

## ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ ЗЕРНА

Проанализированы типовые структуры управления предприятием хранения и переработки зерна. Рассмотрены наиболее актуальные задачи управления и факторы, препятствующие решению этих задач. Предложен подход, упрощающий решение актуальных задач управления посредством агрегирования стандартных и нестандартных средств автоматизации в интегрированную АСУ.

Проаналізовані структури управління підприємствами зберігання і переробки зерна. Розглянуті найбільш актуальні задачі управління та фактори, що перешкоджають рішенню цих задач. Запропоновано підхід, що спростить рішення найбільш актуальних задач управління за допомогою агрегування стандартних та нестандартних засобів автоматизації в єдину інтегровану АСК.

The analytical overview of typical enterprise management institutions of storage and grain processing is given. The most urgent tasks of management, the solution and factors preventing solution of these tasks are indicated. The approach to simplify the solution of the most urgent task management through the aggregation of standard and custom automation tools into a single integrated automatic control system is suggested.

**Введение.** В настоящее время Украина по валовому сбору зерна входит в первую десятку мировых производителей. Отрасль хранения и переработки зерна формируют, прежде всего, крупные компании, содержащие десятки элеваторов, комбинатов хлебопродуктов, мельниц, маслоэкстракционных заводов.

Основная структурная единица отрасли – комбинат хлебопродуктов (КХП). Типовой КХП, как правило, содержит в своем составе элеватор хранения семян, комбикормовый завод, мельзавод и(или) крупозавод. В связи со сложившимися экономическими условиями, большинство КХП работают как элеваторы. Крупозаводы, комбикормовые заводы, мельницы работают не на полную мощность либо остановлены. В силу этого, склады хранения готовой продукции данных предприятий реконструируются в элеваторы. Элеватор – сложное с точки зрения управления производство, объединяющее такие подразделения как финансовые, плановые и службы реализации, различные технологические участки, требующие разработки, внедрения или модернизации средств и систем управления технологическими процессами.

Разработка АСУ ТП и АСУП на КХП затруднена из-за отсутствия общего научно обоснованного подхода к организации целевых систем управления и поддержки принятия решений. Разрозненные АСУ отдельными технологическими процессами, как правило, либо разрабатываются по исходным требованиям, предъявляемым узкими специалистами предприятия, либо используют в своей основе старые проектные решения и ориентированы на замену устаревшей элементной базы. Как следствие, использование сверхсовременных и дорогих технических средств – датчиков, промышленных контроллеров, мощных компьютеров и вычислительных сетей, – не вносит новые качества в управле-

ние технологическими процессами и производством в целом. Возникает необходимость обосновать пути решения задач автоматизации производственных и технологических процессов на КХП.

**Цель исследований.** Исходя из анализа организационных структур КХП, обосновать направление и пути решения задач разработки целевых АСУП и АСУ ТП комбинатов хлебопродуктов, объединяемых в интегрированную АСУ предприятия, что способно привнести новые качества в управление процессами на КХП, в том числе и в поддержку принятия решений на уровне руководства.

**Основной материал исследований.** Согласно классификации организационных структур управления[1] для большинства элеваторов, входящих в состав крупных компаний, характерна линейная рис. 1, а для КХП линейно-функциональная организационная структура управления рис. 2.

Преимущества линейной структуры: простота применения, четкое распределение обязанностей и ответственности, благоприятные условия для принятия оперативных решений и поддержания дисциплины.



Рис. 1. Линейная структура управления элеватором

Недостатки: жесткость управления, неприспособленность к развитию, ограничение инициативы работников. Чаще всего на элеваторах, входящих в состав крупных компаний, технические службы и бухгалтерия отсутствуют. Обязанности, присущие для этих функциональных подразделений частично, на уровне первичного учета и обслуживания выполняют обычные исполнители. Остальные функции передаются на более высокий административный или функциональный уровень.

В линейно-функциональной структуре управления КХП сохраняется единоначалие, но по отдельным функциям управления формируются соответствующие подразделения, которые традиционно делятся на два блока: производственный и финансово-коммерческий. Наряду с линейными руководителями подразделений в штат вводятся руководители функциональных подразделений. К таким подразделениям относятся отделы: финансовый, плановый, технический, инвестиций, инноваций и др. Основное назначение функциональных подразделений – подготовка аналитической информации для принятия решений лицом, принимающим решение, ЛПР.

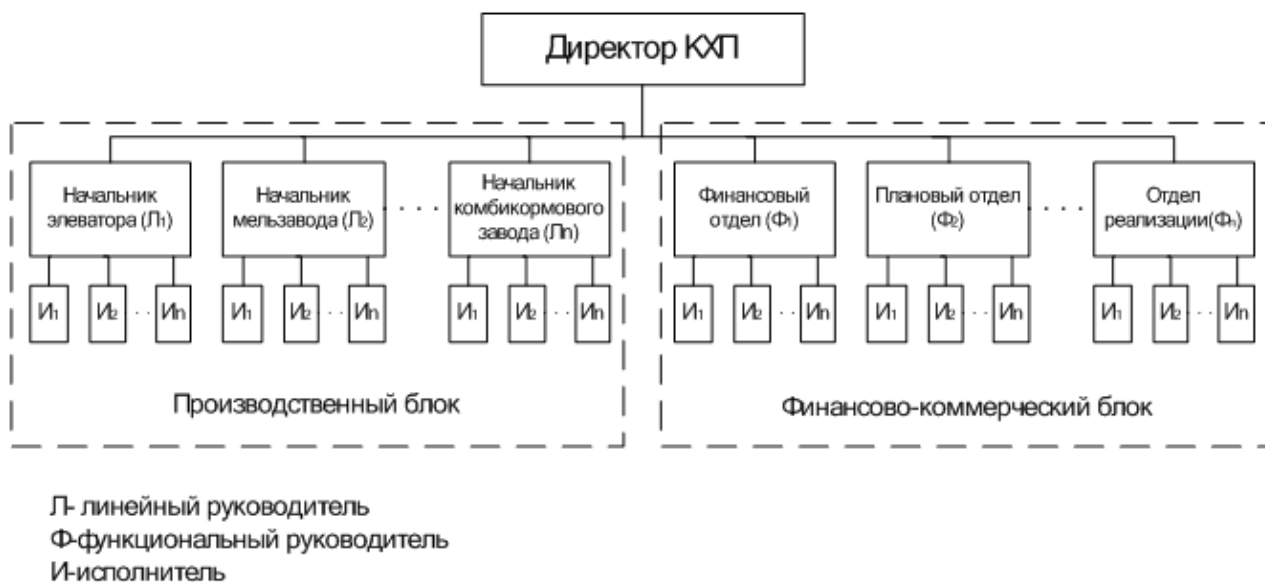


Рис. 2. Линейно-функциональная структура управления КХП

Наряду с достоинствами такой структуры (профессиональная специализация, стимулирование инициативы работников, оптимизация материальных затрат и других), функциональные подразделения нередко затрудняют координацию управленческих решений. Между функциональными подразделениями зачастую возникают конфликты интересов, неподчиненные общим целям и задачам организации[2]. Это приводит к удлинению цепи реализации решений ЛПР для непосредственного исполнителя в условиях размытости обратных связей в управлении.

Для некоторых крупных компаний характерна дивизиональная структура управления (см. рис.3) с ориентацией на конечный продукт. При этом горизонтальные связи между направлениями по продуктам отсутствуют. Чаще всего дивизиональная структура является закрытой, что является основным препятствием к систематизации структуры управления компанией. Поэтому создание АС для таких компаний, является эксклюзивной разработкой и тиражированию не подлежит. Некоторые компании, остерегаясь несанкционированного доступа к финансово-коммерческой информации, идут на дополнительные затраты по содержанию специализированных подразделений по разработке автоматизированных информационных систем (АИС). При этом первоочередное внимание уделяется интегрированию данных, прежде всего, финансово-коммерческой деятельности с ориентацией на конкретное ЛПР.

В рамках АИС, без учета производственной информации, затруднительно или невозможно построить адекватные инфологические модели. Эффективность АИС практически исчерпала свои потенциальные возможности и не может быть повышена без комплексного разностороннего учета информации, характеризующей не только финансово-коммерческую деятельность, но и производственную.

Уменьшить влияние рассмотренных выше недостатков можно посредством создания проблемно ориентированных комплексов (ПОК) поддержки принятия решений ЛПР, тем более что вся необходимая информация для этого ча-

ще всего уже функционирует в локальных АСУ. Задача состоит в выделении и предоставлении необходимой проблемно ориентированной информации ЛПР с определением ее значимости и оценкой. Рассмотрим типовые, уже функционирующие, системы.



Рис. 3. Дивизиональная (продуктовая) структура управления крупной компанией

В АСУ ТП элеватора автоматизации подлежат задачи реализуемые при помощи:

- Стандартных средств: перемещение зерна по транспортно-технологическим маршрутам; взвешивание, дозирование; аспирация; вентилирование.
- Нестандартных средств: термометрия; сушка зерна; непрерывное измерение уровня зерна в силосах и др.

Задачи, реализуемые в АСУТ, при помощи стандартных средств:

- Типовые задачи учета: бухгалтерского, налогового, производственного, кадрового, складского и пр.
- Специфические задачи: количественно-качественный анализ зерна, учет движения зерна и т.п.

Указанные системы функционируют локально. Информационные модели для решения проблемных задач отсутствуют.

Несмотря на огромные потенциальные возможности, сложившегося рынка оказания разнообразных услуг по автоматизации, ряд задач не решен, что обусловлено следующими факторами:

1. В 90-2000-х годах на потребности автоматизации АПК выделялось финансирование, достаточное для поддержания или модернизации существующих систем разработки 50-70-х годов прошлого столетия.
2. Недостаток объективных знаний возможностей АСУ со стороны заказчика приводит к недооценке значимости автоматизации или к завышенным ожиданиям.
3. Недостаток знаний предметной области АПК специалистами предприятий, специализированных на оказании ИТ-услуг (технологий).

Эти факторы обуславливают ситуацию, когда решение задач автоматизации выполняются в рамках сложившегося документооборота с теми же функциями и ограничивается модернизацией технического обеспечения АС. Орга-

низационная и функциональная структура, как предприятий, так и АС, остается без изменений. Следовательно, качество управления существенно не меняется. Системы АСУ ТП и АСУП продолжают оставаться автономными.

Между тем, некоторые задачи автоматизации успешно решаются и в рамках автономных подсистем стандартными (первый класс задач) либо нестандартными средствами (второй класс задач) и техническими решениями.

К первому классу относятся типовые задачи АСУП, которые реализуются с использованием комплекса 1С, а также типовые задачи АСУ ТП, реализуемые при помощи систем SCADA и т.п.

Ко второму классу задач относятся задачи, которые не могут быть успешно решены при помощи стандартных средств и их решение требует учета отраслевой специфики. К таким задачам относят: количественно-качественный анализ и учет зерна; измерение влажности зерна в потоке; измерение температурного поля массива хранящегося зерна; непрерывное измерение уровня зерна в силосах; учет движения зерна; системы поддержки принятия решений и другие.

Как правило, задачи первого класса решаются организациями, которые являются официальными дилерами мировых производителей. Основной недостаток этого подхода – отсутствие у предприятий-разработчиков специалистов, хорошо знающих предметную область, а также функциональные возможности поставляемого оборудования, обусловленные универсальностью и избыточностью применяемых систем, что в ряде случаев ведет к снижению надежности, невозможности учета специфики предприятия, а значит, более низкому уровню автоматизации.

Решением второго класса задач, как правило, занимаются отечественные специализированные предприятия и организации. Их продукция предметно-ориентирована, часто уникальна и относится к нестандартному оборудованию. Специалисты, создающие такое оборудование, прекрасно знают предметную область и являются профессиональными разработчиками. Это позволяет им создавать конкурентоспособную, предметно-ориентированную, в ряде случаев значительно более надежную продукцию. Нестандартное оборудование требует дополнительных затрат на сертификацию и метрологическую аттестацию, что в условиях риска неоднозначности конечного результата, в глазах заказчика, приводит к недостаточному финансированию и ограничивается как правило мелкосерийным или единичным производством.

Системы, реализованные с использованием серийных стандартных и уникальных нестандартных средств, сегодня функционируют локально и никак не взаимодействуют между собой. Объединение хорошо зарекомендовавших себя систем, использующих как стандартные, так и нестандартные средства, в единую интегрированную АС, позволяет уменьшить недостатки и повысить эффективность каждого из подходов за счет общесистемных факторов.

Однако, принципиальные концептуальные отличия в построении SCADA систем и систем 1С не позволяет их непосредственную интеграцию с использованием инфологических моделей управления. Информационные связи подсистем АСУ ТП с подсистемами АСУП реализуемые путем простой передачи данных малоэффективны и, чаще всего, не применяются в силу ряда технических ограничений, но это не основное препятствие создания интегрированных АСУ.

Главная сложность состоит в том, что каждая из систем предназначена для различных целей и может эффективно использоваться только по прямому назначению. На основе ни одной из них нельзя создать, например, полноценную систему поддержки принятия решений ЛПР крупной компании.

Создание интегрированной АСУ за счет общесистемных факторов позволит решить задачи, решение которых в рамках локальных подсистем затруднительно или невозможно. К таким задачам относятся:

1. Сушка зерна в автоматизированном режиме. Сушка зерна – важнейший этап технологических процессов хранения и переработки, от результатов которого, зависят как потребительские, так и технологические характеристики качества зерна. Так, отклонение от целевого значения влажности в сторону увеличения может привести к самовозгоранию в процессе хранения, а отклонение в сторону уменьшения – к ухудшению потребительских характеристик, а значит к упущенной выгоде. Оператор судит о технологическом процессе и качестве зерна субъективно, основываясь на собственном опыте, так как нет возможности измерить показатели качества в ходе процесса. Выводы о технологическом процессе делаются по текущим значениям температуры и влажности, а повлиять на его ход можно только заданием времени цикла сушки и режима работы горелки. Автоматизация управления горелкой без модели управления невозможна.

Построение модели управления, которая бы позволила по наблюдаемым технологическим параметрам судить об ожидаемых потребительских характеристиках качества зерна без модели знаний оператора невозможно. Управление сушкой зерна на основе детерминированных моделей, несмотря на многочисленные упоминания в печати, на практике не известно. Как следствие, управление сушкой осуществляется вручную и полностью зависит от квалификации оператора.

Таким образом, разработка модели управления процессом сушки зерна в автоматизированном режиме – актуальная задача, решение которой позволяет исключить неквалифицированные действия оператора, а значит, уменьшить вероятность ухудшения качества зерна. Решение этой задачи сопряжено с определением взаимосвязи и значимости связей между наблюдаемыми параметрами технологического процесса и показателями качества зерна. Параметры технологического процесса (температура, влажность, время срабатывания, интервал цикла, степень открытия заслонки горелки) контролируются в АСУ ТП процесса сушки зерна, а показатели качества зерна, такие как белок, клейковина, и прочее – на АРМ лаборатории качества.

Реальная альтернатива детерминированных моделей – модель знаний с использованием аппарата нечеткой логики, обеспечивающая увязку контролируемых технологических параметров с качественными характеристиками зерна, определяемыми в лабораторных условиях. Своевременное включение в модель сушки качественных характеристик зерна на входе сушилки упрощает задачу построения модели знаний, позволяющей существенно повысить качество решения основной задачи – доведение качественных характеристик зерна до заданных значений.

2. Уменьшение энергозатрат. В процессе хранения зерна очаги самосогревания, о наличии которых судят по показаниям системы термометрии, разрушают при помощи перемещения зерна из одной емкости хранения зерна в

другую с одновременным охлаждением. Безответственность работников, в ряде случаев, приводит к несвоевременному выявлению очагов самосогревания.

Интегрирование подсистем – термометрии, перемещения зерна, учета движения зерна, вентиляции и подсистемы потарифного учета электроэнергии – позволит в автоматическом режиме: выявить очаги самосогревания; определить наличие свободных емкостей; находить оптимальный маршрут перемещения зерна и время его выполнения; выполнить контроль процессов хранения зерна в автоматическом режиме. Это минимизирует влияние человеческого фактора, что ведет к исключению неоправданных потерь, как качества зерна, так и энергозатрат на перемещение зерна.

Кроме того, потребность в нахождении оптимального маршрута возникает при решении задач приема-отгрузки зерна. Выполнение операций приема-отгрузки без данных подсистемы учета и движения зерна приводит к путанице обусловленной влиянием человеческого фактора. Интегрирование подсистемы учета движения зерна и подсистемы управления маршрутами позволяет выполнять технологические операции по оптимальному маршруту, по критерию минимизации энергозатрат с учетом состояния технологического оборудования, возможности обхода оборудования вышедшего из строя, путем создания альтернативного маршрута.

Моделирование процессов самосогревания зерна позволит значительно уменьшить затраты при управлении системой вентиляции, аспирации и пр.

3. Сокращение или исключение потерь, обусловленных хищением. Некоторые подходы минимизации потерь, обусловленных этим фактором, изложены [3]. Но эффективно решить эту задачу невозможно без создания: интегрированных систем с единой информационной базой АСУ ТП и АСУП; логических моделей проверки перемещения зерна от операции приемки до операции отгрузки, с учетом выявленных узких мест и принятия соответствующих мероприятий, обеспечивающих взаимоконтроль работников ответственных за производственный технологический учет.

4. Выполнение операций приема-отгрузки зерна с заданной производительностью. При приеме-отгрузке, прежде всего в портовых элеваторах, возникает задача управления маршрутом перемещения с заданной производительностью. Жесткий регламент отгрузки на судно, штрафные санкции за простой, обуславливают необходимость выполнения отгрузки с максимально возможной заданной производительностью, что может приводить к завалам на участках транспортировки. Для устранения завалов необходимо в «узких местах» контура управления исполнительными механизмами (ИМ) устанавливать конвейерные (секционные) весы, выполняющие функцию интеллектуального датчика производительности. В зависимости от результата измерений необходимо увеличивать или уменьшать интенсивность отгрузки посредством регулирования вращения ИМ (скорости конвейерной ленты маршрута). Решение этой задачи в рамках системы автоматического регулирования (САР) не всегда приводит к необходимому результату. Эффективность решения этой задачи значительно повышается при применении модели управления с использованием данных задач учета перемещения зерна (АСУП) и подсистемы непрерывного измерения

уровня зерна в силосах хранения (АСУ ТП), решение которых в рамках SCADA-систем затруднительно или невозможно.

5. Создание систем поддержки принятия решений. Принятие управленческих решений в современных условиях, как отмечает некоторые авторы, скорее искусство, чем наука и требует творческого подхода. Поэтому игнорирование учета индивидуальных особенностей и специфики индивидуальных качеств ЛПР в процессе принятия решений существенно снижает или делает бесполезными всякие системы поддержки принятия решений. Лучше всего эту ситуацию характеризует мнение, что всякая бухгалтерия имеет двойное дно. В реальных условиях и двойное, и тройное, и т. д. Одно дно для налоговой отчетности, второе – бухгалтерской отчетности и создание соответствующего имиджа, третье – теневые, личностные не декларируемые интересы и т.п. Основная трудность создания эффективных систем поддержки принятия решений связана не только с техническими трудностями реализации, а, прежде всего, с искусством получения эксклюзивной информации от ЛПР о технике принятия им управленческих решений. Чем выше административный уровень ЛПР, тем сложнее выйти на необходимый доверительный контакт с ним. Как правило, попытки организации таких контактов заканчиваются ссылками на отсутствие времени, занятость или недоверием к разработчику. Поэтому создание систем поддержки и принятия решений ограничивается возможностью оперативного доступа ко всей базе данных интегрированной АСУ и, в лучшем случае, с учетом индивидуальных особенностей восприятия информации конкретного ЛПР, реализуемых через человеко-машинный интерфейс. Альтернатива такому подходу есть полностью закрытые эксклюзивные системы принятия решений ЛПР. Поэтому создание систем поддержки принятия решений в сложившихся условиях, посредством проблемно-ориентированных комплексов, базирующихся на интегрированных АСУ с использованием инфологических моделей ЛПР, является актуальнейшей задачей для ряда ответственных работников крупных компаний.

**Выводы.** Применение серийных выпускаемых типовых стандартных средств в АСУП и АСУ ТП предприятий в отрасли хранения и переработки зерна практически исчерпала свои потенциальные возможности.

Включение в состав типовых АСУП и АСУТП нестандартных средств позволяет упростить решение ряда актуальных задач автоматизации.

Создание проблемно-ориентированных комплексов на базе интегрированной АСУ, с включением в их состав сертифицированных объектно-ориентированных нестандартных средств, – наиболее рациональный путь дальнейшего повышения эффективности АСУ отрасли.

Наиболее эффективная практическая реализация указанных задач возможна посредством комбинирования функциональных и технических решений для АС, основанных на использовании стандартных средств с нестандартными, специализированными для КХП средствами автоматизации.

Список литературы

1. Сафронов Н.А. Экономика предприятия: Учебник.- М.: Юристъ, 1998. - 584 с.
2. Карпов В.И., Мышенков К.С., Новицкий В.О. Типовая отраслевая система управления для предприятий агропромышленного комплекса//Пищевые продукты XXI века: Сб.



докл. Юбил. междунар. науч.-практ. конф./МГУПП: В 2 т.- М.: Изд. комплекс МГУПП, 2001.- Т.2.- С.211-214.

3. Иванчиков А.В. Автоматизация учета на элеваторе//Хранение и переработка зерна.- 2011.- №11(149).- С. 35-37.

*Рекомендовано до публікації д.т.н. Ткачовим В.В.  
Надійшла до редакції 11.10.2012*

УДК 621.314.57:621.3.064.4

© С.М. Ткаченко, А.В. Маслов

## **ПИТАННЯ ІСКРОБЕЗПЕКИ ПРИ ВИМІРЮВАННІ ТЕМПЕРАТУРИ В СИЛОСАХ ЕЛЕВАТОРІВ**

Розглянуто проблеми іскробезпеки, що виникають під час експлуатації цифрових термопідвісок у системах термометрії силосів елеватора та запропоновано шляхи їх вирішення.

Рассмотрены проблемы искробезопасности, возникающие при эксплуатации цифровых термоподвесок в системах термометрии силосов элеватора и предложены пути их решения.

Problems spark safety arising during operation of digital thermometry systems in silo elevator and proposed solutions.

**Вступ.** Поява на ринку України напівпровідникових інтелектуальних вимірювачів температури, а саме, датчиків з інтерфейсом 1-Wire фірми Dallas Semiconductor, призвело до їх впровадження в системи вимірювання температури вітчизняного виробництва. Насамперед, це стосується елеваторів, де вкрай складно і затратно використовувати системи термометрії на базі популярних промислових контроллерів і мов програмування, що відповідають МЕК 61131. Складність використання стандартного обладнання обумовлена великою кількістю точок контролю температури в силосах елеватора. Ця кількість становить, в залежності від обсягів збереження елеватора від декількох сотень до 6-8 тисяч точок. Тому для вимірювання температури використовуються переважно вітчизняні розробки, більш дешеві у виготовленні, монтажі та обслуговуванні.

Конкуренцію вітчизняним розробкам на ринку України можуть скласти канадські системи термометрії, проте застосоване в них технічне рішення – використання в якості первинних перетворювачів термопар і комутація каналів вимірювання за допомогою шаф реле з позолоченими контактами – в СРСР було визнане морально застарілим ще в 60-х роках минулого століття. Причина – дорожнеча в експлуатації, висока похибка вимірювань, відсутність дієвих методик метрологічної повірки та налагодження. В СРСР традиційно застосовувалися термопідвіски у металевому рукаві на основі терморезистрів, комутованих через шафи реле з мідними контактами на вимірювальний міст. Підстроювання і регулювання таких вимірювачів здійснюється відмотуванням та домотуванням резисторів вимірювального мосту, що дозволяло вийти на необхідну граничну похибку вимірювань  $\pm 2^{\circ}\text{C}$ . На теперішній час такі системи контролю теж вважаються застарілими через