



И.И. Гируцкий, кандидат технических наук

Белорусский государственный аграрный технический университет

УДК 636.4.084

Практика модернизации систем управления технологическими процессами кормления свиней

В настоящее время промышленные свиноводческие комплексы остро нуждаются в технической реконструкции и применении прогрессивных технологий.

В статье изложены результаты разработки и внедрения автоматизированных систем управления технологическими процессами приготовления и раздачи жидких кормов на промышленных свинокомплексах. На основании собственного многолетнего опыта и анализа литературы сделан вывод об эффективности модернизации действующих производств путем использования компьютеризированных систем управления технологическими процессами.

Предлагаются конкретные направления снижения себестоимости производства свинины и обсуждаются необходимые практические шаги.

Многолетняя эксплуатация промышленных свинокомплексов в Республике Беларусь выявила существенные недостатки типовых проектных решений. Особенно это относится к функциональной недостаточности и низкой надежности использованных систем управления по обеспечению рациональных параметров процесса производства свинины, которое носит интегрированный, распределенный в пространстве и времени, недетерминированный характер, что требует построения адекватных систем управления. Примитивизация систем управления приводит к неупорядоченности технологических и производственных процессов, что резко отрицательно сказывается на эффективности производства. Так, экспериментальные исследования различных технологических процессов (кормления, микроклимата и воспроизводства) показывают наличие значительных (до 50%) отклонений от нормированных значений. Это является одной из существенных причин того, что в настоящее время комплексы имеют экономические, прежде всего финансовые проблемы. Широкое применение новых информационных технологий на базе микропроцессорной техники позволяет построить системы управления, полностью учитывающие биотехнический характер объекта. Очевидно, что одновременно построить интегрированную систему управления свинокомплексом методически и материально нереально. Поэтому информатизация производства должна осуществляться поэтапно.

Кормление и микроклимат – наиболее сложные и дорогостоящие процессы, которые на 80% обеспечивают успех производства свинины. Поэтому на информатизацию именно этих процессов должно быть направлено основное внимание, финансовые и интеллектуальные ресурсы. Адап-

At the moment large scale pig complexes badly need upgrading and introducing new technologies. The article describes the results of the development and introduction of the automated systems of controlling technological processes of preparing and distributing fodder at large scale pig complexes. On the basis of own experience of many years it has been determined that it is justified to upgrade the existing technological lines by using computerized control systems. The author suggests specific directions of reducing costs of pork production and discusses practical steps.

тивность (гибкость), надёжность, возможность построения распределённых и открытых систем управления, относительная дешевизна микропроцессорной техники свидетельствуют о перспективности и необходимости её широкого применения в сельскохозяйственном производстве.

Затраты на концентрированные корма составляют свыше 70% в структуре себестоимости производства свинины. Процессы приготовления и раздачи жидких кормов на свинокомплексе механизированы. Однако типовая система управления этими процессами обладает низкой надёжностью и неудовлетворительными функциональными возможностями. Увеличение продуктивности свиней, снижение непродуцируемых потерь дорогостоящих кормов обуславливают необходимость повышения качества управления технологическими процессами. Решение этой задачи возможно на основе широкого внедрения комплексной автоматизации путем применения автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУ ТП) с использованием микропроцессорной техники.

Конечно, на некоторых сельскохозяйственных предприятиях возникают затруднения при постановке вопроса о переходе на микропроцессорную технику. Обычно это связано с устоявшимися традициями и консерватизмом специалистов, морально устаревшими смежными системами, боязнью эксплуатационного персонала, не имеющего знаний и навыков работы с современной техникой, сложным финансовым состоянием сельскохозяйственных предприятий.

Но системы автоматизации, которые выполнены на традиционной релейно-контактной элементной базе, не способны решить следующие технологические задачи:

- обеспечение нормированного кормления по групповым

станкам с учетом половозрастных характеристик животных;

- раздачу скоропортящегося жидкого корма без остатка;
- повышение надежности выполнения технологических процессов за счет функциональной диагностики оборудования.

В настоящее время промышленные свиноводческие комплексы остро нуждаются в технической реконструкции, внедрении прогрессивных технологий. Анализ собственного опыта и литературных данных показал высокую технико-экономическую эффективность применения микропроцессорной техники для управления технологическими процессами приготовления и раздачи жидких кормов [1, 2, 3].

Справиться с этими проблемами позволяют компьютерные технологии управления. В настоящее время зарубежные фирмы (Big Dutchman, Howema и др.) предлагают новое поколение систем дозированного кормления свиней. Эти системы основаны на микропроцессорной технике с открытой архитектурой и новых типах исполнительных механизмов [1].

Использование готовых западных технологий «под ключ» имеет, на наш взгляд, два принципиальных недостатка: экономический и интеллектуальный. Покупая технологию «под ключ», мы оплачиваем и общесистемные решения, которые являются наиболее интеллектуальной и дорогостоящей частью проекта. В то же время, приобретая у фирм наиболее важные с технической точки зрения элементы, такие как микропроцессорные контроллеры и исполнительные механизмы, и решая самостоятельно вопросы общесистемного и программного обеспечения, можно значительно в (1,5-3 раза) снизить стоимость системы и обеспечить развитие собственной интеллектуальной базы. Кроме того, используя собственный научный потенциал, имеется возможность создания даже более совершенных систем, а главное – максимально приспособленных к существующему производству и требующих минимальных инвестиций.

Основные функции АСУ ТП подразделяются на управляющие, информационные и вспомогательные. К управляющим относится программно-логическое управление оборудованием для приготовления и раздачи жидких кормов, обеспечивающее выполнение зоотехнических требований к процессу кормления. АСУ ТП относится к человеко-машинным системам и успех ее функционирования определяется рациональным распределением функций управления между оператором и микропроцессорным устройством. Человек уникален при принятии решений в условиях неопределенности. В то же время микропроцессорные устройства способны постоянно следить и управлять сотнями параметров, быстро принимать решения при возникновении аварий-

ной ситуации или даже диагностировать и предотвращать ее возникновение, хранить, перерабатывать и обмениваться с другими устройствами управления огромными потоками информации, работать в сложных климатических условиях и т. д.

К информационным функциям относится сбор данных о работе оборудования, учет расхода ресурсов, формирование и выдача данных оперативному персоналу АСУ ТП, подготовка и передача информации на более высокий уровень АСУ ТП (при необходимости) и т.д. (табл. 1).

Нами накоплен определенный опыт по разработке и внедрению локальных АСУ ТП приготовления и раздачи жидких кормов на промышленном свинокомплексе. Так, начиная с 1989 г. на свинокомплексе "Белая Русь" Узденского района внедрены 8 таких систем [4]. В 1992 г. эта разработка успешно прошла Государственные испытания на Белорусской МИС (протокол 36-92).

Однако АСУ ТП первого поколения лишь частично удовлетворяют современным требованиям. Не полностью решены вопросы технологических потерь кормов. К недостаткам следует отнести локальный характер структуры, что затрудняет их интеграцию в АСУ более высокого уровня.

В 2000 и 2002 г. сотрудниками кафедры АСУП Белорусского государственного аграрного технического университета (БАТУ) была разработана и введена в промышленную эксплуатацию автоматизированная система управления технологическим процессом кормления свиней (АСУТП КС) для участков воспроизводства свинокомплекса "Борисовский". Разработанная АСУТП КС обеспечивает автоматическое приготовление жидкого корма заданной влажности на двух линиях замеса и нормированную раздачу на двух линиях кормления. Дозирование комбикорма выполняется порционным весовым дозатором, а объемное дозирование воды в потоке – с помощью электромагнитных расходомеров типа ИР-61М. Дозирование жидкого корма также осуществляется в потоке с помощью электромагнитного расходомера. Исключение объемного дозатора позволило упростить гидравлическую схему, исключить ряд аварийных ситуаций и в 1,5-2 раза сократить время кормления. В качестве устройства управления использован серийный микропроцессорный контроллер австрийской фирмы В&R общепромышленного применения (рис.). Микропроцессорный контроллер включает 8 аналоговых входов, 48 дискретных входов и 48 дискретных выходов. Человеко-машинный интерфейс реализован на базе панели оператора, имеющей четырехстрочечный дисплей и 42 клавиши, в том числе цифровые.

Система обладает развитой диагностикой, включая элек-

Таблица 1. Учет расхода сухого и жидкого корма, воды и времени работы оборудования

Учетная функция	Используемые ресурсы микроконтроллера			Представление информации
	Программные	Аппаратные	Информационные бит/сек.	
Сухой корм	Логика, счетчик	ДКП стрелки весов	100	Ячейки памяти, панель оператора, ПЭВМ верхнего уровня
Жидкий корм	Счетчик, логика	ДКП тележки, расходомер корма	800	
Вода	Счетчик, логика	Расходомер воды	800	
Время работы оборудования	Часы реального времени, логика	Кнопки управления, часы реального времени	100	

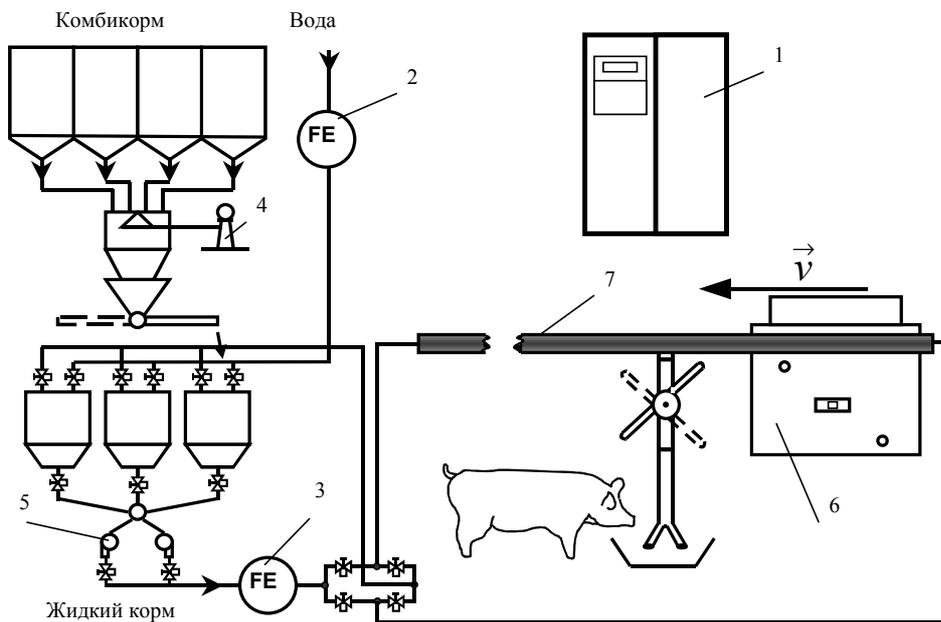


Рис. Упрощенная технологическая схема АСУТП КС

- 1 – шкаф управления с микропроцессорным контроллером; 2 – индукционный расходомер воды; 3 – индукционный расходомер жидкого корма; 4 – модернизированный весовой дозатор комбикорма; 5 – насос для подачи кормосмеси; 6 – селекторная тележка; 7 – участок трубопровода в свинарнике

тронную защиту двигателей насосов и раздаточных тележек. Предусмотрен вывод свыше 60 диагностических сообщений (табл. 2). Программное обеспечение реализовано на алгоритмическом языке Automation Basic с применением системы программирования V&R Automation Studio. Принципы построения системы автоматизации V&R 2000 – модульность и полная совместимость. Аппаратно система содержит три класса контроллеров – 2003, 2005 и 2010, каждый из которых, в свою очередь, может быть сконфигурирован под свою задачу. Такой подход позволяет легко выбрать соответствующую аппаратную платформу под конкретную задачу. SYSTEM 2000 обеспечивает выполнение логических и аналоговых функций, сбор и накопление данных, учет аварий и статистический анализ.

SYSTEM 2000 имеет многозадачную операционную систему реального времени, специально адаптированную к задачам управления технологическими процессами. Система программирования Automation Studio упрощает конфигурирование и программирование задач автоматизации. Технологические параметры и данные управляемого процесса адресуются символически. Аппаратные средства автоматически распознаются и поддерживаются системой программирования. Automation Studio позволяет программировать на всех стандартных языках: Automation Basic, ANSI-C, IEC 61131-3- лестничные диаграммы (LAD), список команд (IL), структурированный текст (ST), последовательная функциональная схема (SFC), редактор модулей данных и редактор типов данных. В Automation Studio интегрирован широкий спектр стандартных функциональных блоков – от простых логических и математических операций до протоколов связи и сложных алгоритмов управления. Наличие развитой системы отладки прикладных программ, интерактивной справочной системы и документации на русском языке обеспечивает значи-

тельное снижение затрат труда и времени на разработку и внедрение проектов.

Встроенные сетевые интерфейсы (CAN и RS-485) создают возможность объединения локальных АСУ ТП в комплексы. В качестве такой первоочередной задачи рассматривается совместное функционирование АСУ кормления и микроклимата в цехе откорма свиного комплекса [3,4].

В 2000–2002 гг. разработанные АСУТП КС введены в промышленную эксплуатацию. Внедрялись они без остановки производственных процессов. Обслуживающий персонал легко освоил новую систему. АСУТП КС обеспечивает оперативное изменение доз кормления, контроль процесса кормления, учет расхода сухого и жидкого корма. Разработанная система является мощным инструментом повышения эффективности и снижения издержек производства свинины.

Производственные испытания системы показали высокую надежность, легкую вписываемость в принятую технологию кормления и высокую экономическую эффективность. Срок окупаемости не более полугода. Основные технические характеристики следующие:

1. Полная совместимость с типовым технологическим оборудованием КПС-54, КПС-108.
2. Нормированное кормление, база данных по животным, оперативное изменение норм кормления.
3. Работа на пониженных (72–75%) значениях влажности жидкого корма.
4. Расчет фактических объемов замеса и раздачи жидкого корма без остатка. Сокращение времени кормления в 1,5–2 раза.
5. Значительно дешевле западных аналогов. Разработка и внедрение "под ключ", гарантийное и послегарантийное обслуживание.
6. Многолетний опыт эксплуатации на свиномкомплексах "Белая Русь" и "Борисовский" Минской области.

Таблица 2. Диагностика отказов технологического оборудования

Вид отказа	Алгоритм диагностики	Используемые ресурсы микропроцессорного контроллера			Вид сообщения
		Программные	Аппаратные	Информационные бит/с.	
Незакрытие крана/ отказ расходомера	Контроль времени выдачи корма/ сравнение расхода при открытом и закрытом кране	Таймер, счетчик, сравнение	Датчик конечного положения (ДКП), расходомер корма	300	Код/ текст аварии на пульте оператора, отключение насоса
Пропуск крана	Контроль времени движения раздаточной тележки между кранами/ счет станков	Таймер, счетчик	Датчик конечного положения	240	Код/ текст аварии на пульте оператора, останов. тележки
Заклинивание двигателя тележки/ насоса	Трехкратное увеличение тока нагрузки в течение 2 сек.	Компаратор, таймер, логика	Датчик тока, аналого-цифровой преобразователь	300	Код/ текст аварии на пульте оператора, отключение нагрузки
Отсутствие раздаточной тележки в начале сектора	Срабатывание ДКП “Начало сектора” в начале цикла кормоприготовления	Логика	ДКП, дискретный вход	20	Код/ текст аварии на пульте оператора, отключение насоса
Отсутствие “0” весов	Срабатывание ДКП в начале цикла кормоприготовления	Логика	ДКП, дискретный вход	20	Код/ текст аварии на пульте оператора

Устранение ограничений релейно-контактных систем управления на основе информатизации технологического процесса откорма позволяет на свинокомплексе на 54 тыс. голов получить в год [5]: уменьшение потерь комбикорма на 700 т, снижение расхода электроэнергии на 21900 кВт·ч, повышение продуктивности не менее чем на 1-2%. Экономия комбикорма достигается путем снижения таких существенных непроизводительных затрат, как: несоблюдение норм кормления (перекорм, недокорм), несоответствие количества приготавливаемого и раздаваемого корма, технологические потери, обусловленные системой раздачи. За счет сокращения времени работы электрооборудования вследствие применения более эффективных алгоритмов работы снижаются затраты электроэнергии. Продуктивность животных увеличивается повышением точности дозирования кормов и соблюдением зоотехнических норм кормления.

Выводы

1. На промышленных свинокомплексах без адекватных систем управления нельзя рассчитывать на высокую эффективность производства. Наша страна сильно отстала в области компьютеризации производства и вряд ли в ближайшее время сможет конкурировать с Западом в области создания общесистемных программно-технических средств построения АСУ различных уровней. Но для решения конкретных прикладных задач оснащения отечественного производства современными компьютеризированными системами управления можно и необходимо использовать собственный потенциал. И здесь важным является разработка методологии внедрения АСУ различных уровней на предприятиях сельского хозяйства.

2. Опыт использования АСУТП кормления на свинокомплексах Беларуси показывает их высокую экономическую эффективность, легкую вписываемость в суще-

ствующее производство, социальную значимость. Успех внедрения базируется на качественной разработке АСУ ТП, когда большое внимание уделяется решению не только основных управляющих функций, но и повышению надежности выполнения технологических процессов за счет возможностей микропроцессорной техники в обеспечении функциональной диагностики оборудования.

3. Современное сельскохозяйственное производство нуждается в снижении себестоимости продукции, которое возможно без внедрения современных технологий управления. Задача науки и образования республики – не остаться в стороне от решения этой проблемы. Поэтому актуальным становится создание специализированных структур при аграрном техническом университете, которые могли бы обеспечить исследования и разработку компьютеризированных систем управления технологическими и производственными процессами сельскохозяйственного производства, а также их внедрение и сервисное обслуживание.

Литература

1. Сайтов В., Подольская Л. Свиноводство. Три этапа модернизации // Новое сельское хозяйство. – 2002. – №1. – С.34-36.
2. Гируцкий И.И. Переоснащение системы кормораздачи на свинокомплексах Беларуси // Сельскохозяйственный вестник. – 2001. – № 12. – С. 18-19.
3. Кормлением управляет электроника/ Новое сельское хозяйство. – 2002. – № 2. – С.36.
4. Гируцкий И.И., Жур А.А. Пути повышения эксплуатационной надежности микропроцессорных систем управления.// Агропанорама. – 2001. – № 3. – 2001. – С.16-20
5. Гируцкий И.И., Павловский В.А. Информатизация как фактор энерго- и ресурсосбережения на свинокомплексах // Електрифікація та автоматизація сільського господарства. – Киев. – 2002. – № 1. – С.113-118.