

Сергей Солдатов

## Интеграция SCADA-систем и систем управления предприятием

### ВВЕДЕНИЕ

Наиболее важными ИТ-ресурсами на промышленных предприятиях являются АСУ ТП, SCADA и ERP-системы. Первые две предназначены для управления процессом производства, третья – для организации контроля продаж и управления различными бизнес-процессами. Длительное время эти системы существовали параллельно, но в последнее время наметилась тенденция к их объединению, поскольку интеграция АСУ ТП и ERP позволяет повысить оперативность и прозрачность управления бизнесом. Необходимость подобной интеграции заказчики всё чаще стали прописывать в технических заданиях на АСУ ТП. Но как именно провести интеграцию, чему стоит уделить первостепенное внимание, а что вторично? Как организовать информационный обмен, и есть ли готовые решения? Какие возможности должен получить заказчик?

В данной статье даны ответы на некоторые острые вопросы интеграции АСУ ТП и ERP-систем, а также описываются получаемые от интеграции преимущества.

### ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ПРЕДПРИЯТИЯ

Комплексную (корпоративную) информационную систему (КИС) предприятия в общем случае можно представить в виде иерархии уровней (рис. 1), охватывающих все виды организационно-управленческой деятельности на предприятии, от сбора данных о технологических процессах до контроля выполнения заказов.

Первый уровень иерархии – различные автоматизированные системы учёта и управления (АСУ ТП – автоматизированная система управления технологическим процессом, АСУ Э – автоматизированная система управления электрооборудованием, АСКУЭ – автоматизированная система коммерческого учёта энергоресурсов). Их задача – сбор и первичная обработка данных о техпроцессах и ресурсах предприятия, а также обеспечение диспетчерского контроля и управления оборудованием.

Второй уровень – производственные исполнительные системы, или системы управления производственными процессами (MES – manufacturing execution system). Их предназначение – решение задач синхронизации, координации, анализа и оптимизации выпуска продукции. Также к этим системам относят программное обеспечение для планирования ремонтных работ, поддержания складского ре-

зерва запасных частей и управления персоналом, выполняющим сервисное обслуживание.

Третий уровень – системы управления ресурсами предприятия (ERP – enterprise resource planning). Системы данного уровня выполняют управление финансовыми ресурсами предприятия, отслеживают запасы материалов, управляют трудовыми ресурсами компании. Также они предназначены для поддержки среднесрочного и стратегического планирования деятельности предприятия.

Зачастую на большинстве отечественных предприятий присутствуют лишь первый и второй уровень, третий представлен отрывочно. При этом стоит отметить, что наличие первого уровня – обязательное условие построения качественной информационной системы компании. Без получения всеобъемлющей информации о выполняемых техпроцессах невозможно формирование целостной картины о деятельности предприятия. Второй уровень не менее важен, но часто выполняется не с помощью специализированных приложений, использующих данные с предыдущего уровня, а представлен разрозненными приложениями, автоматизирующими деятельность планового отдела предприятия. Третий, последний уровень иерархии нашёл активное применение лишь в последние десять лет. Но внедрение ERP-систем проходило и до сих пор очень часто осуществляется без связи с предыдущими уровнями, а сами ERP-системы, состоящие из большого количества разрозненных модулей, не учитывают специфики предприятий. Лишь в последние несколько лет у заказчиков стало появляться понимание сути ERP-систем и, как следствие, возникли требования к интеграторам об организации взаимосвязи между ERP и системами нижестоящих уровней.

### НЕКОТОРЫЕ ПРОБЛЕМЫ ИНТЕГРАЦИИ

Традиционно внедрением SCADA-систем в России занимаются фирмы-интеграторы, которые на базе разработок своих партнёров, производителей программного и аппаратного обеспечения, создают готовые решения для конечных потребителей [1]. Иногда конкуренцию им составляют ИТ-отделы предприятий. При этом используется самое разнообразное программно-аппаратное обеспечение российских и зарубежных производителей, а также собственные программные разработки. Часто задачи решаются локально, без системного подхода и



Рис. 1. Комплексная информационная система предприятия

Таблица 1

## Источники информации для СДУ

Уровень данных в СДУ	Сводная информация, передающаяся на последующий уровень	Детальная информация	Источник информации
Уровень АСУ ТП	Статистка по загрузке оборудования, по отклонениям, по доступности ресурсов	Журнал работы оборудования, отклонения от технологических параметров	SCADA-системы, прямое подключение к оборудованию через контроллеры
Цеховой уровень	Статистика по выполнению плана, по уровню брака, по уровню незавершенного производства, по особо учитываемой продукции	Данные об истории фактического движения товарно-материальных ценностей с указанием конкретного оборудования на каждой стадии. Данные о браке. Данные о дефиците	MES-системы, системы диспетчерского управления
Уровень управления производством	Выполнение плана-графика по заказам. Проблемные подразделения. Узкие места при выполнении заказов	Данные по заказам, по межцеховому дефициту	ERP-системы, системы диспетчерского управления

учёта требований к дальнейшей интеграции этих подсистем в КИС, за что в конечном счёте приходится дорого расплачиваться.

Большинство известных и популярных SCADA-систем, на первый взгляд, уже содержат реализацию всех необходимых функций оперативного контроля и управления технологическим процессом (сбор, обработка, хранение и визуализация данных, оповещение персонала о событиях и тревогах, передача команд управления). В то же время наблюдается ситуация, когда использование того или иного SCADA-пакета вызывает проблемы при интеграции с другими системами.

Одна из таких проблем — *отсутствие в SCADA-системе модулей, ответственных за агрегацию данных из разнородных источников* (самой SCADA-системы, OPC, SQL-базы и ряда других). Без наличия подобного функционала невозможно будет подготовить и передать данные в MES- и ERP-системы. Модуль должен поддерживать следующие функции агрегирования: усреднение, выборка max/min значений, суммирование, определение процентных соотношений и др. При этом необходимо поддерживать высокоуровневое пространство имён (формирование полного имени переменной, например, завод-цех-линия-станок-параметр) и организацию доступа к данным через системы управления базами данных (СУБД): MS SQL Server, Oracle и т.д. В этом случае системы MES и ERP посредством обычных SQL-запросов к СУБД могут легко получить доступ к истории и оперативным данным с уровня SCADA-системы.

Другой аспект интеграции внутри КИС — неоднородность информационных потоков в современных диспетчерских системах. Среди информационных потоков можно выделить два типа: технологические обмены и обмены бизнес-информацией [2]. Первые — это обмены в реальном времени значениями измеренных и контролируемых параметров. Такие обмены касаются SCADA-систем и осуществляются диспетчерскими пунктами с локальными системами автоматизации, а также идут между диспетчерскими пунктами. Бизнес-обмены — это обмены во временном режиме процессов хозяйственной деятельности (не процессов работы технологического оборудования) показателями, касающимися производственной деятельности предприятия. Иначе говоря, это обмены данными в основном между компонентами MES-системы, обмены MES- с ERP-системой, обмены с системами автоматизации внешних организаций.

Однако основной сложностью в организации информационного обмена между нижним и верхним уровнем КИС является *однозначное определение перечней сигналов для обмена, согласование логик, кодировок, состояния и других вопросов*. Как для технологических обменов, так и для обменов бизнес-информацией перечисленные вопросы могут привести к большим проблемам. Для технологических обменов это, прежде всего, традиционная несогласованность логик, кодировок, представления информации для отдельных установок, объ-

ектов, диспетчерских комплексов локального уровня и корпоративного. Даже на уровне установки и объекта один и тот же параметр может иметь различное наименование, например, по причине поставки разными производителями SCADA-системы и локальной системы автоматизации.

Ещё более серьёзной проблемой является *определение соответствия между параметрами и объектами в MES- и ERP-системах*. В силу большого числа причин в ряде случаев имеются расхождения в определении (и описании) объекта предприятия в бухгалтерских документах и в диспетчерской отчетности, не говоря уже о привязке значения к средствам измерения и контроля в SCADA-системе. Большую путаницу вносят ремонты, замены оборудования. Имеющиеся разночтения приводят к существенному усложнению интеграционных проектов и повышают затраты как на внедрение системы, так и на её сопровождение и расширение. Для решения этой проблемы предлагается однозначное определение места источника данных в иерархии предприятия. Источник данных может изменяться (а также добавляться, удаляться) только в рамках реконструкции всего предприятия, а не ремонтов или замены технологического оборудования (то есть, например, замена задвижки в результате ремонта не должна приводить к изменению кодировок параметров давления и температуры, измеряемых на данной задвижке). Для этих целей предлагается введение паспортизации параметров, выполняемое ещё на этапе проектирования.

Также зачастую при попытке заказчика получить целостную КИС интегратор сталкивается со следующей проблемой — *неготовность предприятия к внедрению MES- и ERP-системы*. Как бы ни хотелось, но практика показывает: чтобы на предприятии заработала стандартизованная система управления, оно должно вписываться в эти стандарты, то есть выполняемые бизнес-процессы должны удовлетворять ряду требований (имеются в виду требования стандартов MES- и ERP-систем). На этот случай интегратору стоит обратить внимание на системы диспетчерского управления (СДУ, ADSC — automated dispatching control systems) [3].

Очень часто на предприятии отдельно существуют ERP, системы цехового уровня и АСУ ТП. Выстраивание связанной иерархии средствами системы, взятой с одного из уровней управления, не даёт эффекта — слишком узкую область она охватывает.

Системы диспетчерского управления способны заполнить брешь в автоматизации. Они работают на стыке разных систем, и в их арсенале есть всё необходимое для интеграции данных разного уровня. Основа подобной системы — сбор и консолидация данных, под которой понимается комплекс методов и процедур, направленных на извлечение данных из различных источников, обеспечение необходимого уровня их информативности и качества, преобразование в единый формат, в котором они могут быть загружены в хранилище данных или аналитическую систему. Подобный функционал

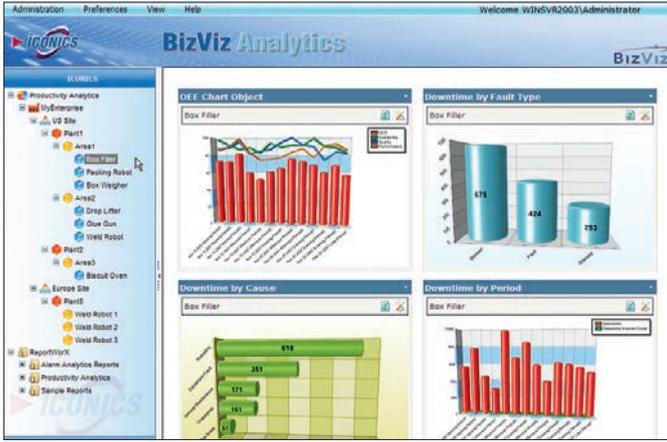


Рис. 2. Интерфейс ICONICS BizViz

очень похож на возможности модулей агрегирования в современных SCADA-системах.

На каждом из уровней СДУ используется своя система показателей, отображаемая в виде графиков и индикаторов. Из табл. 1 видно, что основными источниками информации являются общепринятые классы систем: SCADA, MES, ERP. Однако и сами системы диспетчерского управления имеют соответствующие возможности.

Безусловно, СДУ – это не панацея, но они способны эмулировать некоторые отсутствующие системы до их появления. Для целого ряда предприятий полный функционал бывает и не нужен, даже в продуктах от грандов систем управления предприятием, таких как SAP, Microsoft, Oracle и других, используются далеко не все модули.

Известно, что руководители практически не работают в учётных системах. И уж точно не работают в тех, где нет средств анализа или мониторинга. Важнейшая цель СДУ – донести до руководителя сводную информацию о работе его подотчётного подразделения в простом и понятном виде. Именно поэтому СДУ и внедряются легче – ведь в них заинтересованы руководители.

В целом можно сказать, что основа эффективной организации информационных обменов – полная проработка данных вопросов на этапе проектных работ [2]. Роль проектных организаций крайне велика, в случае эффективного решения проблемы информационных обменов на стадии проектирования достигается существенная экономия всех видов ресурсов при реализации и расширении системы и, главное, обеспечивается эффективное решение всех классов задач на всех уровнях управления.

### ПРЕОДОЛЕНИЕ ПРОБЛЕМ ИНТЕГРАЦИИ

Одним из способов решения ряда указанных проблем является использование «правильного» программного обеспечения (ПО). К такому ПО смело можно отнести приложения компании ICONICS. Истории их успешного внедрения и интеграции с другими системами наглядно показывают, что интеграторы, вооружённые «правильными» решениями, могут справиться с самыми разнообразными проектами.

Одним из таких проектов была интеграция производственных процессов с ERP-системами в компании «Почта Италии» (Poste Italiane). Это национальная почтовая система Италии, которая обрабатывает более 7 миллиардов почтовых отправлений в год и управляет тысячами сотрудников и отделений.



## ЗАЩИЩЕННЫЕ ПАНЕЛЬНЫЕ ПК ИЗ НЕРЖАВЕЮЩЕЙ СТАЛИ



**AFP-6000**

Резистивный сенсорный экран

- Защита от царапин
- Прочность передней панели 7Н



NEMA 4x/IP66

- Защита от напора воды под давлением
- Полная герметизация корпуса



Корпус из нержавеющей стали 316L

- Отличные антикоррозионные свойства
- Гигиеничный и легко очищаемый

**ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ ААЕОН**



Тел.: (495) 234-0636 • Факс: (495) 234-0640 • info@prosoft.ru • www.prosoft.ru



Проект был направлен на повышение качества оперативного управления почтовой инфраструктурой и улучшение следующих бизнес-процессов:

- контроль, мониторинг и управление производственными операциями;
- мониторинг хода выполняемых работ;
- поддержка управленческих решений;
- отслеживание потоков корреспонденции в рамках сортировочного центра;
- сбор данных с полевого уровня (датчики, исполнительные механизмы);
- интеграция с административными системами.

В ходе выполнения проекта были внедрены следующие программные продукты ICONICS: пакет SCADA-системы GENESIS32, включающий GraphWorX32, TrendWorX32, AlarmWorX32 и DataWorX32; интеллектуальное решение BizViz и программы для бизнес-представления информации, в том числе PortalWorX, ReportWorX, BridgeWorX и MobileHMI.

Были получены следующие результаты внедрения и интеграции:

- полная интеграция всей цепочки создания стоимости, от уровня производства до уровня предприятия;
- организация доступа к информации в режиме реального времени, что позволило сотрудникам и менеджерам работать и взаимодействовать с большей производительностью;
- предоставление управленческому персоналу информации для принятия более качественных оперативных решений;
- предоставление широких возможностей по интеграции и использованию информации из нескольких источников данных, в том числе из систем: сортировочных, распозна-

вания адресов, складских, взвешивания и упаковки, финансовых и планирования производства;

- прекрасные коммуникационные возможности, гибкость полученного проекта и качественная визуализация.

Была получена дополнительная прибыль за счёт интеграции интеллектуальной системы управления производством со всеми модулями, используемыми в цепочке формирования стоимости. Решение интегрировано с SAP (PP/DS, EM, BW-SEM, SD & LES), системами RFID и уже существующими системами. Продукт ICONICS BizViz (рис. 2) обеспечил выполнение жёстких требований по визуализации и подключению, что позволило:

- создать персонализированные информационные панели с соответствующим содержанием от различных систем;
- ввести настраиваемые ключевые показатели эффективности для отслеживания производительности в режиме реального времени по заданным целям;
- обеспечить формирование отчётности (автоматической и по запросу) с передовыми аналитическими функциями.

Начавшись в 2004 году, проект постепенно охватил все 23 сортировочных центра. В течение всего процесса внедрения уровень автоматизации бизнес-процессов неуклонно рос от первоначальных 40% к запланированным 85%. Стоит отметить, что критическим фактором успеха и быстрого развёртывания было тесное сотрудничество заказчика с местным системным интегратором.

Другим интересным проектом, где требовалось построение комплексной информационной системы предприятия, был проект в Metal Trade Comax (Чехия). Это предприятие расположено примерно в 30 километрах от Праги и работает в обла-

Водонепроницаемые мыши

Механические трекболы

Лазерные трекболы

ЗАЩИЩЕННЫЕ КЛАВИАТУРЫ

## Устройства ввода для экстремальных условий

InduKey iKey NSI

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ INDUKEY, IKEY, NSI

PROSOFT® 25 ЛЕТ

Тел.: (495) 234-0636 • Факс: (495) 234-0640 • info@prosoft.ru • www.prosoft.ru



Реклама



Рис. 3. Линия металлопроката Metal Trade Comax

сти цветной металлургии, выпуская как сплавы, так и металлопрокат (рис. 3). Используя технологию Coil Coating (нанесение покрытия на рулонный прокат), металлургическое предприятие выполняет нанесение органических покрытий и тиснения на алюминий, алюминиевые сплавы, холоднокатаную сталь и горячеоцинкованную сталь. Покрытый специальным составом металлопрокат имеет широкую область применения: кровля, листовая металл, перила, окна, прицепы, облицовка зданий и т.д.

ICONICS GENESIS32 с GraphWorX32 обеспечивает визуализацию процесса нанесения покрытия на металл. WebHMI позволяет контролировать процессы через Интернет. ReportWorX32 и TrendWorX32 обеспечивают запись данных, графиков, отчетов и простую аналитику, в то время как AlarmWorX32 предоставляет информацию о неисправностях. Для полной интеграции данных о производстве и бизнес-процессах в компании обеспечивается обмен данными между ПО ICONICS и системой планирования ресурсов предприятия Microsoft Dynamics NAV.

GENESIS32 для Metal Trade Comax был предложен системным интегратором ADAX, который уже реализовал несколько успешных проектов в Чехии. После 8 месяцев внедрения заказчик получил полный мониторинг и контроль производственных процессов.

Поддержка открытых стандартов в ICONICS позволила заказчику обеспечить совместимость с устройствами от самых разных поставщиков. Решение от ICONICS легко взаимодействует и с SIEMENS SIMOTION PLC, управляющими двигателями производственной линии, и с SIEMENS SIMATIC S7-300, связанными через Industrial Ethernet.

DataWorX32 обеспечивает агрегацию данных из различных источников OPC. Также проводится мониторинг по SNMP-

протоколу устройств измерения потребленной электроэнергии. Компонент TrendWorX позволил компании сохранять большие объемы исторических данных в Microsoft SQL 2005 Server, а ReportWorX предоставил возможность генерации технологических и клиентских отчетов. Технологические отчеты включают в себя информацию об условиях и событиях во время производства, например, о дефектах на поверхности рулона металла или аварийных событиях во время нанесения покрытия. Клиентские отчеты содержат бизнес-информацию из Microsoft Dynamics NAV и краткое описание продукта, включая длину полосы, вес, материал и результаты лабораторных исследований.

Решения от ICONICS позволили гарантированно обеспечить необходимый уровень качества металлического покрытия на выходе с конвейера. Компания имеет систему для автоматической оценки поверхностных дефектов в рулонах. Для этого на линии установлены три быстрые промышленные камеры, которые могут обнаружить поверхностные дефекты на металлических пластинах. Результаты работы камер передаются в ReportWorX (рис. 4), где данные визуализируются и сохраняются на сервере.

После успешного внедрения ICONICS на производственной линии ADAX было предложено модернизировать другие системы заказчика, в частности, систему управления для печи по выплавке алюминия на 12 тонн. По мнению заказчика, в данной системе управления есть много задач, которые можно оптимизировать с помощью решений от ICONICS.

Как видно из описания примеров построения КИС, в обоих случаях перед интеграторами стояла задача не просто автоматизировать технологические процессы, а выполнить комплексную автоматизацию предприятия, с предоставлением не только информации о техпроцессах, но и о состоянии бизнес-процессов. И тем не менее, они справились благодаря верно выбранному инструменту.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Долгое время системные интеграторы из области АСУ ТП не сталкивались с необходимостью разбираться со смежными системами и обеспечивать интерфейсы обмена информацией. Проблемы обработки и использования накопленной в базах данных SCADA-систем информации в сфере бизнес-процессов были взвалены на тех, кому эти данные нужны. Но сейчас им брошен серьезный вызов: потенциальным и бывшим клиентам уже не нужен только хорошо отлаженный технологический процесс, им нужен бизнес-процесс, увязанный с технологией. А для этого надо гораздо серьезнее относиться к проектированию новых систем, а также к выбору «правильного» инструментария. ●

## ЛИТЕРАТУРА

1. Прошин Д.И., Гурьянов Л.В. Проблемы выбора инструментальных средств построения SCADA-систем // ИСУП. – 2010. – № 1.
2. Зельдин Ю.М., Ковалёв А.А. Концепция построения современной информационно-управляющей системы в диспетчерском центре газотранспортного общества ОАО «Газпром» [Электронный ресурс] // Сайт ЗАО «Атлантик ТрансгазСистема». – Режим доступа : [http://www.atgs.ru/Sites/atgs\\_ru/Uploads/samara.9E337D05265F4BC8B9AB-C82460B50988.pdf](http://www.atgs.ru/Sites/atgs_ru/Uploads/samara.9E337D05265F4BC8B9AB-C82460B50988.pdf).
3. Системы диспетчерского управления [Электронный ресурс] // Сайт компании SIAMS. – Режим доступа : <http://www.siams.com/disp.htm>.

E-mail: [ssa-company@rambler.ru](mailto:ssa-company@rambler.ru)



Рис. 4. Интерфейс генерации отчетов в ICONICS ReportWorX



### Области применения:

Светильники предназначены для внутреннего и наружного освещения общественных и промышленных помещений. Рассчитаны на работу в тяжелых условиях при температуре от  $-40$  до  $+50^{\circ}\text{C}$ .

ЕАС

### Преимущества

- Высокая эффективность
- Значительное сокращение потребления электроэнергии
- Отсутствие пульсаций
- Комфортная цветовая температура
- Высокий уровень цветопередачи

IP65

$-40...+50^{\circ}\text{C}$

$\sim 220\text{ В}$

4200 К

$\phi > 0,95$

3 года

