

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ SCADA-СИСТЕМ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В ДИСПЕТЧЕРСКИХ СЛУЖБАХ БЕЛГОРОДСКОЙ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ

vitaluga@inbox.ru

В статье обосновывается большое значение применения полнофункциональной SCADA-системы в работе оператора диспетчерского пункта в электроэнергетике и теплоэнергетике. Приводится сравнительный анализ SCADA-систем «Citect», «Базис» и «СК-2007», применяемых в настоящее время в диспетчерских службах белгородской энергосистемы. Делаются выводы о преимуществах и недостатках каждой из них.

Ключевые слова: оператор, энергосистема, SCADA-система, диспетчерский пункт, «Citect», «Базис», «СК-2007».

В настоящее время SCADA-системы (от англ. Supervisory Control And Data Acquisition, Диспетчерское управление и сбор данных) получили широкое распространение во всех отраслях производства, будь то автоматизированное управление технологическим процессом в промышленности, система управления коммерческим учетом в электроэнергетике, автоматизация зданий и так далее. Везде, где в режиме реального времени требуется осуществлять оперативное управление каким-либо процессом, SCADA-система является наиболее простым и доступным решением.

Даже для отдельной отрасли производства можно назвать большое количество SCADA-систем, сходных и отличающихся по своим характеристикам, нашедших применение в данной отрасли. Насколько важно работать с полноценной и продуманной SCADA-системой оператору диспетчерского пункта в электро- или теплоэнергетике? Ответ очевиден: очень важно. Удобный функционал позволяет диспетчеру легче воспринимать информацию, отслеживать события, контролировать состояние объектов. При этом повышается оперативность работы, сокращается время реакции на принятие решений. Последнее следствие при управлении в энергетике имеет решающее значение.

Проведем сравнительный анализ SCADA-систем, применяемых в диспетчерских службах Белгородской энергосистемы. На основе общих для данного программного обеспечения характеристик выясним все плюсы и минусы каждой из них. Сделаем вывод о функциональных возможностях SCADA-систем, применяемых в энергетике, как о верхнем уровне диспетчерского управления энергосистемой нашего региона.

Производство электроэнергии в Белгородской области осуществляет «Белгородская теплосетевая компания», филиал ОАО «Квадра». Центральная диспетчерская служба «БТСК» управляет теплоэлектроцентралями, а также сетью котельных с помощью SCADA-системы «Citect».

Распределением электроэнергии в нашем регионе занимается филиал ОАО «МРСК Центра» «Белгородэнерго». Центр управления сетями «Белгородэнерго» (как и диспетчерские службы каждого из 22 районов электрических сетей) производят контроль и управление распределением электроэнергии с помощью SCADA-системы «Базис».

Верхним уровнем контроля за производством и распределением электроэнергии в регионе является Системный оператор – Белгородское РДУ, филиал ОАО "СО ЕЭС". Диспетчерская служба БРДУ для управления и отслеживания состояния энергосистемы региона использует комплекс «СК-2007».

SCADA-система «Citect» была разработана одноименной австралийской компанией. Этот системный интегратор вложил в свой продукт накопленный за 30 лет опыт разработки систем автоматизации производственных процессов. Официальным представителем «Citect» в России является компания «РТСофт», оказывающая полную техническую поддержку и обучение работе в «Citect» в нашей стране. Последняя версия программы - «Citect 7.2».

«Базис» - программный продукт отечественной компании ООО «Систел Автоматизация», специализирующейся на выпуске аппаратных платформ и программного обеспечения для оборудования АСДУ и АИИСКУЭ в нашей стране, прежде всего для одиннадцати областей

Центрального и Центрально-Черноземного регионов. Последняя версия - «Базис 3.5».

«Сетевой комплекс 2007» был создан российским ЗАО «Монитор электрик». На сегодняшний день компания производит техническую поддержку своего продукта в 56 РДУ по всей стране. «СК-2007» является SCADA/EMS/DMS/MMS-системой. Но в данной статье рассмотрим, прежде всего, функционал SCADA-системы «СК-2007». Последняя версия программного обеспечения - «СК-2007С» (версия 7.5).

В качестве операционной системы все три SCADA-системы используют ОС MS Windows/NT, поскольку именно такие системы предлагают наиболее полные и легко наращиваемые человеко-машинные интерфейсные (Human Machine Interface HMI) средства. В качестве аппаратной платформы для развертывания выбирается IBM PC. Все три рассматриваемые SCADA-системы предназначены для работы в локальной сети и в связи с этим обеспечивают высокий уровень сетевого сервиса, поддерживают работу в стандартных сетевых средах (arcnet, ethernet) с использованием стандартных протоколов (netbios, TCP/IP).

Также обеспечивается поддержка наиболее популярных сетевых стандартов из класса промышленных интерфейсов. Так в «СК-2007» поддерживаются IEC 60870-5-104, IEC 60870-6-503, FDST, MODBUS/TCP, SNMP, OPC DA, OPC XML DA. Сетевой комплекс «СК-2007» не выполняет прием данных непосредственно из каналов телемеханики, он подключается к локальной вычислительной сети, к которой также подключены серверы телемеханики и конвертеры протоколов. Однако «СК-2007» может самостоятельно опрашивать измерительные устройства (ION, ICPcon, регистраторы аварийных событий и т.п.), работающие поверх стека протоколов TCP/IP.

В SCADA-системе «Citect» реализована поддержка более 120 промышленных интерфейсов и протоколов от различных производителей. Среди них, в том числе есть ADAM, FUJI, GENIUS, HITACHI, HWELL, ICN, INTERBUS, MICROMAX, MODBUS, OPC, PROFIBUS, SIEMENS, SNMPII, TOSHIBA, TWINCAT, IP-LON, NEWAVE, IEC 60870-5-104. Выбор «Citect» практически стопроцентно гарантирует, что не возникнет проблем с приемом данных в систему диспетчерского управления.

В «Базис» ООО «Систел Автоматизация» поддерживается прием/передача данных по протоколам IEC 60870-5-104 и SystemNet. Данные, передаваемые устройствами нижнего уровня через другие интерфейсы и протоколы, прежде

чем попасть в «Базис», проходят преобразование на конверторах протоколов и серверах.

Производственные процессы в электроэнергетике не допускают остановки. В этом случае, как к аппаратуре, так и к программному обеспечению, управляющему этими процессами, предъявляются повышенные требования по надежности. Должно осуществляться горячее резервирование между отдельными серверами аппаратной платформы SCADA-системы. Этому требованию удовлетворяют все три SCADA-системы, но сам механизм резервирования для них немного отличается.

Применение SCADA-системы для крупной компании с перспективой на дальнейшее развитие определяет для данного ПО требования модульности и масштабируемости. В связи с огромным объемом обрабатываемых данных один промышленный сервер может перестать справляться со всё возрастающей нагрузкой. Поэтому SCADA-система должна быть развертываемой на аппаратной платформе, включающей целый кластер серверов. Масштабируемость определяется модульной клиент-серверной архитектурой, которой обладают и «Citect», и «Базис», и «СК-2007».

Каждый функциональный модуль SCADA-системы «Citect» может исполняться на отдельном компьютере и даже быть распределен на несколько компьютеров для увеличения общей производительности. «Citect» состоит из пяти функциональных модулей (серверов или клиентов): сервера ввода/вывода, клиента визуализации, сервера алармов (тревог), сервера трендов, сервера отчетов. Функционал «Citect» масштабируется, разносится по отдельным серверам и резервируется в соответствии с назначением этих пяти модулей.

Архитектура «СК-2007» также предусматривает возможность работы всех своих компонентов как на одиночном сервере, так и в составе комплекса серверов. Управление работой комплекса осуществляет Сервис ОИК [1]. Он выполняет запуск, завершение и координацию работы всех серверных задач, отслеживание расхода ресурсов каждого сервера, динамическую реконфигурацию сети серверов. В состав комплекса «СК-2007» входят модули связи с внешними системами сбора и передачи данных, модули обработки информации, сервис Web-доступа, сервис SNMP-мониторинга и т.д. Все они могут быть разнесены по разным серверам системы. Резервирование в «СК-2007» выполняется для основных компонентов комплекса. Для Сервис ОИК применяется двойное и даже тройное (избыточное) резервирование.

В SCADA-системе ООО «Систел Автоматизация» отдельными приложениями являются сервер системы ScadaServer, операторский интерфейс ScadaView, программа для построения графиков телеизмерений GrafView, программа для просмотра архивных параметров, программа для анализа состояния каналов передачи данных Zexpert и другие [2]. Все указанные приложения работают на одном едином сервере. Отдельно может использоваться сервер для работы с базой данных SCADA-системы. Резервирование выполняется либо для одного единого сервера, на котором установлены все приложения SCADA-системы и база данных, либо резервируется сервер приложений, и сервер баз данных (если он установлен отдельно от приложений системы).

Преимуществом модульной архитектуры «Citect» по отношению к архитектуре «Базис» является то, что при развертывании SCADA-системы на одном мощном многоядерном сервере, каждый из модулей-серверов «Citect» может работать на своем ядре. Это позволяет оптимально использовать возможности вычислительной машины.

При резервировании в каждой из трех рассматриваемых SCADA-систем в случае отказа резервируемого оборудования система производит уведомление оператора о неисправности данного устройства и сообщает, какое резервное оборудование было включено в работу.

Одной из важных технических характеристик SCADA-системы является наличие встроенного командного языка высокого уровня. Чаще всего это VBASIC-подобные языки, позволяющие реализовать адекватную реакцию на события, связанные с выполнением некоторого логического условия, с нажатием комбинации клавиш, а также с выполнением некоторого фрагмента относительно всего приложения или отдельного окна.

В «Citect» используется язык Cicode, включающий более 1000 функций, что позволяет создать прикладную систему любой сложности. Язык Cicode поддерживает 40 операторов для управления алармами (тревогами), 19 операторов для работы с файлами, 18 SQL-функций, 50 операторов для организации работы с архивами, операторы для управления коммуникационными портами и множество других [3]. В Cicode есть также функции для инженерной проверки производительности системы.

В «Сетевом Комплексе 2007» синтаксис VB Script или JavaScript используется только для расчета прогнозных данных в подсистеме сложных аналитических расчетов. В целом же администрирование «СК-2007» изначально предполагает настройку всевозможных интерфейсов,

выбор и подключение уже реализованных производителем модулей без непосредственного программирования. Поэтому встроенные командные языки здесь практически не используются.

В «Базис» встроенные языки высокого уровня не используются вообще.

Если говорить о поддержке баз данных, то все три рассматриваемые SCADA-системы используют синтаксис ANSI SQL, который не зависит от типа БД. Как следствие, приложения оказываются виртуально изолированными, 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.

В плане обработки принимаемой телеметрической информации рассматриваемые SCADA-системы удовлетворяют стандартным эксплуатационным требованиям. В каждой из них осуществляется (хотя и по-разному): контроль состояния сети обмена информацией, достоверности и значений ТИ (телеизмерений) и ТС (телесигнализаций), технологических пределов, фильтрация и сглаживание ТИ. Формирование статистических характеристик поведения ТИ и ТС наиболее полно реализовано в «СК-2007». Кроме определения нарушения пределов и отслеживания достоверности поступающей информации в ней происходит вычисление экстремумов и статистических моментов, отслеживание скачков изменения значений переменных.

Иногда у оператора при работе в системе возникает необходимость подменить текущее значение ТИ или ТС на заданное им вручную. Это требуется, если поступающее значение недостоверно или произошел сбой в работе оборудования нижнего уровня. Постановка ТИ и ТС на ручной ввод была с самых ранних версий сделана в «Базис» и в «СК-2007». Кроме того в «СК-2007» реализован функционал постановки на ручной ввод по расписанию. В SCADA-системе «Citect» постановка ТИ и ТС на ручной ввод была сделана только в последней версии («Citect 7.2»).

Графический интерфейс SCADA-системы является основным инструментом в работе оперативного персонала, для которого эта система изначально создается. Для разработки операторского интерфейса SCADA-системы «Citect», «Базис», «СК-2007» предоставляют библиотеки простых элементов (линии, фигуры, точечные изображения, текстовые и числовые выражения) векторной графики. Однако по сравнению с «Citect» и «СК-2007» графический редактор

«Базис» значительно более слабый. В нем отсутствуют библиотеки объектов.

В отличие от «Базис» графический редактор «Citect» содержит большой набор технологических символов (механизмы, резервуары, насосы). Любой объект или символ могут быть анимированы по возникновению события, выполнения логического условия, изменения значения переменной. Набор простых графических объектов позволяет создать мнемосхему. Но каждый такой объект требует индивидуальной настройки. Чтобы избежать этого в «Citect», можно объединить объекты в группу, называемую джином, и сохранить ее в библиотеке джинов. Затем джин может использоваться как единый объект: копироваться, перемещаться, масштабироваться. С помощью джина могут сохраняться любые типы графических объектов и данные об их конфигурации.

В отличие от «Базис» SCADA-системы «Citect» и «СК-2007» содержат встраиваемые объекты ActiveX. Это объекты, в основе которых лежит модель составных объектов Microsoft COM (Component Object Model). Технология COM определяет общую схему взаимодействия компонентов программного обеспечения в среде Windows и предоставляет стандартную инфраструктуру, позволяющую объектам обмениваться данными и функциями между прикладными программами. Помимо Microsoft есть также много сторонних компаний, занимающихся разработкой объектов ActiveX.

Наличие в SCADA-системе встроенных объектов ActiveX является важным аргументом в поддержку её использования, поскольку значительно упрощает создание операторского интерфейса и расширяет область применения системы непрофессиональными программистами. Использование объектов ActiveX снижает необходимость в разработке собственных дополнительных программ к SCADA-системе на языках C или Basic).

Графический интерфейс всех трех SCADA-систем выполняет стандартные функции автоматического обновления форм на стороне клиента при их изменении на сервере (в том числе в режиме просмотра); управления выводом информации на формах (масштаб, время, состав информации); печати форм (мнемосхем, графиков) с отображенными на них данными; настройки фильтров событий системы. В отличие от «Citect» и «Базис» графический интерфейс сетевого комплекса «СК-2007» поддерживает динамическое изменение детализации при изменении масштаба мнемосхемы.

Достаточно полноценно в каждой из SCADA-систем реализовано отображение гра-

фиков архивных параметров, что позволяет оператору проанализировать изменение значений переменных (напряжений, мощностей) в прошлом. В каждой из них поддерживается возможность сдвига по времени и масштабирования графиков, экспорт архивных параметров в Microsoft Excel. При этом, например, в «Базис» в отличие от «Citect» в одном окне построения графиков одновременно может быть построено 16 трендов. В «Citect» – только 8. Однако в отличие от «Базис» окно построения графиков «Citect» и «СК-2007» имеет вертикальную визуальную линию с подписью времени, очень удобную для определения точного времени по значению переменной. Кроме того в «СК-2007» реализовано автоматическое определение значений экстремумов по графику.

В «Citect» и «Базис» есть централизованная и пользовательская настройка событий. Централизованно настраивается набор типов событий для отображения у пользователя. Пользователь может на свое усмотрение включать или отключать разные типы событий.

В «СК-2007» все события делятся на базовые и пользовательские. Набор базовых событий предопределен при установке комплекса. Пользовательские события настраиваются отдельно каждым пользователем. Предусмотрена возможность настройки регламента генерации пользовательских событий при наступлении заданного времени, что позволяет реализовать функцию напоминаний. Для просмотра списка событий во всех трех SCADA-системах используются полноценные журналы событий. Кроме того, «Базис» поддерживает ретроспективу (отображение состояний объекта во временной последовательности).

При возникновении событий определенного типа система должна производить звуковое оповещение оператора. В «Базис» и «СК-2007» звуковая система оповещения встроена, в «Citect» она требует дополнительной программной реализации со стороны обслуживающего персонала. В «СК-2007» (в отличие от «Базис») при обработке ситуации массивированного наступления событий принимается во внимание приоритет событий, ограничивается общее количество звуков, ожидающих своей очереди на воспроизведение (менее важные замещаются более важными), выдерживается пауза между звуками.

Формирование отчетов, файловый импорт и экспорт предусмотрены во всех трех системах. Способы формирования отчетов: циклический, по изменению, по расписанию, по событию. Форматы файла отчета: в «Citect» и «Базис» - TXT, XML, XLS, в «СК-2007» - XML, XLS,

CSV. Кроме того, в «Citect» предусмотрена автоматическая отправка отчета на принтер (по расписанию или по событию).

Все чаще к современным SCADA-системам предъявляется требование передачи как статической (в определенные моменты времени), так и динамической (постоянно) информации на web-узлы. Система «Citect» имеет продуманный web-интерфейс, обладающий полным набором функций обычного клиента. Работа с web-интерфейсом «Citect» осуществляется только через браузер Microsoft Internet Explorer.

Сетевой комплекс «СК-2007» также обладает web-интерфейсом, который, однако, подразумевает возможность использования ограниченного набора инструментов для работы с данной системой. Это ограничение возникает из-за того, что накладывается требование ограничения пропускной способности каналов связи с комплексом. Для работы с web-интерфейсом «СК-2007» можно использовать любой web-браузер (однако рекомендуется использовать браузер Microsoft Internet Explorer), при этом оказывается достаточным соединения на скорости 33,6 Кбит/с.

Наличие web-интерфейса прекрасно подходит для централизованного управления сервисами и производствами, когда управляемые объекты расположены на территории огромной площади, как это имеет место быть в энергетике. И в «Citect», и в «СК-2007» осуществляется санкционирование доступа в web-интерфейс.

SCADA-система «Базис» также имеет web-интерфейс. Для его работы требуется, чтобы на ПК была установлена Java, но при этом можно использовать любой браузер.

Из приведенного сравнения функционала SCADA-систем, применяемых в диспетчерских службах Белгородской энергосистемы, видно, что все три системы удовлетворяют общим требованиям, накладываемым на данное программное обеспечение. При этом «Базис» имеет наименее проработанный функционал. В ней представлен слабый графический редактор, отсутствуют библиотеки объектов и встроенные компоненты ActiveX. Тот факт, что в этой

SCADA-системе нет встроенного командного языка высокого уровня, делает невозможным дорабатывать функционал системы.

Продуманный web-интерфейс «Citect» позволяет оператору работать так же полноценно, как и в обычном клиенте (в отличие от «СК-2007»). «Citect» также поддерживает наибольшее число промышленных интерфейсов и протоколов. Но это скорее преимущество АСУ ТП SCADA-системы, а не системы для управления распределенной технологической сетью. Наличие встроенного языка Cicode позволяет развивать функционал SCADA-системы в процессе её эксплуатации. С другой стороны, для обслуживания такой системы организации потребуется штатный программист.

В «СК-2007» выбор и подключение уже реализованных производителем модулей, настройка пользовательского интерфейса выполняются без непосредственного программирования. Эта SCADA-система обладает, пожалуй, самым богатым функционалом для диспетчерского управления и контроля в энергетике. Причем это проявляется как в архитектуре, так и в отдельных деталях построения операторского интерфейса (как это описано выше).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Оперативно-информационный комплекс СК-2007С // MONITEL.RU: сайт ЗАО «Монитор Электрик». 2009. URL: <http://www.monitel.ru/download/СК-2007С.pdf> (дата обращения: 20.10.2011).
2. Сервер ОУИК «БАЗИС». Описание применения. Версия 4.1.13.0 // SYSTEL-AVT.RU: сайт ООО «Систел Автоматизация». 2010. URL: http://www.systel-avt.ru/public/systel-avt/data/file/tech-documentation/edoc/ouik/server/BASIS_server_opisanie.pdf (дата обращения: 20.10.2011).
3. Руководство пользователя Citect 6 // SCADA.RU: сайт ЗАО «РТСофт». 2004. URL: http://www.scada.ru/userfiles/pdf/CS6_UserGuide_rus.pdf (дата обращения: 20.10.2011).