

Общие понятия и структура SCADA-систем

Рассматриваемые вопросы:

1. Введение.
2. Определение и общая структура SCADA.
3. Функциональная структура SCADA.
4. Особенности SCADA как процесса управления.

2.1. Введение

В настоящее время SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition - диспетчерское управление и сбор данных) является наиболее перспективной технологией автоматизированного управления во многих отраслях промышленности.

В последние несколько десятилетий за рубежом резко возрос интерес к проблемам построения высокоэффективных и высоконадежных систем диспетчерского управления и сбора данных.

С одной стороны, это связано со значительным прогрессом в области вычислительной техники, программного обеспечения и телекоммуникаций, что увеличивает возможности и расширяет сферу применения автоматизированных систем.

С другой стороны, развитие информационных технологий, повышение степени автоматизации и перераспределение функций между человеком и аппаратурой обострило проблему взаимодействия человека-оператора с системой управления. Расследование и анализ большинства аварий и происшествий в промышленности и на транспорте, часть из которых привела к катастрофическим последствиям, показали, что, если в 60-х годах XX века ошибка человека являлась первоначальной причиной лишь 20% инцидентов, то в 90-х годах доля «человеческого фактора» возросла до 80%, причем, в связи с постоянным совершенствованием технологий и

повышением надежности электронного оборудования и машин, доля эта может еще возрасти (рис.1).

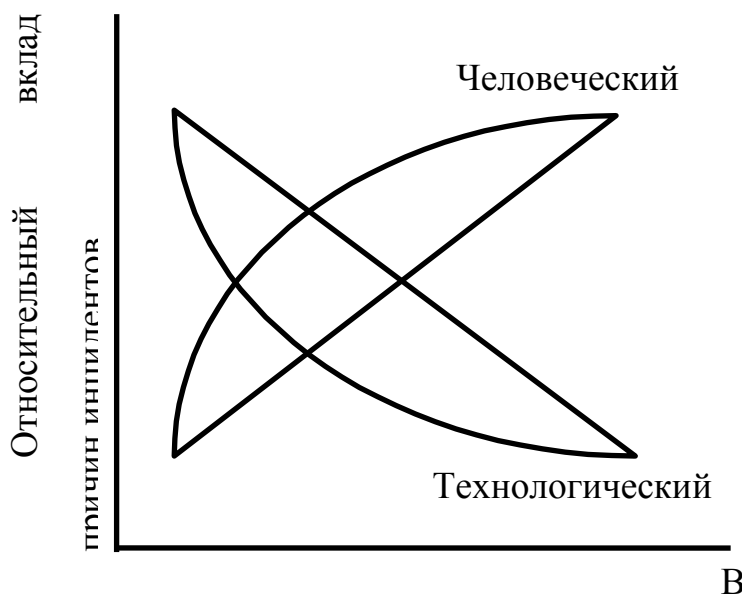


Рисунок 1 Тенденции причин аварий в сложных автоматизированных системах.

Основной причиной таких тенденций является старый традиционный подход к построению АСУ, который применяется часто и в настоящее время: ориентация в первую очередь на применение новейших технических (технологических) достижений, стремление повысить степень автоматизации и функциональные возможности системы и, в то же время, недооценка необходимости построения эффективного человеко-машинного интерфейса (HMI - Human-Machine Interface), т.е. интерфейса, ориентированного на оператора.

Возникла необходимость применения нового подхода при разработке таких систем, а именно, ориентация в первую очередь на человека-оператора (диспетчера) и его задачи. Реализацией такого подхода и являются SCADA-системы, которые иногда даже называют SCADA/HMI.

Управление технологическими процессами на основе SCADA-систем стало осуществляться в передовых западных странах в 80-е годы XX века. В

России переход к управлению на основе SCADA-систем стал осуществляться несколько позднее, в 90-е годы.

SCADA-системы наилучшим образом применимы для автоматизации управления непрерывными и распределенными процессами, какими являются нефтегазовые технологические процессы. Кроме нефтяной и газовой промышленности, SCADA-системы применяются в следующих областях:

- управление производством, передачей и распределением электроэнергии;
- промышленное производство;
- водозабор, водоочистка и водораспределение;
- управление космическими объектами;
- управление на транспорте (все виды транспорта: авиа, метро, железнодорожный, автомобильный, водный);
- телекоммуникации;
- военная область.

В мире насчитывается не один десяток компаний, активно занимающихся разработкой и внедрением SCADA-систем. Программные продукты многих из этих компаний представлены на российском рынке. Кроме того, в России существуют компании, которые занимаются разработкой отечественных SCADA-систем.

2.2. Определение и общая структура SCADA

SCADA - это процесс сбора информации реального времени с удаленных объектов для обработки, анализа и возможного управления этими объектами.

В SCADA-системах в большей или меньшей степени реализованы основные принципы, такие, как работа в режиме реального времени, использование значительного объема избыточной информации (высокая

частота обновления данных), сетевая архитектура, принципы открытых систем и модульного исполнения, наличие запасного оборудования, работающего в «горячем резерве» и др.

Все современные SCADA-системы включают три основных структурных компонента (рис.2).

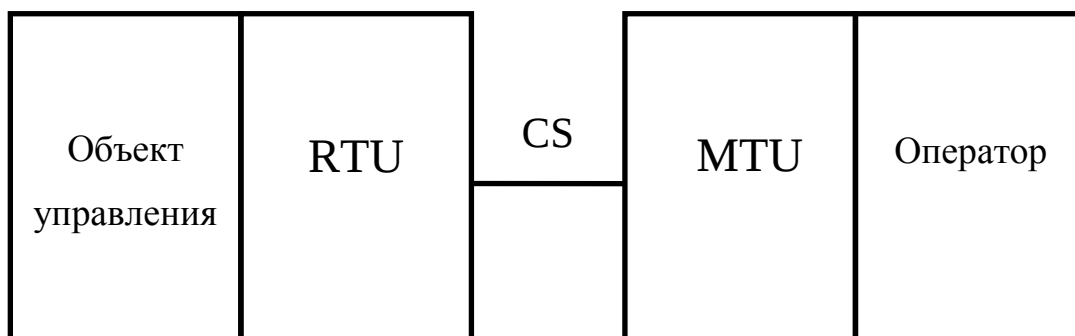


Рисунок 2. Основные структурные компоненты SCADA-системы.

Remote Terminal Unit (RTU) - удаленный терминал, осуществляющий обработку задачи (управление) в режиме реального времени.

Системы реального времени бывает двух типов: системы жесткого реального времени и системы мягкого реального времени.

Системы жесткого реального времени не допускают никаких задержек

Спектр воплощения RTU широк - от примитивных датчиков, осуществляющих съем информации с объекта, до специализированных многопроцессорных отказоустойчивых вычислительных комплексов, осуществляющих обработку информации и управление в режиме жесткого реального времени. Конкретная его реализация определяется конкретным применением. Использование устройств низкоуровневой обработки информации позволяет снизить требования к пропускной способности каналов связи с центральным диспетчерским пунктом.

Master Terminal Unit (MTU) - диспетчерский пункт управления (главный терминал); осуществляет обработку данных и управление высокого уровня, как правило, в режиме мягкого реального времени. Одна из основных функций - обеспечение интерфейса между человеком-оператором и системой. MTU может быть реализован в самом разнообразном виде - от одиночного компьютера с дополнительными устройствами подключения к каналам связи до больших вычислительных систем и/или объединенных в локальную сеть рабочих станций и серверов.

Communication System (CS) - коммуникационная система (каналы связи), необходима для передачи данных с удаленных точек (объектов, терминалов) на центральный интерфейс оператора-диспетчера и передачи сигналов управления на RTU.

2.3. Функциональная структура SCADA

В названии SCADA присутствуют две основные функции, возлагаемые на системы этого класса:

- сбор данных о контролируемом процессе;
- управление технологическим процессом, реализуемое ответственными лицами на основе собранных данных и правил (критериев), выполнение которых обеспечивает наибольшую эффективность технологического процесса.

SCADA-системы обеспечивают выполнение следующих функций:

1. Прием информации о контролируемых технологических параметрах от контроллеров нижних уровней и датчиков.
2. Сохранение принятой информации в архивах.
3. Обработка принятой информации.
4. Графическое представление хода технологического процесса, а также принятой и архивной информации в удобной для восприятия форме.

5. Прием команд оператора и передача их в адрес контроллеров нижних уровней и исполнительных механизмов.
6. Регистрация событий, связанных с контролируемым технологическим процессом и действиями персонала, ответственного за эксплуатацию и обслуживание системы.
7. Оповещение эксплуатационного и обслуживающего персонала об обнаруженных аварийных событиях, связанных с контролируемым технологическим процессом и функционированием программно-аппаратных средств АСУТП с регистрацией действий персонала в аварийных ситуациях.
8. Формирование сводок и других отчетных документов на основе архивной информации.
9. Обмен информацией с автоматизированной системой управления предприятием.
10. Непосредственное автоматическое управление технологическим процессом в соответствии с заданными алгоритмами.

Данный перечень функций, выполняемых SCADA-системами, не является абсолютно полным, более того, наличие некоторых функций и объем их реализации сильно варьируется от системы к системе.

2.4. Особенности SCADA как процесса управления

Существует два типа управления удаленными объектами в SCADA-системах: автоматическое и инициируемое оператором системы.

Процесс управления в современных SCADA-системах имеет следующие особенности:

- процесс SCADA применяется в системах, в которых обязательно наличие человека (оператора, диспетчера);

- процесс SCADA был разработан для систем, в которых любое неправильное воздействие может привести к отказу объекта управления или даже катастрофическим последствиям;
- оператор несет, как правило, общую ответственность за управление системой, которая при нормальных условиях только изредка требует подстройки параметров для достижения оптимальной производительности;
- активное участие оператора в процессе управления происходит нечасто и в непредсказуемые моменты времени, обычно в случае наступления критических событий (отказы, нештатные ситуации и пр.);
- действия оператора в критических ситуациях могут быть жестко ограничены по времени (несколькими минутами или даже секундами).

Лекция 3. Основные требования к SCADA-системам и их возможности. Аппаратные и программные средства SCADA-систем

Рассматриваемые вопросы:

1. Основные требования к SCADA-системам.
2. Основные возможности современных SCADA-пакетов.
3. Тенденции развития аппаратных и программных средств SCADA-систем.

3.1. Основные требования к SCADA-системам

К SCADA-системам предъявляются следующие основные требования:

- надежность системы;
- безопасность управления;
- открытость, как с точки зрения подключения различного контроллерного оборудования, так и коммуникации с другими программами;
- точность обработки и представления данных, создание богатых возможностей для реализации графического интерфейса;
- простота расширения системы;
- использование новых технологий.

Требования безопасности и надежности управления в SCADA-системах включают:

- никакой единичный отказ оборудования не должен вызвать выдачу ложного выходного воздействия (команды) на объект управления;
- никакая единичная ошибка оператора не должна вызвать выдачу ложного выходного воздействия (команды) на объект управления;

- все операции по управлению должны быть интуитивно-понятными и удобными для оператора (диспетчера).

3.2. Основные возможности современных SCADA-пакетов

Исходя из требований, которые предъявляются к SCADA-системам, большинству современных пакетов присущи следующие основные возможности:

1. Автоматизированная разработка, позволяющая создавать ПО системы автоматизации без реального программирования.
2. Средства сбора и хранения первичной информации от устройств нижнего уровня.
3. Средства обработки первичной информации.
4. Средства управления и регистрации сигналов об аварийных ситуациях.
5. Средства хранения информации с возможностью ее постобработки (как правило, реализуется через интерфейсы к наиболее популярным базам данных).
6. Средства визуализации информации в виде графиков, гистограмм и т.п.

3.3. Тенденции развития аппаратных и программных средств SCADA-систем

3.3.1. Общие тенденции

Прогресс в области информационных технологий обусловил развитие всех 3-х основных структурных компонент систем диспетчерского управления и сбора данных - RTU, MTU и CS, что позволило значительно увеличить их возможности; так, число контролируемых удаленных точек в современной SCADA-системе может достигать 100 000 и более. На

настоящий момент значение данного параметра практически не имеет ограничений.

Основная тенденция развития технических средств (аппаратного и программного обеспечения) SCADA - миграция в сторону полностью открытых систем. Открытая архитектура позволяет независимо выбирать различные компоненты системы от различных производителей; в результате - расширение функциональных возможностей, облегчение обслуживания и снижение стоимости SCADA-систем.

3.3.2. Удаленные терминалы

Главная тенденция развития удаленных терминалов (RTU) - увеличение скорости обработки и повышение их интеллектуальных возможностей. Современные терминалы строятся на основе микропроцессорной техники, работают под управлением операционных систем реального времени, при необходимости объединяются в сеть, непосредственно или через сеть взаимодействуют с интеллектуальными электронными датчиками объекта управления и компьютерами верхнего уровня.

Конкретная реализация RTU зависит от области применения. Для промышленных и транспортных систем существует два конкурирующих направления в технике RTU - промышленные компьютеры и программируемые логические контроллеры (в русском переводе часто встречается термин «промышленные контроллеры») - PLC.

Промышленные компьютеры представляют собой, как правило, программно-совместимые с обычными коммерческими персональными компьютерами машины, но адаптированные для жестких условий эксплуатации - буквально для установки на производстве, в цехах, газокompрессорных станциях и т.п. Адаптация относится не только к конструктивному исполнению, но и к архитектуре и схемотехнике, т.к. изменения температуры окружающей среды приводят к дрейфу электрических параметров.

В качестве операционной системы в промышленных РС, работающих в качестве удаленных терминалов, все чаще начинает применяться Windows NT, в том числе различные расширения реального времени, специально разработанные для этой операционной системы. Наиболее известными поставщиками промышленных компьютеров являются американские фирмы Хуcom, Octagon Systems и тайваньские Advantech, Axiom.

Промышленные контроллеры (PLC) представляют собой специализированные вычислительные устройства, предназначенные для управления процессами (объектами) в реальном времени. Промышленные контроллеры имеют вычислительное ядро и модули ввода-вывода, принимающие информацию (сигналы) с датчиков, переключателей, преобразователей и контроллеров и осуществляющие управление процессом или объектом путем выдачи управляющих сигналов на приводы, клапаны, переключатели и другие исполнительные устройства. Современные PLC часто объединяются в сеть с помощью промышленных (индустриальных) шин (сетей), а программные средства, разрабатываемые для них, позволяют в удобной для оператора форме программировать и управлять ими или непосредственно, или через компьютер, находящийся на верхнем уровне SCADA-системы - диспетчерском пункте управления (MTU). Исследование рынка PLC показало, что наиболее развитыми архитектурой, программным обеспечением и функциональными возможностями обладают контроллеры фирм Siemens, Fanuc Automation, Allen-Bradley, Mitsubishi.

Много материалов и исследований по промышленной автоматизации посвящено конкуренции двух направлений - РС и PLC; каждый из авторов приводит большое количество доводов «за» и «против» по каждому направлению. Тем не менее, можно выделить основную тенденцию: там, где требуется повышенная надежность и управление в жестком реальном времени, применяются PLC. В первую очередь это касается применений в системах жизнеобеспечения (например, водоснабжение, электроснабжение), транспортных системах, энергетических и промышленных предприятиях,

представляющих повышенную экологическую опасность. Индустриальные РС применяются преимущественно в менее критичных областях.

3.3.3. Каналы связи

Каналы связи для современных диспетчерских систем отличаются большим разнообразием. Выбор конкретного решения зависит от архитектуры системы, расстояния между диспетчерским пунктом (MTU) и RTU, числа контролируемых точек, требований по пропускной способности и надежности канала, наличия доступных коммерческих линий связи.

Тенденцией развития CS как структурного компонента SCADA-систем можно считать использование не только выделенных каналов связи, но также и корпоративных компьютерных сетей и специализированных промышленных сетей (индустриальных шин). В современных промышленных, энергетических и транспортных системах большую популярность завоевали промышленные сети - специализированные быстродействующие каналы связи, позволяющие эффективно решать задачу надежности и помехоустойчивости соединений на разных иерархических уровнях автоматизации.

3.3.4. Диспетчерские пункты управления

Главной тенденцией развития MTU является переход большинства разработчиков SCADA-систем на архитектуру «клиент-сервер», состоящую из 4-х функциональных компонент:

- User (Operator) Interface (интерфейс пользователя/оператора) - исключительно важная составляющая систем SCADA. Для нее характерны: а) стандартизация интерфейса пользователя вокруг нескольких платформ; б) все более возрастающее влияние Windows; в) использование стандартного графического интерфейса пользователя (GUI); г) технология объектно-ориентированного программирования; д) стандартные средства разработки приложений, наиболее популярные среди которых, - Visual Basic

for Applications (VBA), Visual C++; е) появление вариантов программного обеспечения класса SCADA/HMI для широкого спектра задач. Объектная независимость позволяет интерфейсу пользователя представлять виртуальные объекты, созданные другими системами. Результат - расширение возможностей по оптимизации HMI-интерфейса.

- Data Management (управление данными) - отход от узкоспециализированных баз данных в сторону поддержки большинства корпоративных реляционных баз данных (Microsoft SQL, Oracle). Эта независимость данных изолирует функции доступа и управления данными от целевых задач SCADA, что позволяет легко разрабатывать дополнительные приложения по анализу и управлению данными.
- Networking & Services (сети и службы) - переход к использованию стандартных сетевых технологий и протоколов. Службы сетевого управления, защиты и управления доступом, передачи почтовых сообщений, сканирования доступных ресурсов могут выполняться независимо от кода целевой программы SCADA.
- Real-Time Services (службы реального времени) - решают задачи реального и квазиреального времени. Данные службы управляют обменом информацией с RTU, осуществляют управление базой данных реального времени, оповещение о событиях, выполняют действия по управлению системой, передачу информации о событиях на интерфейс оператора.

3.3.5. Операционные системы

Рынок однозначно сделал выбор в пользу операционной системы Windows. Решающими для быстрого роста популярности Windows стала ее открытая архитектура и эффективные средства разработки приложений, что

позволило многочисленным фирмам-разработчикам создавать программные продукты для решения широкого спектра задач.

Рост применения Windows в АСУ обусловлен в значительной степени появлением ряда программных продуктов, которые являются расширениями Windows для реального времени (например, RTX).

Следует отметить, что в SCADA-системах требование жесткого реального времени (т.е. способность отклика/обработки событий в четко определенные, гарантированные интервалы времени) относится, как правило, только к удаленным терминалам; в диспетчерских пунктах (MTU) происходит обработка/управление событиями (процессами, объектами) в режиме «мягкого» (квази-) реального времени.

3.3.6. Прикладное программное обеспечение

Ориентация на открытые архитектуры при построении систем диспетчерского управления и сбора данных позволяет разработчикам этих систем сконцентрироваться непосредственно на целевой задаче SCADA - сбор и обработка данных, мониторинг, анализ событий, управление, реализация HMI-интерфейса.

В последнее время на рынке появилось большое количество программных продуктов класса SCADA/HMI, позволяющих решать специфические задачи по управлению технологическими процессами, выходящие за рамки целевой задачи SCADA, такие как задачи автоматизации для дискретного производства, отдельных производственных процессов, автоматизации с использованием новейших информационных технологий и др.

Наибольших успехов в этом направлении добились компании Intellution и Wonderware.

SCADA-продукты на рынке. FactorySuite. In Touch.

Рассматриваемые вопросы:

1. SCADA-продукты на рынке.
2. Интегрированный пакет комплексной автоматизации FactorySuite.
3. InTouch.

4.1. SCADA-продукты на рынке

В настоящее время на рынке представлено несколько десятков зарубежных и отечественных SCADA-продуктов. Некоторые зарубежные SCADA-системы, известные в мире, на российском рынке пока не представлены (например, Cube, Panorama, Cimview и др.). Но эта ситуация может в любой момент измениться, как это произошло, например, с австралийской SCADA-системой Citect: система завоевала рынок Юго-Восточной Азии и Америки, в Европе рост ее продаж составил 30% в год, а в России она была неизвестна, пока российская фирма-дистрибьютор RTSoft не начала распространение системы на российском рынке.

В России сегодня наиболее популярны следующие зарубежные SCADA-пакеты:

- In Touch (Wonderware, США)
- iFIX (Intellution, США)
- SIMATIC WinCC (Siemens, Германия)
- Citect (Ci technologies, Австралия)
- RTAP/plus (HP, Канада)
- Wizcon (PC Soft International, Израиль-США)
- Sitex и Phocus (Jade SoftWare, Великобритания)
- Real Flex (BJ Software Systems, США)
- Factory Link (US Data Corp., США)

- View Star 750 (AEG, Германия)
- PlantScape (SCAN 3000) (Honeywell, США)

Отечественные SCADA-программы для персональных компьютеров появились в нашей стране в начале 90-х годов с уже привычным 10-летним запаздыванием в этой области, особенно усиленным долго преодолевавшимся недоверием к надежности и «серьезности» этих систем. Вначале на ПК создавались программы под конкретный объект и лишь затем появились универсальные решения. В настоящее время имеется около десятка отечественных SCADA-пакетов. Вот наиболее известные из них:

- TRACE MODE (AdAstra, Москва))
- СКАТ (Центрпрограммсистем, Тверь)
- САГОН (НБТ-Автоматика)
- VNS, GARDEN, Vis-a-Vis (ИнСАТ)
- VIORD («Фиорд»)
- RTWin (SWD - Системы Реального Времени)
- ЗОНД (АСУТП Программа).

4.2 Интегрированный пакет комплексной автоматизации FactorySuite

Главное направление развития современных программных технологий управления промышленным производством - органичное сочетание на новом техническом уровне, в рамках единого «глобального» инструментария, эффективного управления промышленным процессом как таковым и неразрывно связанным с ним общим бизнес-менеджментом предприятия.

Широко распространенные как на мировом, так и на отечественном рынке SCADA-системы в подавляющем большинстве ответственны лишь за тот уровень промышленной автоматизации, который связан с получением данных от различных датчиков и устройств ввода-вывода, визуализацией собранной информации и ее архивированием. Доступ же к этой информации

со стороны руководителя предприятия, а также руководителей экономических подразделений до недавнего времени был лишь опосредованным. Для анализа производства в целом, моделирования его отдельных этапов, выявления критических участков и слабых звеньев важен доступ к производственной информации на всех уровнях в реальном времени.

Для решений подобных задач автоматизации промышленных предприятий в целом на рынке появился ряд новейших программных комплексов, в том числе пакет FactorySuite американской компании Wonderware.

FactorySuite состоит из следующих основных, хорошо интегрирующихся друг с другом компонентов:

InTouch - мощная SCADA-система (о ней будет более подробно рассказано ниже);

InControl - инструментальная система программирования контроллеров - ПО на базе Windows NT для управления контроллерным оборудованием и процессами. Поддерживает широкий набор устройств ввода-вывода, двигателей, датчиков и другого промышленного оборудования через устоявшиеся интерфейсы и открытые промышленные сети;

InTrack - система управления производством. Позволяет наблюдать и отслеживать в реальном времени незавершенное производство, материально-технические запасы, использование оборудования, простои и т.п. Система позволяет определять и моделировать производственные процессы, контролировать исполнение заказов на продукцию;

InBatch - система гибкого управления процессами дозирования и смешивания. При помощи InBatch пользователи в металлургической, химической, пищевой промышленности могут моделировать свои процессы, создавать рецепты, имитировать исполнение рецептов, сопоставляя их с моделью, управлять реальным процессом, пользуясь моделью;

InSupport - это программное средство для обнаружения и устранения неисправностей и ведения технической документации. InSupport позволяет разрабатывать процедуры нахождения и устранения неисправностей, которые выдают четкие инструкции по обслуживанию и ремонту оборудования для операторов и обслуживающего технического персонала.

IndustrialSQL Server - реляционная база данных реального времени для внутризаводского применения, является «сердцем» промышленного набора FactorySuite. IndustrialSQL Server собирает и хранит историю о производственном процессе, позволяя работать при этом с несколькими сотнями устройств ввода-вывода и управления, а также с множеством узлов InTouch и InControl. Он объединяет эту информацию с данными о конфигурации, аварийных ситуациях и событиях, с итоговыми и статистическими данными, с историей рецептов (из InBatch), с данными о ходе производства (от InTrack) и с данными о состоянии оборудования (из InSupport);

Scout - средство, позволяющее просматривать технологический процесс и данные автоматизированного производства, используя удаленный доступ через сети Internet/Intranet. Может использоваться руководителями и менеджерами для просмотра информации из любой географической точки.

Кроме перечисленных пакетов в FactorySuite входит несколько специализированных приложений-клиентов, объединенных под названием **FactoryOffice**. Они предназначены для создания текущих и архивных трендов, для создания параметрических графиков X-Y и для табличного отображения текущих и архивных данных.

4.3 InTouch

SCADA-система InTouch считается самой продаваемой в мире. Она имеет более 200 000 инсталляций.

Недавно появилась уже восьмая версия пакета – InTouch 8.0.

InTouch является первым продуктом, получившим сертификат соответствия на совместимость с Windows XP ("Designed for Windows XP") от Microsoft.

Программный пакет InTouch, как любой SCADA-пакет, состоит из двух основных компонентов - среды разработки и среды исполнения. В среде разработки создаются мнемосхемы, определяются и привязываются к аппаратным средствам входные и выходные сигналы и параметры, разрабатываются алгоритмы управления и назначаются права операторов. Созданное таким образом приложение функционирует в среде исполнения.

Для того чтобы приложение могло обмениваться данными с аппаратурой, необходимо использование третьего компонента - отдельной программы, называемой сервером ввода-вывода. Как правило, сервер ввода-вывода ориентирован на использование с конкретным видом оборудования, таким как промышленные контроллеры. InTouch имеет большое число готовых серверов ввода-вывода - более 600. При необходимости можно также разработать новый сервер ввода-вывода с помощью инструментального средства FactorySuite Toolkit. Вместе с тем, используются также серверы ввода-вывода, рассчитанные на обмен данными согласно определенным промышленным стандартам, и которые могут работать со всеми контроллерами, удовлетворяющими этому стандарту (например, Modbus, ProfiBus, DeviceNet и др.).

4.3.1 Архитектура системы и базы данных реального времени.

InTouch можно использовать как на отдельных машинах, так и в распределенной клиент-серверной архитектуре.

База данных реального времени также имеет клиент-серверную архитектуру. Она ведется только на сервере и не копируется на клиентские станции.

Исполнительная система InTouch поддерживает базу данных текущих значений процесса. Эти значения могут отражать заданные точки контроля

устройств, представляющие параметры физического объекта, или точки, представляющие расчетные значения. Значения параметров собираются и обрабатываются на одном или большем количестве компьютеров, использующих распределенную структуру программного обеспечения. Поддерживаются следующие типы данных: переменные ввода-вывода, вещественные числа, целые числа, дискретные числа, строковые переменные (представляет собой строку символов длиной до 131 символа), суперпеременные (некоторая структура, определяющая составную переменную; суперпеременная может содержать до 64 переменных и иметь до 2 уровней вложенности).

4.3.2 Особенности среды разработки.

1. Динамическая разработка сетевых приложений.

Динамическая разработка обеспечивает централизованное сопровождение основной копии приложения InTouch с помощью сетевого сервера. Каждый клиентский узел делает локальную копию разрабатываемого приложения. Это обеспечивает полное резервирование. Если сервер недоступен, клиентский узел продолжает работать, используя свою локальную копию приложения. Когда сервер становится доступным, осуществление связи с ним происходит незаметно для пользователя или программы.

Другой возможностью сетевой распределенной разработки является то, что пользователи могут получать изменения на клиентских узлах без остановки запущенного приложения InTouch. Система сигнализирует оператору о доступности изменений в приложении, и оператор может принять их, когда это будет удобно. При приеме, только изменившиеся компоненты приложения будут загружены и обновлены на клиентских узлах.

2. Мощный редактор QuickScript

С помощью редактора QuickScript приложения InTouch можно расширить и настроить в соответствии со спецификацией системы. Скрипты

могут быть сконфигурированы для исполнения с многочисленными параметрами, такими как специальные состояния процесса, изменения данных, события приложения, события окна, нажатие на клавиатуре, события ActiveX и другие. Среда QuickScript также поддерживает QuickFunctions, которые позволяют пользователям разработать библиотеку скриптов для дальнейшего использования.

Редактор QuickScript прост в использовании, и при этом позволяет пользователям полностью настраивать поведение приложения. При создании скриптов пользователь может использовать кнопки с наиболее часто используемыми выражениями и структурами, такими как “больше чем”, “меньше чем”, цикл, условные конструкции (“если-то-иначе”). Дополнительные функции, такие как, математические, строковые преобразования и другие, доступны посредством Мастера, который запрашивает необходимые аргументы и проверяет корректность синтаксиса функций. Встроенный механизм проверки корректности позволяет пользователям проверять правильность скриптов перед их развертыванием, тем самым, предотвращая появление ошибок исполнения.

3. Графический интерфейс пользователя.

InTouch предоставляет набор инструментов для графического отображения состояния процесса.

Во-первых, объектно-ориентированная графика. Мощные средства объектно-ориентированного проектирования облегчают рисование, расположение, выравнивание, разделение на слои, размещение в пространстве, вращение, инвертирование, дублирование, вырезание, копирование, вставку, стирание и многие другие операции. InTouch допускает неограниченное количество динамических изображений в каждом окне.

Во-вторых, анимационные связи. Эти связи обеспечивают возможность «оживления» любых объектов и их комбинаций для создания практически

неограниченного набора мультипликационных характеристик, включая изменения размеров, цвета, перемещений, мигания, изменения уровня и т.д.

В-третьих, мастер-объекты. InTouch включает в себя обширную библиотеку мастер-объектов (Wizards), то есть предварительно сконфигурированных вспомогательных средств (таких как переключатели, ползунковые регуляторы и счетчики), позволяющих быстро создавать прикладные программы для конкретных условий производственного предприятия. При помощи дополнительного набора инструментальных средств (Extensibility Toolkit) возможно также создать свои собственные мастер-объекты, приспособленные к нуждам отрасли.

В-четвертых, ActiveX. InTouch является ActiveX контейнером, что позволяет пользователям InTouch устанавливать элементы управления ActiveX сторонних фирм и использовать их в любом окне приложения без всякого программирования с помощью простой технологии конфигурирования “укажи и кликни”.

InTouch позволяет организовать взаимодействие с другими приложениями, используя следующие средства:

- стандартный **DDE-обмен** (Dynamic Data Exchange - динамический обмен данными. Большинство разработанных серверов ввода/вывода поддерживают именно DDE-обмен для передачи данных в InTouch-приложение. Обычные приложения, самое популярное из которых Excel, также используют DDE-механизм.
- **OLE-технологии** (Object Linking and Embedding - включение и встраивание объектов). Используется для взаимодействия с некоторыми компонентами FactorySuite и другими пользовательскими приложениями.
- **OPC-программы** (OLE for Process Control - OLE для управления процессами). OPC применяется для обмена информацией с технологическими устройствами типа ПЛК. InTouch 8.0, и все

другие FactorySuite компоненты могут быть OPC клиентом для работы с любым из OPC серверов.

SCADA-система InTouch имеет встроенные механизмы интеграции с другими компонентами FactorySuite. Эти механизмы используют как указанные стандартные протоколы, так и собственный, разработанный фирмой Wonderware, протокол **SuiteLink**. В этом протоколе введена концепция меток времени и качества информации, выставляемых серверами ввода-вывода.

В целом InTouch удовлетворяет практически всем требованиям, предъявляемым в настоящее время к SCADA-системам. В России InTouch применяется очень широко, особенно в нефтяной промышленности и, в частности, в компании Лукойл.

SCADA-система Citect

Рассматриваемые вопросы:

1. Особенности использования Citect.
2. Технические возможности системы.
3. Выводы.

5.1. Особенности использования Citect

Разработчиком SCADA-системы Citect является австралийская фирма Ci Technologies (Ci – Control Instrumentation). Citect – это программный пакет, созданный на основе большого опыта компании, которая более 20 лет является системным интегратором. Опыт системной интеграции вложен не только в собственно ПО, но и в «базу знаний», которая воплотилась в help-функциях, а также в ноу-хау в решении проблем, связанных с 300 ПЛК, поддерживаемыми этим пакетом.

При покупке SCADA-пакета первоначальные вложения, как правило, достаточно высоки. Причем среда разработки, как правило, значительно дороже, чем среда исполнения. Удивительно, но Ci Technologies предлагает пользователям систему разработки *бесплатно*, цена же системы исполнения сравнима с другими SCADA-пакетами.

Одна из характеристик Citect – *гибкость*, которая проявляется в нескольких чертах. Во-первых, для Citect естественным является *режим распределенной разработки приложений*.

Во-вторых, в Citect заложено *огромное многообразие подходов к разработке приложений*. Так, возможна разработка приложений без программирования вообще на основе поставляемых библиотек графических объектов, шаблонов, драйверов и т.д. Возможна разработка приложений с использованием программирования в большей или меньшей степени. При этом, в зависимости от профессиональных навыков разработчика,

приложение можно создавать как с помощью языка пакета Citect, называемого Cicode, так и более знакомых, традиционных языков программирования (Visual Basic, C).

Иногда сложно предусмотреть детальную топологию проекта с распределением функциональных возможностей по узлам. В Citect предусмотрено простое наращивание дополнительных узлов проекта и возможность перераспределения их функций. Выполняются такие процедуры в процессе конфигурирования каждого узла.

Указанные выше особенности данного пакета особенно важны, когда SCADA-пакет используется впервые, поскольку не требуют больших финансовых вложений, с одной стороны, а с другой – позволяют проанализировать все возможности системы (не демо-версии!).

5.2. Технические возможности системы

Citect используется как 32-разрядное приложение Windows NT, Windows 95 и 98. Сбор данных, формирование алармов и построение трендов может происходить одновременно с редактированием и компиляцией. Ядро пакета является многозадачным ядром реального времени с вытеснением задач по приоритетам.

5.2.1. База данных реального времени

Для каждого нового проекта в Citect автоматически создается файловая структура в формате .dbf. Для хранения данных каждого проекта инициализируется около 60 файлов. Под каждую задачу проекта отведен «свой» файл (например, файл дискретных алармов, файл аналоговых алармов, файл переменных проекта, файл графических страниц и т.д.). Эти файлы могут отдельно импортироваться в Excel для редактирования или документирования.

5.2.2. Архитектура клиент-сервер Citect

Citect ориентирован на реализацию архитектуры клиент-сервер и имеет в своем составе пять функциональных модулей (серверов или клиентов):

- *I/O - сервер ввода-вывода.* Обеспечивает передачу данных между физическими устройствами ввода-вывода и другими модулями Citect;
- *Display – клиент визуализации.* Обеспечивает операторский интерфейс: отображение данных, поступающих от других модулей Citect, и управление выполнением команд оператора;
- *Alarms - сервер алармов.* Отслеживает данные, сравнивает их с допустимыми пределами, проверяет выполнение заданных условий, и отображает алармы на соответствующем узле визуализации;
- *Reports - сервер отчетов.* Генерирует отчеты по истечении определенного времени, при возникновении определенного события или по запросу оператора;
- *Trends - сервер трендов.* Собирает и регистрирует трендовую информацию, позволяя фиксировать развитие процесса в реальном времени или ретроспективно в окне трендов или в файле.

Каждый функциональный модуль Citect выполняется как отдельная задача независимо от того, исполняются ли модули на одном компьютере или на разных. Поэтому Citect позволяет строить архитектуры различной сложности. Простейшая архитектура состоит из одного компьютера (узла), на котором работают все модули. Если в больших прикладных системах этот узел становится перегруженным, то серверы (I/O, Alarms, Trends, Reports) могут устанавливаться на разных узлах. А если задача сервера ввода-вывода перегружает узел, то можно увеличить число серверов ввода-вывода. Все узлы визуализации могут осуществлять доступ ко всем серверам через сеть.

Citect поддерживает NetBIOS, TCP/IP и другие сетевые протоколы. Одновременно могут исполняться несколько протоколов.

5.2.3. Алармы

Citect поддерживает аппаратные и конфигурируемые алармы.

Аппаратные алармы призваны информировать оператора о неисправностях, возникающих в устройствах системы управления (контроллерах, модулях ввода-вывода, каналах связи и др.).

Алармы, вызываемые отклонениями технологических параметров за допустимые границы, неисправностью технологического оборудования, надо предварительно конфигурировать. Система Citect позволяет конфигурировать алармы по отдельным переменным, по группам переменных, по выражениям, по результатам расчетов и т.д. Различают четыре вида конфигурируемых алармов:

- цифровые алармы, возникают в ответ на изменение состояния;
- аналоговые алармы, базируются на анализе выхода за указанные верхние и нижние пределы, отклонении от нормы, превышении пределов скорости изменения;
- алармы с метками времени, базируются на таймере, который работает в контроллере и регистрирует алармы с точностью до миллисекунд. Метка времени обычно используется для изучения тревожных ситуаций, когда одновременно возникает целый ряд алармов. С помощью метки времени можно выявить последовательность возникновения алармов;
- составные алармы, возникающие в результате комбинации событий.

5.2.4. Отчеты

Язык программирования Cicode поддерживает простой набор операторов, с помощью которых можно генерировать отчет и задавать его шаблон. Как правило, отчеты генерируются в некоторые моменты времени,

задаваемые таймерами и счетчиками. Можно также задавать событие, которое запускает генерацию отчета и уровень привилегированности пользователя, определяющий права пользователя на запуск генерации отчетов. Можно также генерировать отчеты в Excel с помощью DDE-связей. В Citect есть и электронная почта, по которой отчеты могут посылаться.

5.2.5. Резервирование

Еще одним отличительным свойством Citect является то, что среди стандартных функций здесь предусмотрено дублирование. Сервер ввода-вывода может дублироваться с помощью резервного сервера ввода-вывода, на котором выполняется та же самая прикладная задача. При отказе основного сервера резервный сервер продолжает работу без какой-либо потери информации.

Могут также дублироваться серверы трендов, отчетов и алармов. Дублирование возможно и на уровне сети. Это делается установкой в компьютере двух сетевых карт и организацией дублированной связи с контроллерами.

Утилита «Computer setup» («Установка компьютера») позволяет конфигурировать компьютер как узел визуализации (клиент), как основной или резервный сервер ввода-вывода, сервер алармов, трендов или отчетов. Она также позволяет конфигурировать временную синхронизацию и запрещение срабатывания определенных клавиш.

5.2.6. Язык Cicode

В Citect встроен гибкий язык программирования Cicode, сравнимый по возможности с языками Pascal, C. Именно на нем написана сама SCADA-система. Cicode позволяет создавать программы любой степени сложности. Язык Cicode поддерживает, например, 40 операторов для управления алармами, 19 операторов для работы с файлами, 18 SQL-функций, 50 операторов для организации работы с трендами и множество других.

Исходный файл на Cicode создается редактором и компилируется вместе с проектом.

Проект всегда компилируется с системой исполнения. Во время компиляции проверяются все dbf-файлы, транслируется Cicode.

Во время исполнения системы может активизироваться специальное ядро, которое поддерживает команды мониторинга контроллеров и сетевых взаимодействий, проверки загрузки центрального процессора, проверки ошибок и т.д.

5.2.7. Возможности HMI в Citect

Графические объекты на дисплеях оператора можно построить с помощью Графического редактора (Graphics Builder). Citect поддерживает неограниченное количество окон – «страниц». Для их создания предлагается использовать библиотеку шаблонов. Для упрощения создания графических объектов на странице поставляются три библиотеки – объектов, джинов и суперджинов. Объекты – это статические картинки, классифицированные по группам, таким как механизмы, резервуары, насосы и т.д. Джины и суперджины – это динамические объекты, к ним могут прикрепляться различные переменные.

Часто при разработке графического интерфейса приходится создавать типовые группы объектов, предназначенные для решения конкретной задачи. Например, группа из трех объектов (кнопка «ПУСК», кнопка «СТОП» и индикатор состояния – лампочка зеленого/красного цвета) предназначена для пуска/останова насоса, электродвигателя и т.д. с индикацией их состояния. Тогда каждый раз для решения этой задачи разработчику придется создавать эти три объекта и конфигурировать их (задавать свойства). Но таких задач на одной графической странице может оказаться много. Очевидно, что время специалиста в этом случае будет расходоваться неэффективно. Для решения подобных задач Citect предлагает механизм, названный джином. Несколько связанных объектов объединяются в группу, группа сохраняется в

библиотеке джинов, которая устроена аналогично библиотеке объектов. Джин может управляться как единый объект (его можно копировать, перемещать, масштабировать и т.д.). Теперь на решение вышеописанной задачи уйдет гораздо меньше времени. Надо лишь выбрать требуемого джина из библиотеки и вставить в графическую страницу.

С помощью суперджина реализуется такой же механизм, но только по отношению не к группе объектов, а к целой странице.

Объекты типа джин и суперджин позволяют экономить дисковое пространство компьютера, так как в его памяти хранится лишь одна копия.

5.3. Выводы

Главными достоинствами Citect являются: истинная структура клиент-сервер; открытая архитектура; богатые возможности языка Cicode; встроенное резервирование; система помощи (help), основанная на богатом опыте компании Ci Technologies как системного интегратора. Все эти функции в сочетании с низкой стартовой ценой обеспечивают сильные рыночные позиции пакета Citect.

SCADA-системы FIX и iFIX

Рассматриваемые вопросы:

4. Фирма Intellution и ее продукция.
5. Архитектура.
6. Разработка проекта.
7. Тревоги и сообщения.
8. Заключение.

6.1. Фирма Intellution и ее продукция

Фирма Intellution основана в 1980 г. Она занимает заметное место на рынке SCADA-систем всех развитых стран. С 1984 года Intellution выпускает SCADA-системы с общим названием FIX (Fully Integrated Control System). Сначала выпускались пакеты под DOS, затем для различных версий Windows. Сейчас продолжают развиваться только 32-разрядные пакеты, работающие на платформах Windows 95/98/NT/2000/XP. В настоящее время под управлением пакетов FIX в мире работает свыше 150 000 компьютеров практически во всех отраслях промышленности, включая ядерные электростанции и нефтепроводы.

Вся группа 32-разрядных продуктов разделена на два семейства: семейство FIX и семейство iFIX. Оба семейства содержат ряд функционально аналогичных пакетов:

- SCADA-пакет **FIX (iFIX)**;
- **FIX VisualBatch (iBatch)** – программное обеспечение, предназначенное для автоматизации периодических серийных процессов;
- **FIX WEB Server (iWeb Server)** - Internet-пакет для дистанционного наблюдения в реальном времени за контролируемым технологическим процессом;

- **FIX Broadcast Network (iWebCast)** - Internet-пакет для автоматической пересылки данных на настольный компьютер;
- **FIX Paradym-31 (iLogic)** – программный пакет для управления контроллерами на основе персональных компьютеров.

Кроме перечисленных в семействе FIX имеется пакет:

- **FIX PlantTV** – универсальное средство просмотра данных, осуществляющее доступ к поступающей в реальном масштабе времени информации от разнообразных источников: архивных файлов, DDE-серверов, записанного и прямого видеоизображения, от реляционных баз данных и т.д.

А в семействе iFIX:

- **iHistorian** – исторический архив предприятия;
- **infoAgent** – web-клиент, предназначенный для представления и анализа данных iHistorian;
- **iClientTS** – ПО для поддержки многосессионной и многопользовательской терминальной работы с iFIX на платформе Windows 2000/XP. Работа клиента в терминальном режиме осуществляется через web-браузер и практически ничем не отличается от работы обычного клиента, при этом не требуется установки дополнительного ПО на клиентский компьютер;
- **VisiconX** – объект ActiveX для доступа к реляционным БД по протоколу OLEDB (начиная с версии 2.5 включен в состав iFIX);
- **iDownTime** – программное обеспечение для выявления и минимизации простоев оборудования;
- **iVisualize** – средство создания человеко-машинного интерфейса на платформе Windows CE.

Главное отличие между этими родственными семействами заключается в том, что FIX состоит из отдельных 32-разрядных приложений, обменивающихся между собой по внутренним интерфейсам, а iFIX построен на современной компонентно-объектной архитектуре. В iFIX реализован

улучшенный интерфейс среды разработки, поддерживается объектная модель графических форм и многое другое, благодаря чему значительно повышены возможности контроля и отображения процессов.

Узлы разных семейств могут совместно использоваться в сети.

6.2. Архитектура

Пакет FIX состоит из двух типов узлов – узлов-серверов и узлов чистых клиентов. Серверы FIX (называющиеся SCADA или HMI) поддерживают связь с контроллерами и ведут базу данных реального времени. Клиенты (называются View Client) отображают экранные формы и реализуют диалог АРМ.

Серверы и клиенты могут иметь модификацию Development (Разработка) или Runtime (Исполнение). Модификация Development позволяет разрабатывать проект, в том числе в "горячем" режиме (без отключения SCADA-системы), и исполнять его. Модификация Runtime поддерживает только среду исполнения.

SCADA-пакет iFIX состоит из следующих типов узлов: "слепых" серверов, т.е. серверов без функций АРМ (без поддержки экранных форм), серверов (SCADA-серверы), клиентов (i-Client) и узлов HMI Pak, соединяющих функции серверов и клиентов. SCADA-серверы iFIX имеют модификацию только Runtime, а узлы i-Client и HMI Pak могут быть типа Development или Runtime.

Особенность архитектуры пакетов FIX и iFIX состоит в том, что база данных реального времени является истинно распределенной. В отличие от псевдораспределенной базы данных, когда клиент фактически связывается с сосредоточенной локальной базой данных, копируемой с удаленных серверов на машину клиента, в архитектуре FIX узлы-клиенты не ведут локальных копий баз данных. Они получают только сообщения, тревоги и отображаемую в экранных формах информацию в соответствии со своей

конфигурацией. Такая архитектура не накладывает ограничений на соединение серверов и клиентов, снижает нагрузку на сеть, облегчает масштабирование системы и повышает ее надежность.

6.3. Разработка проекта

Разработка проекта включает следующие основные этапы: настройка драйверов на обмен данными с контроллерами, построение базы данных, создание экранных форм, разработка стратегий генерации тревог и ограничения доступа. Практически все эти этапы можно реализовать без программирования, а лишь путем конфигурирования приложений. Только для нестандартных функций в экранных формах и для организации обработки событий может потребоваться написание сравнительно несложных скриптов.

Проекты в FIX и iFIX отличаются друг от друга. Пакет iFIX в отличие FIX имеет новые возможности визуализации на узле-клиенте:

- новый дизайн среды разработки Intellution WorkSpace с деревом проекта, иерархией экранных объектов, настраиваемыми панелями инструментов и другими возможностями;
- каждый элемент экранной формы iFIX - это объект со свойствами, методами и событиями, к которым есть доступ как на этапе конфигурирования, так и на этапе выполнения;
- WorkSpace является ActiveX-контейнером, причем с безопасным внедрением (это означает, что сбой внедренного ActiveX-элемента не приведет к останову системы в целом);
- WorkSpace может являться OPC-клиентом и получать информацию не только от своей базы данных, но и от любого OPC-сервера;
- одно из важнейших отличий состоит в том, что язык скриптов в экранных формах iFIX - это стандартный язык Visual Basic for

Applications (VBA). С помощью VBA можно реализовать любые анимационные эффекты.

Кроме того, в iFIX есть новая подсистема Sheduler (Планировщик), который по времени или по событиям может запускать программы на VBA.

Для разработчика проект на iFIX по сравнению с проектом на FIX означает большую «прозрачность» экранных форм, благодаря применению дерева проектов и стандартному языку VBA; большую гибкость и мощность анимации и др.

6.4. Тревоги и сообщения

Для регистрации событий в SCADA-пакетах Intellution применяются два вида понятий – тревоги и сообщения. Сообщения (message) содержат некритическую информацию, которая не требует вмешательства операторов. Тревога (alarm) – это сообщение о потенциально опасных изменениях в процессе, которое требует реакции оператора. Наиболее универсальным средством отображения тревог на экране оператора является специальный объект – «Сводка тревог». Он позволяет просматривать и квитировать тревоги, отображать их приоритет цветом и др.

Тревоги и сообщения рассылаются адресатам тревог, к которым относятся, например, принтеры, файлы, объекты сводки тревог и др. В iFIX по сравнению с FIX есть дополнительный адресат тревог - реляционная база данных, куда тревоги передаются посредством ODBC-драйвера.

Система тревог имеет следующие характеристики. К стандартным тревогам аналоговых блоков относятся 6 типов тревог: тревоги верхняя и нижняя предупредительные, верхняя и нижняя критические, по скорости изменения и по отклонению от заданного значения. Дискретные блоки могут быть настроены на подачу тревог в случае изменения значения (с 0 на 1 и/или наоборот). Кроме того, при потере связи с объектом возникает соответствующая тревога.

6.5. Заключение

Пакет iFIX, безусловно, является наиболее современным продуктом Intellution, в котором претворились в жизнь последние разработки и на котором сосредоточены основные усилия.

С другой стороны, для iFIX требуется достаточно мощный компьютер. Последняя версия iFIX 2.1 предполагает Pentium 300 с оперативной памятью 96 Мб.

SCADA-система SIMATIC WinCC

Рассматриваемые вопросы:

9. Введение.
10. Alarm Logging – служба сообщений.
11. User Administrator – администратор пользователей.
12. Text Library – поддержка различных языков.
13. Report Designer – встроенный генератор отчетов.
14. Global Scripts – подсистема обработки событий.
15. Tag Logging – подсистема архивации параметров.
16. Graphics Designer – графический редактор.
17. Дополнительные опции WinCC.

7.1. Введение

SCADA-система WinCC разработана компанией Siemens.

В настоящее время этот программный продукт занимает первое место в Европе среди SCADA-систем и третье место в мире. В 1999 году появилась пятая версия этой системы. Она базируется на операционных системах Windows 95/98/NT, является открытой и масштабируемой.

Открытость WinCC поддерживается на всех уровнях работы системы за счет использования открытых интерфейсов и доступности внутренних структур.

Обмен данными с другими приложениями осуществляется при помощи механизмов DDE, OLE, ODBC/SQL, с контроллерами – при помощи OPC. При отсутствии в WinCC нужного драйвера для выбранного ПЛК разработчик может создать свой драйвер, используя Channel Development Kit (CDK).

WinCC предлагает максимум возможностей разработчику для написания своих дополнений. Разработчик получает доступ к внутренним структурам,

процедурам и функциям компонентов системы. Описание этих функций поставляется специально отдельной опцией Open Development Kit (ODK).

В WinCC реализована возможность просмотра состояния объекта через Internet с помощью WinCC Web Navigator Server.

Система WinCC может использоваться как в однопользовательском варианте, так и в клиент-серверном. К WinCC-серверу, принимающему данные с ПЛК, может быть подключено до 16 WinCC-клиентов. В WinCC 5.0 поддерживается до 6 серверов.

Набор опций системы WinCC определяется заказчиком. Установка отдельных опций требует дополнительных лицензий.

В основной комплект поставки WinCC входят следующие опции:

- **Alarm Logging** - для подготовки, отображения, квитирования и архивирования сообщений;
- **User Administrator** - для управления доступом к ресурсам WinCC;
- **Text Library** - позволяет создавать библиотеку соответствий между словами для переключения языков;
- **Report Designer** - встроенный генератор отчетов;
- **Global Scripts** - редактор, с помощью которого можно писать С-функции для обработки событий;
- **Tag Logging** - система архивирования данных. Совместно с редактором предоставляются средства для табличного и графического отображения значений в базе данных;
- **Graphics Designer** - редактор для рисования мнемосхем.

Все редакторы запускаются из центрального приложения WinCC – Control Center. Control Center выполняет роль менеджера всех опций WinCC и является для них связующим звеном. Каждая опция состоит из системы разработки и системы исполнения.

7.2. Alarm Logging – служба сообщений

Данная служба предназначена для вывода сообщений о ходе контролируемого технологического процесса, подтверждения сообщений оператором и ведения архивов этих сообщений. Например, это могут быть сообщения о выходе параметров за уставочные значения, сообщения о входе пользователей в систему и т.д.

Опция состоит из двух частей – системы разработки и системы исполнения. Система разработки служит для задания таких параметров сообщения, как условия их возникновения, тексты, цвета и т.д., а также для задания параметров архива сообщений. Система исполнения предназначена для вывода сообщений на экран и их архивирования во время работы WinCC –приложения в хронологическом порядке.

Каждое сообщение имеет блочную структуру. В сообщение могут входить системные блоки, блоки данных и блоки информации, определяемой пользователем. Системные блоки содержат такую информацию, как время, дата и номер сообщения; блоки данных – значения контролируемых параметров; блоки информации, определяемой пользователем – общую характеристику сообщения: текст сообщения, место возникновения неисправности и т.д.

Для каждого окна, предназначенного для отображения сообщений, может быть задан определенный фильтр, который позволяет отображать в окне только часть сообщений, например, относящихся к определенному участку технологического процесса.

Архивирование сообщений может происходить в режиме кольцевого буфера, когда указывается максимальное количество сообщений в архиве (до 10 000), и в случае переполнения буфера перезаписывается самое старое сообщение. Также для архивирования может быть использовано все доступное дисковое пространство.

7.3. User Administrator – администратор пользователей

Служба User Administrator предназначена для контроля прав доступа пользователей WinCC-приложения. Каждому пользователю могут быть присвоены определенные «уровни доступа». Максимально возможное количество уровней доступа 999. При входе в любой WinCC-редактор, как в режиме конфигурирования, так и во время выполнения WinCC-приложения, проверяется зарегистрирован ли пользователь в системе и какие уровни доступа он имеет. Если пользователь не зарегистрирован, то он не имеет никаких прав. Если пользователь зарегистрирован, то проверяется соответствие его уровня доступа уровню доступа запрашиваемой функции. При различии в уровнях доступа функция не может быть вызвана.

7.4. Text Library – поддержка различных языков

Этот редактор предназначен для создания библиотеки соответствий слов или символов. Это необходимо когда текст может отображаться на двух или более языках. Если нужно, чтобы WinCC-приложение в процессе работы могло поддерживать, например, два языка – английский и русский, то этот редактор поможет в создании и использовании соответствий. Кроме того, Text Library хранит тексты сообщений, которые подготавливаются в Alarm Logging, то есть текст сообщений также может быть на разных языках.

7.5. Report Designer – встроенный генератор отчетов

Report Designer состоит из редактора схемы отчетов и системы генерации отчетов. Графический редактор схемы отчетов позволяет спроектировать вид отчета. В подготовке схемы отчета помогают готовые схемы.

Отчеты могут содержать как системную информацию (т.е. атрибуты конфигурации, данные о проекте), так и информацию из архивов (т.е. протоколы сообщений и измеряемые значения) в виде таблиц или графиков.

Для создания отчета используются динамические объекты, которые наполняются данными во время исполнения. Для вывода отчета необходимо задать, по какому событию начинать генерацию отчета и куда будет выводиться отчет. Генератор отчетов позволяет выбор следующих событий:

- по требованию пользователя;
- в заранее выбранное время;
- циклический вывод.

Для организации вывода предлагаются следующие варианты:

- вывод на экран;
- вывод на выбранный принтер;
- вывод в файл.

7.6. Global Scripts – подсистема обработки событий

Global Scripts – это общее название для С-функций и обработчиков событий во всем WinCC-проекте. Различают следующие типы функций:

- Функции проекта – эти функции пишутся пользователем для конкретного проекта;
- Стандартные функции – содержат функции WinCC API, которые отсортированы по опциям;
- Внутренние функции – это наиболее часто используемые функции, которые позволяют динамически изменять и позиционировать изображение, принимать и изменять значения параметров. Внутренние функции также содержат стандартные функции языка С;
- Обработчики событий – это функции, которые могут использовать все вышеперечисленные функции в теле своей программы. Обработчики событий срабатывают либо по изменению некоторого параметра либо через определенный промежуток времени. Кроме того, обработчики событий можно создавать внутри Graphics Designer для любого графического объекта (например, по нажатию клавиши

клавиатуры или мыши на область объекта будет срабатывать определенный скрипт).

7.7. Tag Logging – подсистема архивации параметров

Эта подсистема предназначена для создания оперативных и долговременных архивов. В WinCC существует три типа архивов:

- Process Value Archive – основной архив для регистрируемых параметров (тегов), позволяет в оперативный или долговременный архив с заданными методами архивирования;
- Compressed Value Archive – сжатый архив, базирующийся на Process Value Archive, содержит статистические данные за заданный промежуток времени и с заданным методом обработки;
- User Archive – позволяет создавать свои таблицы со своими полями и выполнять действия над ними из скриптов Global Scripts. Основное назначение User Archive – это подготовка рецептов. User Archive поставляется отдельной опцией WinCC.

7.8. Graphics Designer – графический редактор

Этот редактор предназначен для создания мнемосхем. Он содержит богатую библиотеку стандартных графических объектов, библиотеку Windows-компонентов – кнопок, списков и т.д., а также библиотеку сложных WinCC-объектов – полей вывода параметров, рисунков, создаваемых пользователем и т.д.

Для каждого объекта определен набор свойств, которые могут меняться во время выполнения приложения. В качестве примера можно привести следующие свойства: положение на экране, длина, ширина, шрифт, цвет шрифта, процент заполнения, цвет заполнения, мигание, частота мигания и т.д. Также для объекта определен набор событий, на которые этот объект может реагировать во время выполнения приложения.

Graphics Designer поддерживает технологию OLE 2.0, что позволяет встраивать в мнемосхемы компоненты ActiveX, разработанные пользователем.

7.9. Дополнительные опции WinCC

Для облегчения задач выполнения WinCC-проектов WinCC постоянно пополняется новыми опциями. Для версии WinCC 4.02 этот список состоит из следующих основных опций:

- **Split Screen Manager** – позволяет быстро создать шаблон WinCC-приложения для просмотра экранов WinCC-клиентов, подключенных к системе;
- **Alarm Logging Wizard** – программа для проектирования структуры строки сообщений, а также звуковых сигналов при выводе того или иного типа сообщений;
- **Picture hierarchy** – эта программа предлагает удобный просмотр картинок (созданных в Graphics Designer) в виде структуры «дерево»;
- **Life beat Monitoring** – позволяет следить за состоянием соединений всех ПЛК, подключенных к системе;
- **Tag Editor** – программа используется для связи тегов с программой создания трендов в режиме исполнения;
- **Time synchronization** – программа синхронизации времени, обеспечивает формирование сообщений в одинаковом хронологическом порядке для всей системы;
- **Chip Card** – программа для поддержки авторизованного доступа к ресурсам WinCC с помощью пластиковых карт;
- **Storage** – программа, позволяющая перемещать данные, накопленные в долговременных архивах на другие накопители, а также удалять устаревшие данные с указанием времени или в зависимости от процента заполнения диска.

7.10 Заключение

WinCC – мощная современная SCADA-система, модульная и открытая. В России выполнено и находится в реализации несколько WinCC-проектов. Самыми крупными из них являются система управления дизель генератором аэропорта «Самара», АСУТП Волжской ГЭС и Самарской ТЭЦ.

SCADA-система TRACE MODE

Рассматриваемые вопросы:

18. Введение.
19. Единая линия программирования.
20. Разработка сетевого комплекса как единого проекта.
21. Автопостроение.
22. Разработка графического интерфейса.
23. Распределенная многоуровневая АСУТП на базе ТРЕЙС МОУД.
24. Единое сетевое время.

8.1. Введение

TRACE MODE 5.04 для Windows NT – это российский SCADA-продукт, разработанный фирмой AdAstra Ltd. С его помощью можно не только разрабатывать распределенные АРМ операторов технологического процесса, но и запрограммировать контроллеры, а также связать АСУТП с корпоративной информационной системой предприятия и глобальной сетью Internet.

TRACE MODE основана на DCOM - базовой 32-разрядной технологии корпорации Microsoft, положенной в основу всех ее современных продуктов, начиная от Windows NT и кончая Office2000. Взаимодействие между компонентами TRACE MODE в Internet также осуществляется через DCOM с использованием основных стандартов Internet/Intranet (например, TCP/IP, HTML и т.д.).

Система разработки TRACE MODE содержит ряд новых технологий проектирования АСУТП, отличающих ее от других SCADA-систем. Среди них следующие:

- Обеспечение единых инструментальных средств (единой линии программирования) как для разработки операторских станций, так и для программирования контроллеров;
- Разработка распределенной АСУТП как единого проекта;
- Технология автопостроения проекта.

Рассмотрим эти технологии подробнее.

8.2. Единая линия программирования

Традиционно SCADA-системы понимались как инструмент разработки программного обеспечения для рабочих мест диспетчеров, т.е. для верхнего уровня АСУТП.

Программирование промышленных контроллеров или интеллектуальных датчиков производилось иными программными средствами или специальными программаторами, поставляемыми с оборудованием. После появления и массового распространения IBM PC-совместимых контроллеров появилась возможность унифицировать программное обеспечение для операторских станций и промышленных контроллеров.

Эта возможность реализована в системе TRACE MODE 4.20, в которую введены функции программирования контроллеров и выпущена специальная исполнительная система для контроллеров – Микро MPB.

В новой версии TRACE MODE 5.04 технология сквозного программирования была усовершенствована. Наибольшие изменения коснулись средств разработки. Были разработаны язык схем на функциональных блоках (Техно FBD) и язык инструкций (Техно IL), которые являются языками визуального программирования и включают более 150 элементарных и библиотечных функций. Среди встроенных алгоритмов – ПИД, ПДД, нечеткое, позиционное регулирование, динамическая балансировка, алгоритмы массового обслуживания, блоки моделирования

объектов, арифметические, алгебраические, тригонометрические, статистические функции, функции расчета технико-экономических показателей и т.д. Добавлен ряд функциональных блоков, ориентированных на контроль и управление типовыми технологическими объектами (клапан, задвижка, привод и т.д.). Также разработаны алгоритмы адаптивных и модальных регуляторов.

8.3. Разработка сетевого комплекса как единого проекта

В распределенных SCADA-системах разработка проекта привязана к одной операторской станции. Поэтому при разработке сетевых комплексов сначала создаются базы данных реального времени для отдельных ПК, и лишь потом они объединяются в сеть.

Однако современные промышленные АСУ «живут» и развиваются десятки лет, имеют тенденцию к интеграции как между собой, так и с АСУ финансово-хозяйственных служб. За это время меняется технология, добавляются и заменяются датчики, АРМ, модифицируется программное обеспечение АСУ. Поддерживать и развивать системы, состоящие из многих обособленных ПК и контроллеров, каждый из которых ничего не «знает» о других, и трудно, и дорого. Чтобы этого избежать, можно использовать архитектуру клиент-сервер, но сосредоточение базы данных реального времени на сервере снижает надежность системы (что будет, если сервер откажет?).

В TRACE MODE 5 распределенная АСУ, включающая и ПК и контроллеры, *рассматривается как один проект*. Поэтому каждый узел (ПК или контроллер) имеет информацию об остальных узлах системы и в случае его модификации автоматически обновляет соответствующие базы на других узлах. При этом АСУ можно создавать как в архитектуре клиент-сервер, так и распределенную – технология разработки АСУТП как единого проекта будет одинаково эффективна.

8.4. Автопостроение

«Автопостроение» – это группа оригинальных технологий, реализованных в ТРЕЙС МОУД 5. Суть автопостроения заключается в автоматическом генерировании баз каналов операторских станций и контроллеров, входящих в проект АСУТП на основе информации о числе точек ввода /вывода, номенклатуре используемых контроллеров и УСО, наличии и характере связей между ПК и контроллерами. В соответствии с этим в ТРЕЙС МОУД 5 реализованы следующие возможности:

- Автопостроение баз каналов для связи с УСО в РС-контроллерах. Пользователю достаточно указать марку и количество РС-контроллеров, используемых в проекте и запустить автопостроение – ТРЕЙС МОУД сформирует базу каналов для каждого контроллера и произведет настройку на УСО автоматически.
- Автопостроение баз каналов для связи с обычными контроллерами. Эта процедура автоматически генерирует базы каналов операторских станций и производит настройку на наиболее распространенные в России контроллеры.
- Автопостроение связей между узлами «ПК-ПК», «ПК-контроллеры», «контроллеры-контроллеры» осуществляет создание, автоматическое поддержание и обновление коммуникаций между узлами распределенной АСУТП.
- Автопостроение при импорте баз технологических параметров. В наиболее технологически «культурных» организациях разработке проекта предшествует его детальная проработка и составление баз технологических параметров. Часто для этих целей используются распространенные базы данных и электронные таблицы, например, Excel, Access и др. ТРЕЙС МОУД 5 допускает импорт этих баз с последующим автопостроением.

Технология автопостроения является революционным шагом в разработке систем реального времени, так как снимает огромную часть рутинной работы по «набивке» и конфигурированию баз параметров. Благодаря автопостроению разработка АСУТП сводится к следующим несложным процедурам:

- Размещение в рабочем поле редактора базы каналов иконок контроллеров и операторских станций.
- Указание наличия информационного обмена между узлами.
- Запуск автопостроения проекта.
- Задание математической обработки данных и алгоритмов управления.

8.5. Разработка графического интерфейса

Разработка графического интерфейса операторских станций осуществляется в объектно-ориентированном редакторе представления данных. Графические изображения создаются в векторном формате. Редактор дает возможность создания объемных изображений мнемосхем технологических объектов. Формы динамизации содержат все необходимые элементы, в том числе гистограммы, графические, цветовые и звуковые сигнализаторы, тренды, бегущие дорожки, мультипликацию. Предусмотрен также обширный набор библиотек технологических объектов.

Если имеющихся динамических форм отображения недостаточно, пользователь может написать собственные формы как компоненты ActiveX, используя Visual Basic, Visual C++ и др. и встроить их в ТРЕЙС МОУД. Кроме того, в мире созданы десятки тысяч готовых бесплатных и коммерческих ActiveX-программ, доступных, в частности, через Internet. Среди них – электронные таблицы, программы доступа к базам данных, географические карты, графики и т.д.

Формы отображения могут объединяться в *графические объекты*. Графические объекты включают в себя неограниченное количество

статичных элементов рисования и динамических форм отображения. Они вставляются в экраны в виде одного элемента, могут использоваться в будущих проектах или на других экранах текущего проекта.

8.6. Распределенная многоуровневая АСУТП на базе Trace Mode

ТРЕЙС МОУД позволяет создавать многоуровневые, иерархически организованные, резервированные АСУТП. Рассмотрим трехуровневую систему, включающую уровень контроллеров, диспетчерский уровень и административный уровень.

АСУТП **уровня контроллеров** создается на основе Микро-монитора реального времени (Микро-МРВ). Эта программа размещается в РС-контроллере и осуществляет сбор данных с объекта, программно-логическое управление технологическими процессами и регулирование параметров по различным законам, а также ведение локальных архивов. Программа ведет постоянный контроль работоспособности УСО, сетевых линий, и в случае их выхода из строя автоматически переходит на резервные средства. При помощи Микро-МРВ можно создавать дублированные или троированные системы с горячим резервом.

Основу **диспетчерского уровня** управления составляют Мониторы реального времени (МРВ). МРВ ТРЕЙС МОУД – это сервер реального времени, осуществляющий прием данных с контроллеров, управление технологическим процессом, перераспределение данных по локальной сети, визуализацию информации, расчет ТЭП и статистических функций, ведение архивов.

На **административном уровне** АСУТП используются модули Supervisor. Supervisor предоставляет руководителю информацию о ходе и ретроспективе технологического процесса, статистических и технико-экономических параметрах предприятия. Эта информация может обновляться в режиме, близком к реальному времени (задержка 10 – 30 с).

Кроме того, Supervisor дает возможность просматривать ретроспективу (осуществлять «плейбек») процесса как фильм на видеомаягнитофоне. Графический «плейбек» архива дает в руки руководителя инструмент контроля работы диспетчерского комплекса и всего предприятия в целом.

8.7. Единое сетевое время

ТРЕЙС МОУД – одна из немногих на российском рынке SCADA-систем для операционных систем общего назначения, обладающих системой *единого сетевого времени* (кроме нее еще Citect). Все процессы в сетевых комплексах ТРЕЙС МОУД автоматически синхронизируются, что позволяет однозначно привязывать технологические события к временной шкале, каким бы из 256 сетевых ПК они не были зафиксированы.