

СОВРЕМЕННЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ФУНКЦИОНАЛЬНОСТИ SCADA

к.т.н., доцент Плева Александр Георгиевич, Степул Виталий Юрьевич
Одесская национальная академия пищевых технологий, г.Одесса

Рассмотрены функциональные возможности современных SCADA, история их появления и тенденции развития. Проведен анализ функциональных возможностей SCADA, с точки зрения соответствия их задачам создания эффективных АСУ. Предпринята попытка прогнозирования эволюции функциональных возможностей SCADA.

Functional possibilities of modern SCADA, history of their appearance and progress trend, are considered. The analysis of functional possibilities of SCADA is conducted, from point of accordance their tasks of creation of effective to ACS. The attempt of prognostication of evolution of functional possibilities of SCADA is undertaken.

Ключевые слова: SCADA, диспетчер, информация, интерфейс, система, управление, авария.

В настоящее время на рынке средств автоматизации присутствует большое количество программных продуктов, позиционируемых как SCADA системы. Несмотря на их разнообразие, на каждом этапе развития автоматизированных систем большинство из них имеет примерно одинаковый набор функциональных возможностей, позволяющих выполнять основные требования, предъявляемые к верхнему уровню АСУ ТП. Однако уровень реализации каждой из составляющих функционала может существенно отличаться. Анализ достигнутых на сегодняшний день функциональных возможностей SCADA, а также, тенденций их развития, представляется актуальным, поскольку это поможет системным интеграторам и другим участникам процесса проектирования АСУ, использовать эти возможности более продуктивно, в соответствии с современными требованиями создания высокоэффективных распределенных систем управления. Можно предположить, также возможность прогнозирования развития функциональных возможностей SCADA, что будет являться ориентиром для разработчиков таких систем.

Перечень решаемых SCADA задач и, соответственно, стандартных функций SCADA можно встретить в большинстве литературных и Интернет источниках, так или иначе затрагивающих эту концепцию [1-4]. Обычно указывают следующие основные функциональные возможности или группы функций:

- Встроенная интегрированная среда разработки проекта;
- развитие средства визуального объектного программирования в среде разработки;
- реализация всех основных методов создания экранных форм человеко-машинного интерфейса в среде исполнения;
- развитые коммуникационные возможности, связь среды исполнения с удаленными терминалами, PLC, WEB клиентами, исполняемыми приложениями и др., используя все существующие коммуникационные технологии, поддержка специальных сервисов, например, SMS, MMS в сетях GSM и SDMA;
- сбор данных в реальном времени, опрос источников данных в распределенной системе по инициативе SCADA (по системному событию) и по инициативе источника данных либо оператора (по прерыванию);
- диспетчерское управление, формирование и пересылка в удаленные терминалы, PLC и т.п. корректирующих конфигурационных и параметрических данных;
- непосредственно-цифровое управление, формирование логических и динамических управляющих воздействий в реальном масштабе времени и выдача этих управляющих воздействий на исполнительные механизмы;
- ведение баз данных реального времени с технологической и системной информацией, наличие собственной, встроенной в SCADA СУБД или обеспечение возможности интеграции среды исполнения с внешними стандартными СУБД на уровне языка запросов;
- допусковый контроль, аварийная сигнализация и управление обработкой тревожных событий (алармов);
- подготовка и генерация отчетов с технологической и системной информацией, настройка выходных форм отчетов и привязки их выдачи к различным системным событиям;
- эмуляция контроллеров в среде SCADA, встроенная система программирования контроллеров SOFTLOGIC, встроенные средства программирования алгоритмов управления МЭК 61131-3 и др.;
- возможность работы прикладной системы с наборами параметров, рассматриваемых как "единое целое".

К реализациям этой функции можно отнести подсистему «рецептов» (recipes), описывающих структуры данных относящихся к типичным применениям прикладной системы, например настроенных на выпуск различных видов продукции или подсистему мгновенного перевода всех текстов в среде исполнения на заранее заданные языки. Пользователь операторского терминала может произвольно выбирать язык интерфейса и описания данных, что весьма важно в условиях глобализации управления, когда операторские терминалы могут находиться в разных странах и континентах.

- обеспечение безопасности функционирования среды исполнения в случаях техногенных и антропогенных деструктивных воздействий, самотестирование системы, автоматическое архивирование и резервирование данных, шифрование информации и обеспечения секретности протоколов связи, специальные методы защиты от кибератак, разграничение доступа к системе между разными категориями пользователей и др.

Следует подчеркнуть, что функциональные возможности SCADA непрерывно совершенствуются, появляются новые функции. На примере SCADA, которые находятся на переднем крае IT технологий можно заметить, что передовые разработчики SCADA не просто следуют требованиям рынка таких систем, но непосредственно формируют эти требования, предоставляя разработчикам АСУ новые, часто неожиданные для них возможности. Аббревиатура SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) раскрывает упомянутый перечень функций лишь частично. Однако и эти основные функции не появились вдруг в некоторой известной реализации, а эволюционировали из своих «доисторических» предшественников. Подсистемы сбора данных (Data Acquisition) ведут свое начало, очевидно, от первых телеметрических систем, появившихся вначале на железной дороге, в водоснабжении и трубопроводном транспорте, а затем и в других отраслях, в начале – середине прошлого века. Состояние системы в то время отображалось на специальных «имитационных стенах» (mimic wall). Эти стены работали в режиме «приближенному к реальному времени», т.к. показания лампочек и индикаторов изменяли вручную операторы, по мере того как получали новые данные о значениях контролируемых параметров.

Диспетчерское (административное) управление (Supervisory Control) по выделенным или арендованным линиям связи позволило исключить либо существенно сократить штат мобильных операторов, периодически посещающих удалённые станции с целью коррекции уставок локальных систем, контроля над соблюдением требований к техническому обслуживанию и проведения инспекций. Причём эта деятельность должна была осуществляться непрерывно и круглосуточно – 24 часа в день 7 дней в неделю. В дальнейшем актуальность функции Supervisory Control только возрастала вследствие удорожания организации мобильного обслуживания удаленных станций и труда квалифицированных операторов и. Кроме того, оперативность обновления информации, формирование корректирующих управляющих воздействий, максимально приближенные к реальному времени, являются необходимыми условиями для оптимизации работы распределённого предприятия, имеющего удалённые станции.

Количество обслуживаемых параметров в первых SCADA было весьма ограничено из-за дороговизны линий связи, в качестве которых обычно использовались арендованные телефонные пары. Попытки организации связи по радиоканалу в аналоговой телеметрии не позволили решить проблему стоимости телекоммуникаций. Ситуация упростилась после того, как в 70 годах прошлого века начался переход к цифровой телеметрии. Первые цифровые решения были частнофирменными, затем появились системы на базе COTS-продуктов (Commercial Off The Shelf / Готовые коммерческие продукты с полки). Технологии сжатия и кодирования позволили организовывать передачу на одной радиочастоте или по одной телефонной паре сразу нескольких дискретных и аналоговых величин. Однако надёжность таких технических систем была на первых порах довольно низкой, поэтому ранние SCADA проектировались таким образом, чтобы сохранить за удалёнными станциями как можно больше управляющих функций. Были разработаны специальные дистанционные терминалы, Remote Terminal Unit (RTU), способные хранить ограниченные объёмы данных и поддерживать работу удалённых станций в периоды отсутствия связи с центральной станцией. С появлением микропроцессоров и развитием методов пакетной передачи данных в компьютерных сетях надёжность и производительность телекоммуникаций резко возросла, однако структура систем, включающих RTU, оказалась весьма удачной с точки зрения надёжности и рациональной децентрализации управленческих функций и широко используется и в современных системах.

Дальнейшее развитие функциональности SCADA стало необходимым и возможным в силу таких факторов как появление графических рабочих станций и, соответственно графических интерфейсов оператора, а также, главным образом, вследствие появления на рынке предложений по созданию SCADA-систем как коммерческих продуктов, в отличие от первых, частнофирменных программно-технических комплексов. Эти два фактора следует рассматривать во взаимосвязи, поскольку именно развитые средства человеко-машинного интерфейса и, особенно, встроенные в среду разработки SCADA средства визуального программирования, сыграли одну из ключевых ролей в обеспечении привлекательности коммерческих SCADA как COTS-продуктов, стали своеобразной «визитной карточкой» таких систем. Разработчиков систем автоматизации привлекала декларируемая возможность создания сложных динамических экранных форм человеко-машинного интерфейса и алгоритмов обработки данных «без программирования», путем привычной для специалиста-автоматчика процедуры визуальной компоновки и настройки объектов экранных форм и алгоритмической структуры системы. Поэтому в представлении многих пользователей SCADA системы являются, в первую очередь, именно средствами удобной и относительно простой реализации человеко-машинного интерфейса и алгоритмической структуры АСУ, что поддерживается и маркетинговыми ходами при продвижении той или иной SCADA на рынке. Разумеется, первое впечатление, основанное на демонстрации возможностей визуального программирования в среде SCADA, часто бывает обманчиво и реальные трудозатраты, а также, требования к квалификации разработчиков АСУ могут быть существенно выше декларируемых. Графический пользовательский интерфейс в SCADA может поддерживать только базовые функции человеко-машинного взаимодействия в простейших, учебных или бесплатных системах, таких как Genie, AdamView от Advantech, но обычно в современных SCADA он является основой интегрированной среды разработки. Сложность и многообразие задач создания АСУ определяет и уровень реализации такого интерфейса. В наиболее развитых системах он может быть иллюстрацией достигнутого в IT технологиях уровня концепции визуального объектно-ориентированного

программирования. По количеству, разнообразию и сложности объектов SCADA, пожалуй, опережает любые другие инструментальные средства, что объективно связано со сложностью и многообразием задач создания современных АСУ. Для примера приведем вид некоторых панелей инструментов одной из продвинутых SCADA систем:

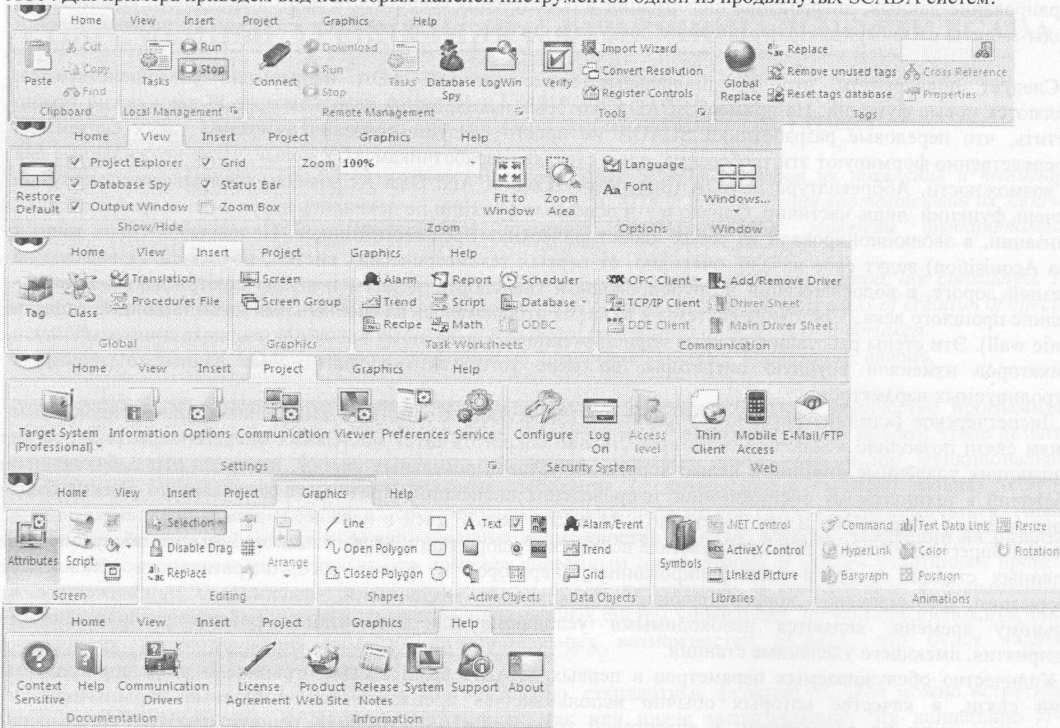


Рис.1. Пример панелей инструментов современной SCADA

Коммуникационные возможности SCADA предполагают связь с источниками данных полевого уровня – различными интеллектуальными датчиками и PLC. Для этого программный пакет включает поддержку всевозможных протоколов полевой шины в соответствии с соглашениями Fieldbus Foundation и драйверы различных периферийных устройств. Поддержка на уровне драйверов обеспечивает наиболее надежный и быстрый обмен данными, в том числе, в реальном времени, что необходимо для выполнения функций сбора данных и непосредственно-цифрового управления. SCADA некоторых фирм, например, Siemens, Advantech, включают драйверы только «своих» устройств, другие же, не привязанные к производителям технических средств автоматизации, например Trace Mode, компании AdAstra Research Group, декларируют максимально широкую поддержку устройств самых разных фирм на уровне драйверов да еще и предоставляют пользователям возможность разработки и включения в состав системы собственных драйверов устройств. Эта опция, однако, требует затрат труда программистов весьма высокой квалификации, что несколько противоречит концепции использования SCADA. Другим способом связи с внешними устройствами и исполняемыми в этой же вычислительной среде приложениями, является технология OLE - Object Linking and Embedding, в версиях DDE, ActiveX и особенно, OPC (OLE for Process Control). Поддержка OPC обмена в SCADA открывает возможности связи с любыми устройствами, для которых существует OPC сервер. Такие серверы обычно предлагаются производителями технических средств автоматизации, в том числе бесплатно, для облегчения интеграции своих изделий в проекты автоматизации на основе SCADA. На более высоких уровнях коммуникаций используются обычно различные модификации Ethernet, что обеспечивает универсальное и достаточно надежное решение в построении различных вычислительных сетей, в том числе, промышленного назначения. Ethernet соединение, в настоящее время, довольно часто применяется и для связи Host компьютера с контроллером сети полевого уровня, что позволяет не использовать в компьютере специальных устройств связи с интерфейсами полевой шины. Говоря о коммуникационных возможностях SCADA, особо следует отметить роль WEB технологий. Оснащение SCADA WEB сервером значительно повышает их коммерческую привлекательность и даже становится одним из основных требований пользователей. Такой сервис позволяет получить доступ к SCADA через стандартный браузер, выступающего в этом случае в роли тонкого WEB-клиента. Подключение клиентов к SCADA Web-серверу через Internet/Intranet позволяет им взаимодействовать с прикладной задачей автоматизации как с простой WEB или WAP-страницей с любых терминалов, оснащенных браузером, вплоть до мобильных телефонов. Такое решение инвариантно к технической и программной платформе устройств сети, легко реализуемо и экономично, однако не исключает

потенциальную опасность не санкционированного доступа, вследствие сложности обеспечения высокого уровня защищенности сетевого взаимодействия. Это ограничивает применение WEB доступа в большинстве промышленных реализаций функций наблюдения за состоянием системы, с минимумом разрешенных действий, связанных с вмешательством в процессы управления и функционирования системы.

Ряд функций связаны с необходимостью работы среды исполнения SCADA в реальном масштабе времени. В основном это относится к функциям сбора данных и к управляющим функциям. Собственно, возможность работы в реальном времени определяется не программным обеспечением SCADA, а операционной системой, в которой это программное обеспечение работает. До появления свободно программируемых контроллеров, алгоритмические возможности управляющих устройств нижнего уровня были весьма ограничены и реализация не стандартных алгоритмов управления в среде исполнения SCADA, в режиме непосредственно-цифрового управления было весьма актуально. Прочие функции SCADA были как бы надстройкой над управляющей вычислительной машиной, непосредственно связанной с технологическим процессом с помощью УСО. SCADA, для которых НЦУ было приоритетной функцией, должны были работать в среде ОС реального времени. Таковыми были, например, системы RealFlex и Siteх для ОСПВ QNX. В дальнейшем, с развитием алгоритмических возможностей нижнего уровня управления, НЦУ в SCADA потеряло актуальность и на первый план выступили функции, связанные с обеспечением человеко-машинного взаимодействия, обслуживанием баз данных, связи с офисными и другими коммерческими приложениями. Этим задачам в гораздо большей степени соответствует ОС Windows, поэтому подавляющее большинство современных SCADA функционирует в этой ОС. Жесткое реальное время для приложений в Windows не возможно, поскольку в этом режиме работают только отдельные процессы самой ОС на уровне ядра. Однако рациональная децентрализация функций сбора и обработки данных под управлением SCADA и ряд специальных возможностей ОС Windows на платформе NT, позволяют получить вполне удовлетворительные результаты, мало отличимые по жесткости соблюдения времени отклика от классических операционных систем реального времени.

Ведение технологических и системных архивов, возможность представления архивных данных за любой выбранный интервал времени в удобных для анализа формах, это одна из наиболее востребованных пользователем функций современных SCADA. Запись хранение и упорядочивание архивных данных в SCADA производится посредством механизма СУБД реального времени. Возможен вариант, когда такая СУБД реализована как компонент программного обеспечения SCADA, либо в системе реализован интерфейс к внешней СУБД, используя ANSI SQL синтаксис, который является независимым от типа базы данных. Это позволяет менять базу данных без серьезного изменения самой прикладной задачи, включать в проект свои программы для анализа информации, использовать специализированное программное обеспечение, ориентированное на обработку данных. Архивные данные используются для ретроспективного и прогнозного анализа технологической, технической и экономической информации и подготовки отчетов по заданным формам. Вообще, вид и содержание выходных форм архивных данных, способы обработки архивной информации являются, пожалуй, наиболее «заказчикозависимой» частью проекта АСУ. С одной стороны, требования к этим формам со стороны Заказчика могут быть весьма изощренными, а с другой, изначально плохо формализованными и подверженными многократным изменениям и уточнениям на этапе ввода системы в эксплуатацию. Поэтому большое значение приобретает реализация в SCADA функций редактирования выходных форм, визуализации трендов и т.п., позволяющая удовлетворить требования Заказчика в этой области без чрезмерных трудозатрат и сложного программирования задач обработки данных.

Отдельные функции, реализованные в некоторых современных SCADA, являются не свойственными для таких систем, и их появление обусловлено, главным образом, маркетинговыми соображениями производителей программного обеспечения и стремлением предложить потребителям несколько продуктов «в одном пакете». К таким функциям в первую очередь можно отнести подсистемы эмуляции и программирования контроллеров SoftLogic. Поскольку эти функции непосредственно не относятся к задачам, традиционно решаемым SCADA, то такие системы получили название интегрированных.

Функции SCADA непосредственно связаны с основными эксплуатационными и системными характеристиками – надежностью и открытостью SCADA, возможностью масштабирования приобретаемых программных средств, уровнем фирменной технической поддержки. Надежность, помимо реализованных в SCADA функций обеспечения безопасности, можно оценить по времени присутствия той или иной SCADA системы на рынке, количеству последовательно вышедших версий системы и количеству внедрений в различных отраслях. Большинство зарекомендовавшие себя систем существуют более 10-15 лет, выпускались в большом количестве версий, некоторые были портированы в различные операционные системы. Количество внедрений ряда SCADA систем достигает десятков тысяч проектов в самых различных отраслях. Открытость SCADA обеспечивается возможностью подключения программных модулей, написанных пользователем или другими производителями, т.е. для нее должны быть определены и описаны используемые форматы данных и процедурный интерфейс. Открытость предусматривает возможность интеграции в среду исполнения драйверов устройств, написанных пользователем или предоставленных разработчиками технических средств автоматизации. Совместимость с аппаратурой и базами данных других производителей достигается и с помощью стандарта OPC, применением интерфейса ODBC или OLE DB. Открытость системы программирования достигается поддержкой языков МЭК 61131-3. Современные SCADA как правило обеспечивают исполнение COM-объектов и ActiveX элементов, что открывает широкие возможности

использования программных модулей сторонних разработчиков. С точки зрения открытости интересно, также, применение веб-интерфейса, поскольку он обеспечивает доступ к SCADA с любого компьютера из любой точки мира, независимо от аппаратной платформы, типа канала связи, операционной системы и т.п. Масштабируемость программных средств SCADA позволяет пользователю приобрести экономически приемлемое и технически обоснованное решение, не содержащее избыточных в данной конкретной задаче функций и объемов обрабатываемых данных. Разработчики SCADA обычно предоставляют пользователю целый ряд программных продуктов различной стоимости, отличающихся набором функциональных модулей и максимальным количеством обрабатываемых ТЭГов. Часто в этом спектре присутствует бесплатная ознакомительная версия, позволяющая освоить возможности SCADA на ограниченных учебных проектах. Ведущие производители уделяют большое внимание уровню технической поддержки, поскольку широкие функциональные возможности современных SCADA не всегда легкодоступны в освоении конечным пользователем. Уровень технической поддержки определяется и качеством технической документации и сервисной поддержкой во всех регионах мира, в том числе, методом «горячей линии». Часто именно уровень технической поддержки оказывает заметное влияние на качество, время выполнения и, соответственно экономику проекта.

Проведенный обзор функциональных возможностей современных SCADA, известные тенденции развития IT технологий и потребности практики в области создания проектов АСУ дают возможность прогноза дальнейшей эволюции SCADA систем. В области человеко-машинного взаимодействия в SCADA продолжится тенденция использования самых современных технических и программных средств. На сегодняшний день актуальным является внедрение средств 3D интерфейса, поскольку они отлично подходят для задач связанных с визуализацией каких-либо сложных структур, процессов, характерных для отображения состояния сложных систем и задач анализа данных в таких системах. Появится поддержка стереоскопических, мультивидовых, а в дальнейшем и голографических устройств отображения, получат распространения манипуляторы, предназначенные для навигации в таких условиях. В области развития коммуникационных функций SCADA следует ожидать дальнейшего прогресса в применении WEB технологий. Можно предположить, что проблемы безопасности сетевого взаимодействия и персонификации доступа к ресурсам будут решаться, в том числе, применением специализированных терминалов, зарегистрированных в системе. Доступ к защищенным ресурсам будет возможен только с этих терминалов, а все прочие данные, публикуемые WEB сервером SCADA, будут доступны с любых терминалов, оснащенных браузером. Причем персонификация доступа к защищенным ресурсам и защита информации будет обеспечиваться средствами самих терминалов и мест их размещения, а не на стороне серверной части SCADA. В области анализа данных следует ожидать появления и развития встроенных в программное обеспечение SCADA стандартных решений в области анализа связей технологической и экономической информации, на уровне подсистем поддержки принятия решений. Такие функции, ориентированные уже не на оператора технологического процесса, а на управленцев различных уровней, позволят говорить об автоматизации средствами SCADA не только технологических, но и бизнес-процессов предприятия. И наконец, можно ожидать, что помимо развития функциональных возможностей универсальных SCADA систем, сохранится тенденция параллельной разработки систем ограниченной функциональности, ориентированных на определенную отрасль промышленности, энергетику, управления инфраструктурой зданий, и т.п. Такие системы уже существуют и получили название Micro-SCADA. Помимо экономического выигрыша для конечного пользователя, который не платит за избыточные для него функции, Micro-SCADA субъективно привлекательнее, поскольку они изначально позиционируются на узкую целевую группу, именно для этого конкретного потребителя. Разумеется, все это только малая часть потенциальных направлений эволюции функциональных возможностей SCADA и темпы развития IT индустрии будут опережать самые смелые предположения в этой области.

Литература:

1. SCADA-системы: взгляд изнутри / Е.Б. Андреев, Н.А. Куцевич, О.В. Синенко - М.: Издательство «РТСофт», 2004. – 176 с.: ил.
2. Эволюция SCADA: от телеметрических приложений до корпоративных систем.- <http://www/asutp.ru/?p=600643>
3. SCADA-системы, или муки выбора.- <http://www/asutp.ru/?p=600055>
4. Прогресс в области SCADA-систем и проблемы пользователей.- <http://www/asutp.ru/?p=600367>