается по датчикам состояния пускозащитных аппаратов, датчиков контроля вращения механизмов, датчиков верхнего и нижнего уровней, установленных в бункерах и двух весовых систем.

Для оперативного управления ТП в качестве пульта управления используется ПК, на дисплее которого производится визуализация состояния оборудования, динамическая визуализация ТП и имитация кнопок управления механизмами (рис. 2). Возле каждого схематического изображения механизма установлены индикаторы по каждой точке состояния механизма (датчики уровня, вращения, защиты). С помощью ПО происходит накопление и статическая обработка информации по производству готовой продукции (комбикормов) с учетом расхода каждого составляющего компонента. Оператор имеет возможность просмотреть статистические данные за любой период работы комплекта оборудования. Визуализация механизмов согласно технологической схеме их расположения и их динамического состояния позволяет оператору контролировать работу механизмов. Оператор с помощью клавиатуры имеет возможность выбирать на дисплее компьютера кнопки управления механизмами, либо кнопки задания режимов работы АСУТП, а также устанавливать начальные параметры работы (задать рецепт, вес порции, выбор дробилки, бункера для загрузки зерна, бункера для выгрузки комбикорма, общий вес комбикорма по данному рецепту).

АСУТП имеет три режима работы: "Наладка", "Ручной", "Автомат". Режим "Наладка" предназначен для проверки состояния механизмов при ремонтных работах или текущем обслуживании. В этом режиме отдельные механизмы работают вне зависимости от состояния остального оборудования. Режим "Ручной" предназначен для производства комбикормов согласно заданного рецепта при непрерывном управлении процессом производства оператором. В этом режиме работы оборудование начинает функционировать в зависимости от состояния остальных механизмов, входящих в маршрут с учетом технологической безопасности, то есть при отключении любого механизма из-за ошибки оператора либо аварии автоматически отключаются все механизмы, которые могут оказаться в аварийном режиме. Оператором включаются

шнеки подачи зерновых компонентов и измельченных кормовых добавок на весы, и автоматически отключаются при наборе заданного рецептом веса. В режиме "Автомат" комбикорм производится по рецепту в соответствии с алгоритмом реализуемым программой управления, находящейся в памяти ПЛК.

Рецептура комбикормов (кормосмесей) реализуется на зерновых компонентах, имеющихся в хозяйстве, привозных белково-витаминно-минеральных добавках, а также сырье, выращиваемом в хозяйстве. Комбикорм может изготавливаться из 6 зерновых компонентов и 6 добавок. Разработаны 10 опытных рецептов комбикормов, которые могут корректироваться оператором через ПК.

Алгоритм смешивания компонентов при приготовлении комбикормов реализуется в следующей последовательности:

- в соответствии с рецептом задаются весовые значения зерновых компонентов и добавок на порцию 1000 кг готового продукта;
- порции зерновых компонентов и добавок по заданной программе последовательно подаются в весовые бункера;
- из весовых бункеров порции зерносмеси и смеси добавок подаются в активные бункеры-накопители, в которых предварительно перемешиваются;
- порция зерносмеси направляется потоком через дробилку в одну из камер двухкамерного смесителя;
- после заполнения камеры смешивания приблизительно на 1/4 объема, что определяется по времени подачи материала измельченной зерносмеси, в поток измельченной зерносмеси из активного бункера-накопителя подается поток смеси добавок, что обеспечивает их предварительное перемешивание и далее общий поток компонентов подается в камеру смешивания.

После полной загрузки в смеситель компоненты перемешиваются в течение 2 мин, и далее готовый продукт выгружается, в то же время начинается загрузка второй камеры смесителя. ТП характеризуется непрерывностью работы, так как порции зерновых компонентов и добавок заранее автоматически изготавливаются.

В силоса готовой продукции порции готового продукта подаются последовательно, в зависимости от рецептов комбикормов. В комплекте установлены

*Пуцько А.И. — канд. техн. наук, ведущий научный сотрудник, Хруцкий В.И. — научный сотрудник,*

*Гаврилович С.В. — научный сотрудник*

*РУП "Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по механизации сельского хозяйства".*

*Контактный телефон*

шесть силосов готовой продукции, то есть имеется возможность одновременно приготовить шесть рецептов комбикормов.

При аварийной остановке одного из механизмов в режиме "Автомат" АСУТП автоматически отключает оборудование в соответствии с требованиями технологической безопасности. Переход из режима "Автомат" в "Ручной" или "Наладка" позволяет оператору восстановить в работу вышедший из строя механизм, после чего продолжить работу в автоматическом режиме, не останавливая комбикормовую установку в целом.

Рассмотренная АСУТП установлена на комбикормовом цеху свиноводческого комплекса СПК "Луки-Агро". При разработке системы управления для решения основной задачи, связанной с кормлением, учтены реальные факторы. Автоматический учет полученного комбикорма и близкая связь с продуктивностью животных дает возможность оперативно корректировать рецепты по потребностям животных. Динамика развития лактационного процесса подчиняется актуализированной информации о биологическом развитии животных, их потребности в правильном определении рациона и устранению стрессовых ситуаций.

В процессе годовой эксплуатации АСУТП увеличена реализация животноводческой продукции на 345 т, уменьшена заболеваемость животных, на 10 % снижен расход комбикормового сырья при получении одинаковых привесов животных по сравнению с предыдущей технологией производства комбикормов (перемещаемыми установками, а также установками, производящими корм с объемным дозированием сырьевых компонентов). В начале эксплуатации технические средства, входящие в АСУТП, работают без сбоев.

#### Выводы

1. Разработанная АСУТП комбикормового цеха обеспечивает централизованное компьютерное управление приводами всех механизмов, непрерывное получение и отображение информации о состоянии механизмов, их дистанционное включение/выключение механизмов.

2. Позволяет решать задачи повышение производительности, снижение эксплуатационных затрат, сокращение числа ситуаций, вызывающих остановку ТП, повышения надежности работы оборудования.