

**БАЛТИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ «ВОЕНМЕХ» имени Д. Ф. Устинова**

Основы системы SCADA. Структура и технологии.

Автор: Юнаков И. Л.

Санкт-Петербург
2009 год

Непрерывную во времени картину развития АСУ ТП (автоматизированная система управления технологическим процессом) можно разделить на три этапа, обусловленные появлением качественно новых научных идей и технических средств. В ходе истории меняется характер объектов и методов управления, средств автоматизации и других компонентов, составляющих содержание современной системы управления:

1.) Первый этап отражает внедрение систем автоматического регулирования (САР). Объектами управления на этом этапе являются отдельные параметры, установки, агрегаты; решение задач стабилизации, программного управления, слежения переходит от человека к САР. У человека появляются функции расчета задания и параметры настройки регуляторов.

2.) Второй этап - автоматизация технологических процессов. Объектом управления становится рассредоточенная в пространстве система; с помощью систем автоматического управления (САУ) реализуются все более сложные законы управления, решаются задачи оптимального и адаптивного управления, проводится идентификация объекта и состояний системы. Характерной особенностью этого этапа является внедрение систем телемеханики в управление технологическими процессами. Человек все больше отдаляется от объекта управления, между объектом и диспетчером выстраивается целый ряд измерительных систем, исполнительных механизмов, средств телемеханики, мнемосхем и других средств отображения информации.

3.) Третий этап - автоматизированные системы управления технологическими процессами - характеризуется внедрением в управление технологическими процессами вычислительной техники. Вначале - применение микропроцессоров, использование на отдельных фазах управления вычислительных систем; затем активное развитие человеко-

машинных систем управления, методов и моделей исследования операций и, наконец, диспетчерское управление на основе использования автоматических информационных систем сбора данных и современных вычислительных комплексов.

От этапа к этапу менялись и функции человека (оператора/диспетчера), призванного обеспечить регламентное функционирование технологического процесса. Расширяется круг задач, решаемых на уровне управления; ограниченный прямой необходимостью управления технологическим процессом набор задач пополняется качественно новыми задачами, ранее имеющими вспомогательный характер или относящиеся к другому уровню управления.

Диспетчер в многоуровневой автоматизированной системе управления технологическими процессами получает информацию с монитора ЭВМ или с электронной системы отображения информации и воздействует на объекты, находящиеся от него на значительном расстоянии с помощью телекоммуникационных систем, контроллеров, интеллектуальных исполнительных механизмов.

Основным, необходимым условием эффективной реализации диспетчерского управления становится работа с информацией, т. е. процессы сбора, передачи, обработки, отображения, представления информации. От диспетчера уже требуется не только профессиональное знание технологического процесса, основ управления им, но и опыт работы в информационных системах, умение принимать решение (в диалоге с ЭВМ) в нештатных и аварийных ситуациях и многое другое. Диспетчер становится главным действующим лицом в управлении технологическим процессом. Требование повышения надежности систем диспетчерского управления является одной из предпосылок появления нового подхода при разработке таких систем: ориентация на оператора/диспетчера и его задачи.

Концепция SCADA (от англ. Supervisory Control And Data Acquisition System - система сбора данных и осуществление оперативного

диспетчерского управления) predeterminedена всем ходом развития систем управления и результатами научно-технического прогресса. Применение SCADA- технологий позволяет достичь высокого уровня автоматизации в решении задач разработки систем управления, сбора, обработки, передачи, хранения и отображения информации. Полнота и наглядность представляемой на экране информации, доступность "рычагов" управления, удобство пользования подсказками и справочной системой и т. д. - повышает эффективность взаимодействия диспетчера с системой и сводит к нулю его критические ошибки при управлении.

Управление технологическими процессами на основе систем SCADA стало осуществляться в передовых западных странах в 80-е годы. Область применения охватывает сложные объекты электро- и водоснабжения, химические, нефтехимические и нефтеперерабатывающие производства, железнодорожный транспорт, транспорт нефти и газа и др.

В России диспетчерское управление технологическими процессами опиралось, главным образом, на опыт оперативно-диспетчерского персонала. Поэтому переход к управлению на основе SCADA-систем стал осуществляться несколько позднее. К трудностям освоения в России новой информационной технологии, какой являются SCADA-системы, относится как отсутствие эксплуатационного опыта, так и недостаток информации о различных SCADA-системах.

В настоящее время SCADA является основным и наиболее перспективным методом автоматизированного управления сложными динамическими системами (процессами).

Большое значение при внедрении современных систем диспетчерского управления имеет решение следующих задач:

- Выбора SCADA-системы (исходя из требований и особенностей технологического процесса);
- Кадрового сопровождения.

Выбор SCADA-системы представляет собой достаточно трудную задачу, аналогичную принятию решений в условиях многокритериальности, усложненную невозможностью количественной оценки ряда критериев из-за недостатка информации.

Основные функции, которые выполняет SCADA-система:

- Сбор данных о технологическом процессе ;
- Обработка информации ;
- Обмен данными с УСО (устройства связи с объектом) ;
- Отображение информации на экране монитора ;
- Подготовка и генерирование отчетов о стадиях технологического процесса ;
- Обеспечение связи с внешними приложениями (электронные таблицы, текстовые процессоры и т. д.).

В силу тех требований, которые предъявляются к системам SCADA, спектр их функциональных возможностей определен и реализован практически во всех пакетах. Перечислим основные возможности и средства, присущие всем системам и различающиеся только техническими особенностями реализации:

- автоматизированная разработка, дающая возможность создания ПО системы автоматизации без реального программирования;
- средства сбора первичной информации от устройств нижнего уровня;
- средства управления и регистрации сигналов об аварийных ситуациях;
- средства хранения информации с возможностью ее постобработки (как правило, реализуется через интерфейсы к наиболее популярным базам данных);
- средства обработки первичной информации;
- средства визуализации информации в виде графиков, гистограмм и т.п.;
- возможность работы прикладной системы с наборами параметров, рассматриваемых как "единое целое".

Основу большинства SCADA-пакетов составляют несколько программных компонентов (база данных реального времени, ввода-вывода, предыстории, аварийных ситуаций) и администраторов (доступа, управления, сообщений). Технология проектирования систем автоматизации на основе SCADA-систем очень похожа:

- Разработка архитектуры системы автоматизации в целом. На этом этапе определяется функциональное назначение каждого узла системы автоматизации.

- Решение вопросов, связанных с возможной поддержкой распределенной архитектуры, необходимостью введения узлов с "горячим резервированием" и т.п.

- Создание прикладной системы управления для каждого узла. На этом этапе специалист в области автоматизируемых процессов наполняет узлы архитектуры алгоритмами, совокупность которых позволяет решать задачи автоматизации.

- Приведение в соответствие параметров прикладной системы с информацией, которой обмениваются устройства нижнего уровня (например, программируемые логические контроллеры - PLCs) с внешним миром (датчики температуры, давления и др.)

- Отладка созданной прикладной программы в режиме эмуляции и в реальном режиме.

Перечисленные выше возможности систем SCADA в значительной мере определяют стоимость и сроки создания ПО, а также сроки ее окупаемости.

Анализ перечня программно-аппаратных платформ необходим, поскольку от него зависит ответ на вопросы распространения SCADA-системы на имеющиеся вычислительные средства, а также оценка стоимости эксплуатации системы (будучи разработанной в одной операционной среде, прикладная программа может быть выполнена в любой другой, которую поддерживает выбранный SCADA-пакет). В

различных SCADA-системах этот вопрос решен по разному. Так, FactoryLink имеет весьма широкий список поддерживаемых программно-аппаратных платформ:

| | |
|----------------------|--|
| Операционная система | Компьютерная платформа |
| DOS/MS Windows | IBM PC |
| OS/2 | IBM PC |
| SCO UNIX | IBM PC |
| DOS/MS Windows | IBM PC |
| VMS | VAX |
| AIX | RS6000 |
| HP-UX | HP 9000 |
| MS Windows/NT | Системы с реализованным Windows/NT, в основном на PC-платформе |

В то же время в таких SCADA-системах, как RealFlex и Sitex основу программной платформы принципиально составляет единственная операционная система реального времени QNX.

Подавляющее большинство SCADA-систем реализовано на MS Windows платформах. Все более очевидным становится применение ОС реального времени, в основном, во встраиваемых системах.

Большинство SCADA-систем имеют встроенные языки высокого уровня, позволяющие сгенерировать адекватную реакцию на события, связанные с изменением значения переменной, с выполнением некоторого логического условия, с нажатием комбинации клавиш, а также с выполнением некоторого фрагмента с заданной частотой относительно всего приложения или отдельного окна.

Встроенные языки программирования - мощное средство SCADA - систем, предоставляющее разработчику гибкий инструмент для разработки сложных приложений. Первые версии SCADA - систем либо не имели

подобных языков, либо эти языки реализовывали небогатый набор функций. В современных версиях SCADA - систем функциональные возможности языков становятся существенно богаче. Явно выделяются два подхода:

1.) Ориентация встроенных языков программирования на технологов. Функции в таких языках являются высокоуровневыми, не требующими профессиональных навыков программирования при их использовании.

2.) Ориентация на системного интегратора.

В каждом языке допускается расширение набора функций. В языках, ориентированных на технологов, это расширение достигается с помощью дополнительных инструментальных средств. Разработка дополнительных функций выполняется обычно программистами - профессионалами. Разработка новых функций при втором подходе выполняется обычно разработчиками приложений (как и в традиционных языках программирования).

Все SCADA-системы открыты для дальнейшего расширения и усовершенствования и имеют для этих целей встроенные языки высокого уровня, чаще всего Visual Basic, либо допускают подключение программных кодов, написанных самим пользователем. Кроме того, к системам можно подключать разработки иных фирм, объекты ActiveX, стандартные библиотеки DLL Windows. Для реализации этих технологий разработаны специальные инструментальные средства и специализированный интерфейс.

Практически все SCADA-системы, в частности, Genesis, InTouch используют ANSI SQL синтаксис, который является независимым от типа базы данных. Таким образом, приложения виртуально изолированы, что позволяет менять базу данных без серьезного изменения самой прикладной задачи, создавать независимые программы для анализа информации, использовать уже наработанное программное обеспечение, ориентированное на обработку данных.

SCADA-система может быть интегрирована с самыми разными сетями: другими SCADA-системами, офисными сетями предприятия, регистрирующими и сигнализирующими сетями (например, охрана и пожарная сигнализация) и т.п. Для эффективной работы в этой разнородной среде SCADA-системы используют стандартные протоколы NETBIOS и TCP/IP. Одно только упоминание протокола TCP/IP уже говорит о том, что SCADA-системы могут работать и в Интернете, тем более что все более актуальной становится передача оперативной и статической информации о процессе на Web-узлы.

SCADA-пакеты состоят из нескольких программных блоков: модули доступа и управления, сигнализации, базы данных реального времени, базы данных и модули ввода-вывода и аварийных ситуаций.

Главное требование к SCADA-системам - корректная работа в режиме реального времени. Причем главным приоритетом при передаче и обработке обладают сигналы, поступающие от технологического процесса или на него и влияющие на его протекание. Для этих целей многие пакеты реализованы с применением операционных систем ОС реального времени. Источники данных в системах SCADA могут быть следующими.

1.) Драйверы связи с контроллерами. Очень важна надежность драйверов связи. Драйверы должны иметь средства защиты и восстановления данных при сбоях, автоматически уведомлять оператора и систему об утере связи, при необходимости подавать сигнал тревоги.

2.) Реляционные базы данных. SCADA-системы поддерживают протоколы, независимые от типа базы данных, благодаря чему в качестве источника данных может выступать большинство популярных СУБД: Access, Oracle и т. д. Такой подход позволяет оперативно изменять настройки технологического процесса и анализировать его ход вне систем реального времени, различными, специально созданными для этого программами.

3.) Приложения, содержащие стандартный интерфейс DDE (Dynamic Data Exchange) или OLE-технология (Object Linking and Embedding), позволяющую включать и встраивать объекты. Это дает возможность использовать в качестве источника данных даже некоторые стандартные офисные приложения, например Microsoft Excel.

Ввод поступающих и вывод передаваемых данных организованы как система специальных функциональных блоков. Текущая информация о процессе хранится в специальных базах ввода-вывода. Входные блоки получают информацию и приводят ее в вид, пригодный для дальнейшего анализа и обработки. Блоки обработки реализуют алгоритмы контроля и управления, такие как задержка, суммирование, статистическая обработка; над цифровыми данными могут проводиться операции булевой алгебры и др. Выходные блоки передают управляющий сигнал от системы к объекту. Для увеличения скорости передачи применяются различные методы кэширования данных, что устраняет перегрузку низкоскоростных сетей. Иными словами, если два различных клиента одновременно запрашивают у сервера одни и те же данные, он посылает контроллеру не два запроса, а лишь один, возвращая второму клиенту данные из кэш-памяти.

Едва ли не самый важный момент при создании АСУТП - это организация такой системы управления, которая обеспечивала бы надежность и оперативную отработку аварийных ситуаций как в самой системе управления, так и в технологическом процессе. Аварийное сигнализирование и отработка аварийных ситуаций в технологическом процессе в большинстве SCADA-систем выделяются в отдельный модуль с наивысшим приоритетом. Надежность же системы управления достигается за счет резервирования. Можно зарезервировать всё: сервер, его отдельные задачи, сетевые соединения и отдельные (или все) связи с аппаратурой. Резервирование происходит по интеллектуальному алгоритму: чтобы не создавать удвоенную нагрузку на сеть, основной сервер взаимодействует с аппаратурой и периодически посылает сообщения резервному серверу,

который сохраняет в памяти текущий статус системы. Если основной сервер выходит из строя, резервный берет управление на себя и работает до тех пор, пока основной не приступит к работе. Сразу после этого базы данных основного сервера обновляются данными резервного и управление возвращается основному серверу.

Рассмотрим одну из SCADA-систем на примере отечественной системы «ЭНТЕК»:

SCADA-система «ЭНТЕК» разрабатывается специально для автоматизации в области энергетики с учетом особенностей эксплуатации в Российской Федерации. Благодаря специализированным решениям на базе ЭНТЕК можно создавать высокопроизводительные и масштабируемые системы автоматизации, рассчитанные на одновременную работу с сотнями и тысячами объектов.

Функции системы:

- сбор и регистрация первичной информации о ходе технологического процесса;
- обработка информации по алгоритмам пользователя;
- оперативное, диспетчерское управление;
- ведение истории технологического процесса;
- просмотр и анализ хода технологического процесса;
- формирование отчетной документации;
- сигнализация и регистрация событий и нарушений в ходе технологического процесса;
- регистрация всех действий операторов;
- механизм настройки прав пользователей.

Основные характеристики SCADA-системы «ЭНТЕК»:

- функционирование на платформе Windows2000/XP/7;
- резервирование рабочих станций, серверов, баз данных;
- распределенная архитектура клиент-сервер;
- использование SQL-сервера Firebird 1.5 для управления базами данных;

- встроенная поддержка распространенных типов отечественной и зарубежной контроллерной техники;
- возможность использования архивов устройств — механизм «докачки» истории;
- возможность подключения специфических устройств;
- открытые интерфейсы для расширения функциональности.

SCADA-система «ЭНТЕК» является полноценным инструментом для проведения полного цикла работ по настройке сбора данных и управлению, заданию алгоритмов обработки, формированию сигналов тревог, настройке баз данных истории, формированию технологических и оперативных схем отображения информации. При этом не требуются знания и квалификация программиста, все работы могут быть проведены специалистом уровня инженера АСУ. Клиент-серверная архитектура взаимодействия модулей SCADA-системы «ЭНТЕК» позволяет в рамках локальной сети предприятия создавать серверные станции и автоматизированные рабочие места пользователей в любой комбинации. В качестве транспортного протокола используется протокол TCP/IP.

Базовая версия стоит 18 000 руб., позволяет опрашивать 1 контролируемый пункт (КП), при этом число сигналов на объект не ограничивается. Последующее расширение информационной емкости – 1000 руб. на каждый дополнительный КП. При большом количестве КП производятся скидки, вплоть до приобретения неограниченной версии системы на любое число КП.

Вывод: Сложившаяся практика построения автоматизированных систем управления достаточной сложности свидетельствует о том, что применение SCADA-систем в проектировании АСУТП значительно упрощает жизнь разработчикам и позволяет организовать надежное и качественное управление при эксплуатации систем.

SCADA-системы можно считать в той или иной степени открытыми, обеспечивающими возможность дополнения функциями собственной

разработки, имеющими открытый протокол для разработки собственных драйверов, развитую сетевую поддержку, возможность включения ActiveX объектов и доступность к стандартным базам данных. SCADA-системы поддерживают десятки и сотни драйверов, что делает их безусловными лидерами по этому показателю.

Построение прикладной системы на основе любой из рассмотренных SCADA-систем резко сокращает набор необходимых знаний в области классического программирования, позволяя концентрировать усилия по освоению знаний в прикладной области.

Недостатком SCADA-систем является стоимость. Механизм определения цены у разных фирм-разработчиков различен: стоимость InTouch, например, зависит от количества переменных, используемых в разрабатываемой прикладной программе, стоимость Simplicity определяется количеством каналов ввода/вывода, которые должна поддерживать система, а пакет FactoryLink имеет высокую базовую стоимость, но не имеет ограничений по количеству каналов. При оценке стоимости SCADA-системы учитываются минимальные и рекомендуемые ресурсы компьютера, необходимые для ее установки. В некоторых системах число допустимых переменных напрямую зависит от количества доступного ОЗУ.