

М.И.Перцовский («Лаборатория автоматизированных систем (АС)»)

Комплексная автоматизация промышленного предприятия: новые преимущества и новые проблемы

В статье рассматривается современное состояние российской промышленности, отмечается её экономическое оживление, главенствующая роль в котором отводится повышению эффективности производства, снижению себестоимости и повышению качества продукции. Эти задачи могут быть решены только с помощью комплексной автоматизации промышленного предприятия и создания единого информационного пространства. Описываются базовые модели единого информационного пространства промышленного предприятия.

Промышленность сегодня

О состоянии российской промышленности сегодня говорят и пишут многие: политики, социологи, экономисты, обыватели... Поэтому не углубляясь в дебри дискуссий вокруг этого вопроса, автор определяет свою позицию следующим образом: промышленное производство в России живо и вопреки пессимистам умирать не собирается, несмотря на тяжелые для нее времена – это следует хотя бы из практически неисчерпаемых интеллектуальных и профессиональных ресурсов, значимость и стоимость которых выше любой техники и оборудования. Промышленность является не только производителем, но и гигантским потребителем услуг и продукции и должна стать из «вещи для себя» в «вещь для всех».

Что касается систем автоматизации предприятий и технологических процессов, то они и промышленность существовали параллельно и почти независимо друг от друга – по той причине, что долгие годы к целевым функциям у нас не относилась *эффективность производства*. Позволю себе высказать мнение, что это во многом и определило кризис 90-х годов. Если мы хотим экономического оживления и перестройки промышленности и верим в это, то должны помнить о явной связи экономической эффективности производства с решением широкого круга задач в области промышленной автоматизации, контрольно-измерительного оборудования, бортовых систем управления и т.д. Автоматизация в промышленности из моды становится необходимым условием выживания любого производства. Именно автоматизация ста-

новится наиболее доступным, а иногда и единственным средством быстрого *повышения эффективности производства, снижения себестоимости и повышения качества продукции*. То, что в настоящее время на рынке России отмечается растущий спрос на технологии и программно-аппаратные средства для управления промышленными объектами и системы диагностики промышленного оборудования, даёт основание надеяться на то, что самые тяжелые времена для Российской промышленности уже позади.

Компьютерный анализ больших потоков информации в контурах управления и отображение протекающих процессов в виде «виртуальных» мнемосхем, а также оптимизация управления промышленных объектов дают возможность *оперативного переконфигурирования промышленного оборудования* в ходе его работы *без остановки производства*.

Единое информационное пространство на промышленном предприятии

Исторически еще с 70-х годов на промышленных предприятиях автоматизация велась по двум достаточно независимым направлениям: системы автоматизации административно-управленческой деятельностью предприятий (АСУП) и системы автоматизации технологических процессов (АСУТП). Различие целевых функций, базовых моделей построения, профессиональной терминологии и уровня подготовленности пользователей этих систем привело к принципиальным различиям в идеологии их построения и как следствие практиче-

ски полной несовместимости. Справедливости ради надо отметить, что эти проблемы характерны не только для нашей страны.

Принципиальное различие, по мнению автора, кроется в различии в толковании понятия информации в контурах управления и отображения, вкладываемое в АСУТП и АСУП. Если в АСУТП циркулирует в основном информация об измеренных параметрах процессов и управления исполнительными механизмами, т.е. информация в чисто шенноновском толковании, то в АСУП это «знания о состоянии дел на предприятии», подкрепленные планово-финансовыми расчетами. С другой стороны, для эффективно работающего предприятия общее состояние дел является производной от состояния технологических процессов производства. Многие процессы производства, традиционно относящиеся к сфере АСУТП или АСУП, жестко завязаны друг на друга. Их хранение, представление и передача в системах одного предприятия в разных, порой слабо согласованных формах, приводит к накладкам, а порой и к большим материальным потерям.

Комплексная автоматизация обладает преимуществом максимальной оптимизации деятельности предприятия на основе сквозного анализа информационных потоков, как в производственной, так и организационной сферах. Действительно, контроль ряда технологических параметров в процессе производства продукции часто напрямую связан с расходом компонентов и материалов, которые одновременно являются предметом учета на складе. Своевременная выписка и оплата счетов на их приобретение

позволит, не замораживая деньги на чрезмерные запасы и большие склады, свести к минимуму риск оказаться без необходимых компонентов. Контроль технологических параметров и объем выпуска позволяет формировать паспорт готовой продукции, который сопровождает ее на складе готовой продукции и учитывается на этапе продажи.

АСУТП – это, как правило, системы реального времени, что является другим принципиальным отличием их от АСУП.

Комплексная автоматизация позволит во многом привязать всю деятельность предприятия к реальному времени производственного процесса. При этом руководству на всех уровнях непосредственно предоставляется в реальном времени отображение как непосредственно процесса производства, так и всех организационно-управленческих мероприятий. Для предприятий, имеющих разветвленную структуру с удаленными филиалами, создание комплексной системы автоматизации на основе корпоративной сети – это единственный способ организации слаженной и эффективной работы целостного организма с единой системой управления и контроля (рис 1).

Основной проблемой комплексной автоматизации является создание на промышленном предприятии единого информационного пространства.

Второй серьезный момент (правда, больше психологический, чем технический) – это привязка АСУП (системы не реального времени) к АСУТП (системе реального времени). Здесь сказывается печальная практика еще советского времени, когда службы управления на промышленном предприятии чувствовали себя привилегированнее производственных и технологических служб. Отсюда и категоричное нежелание менять что-либо в подсистемах АСУП в угоду АСУТП. По мнению автора, на основе опыта успешной автоматизации некоторых предприятий, обязательна подчиненность (конечно, только с точки зрения организации информационных потоков и способов представления данных) АСУП по отношению к АСУТП.

Создание единого информационного пространства на промышленном предприятии должно строиться на такой системе базовых моделей, кото-

рые были бы приемлемы как для АСУТП, так и для АСУП. Как уже упоминалось выше, эта проблема далеко не только нашей страны. Попыткой обобщить накопленный опыт и дать некоторые рекомендации разработчикам, было появление в 2000 г. проекта стандарта МЭК «Предприятие – интегрированные системы управления» (Enterprise – Control System Integration, ISA-95.00.01-2000). В частности, в первой части делается попытка стандартизовать модели и терминологию для определения связей и взаимодействий АСУП и АСУТП.

Базовые модели единого информационного пространства промышленного предприятия

Рассмотрим функциональную модель управления предприятием, представленную на рис.2.

Функцией является группа задач, которые объединяются общими целями. Функции (овальный блок на рис.2) организованы по иерархическому принципу и идентифицируются именем и номером. Номер представляет идентификацию уровня модели данных. Внешний источник (прямоугольный блок на рис.2) – компонент, находящийся вне границ модели, посылающий данные и/или получающий данные от функции. Поток данных (сплошная стрелка на рис.2) на каждом уровне иерархии функциональности может быть представлен одним или несколькими потоками на уровне рангом ниже. Пунктирная стрелка обозначает группу данных, которые направляются между функциями, источниками данных или внешними источниками.

К основным функциям модели управления предприятием относятся следующие.

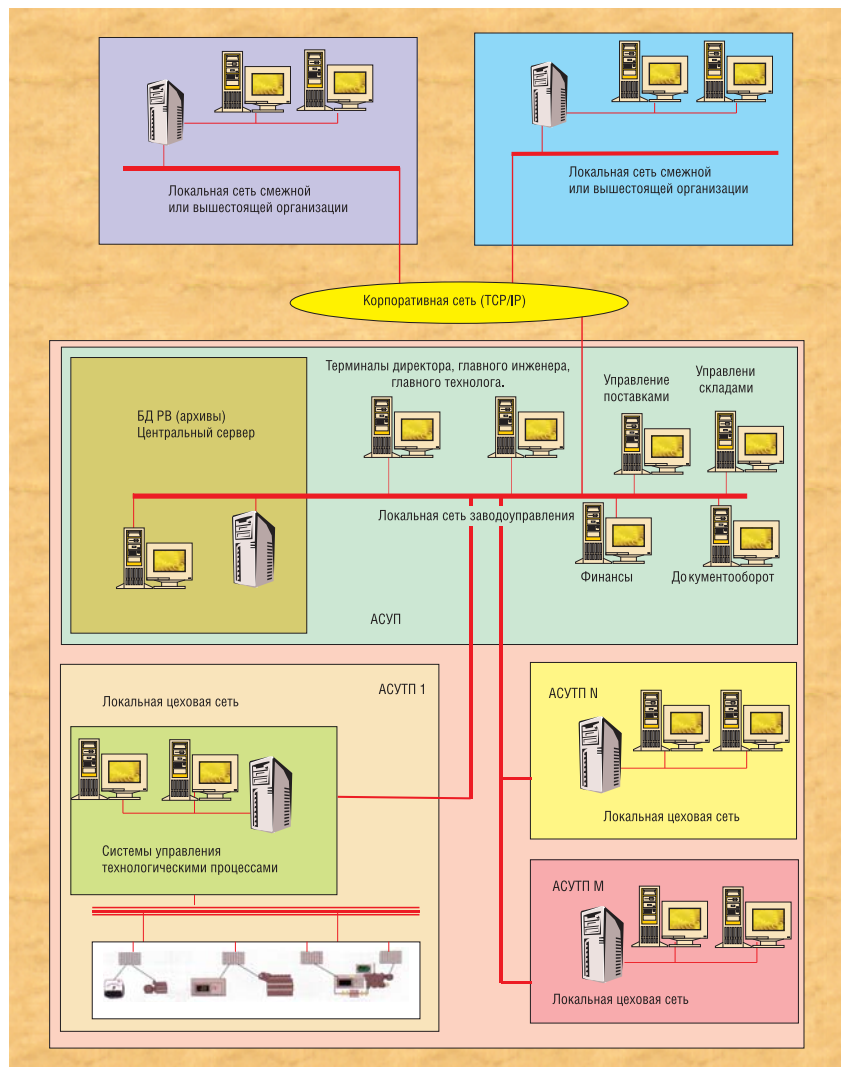


Рис. 1 Комплексная система автоматизации промышленного предприятия на основе корпоративной сети

- Процесс распоряжений (1.0): а) управление, принятие и подтверждение; б) прогноз продаж; в) определение заказов на продукцию. В целом нет прямого интерфейса между функциями процесса распоряжений и функциями управления производством (контроля производства).
- Расписание производства (2.0): а) определение расписания производства; б) определение долгосрочных потребностей в сырье; в) определение расписания для конечных продуктов; г) определение годового для продажи продукта. Информация, полученная или модифицированная функциями расписания производства, включает: а) расписание производства; б) соотношение фактической продукции и запланированного производства; в) возможности производства и доступные ресурсы; г) текущие заказы.
- Контроль производства (3.0): а) контроль изготовления продукции из сырья в соответствии с расписанием производства и стандартами продукции; б) предоставление заводских технологий и обновление планов процесса; в) издание требований для сырья; г) отчеты о характеристиках и стоимости; д) оценка возможностей и качества; е) самотестирование и диагностика продукции, контроль оборудования; ж) создание производственных стандартов и инст-

рукций для СУПов (стандартов управления процедурами), средств и руководств по пользованию специфичным оборудованием.

- Контроль материалов и энергии (4.0): а) управление инвентарем и качеством материала и энергии; б) создание запросов на приобретение материалов и энергии, основанных на коротко- и долгосрочных требованиях; в) подсчет и предоставление отчета о балансе инструмента, о потерях сырья и утилизации энергии; г) получение поступающих запасов материала и энергии и выдача запросов на тест качества; д) уведомление о принятых запасах материала и энергии. Функции контроля материала и энергии создают или модифицируют следующую информацию для использования в других функциях контроля: а) запросы на материал и энергию; б) подтверждение полученных материалов и энергии; в) отчет по материалам и энергии; г) ручной и автоматизированный перевод инструкций для контроля.
- Обеспечение (5.0): а) размещение заказов с запасами для сырья, запасных частей, приспособлений, оборудования и другими требуемыми материалами; б) отображение приобретений и предоставление проверяющим; в) выдача счетов для оплаты после поступления и одобрения товаров; г) сбор и обработка запросов по сырью, запас-

ным частям и т.д. для обязательного требования к продавцам. Функции обеспечения создают или модифицируют следующую информацию для использования в других функциях контроля: а) расписание поставки материалов и энергии.

- Гарантия качества (6.0): а) проверка и классификация материалов; б) установка стандартов на качество материалов; в) издание стандартов производственным и тестирующим лабораториям в соответствии с требованиями, поступающими от технологических, маркетинговых и потребительских служб; г) сбор и обработка данных о качестве материала; д) освобождение материала для дальнейшего использования; е) сертификация, подтверждающее, что продукт был произведен в соответствии со стандартными условиями производства; ж) проверка данных по продукции против требований покупателя и статистический контроль качества для проверки адекватности качества перед отгрузкой. Функции гарантии качества создают или модифицируют следующую информацию для использования в других функциях контроля: а) результаты тестов качества; б) одобрение на выпуск материалов или отказы; в) применяемые стандарты и требования на качество материалов.
- Контроль инструмента (7.0): а) управление инструментом конечных продуктов; б) создание запасов для специфичного продукта в соответствии с указаниями по продаже продукта; в) создание продукта в соответствии с расписанием поставки; г) отчет по инструменту по отношению к расписанию продукции; д) отчет по балансу и потерям по отношению к расчету стоимости продукции; е) договоренность о физической загрузке/отгрузке товаров в координации с администрацией отгрузки товаров. Функции контроля инструмента создают или модифицируют следующую информацию для использования в других функциях контроля: а) инструмент готовой продукции; б) балансы инструмента; в) расписание комплектования; г) отгрузка; д) подтверждение отгрузки.

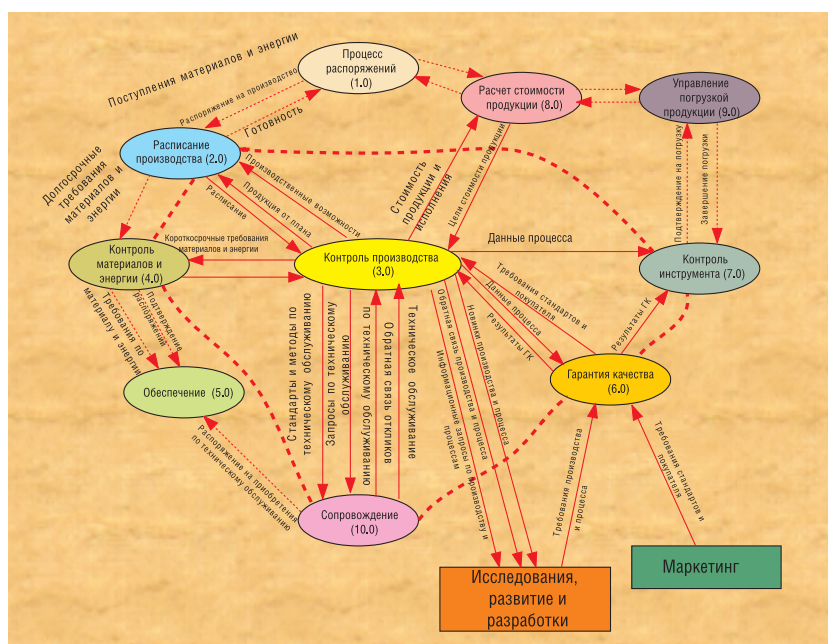


Рис. 2 Функциональная модель управления предприятием

— Широкая пунктирная линия на рис. 2 показывает границы интерфейса управления предприятием. Озаглавленные линии отображают значимые информационные потоки к управлению производством. Широкая пунктирная линия пересекает функции, имеющие подфункции, которые могут упасть в контрольный домен (домен управления производством) или в домен предприятия в зависимости от организации.

Структура этой модели отображает не организационную структуру внутри компании, а организационную структуру функций. Разные компании поместят функции в разные организационные группы.

Предлагаемый подход позволяет привести к «общему знаменателю» и рассматривать с единых позиций информационные потоки и функционирование АСУТП и АСУП, однако сама структура информационных потоков слабо увязана с функциональной структурой предприятия. Практически не обозначены методы анализа и оптимизации обеих структур в их взаимосвязи.

В качестве другой базовой модели можно рассматривать *информационно-алгоритмическую модель* (ИАМ). Назначение применения этой модели сходно по задачам и методам описанному выше, но сама модель представляется автору более проработанной и формализованной.

Одним из ключевых подходов при построении ИАМ является модульный подход.

Существуют три типа модульных методов: методы потока команд, при которых модули выполняются в последовательной командной среде; методы потока данных, при которых модули связываются последовательными потоками данных; объединение этих двух методов, при котором поток команд и поток данных взаимодействуют и дополняют друг друга. Средством описания такой структуры может

быть граф. Одна из принципиальных черт объединенной графовой модели — явное разделение графов управления и графов данных.

Граф управления всегда начинается одной входной вершиной и оканчивается одной выходной вершиной. Граф определяет поток команд через последовательность модулей с точки зрения временных интервалов.

Граф данных определяет для каждого модуля требования по данным, т.е. взаимодействия между данными и модулями с точки зрения пространства.

Каждый модуль связан через свою область и противообласть с графом данных. Несколько асинхронных действий в графе управления могут проходить одновременно через поток команд с различными скоростями, определяемыми временными задержками модулей, причем циклы недопустимы. Каждый модуль должен лежать на пути от входной вершины до выходной вершины. С другой стороны, в графе данных область может использоваться в качестве противообластей для своего собственного модуля, так что графы данных могут быть циклическими и несвязными. Два графа взаимосвязаны, точно описывая функциональную структуру соответствующей системы. Подчеркнем тот факт, что модуль может начать работать с данными, только если он запущен графом управления. Области и противообласти, кроме работы в качестве входа и выхода для модулей, могут быть непосредственно прочитаны из графа управления.

Не вдаваясь в рамках журнальной статьи в математическое обоснование и набор правил работы с этой моделью, хочется отметить ряд формальных возможностей этой модели.

Проверка *достоверности*, т.е. непротиворечивости и завершенности пары графов. Наиболее важной является проверка на наличие циклов в графе управления: у левого висячего модуля отсекают все дуги, исходящие из него, и действия повторяются, пока

не останется ни одного висячего модуля. Если в сокращенном графе управления не останется дуг, то можно сделать вывод о том, что циклов нет. Достоверный граф гарантирует нам невозникновение ситуации, при которой «птица падает до того как выстрелило ружье».

Распознавание детерминированности. *Детерминированность* пары графов является наиболее важной их характеристикой. «Детерминированность» означает, что при асинхронном и параллельном запуске модулей, результат любого действия графа зависит единственно от первоначальной конфигурации данных и преобразований, выполненных модулями над данными. Для каждого первоначального состояния вычисление пары графов всегда достигает одного и того же конечного состояния.

Комплексная автоматизация «автоматизированных» предприятий

В настоящее время на многих предприятиях уже используются различные средства автоматизации, как для задач АСУП, так и для задач АСУТП. При проведении комплексной автоматизации и интеграции АСУП и АСУТП невозможен отказ от всех наработок, имеющихся на предприятии. Использование имеющегося задела возможно при соблюдении вышеизложенных принципов построения и проектирования интегрированной системы. Технологии интеграции разнородных приложений описаны достаточно подробно в статье [1] и сейчас нет необходимости касаться этих вопросов.

Литература

1. Н. Куцевич, «Об интеграции АСУП и АСУТП» Мир компьютерной автоматизации 2000 г. № 3

Тел. (095) 255-31-55, факс: 255-31-54,
e-mail: info@actech.ru,
http://www.actech.ru

Вакансия

Редакции журнала «МКА» требуется технический писатель.

Основные требования:

- знакомство с общекомпьютерной тематикой;
- знакомство с областью компьютерной автоматизации на основе открытых технологий и архитектур: магистрально-модульных систем VME, CompactPCI, мезонинных технологий, промышленных шин (fieldbus), опе-

рационных систем реального времени, SCADA-систем, программного инструментария и т. п.;

- умение грамотно и структурированно излагать свои мысли;
- знание английского языка по вышеупомянутой тематике.

Обращаться в редакцию «МКА» по тел. 742-68-28,
e-mail: mka@veraplus.msk.ru