



В.В. Ершов, доцент кафедры НДис УлГУ, к.в.н., доцент

Лекция 1.5

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О SCADA-СИСТЕМАХ

- 1. ОСНОВНЫЕ ФУНКЦИИ SCADA-СИСТЕМ;**
- 2. АРХИТЕКТУРНОЕ ПОСТРОЕНИЕ SCADA-СИСТЕМ;**
- 3. SCADA КАК ОТКРЫТАЯ СИСТЕМА;**
- 4. ОРГАНИЗАЦИЯ ДОСТУПА К SCADA-ПРИЛОЖЕНИЯМ;**
- 5. НАДЁЖНОСТЬ SCADA-СИСТЕМ;**
- 6. ПРОГРАММНО-АППАРАТНАЯ ПЛАТФОРМА;**
- 7. МАСШТАБИРУЕМОСТЬ;**
- 8. ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ SCADA-СИСТЕМ.**



SCADA-система

- В строгом смысле SCADA-система – это программное обеспечение, функционирующее в составе АСУТП конкретного объекта, или, как принято называть его на профессиональном жаргоне, управляющая программа.
- Сегодня стандартом стало сращивание инструментальных систем и собственно SCADA-систем. В частности, так называемые run-time компоненты (программные средства, обеспечивающие работу системы в реальном времени) инструментальных систем используются не только для отладки проекта, но и для непосредственного управления технологическим процессом.
- Сам термин **SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition – система сбора данных и оперативного диспетчерского управления)** содержит две основные функции системы:
 - сбор данных о контролируемом технологическом процессе;
 - управление технологическим процессом, реализуемое ответственными лицами на основе собранных данных, а также правил (критериев), соблюдение которых обеспечивает наибольшую эффективность и безопасность технологического процесса.

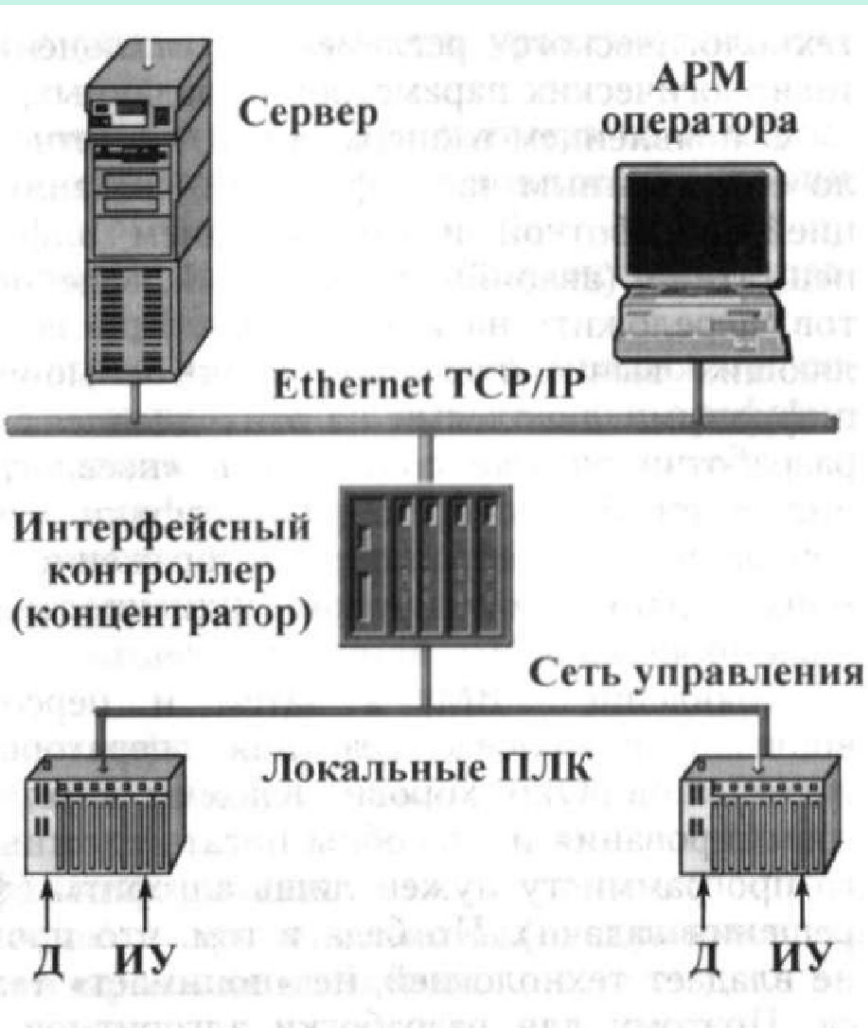


НМІ-система

- Программное обеспечение с ярко выраженным упором на функции взаимодействия с оператором называют **НМІ-системами или пакетами (Human-Machine Interface)**.
- Как следует из самого названия, основной функцией SCADA-системы является именно обеспечение НМІ, хотя практически во всех существующих системах имеется возможность непосредственного управления техпроцессами. Такое совмещение позволяет экономить на аппаратных средствах, однако оно таит в себе и достаточно серьезные опасности.
- Во-первых, ресурсоемкая графика снижает быстродействие системы в целом.
- Во-вторых, неумелые действия оператора или запуск, мягко выражаясь, несанкционированного ПО могут «завесить» не только НМІ, но и всю операционную систему, что приведет к нарушению всего техпроцесса, а достаточно часто и к возникновению прямой опасности для персонала и оборудования.
- Конечно, в инерционных системах потеря нескольких минут на перезагрузку к серьезным неприятностям не приведет, но такие системы не составляют подавляющего большинства.



Основные функции SCADA-систем



- В типовой архитектуре современной системы управления (АСУТП) явно просматриваются два уровня (рис. 1):
 - *уровень локальных контроллеров*, взаимодействующих с объектом управления посредством датчиков и исполнительных устройств;
 - *уровень оперативного управления* технологическим процессом, основными компонентами которого являются серверы и рабочие станции операторов/диспетчеров.



Основные функции SCADA-систем

- В качестве локальных контроллеров могут использоваться ПЛК различных производителей. Основные типы контроллеров, применяемых в системах управления процессами добычи и подготовки нефти и газа, были рассмотрены ранее.
- На верхнем уровне процесс сбора данных и управления строится с помощью человеко-машинного интерфейса (HMI – Human Machine Interface), установленного на рабочей станции (АРМ оператора).
- В зависимости от конкретной системы верхний уровень управления может быть реализован на базе одиночной рабочей станции или нескольких рабочих станций, серверов, АРМ специалистов и руководителей, объединённых в локальную сеть Ethernet.



Базовый набор функций SCADA-систем

- сбор информации с устройств нижнего уровня (датчиков, контроллеров);
- приём и передача команд оператора-диспетчера на контроллеры и исполнительные устройства (дистанционное управление объектами);
- сетевое взаимодействие с информационной системой предприятия (с вышестоящими службами);
- отображение параметров технологического процесса и состояния оборудования с помощью мнемосхем, таблиц, графиков и т.п. в удобной для восприятия форме;
- оповещение эксплуатационного персонала об аварийных ситуациях и событиях, связанных с контролируемым технологическим процессом и функционированием программно-аппаратных средств АСУ ТП с регистрацией действий персонала в аварийных ситуациях.
- хранение полученной информации в Архивах;
- представление текущих и накопленных (архивных) данных в виде графиков (тренды);
- вторичная обработка информации;
- формирование сводок и других ответных документов по созданным на этапе проектирования шаблонам.



2. АРХИТЕКТУРНОЕ ПОСТРОЕНИЕ SCADA-систем

- **Одной из первых задач, поставленных перед разработчиками SCADA, стала задача организации многопользовательских систем управления, то есть систем, способны поддерживать достаточно большое количество АРМ пользователей (клиентов). В результате появилась *клиент-серверная* технология или архитектура.**
- **Клиент-серверная архитектура характеризуется наличием двух взаимодействующих самостоятельных процессов - клиента и сервера, которые, в общем случае, могут выполняться на разных компьютерах, обмениваясь данными по сети. По такой схеме могут быть построены и системы управления технологическими процессами (рис. 2).**



Клиент-серверная архитектура

- Клиент-серверная архитектура предполагает, что вся информация о технологическом процессе от контроллеров собирается и обрабатывается на сервере ввода/вывода (сервер базы данных), к которому по сети подключаются АРМ клиентов (компьютеры операторов, специалистов).





Клиент-серверная архитектура

- Под станцией-сервером в этой архитектуре следует понимать компьютер со специальным программным обеспечением для сбора и хранения данных и последующей их передачи по каналам связи оперативному персоналу для контроля и управления технологическим процессом, а также всем заинтересованным специалистам и руководителям. По определению сервер является поставщиком информации, а клиент - её потребителем. Таким образом, рабочие станции операторов/диспетчеров, специалистов, руководителей являются станциями-клиентами. Обычно клиентом служит настольный ПК, выполняющий программное обеспечение конечного пользователя. ПО клиента - это любая прикладная программа или пакет, способные направлять запросы по сети серверу и обрабатывать получаемую в ответ информацию.
- Естественно, функции клиентских станций, а следовательно, и их программное обеспечение, различны и определяются функциями рабочего места, которое они обеспечивают.
- Количество операторских станций, серверов ввода/вывода (серверов БД) определяется на стадии проектирования и зависит, прежде всего, от объёма перерабатываемой в системе информации.
- Для небольших систем управления функции сервера ввода/вывода и станции оператора (НМІ) могут быть совмещены на одном компьютере.



Клиент-серверная архитектура

- В сетевых распределенных системах средствами SCADA/HMI стало возможным создавать станции (узлы) различного функционального назначения: станции операторов/диспетчеров, серверы с функциями HMI, «слепые» серверы (без функций HMI), станции мониторинга (только просмотр без прав на управление) для специалистов и руководителей и другие). **HMI-система - средство динамической визуализации данных, построения систем диспетчеризации и мониторинга, а также контроля и управления технологическими процессами.**
- SCADA-программы имеют в своем составе два взаимозависимых модуля: Development (среда разработки проекта) и Runtime (среда исполнения).
- В целях снижения стоимости проекта эти модули могут устанавливаться на разные компьютеры. Например, станции оператора, как правило, являются узлами Runtime (или View) с полным набором функций человеко-машинного интерфейса. При этом хотя бы один компьютер в сети должен быть типа Development. На таких узлах проект разрабатывается, корректируется, а также может и исполняться.
- Программное обеспечение SCADA-серверов позволяет создавать полный проект системы управления, включая базу данных и HMI.



3. SCADA КАК ОТКРЫТАЯ СИСТЕМА

- Распространение архитектуры «клиент-сервер» стало возможным благодаря развитию и широкому внедрению в практику концепции открытых систем. Главной причиной появления и развития концепции открытых систем явились проблемы взаимодействия программно-аппаратных средств в локальных компьютерных сетях. Решить эти проблемы можно было только путем международной стандартизации программных и аппаратных интерфейсов.
- Концепция открытых систем предполагает свободное взаимодействие программных средств SCADA с программно-техническими средствами разных производителей. Это актуально, так как для современных систем автоматизации характерна высокая степень интеграции большого количества компонент. В системе автоматизации кроме объекта управления задействован целый комплекс программно-аппаратных средств: датчики и исполнительные устройства, контроллеры, серверы баз данных, рабочие станции операторов, АРМы специалистов и руководителей и т.д. (рис. 3).

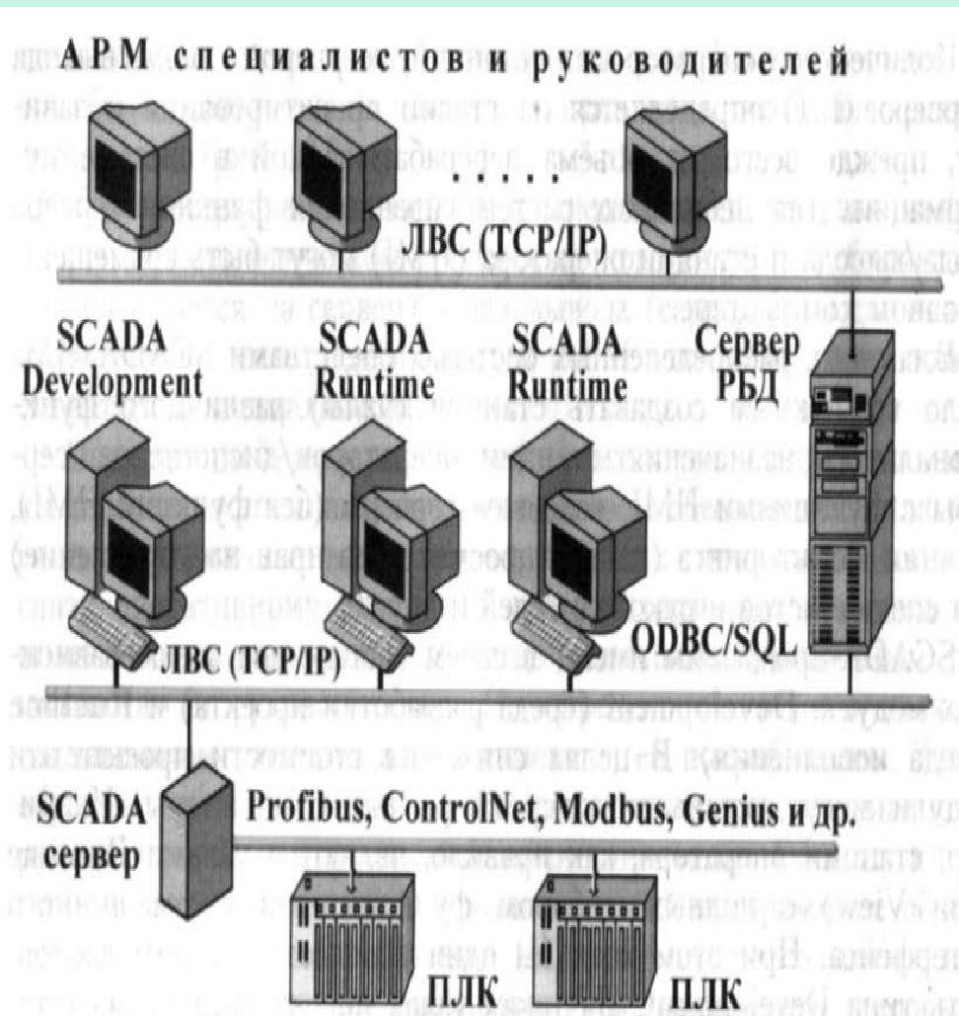


SCADA как открытая система

- При этом в одной системе могут быть применены программно-технические средства разных производителей. Очевидно, что для эффективного функционирования в этой разнородной среде SCADA-система должна обеспечивать высокий уровень сетевого взаимодействия.

Реализация этой задачи требует от SCADA-системы наличия типовых протоколов обмена с наиболее популярными промышленными сетями, такими, как Profibus, ControlNet, Modbus и другими.

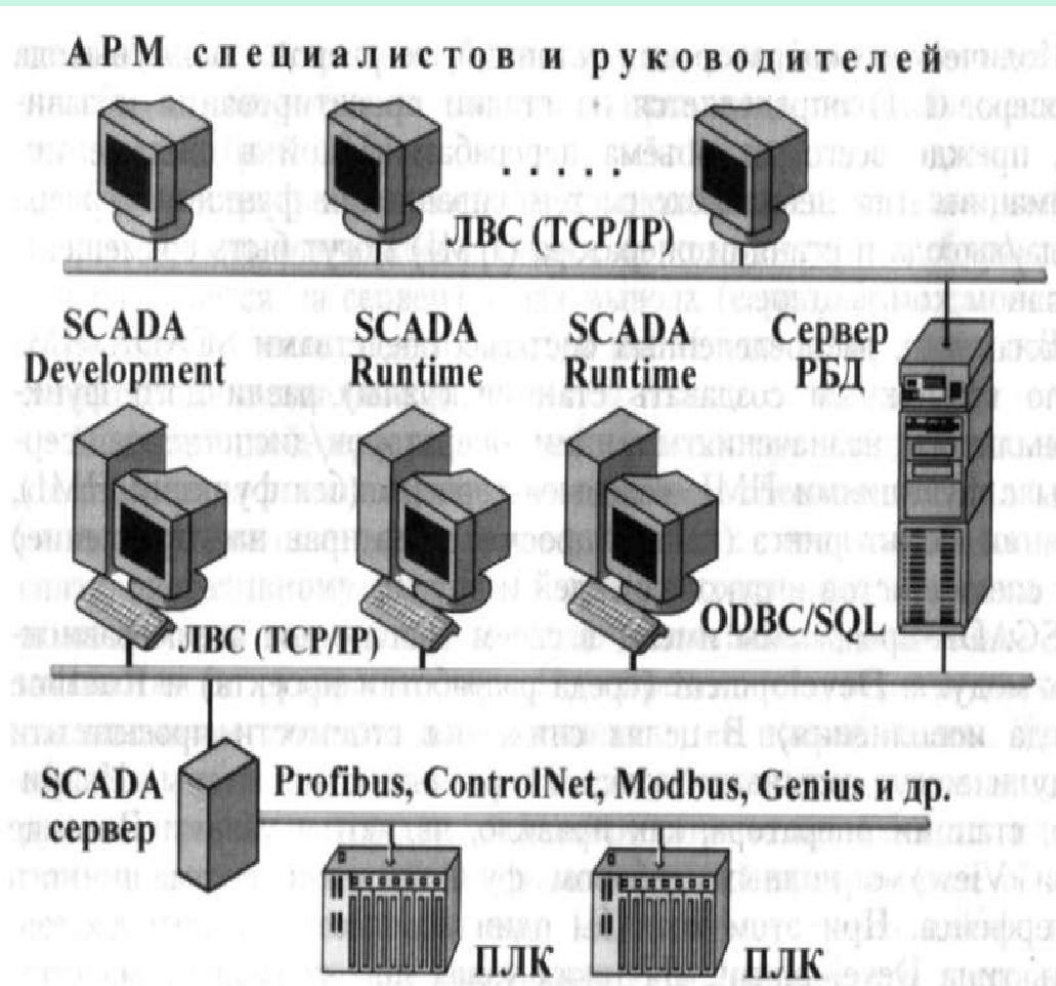
С другой стороны, SCADA-системы должны поддерживать интерфейс и со стандартными информационными сетями (Ethernet, Fast Ethernet) с использованием стандартных протоколов (TCP/IP) для обмена данными с компонентами распределенной системы управления.





SCADA как открытая система

- Информация, отражающая хозяйственную деятельность предприятия (данные для составления материальных балансов установок, производств, предприятия в целом и т.п.), хранится в реляционных базах данных (РБД) типа Oracle, Sybase и т.д. В эти базы данных информация поставляется автоматизированным способом (посредством SCADA-систем).
- Таким образом, выдвигается еще одно требование к программному обеспечению SCADA - наличие в их составе протоколов обмена с типовыми базами данных.





SCADA как открытая система

- Наиболее широко применимы два механизма обмена:
- - ODBC (Open Data Base Connectivity) - взаимодействие с открытыми базами данных) - международный стандарт, предполагающий обмен информацией с РБД посредством ODBC- драйверов. Как стандартный протокол компании Microsoft, ODBC поддерживается и наиболее распространенными приложениями Windows;
- - SQL (Structured Query Language) - язык структурированных запросов.
- Программное обеспечение SCADA должно взаимодействовать с контроллерами для обеспечения человеко-машинного интерфейса с системой управления. К контроллерам через модули ввода/вывода подключены датчики технологических параметров и исполнительные устройства.
- Информация с датчика записывается в регистр контроллера.
- Для её передачи в базу данных SCADA-сервера необходима специальная программа, называемая драйвером. Драйвер, установленный на сервере, обеспечивает обмен данными с контроллером по сетевому протоколу (Profibus, Modbus и др.). После приема SCADA-сервером сигнал попадает в базу данных, где производится его обработка и хранение. Для отображения значения сигнала на мониторе рабочей станции оператора информация с сервера должна быть передана по сети клиентскому компьютеру, и только после этого оператор получит информацию, отображенную на экране изменением значения, цвета, размера, положения и т.п. соответствующего объекта операторского интерфейса.



SCADA как открытая система

- Для взаимодействия драйверов ввода/вывода и SCADA используется стандарт OPC, ориентированный на рынок промышленной автоматизации.
- OPC - это аббревиатура от OLE for Process Control (OLE для управления процессами).
- Технология OPC основана на разработанной компанией Microsoft технологии OLE (Object Linking and Embedding - встраивание и связывание объектов).
- OPC представляет собой коммуникационный стандарт, поддерживающий взаимодействие между полевыми устройствами, контроллерами и приложениями разных производителей.
- OPC - взаимодействие основано на клиент-серверной архитектуре.
- OPC - клиент (например, SCADA), вызывая определенные функции объекта OPC - сервера, подписывается на получение определенных данных с определенной частотой.
- В свою очередь, OPC - сервер, опросив физическое устройство, вызывает известные функции клиента, уведомляя его о получении данных и передавая сами данные.



- Более популярно изложить идею технологии ОРС можно на примере стандартов на шины для персонального компьютера (ПК). К шине ПК можно подключать широкий класс устройств, производимых целым рядом компаний, и все они будут иметь возможность взаимодействовать друг с другом, поскольку используют одну и ту же **стандартную шину**.
- Также и унифицированный интерфейс ОРС позволяет различным программным модулям, производимым самими различными компаниями, взаимодействовать друг с другом.
- ОРС - интерфейс допускает различные варианты обмена:
 - с физическими устройствами;
 - с распределенными сетевыми системами управления;
 - с любыми приложениями (рис. 4).



OPC – интерфейсы



- **ActiveX** - это новая технология Microsoft. Стандарт ActiveX позволяет программным компонентам взаимодействовать друг с другом по сети независимо от языка программирования, на котором они написаны.
- Технология **ActiveX** включает в себя клиентскую и серверную части.
- Серверная часть технологии ActiveX реализована с помощью Microsoft **Internet Information Server (IIS)**.
- Клиентская технология **ActiveX** реализуется на машине-клиенте с помощью библиотек, поставляемых вместе с Microsoft Internet Explorer, являющимся полнофункциональным Web-браузером и контейнером для ActiveX-элементов.



OPC – интерфейсы

- Сейчас практически все SCADA являются контейнерами для ActiveX-объектов. В режиме исполнения ActiveX-компоненты поддерживают динамический обмен данными с другими сетевыми программно-аппаратными компонентами по OPC-интерфейсу.
- Итак, открытость программного обеспечения SCADA обеспечивается целым рядом факторов, а именно:
 - - наличием специальных драйверов для связи SCADA с наиболее популярными контроллерами разных фирм;
 - - наличием специальных инструментальных средств для создания новых драйверов;
 - - возможностью их работы в типовых операционных системах;
 - - наличием типовых программных интерфейсов (DDE, OLE, OPC, ActiveX, ODBC, SQL и др.), связывающих ПО SCADA с другими программно-аппаратными средствами системы управления, включая и СУБД.

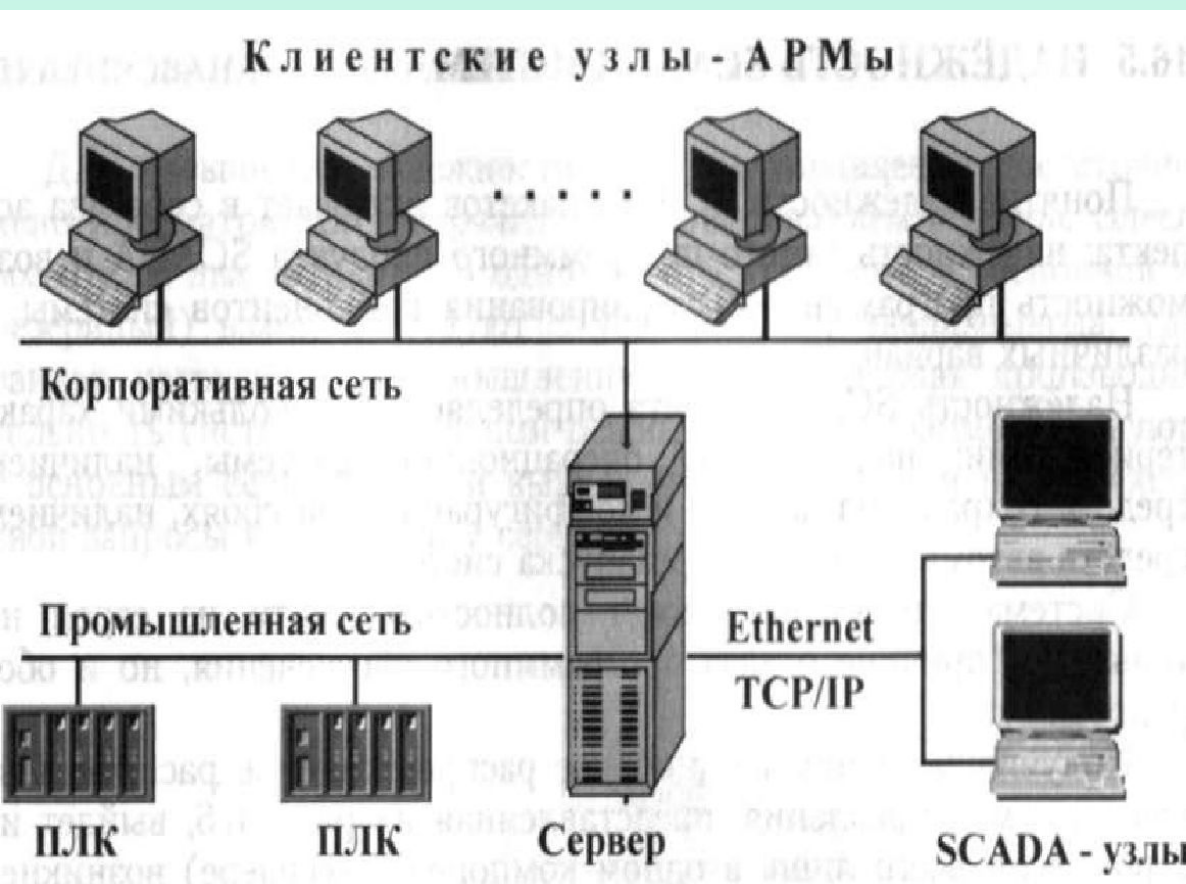


4. ОРГАНИЗАЦИЯ ДОСТУПА К SCADA-ПРИЛОЖЕНИЯМ

- Для автоматизированного доступа к информации реального времени с любого рабочего места необходимо установить компьютер, подключенный к локальной сети. Организованное таким образом автоматизированное рабочее место (АРМ) предназначено для реализации вполне определенных функций. Поэтому программное обеспечение компьютера (системное и прикладное) должно обеспечить соответствующий данному АРМ набор пользовательских услуг. К их числу можно отнести:
 - объём предоставляемой информации;
 - форма представления информации;
 - реализуемые функции (только информационные или с возможностью выдачи управляющих воздействий);
 - протяженность и надежность канала связи «источник-потребитель»;
 - - простота освоения пользователем и т.д.
- Но за услуги, как известно, надо платить. Поэтому весьма существенным критерием при организации клиентского узла (АРМ) является его стоимость (аппаратное и программное обеспечение).



Доступ к SCADA-приложениям



- В настоящее время существует несколько решений поставленной задачи, базирующихся на применении различных технологий.

Но и стоимость предлагаемых решений тоже различна. Отсюда и появились такие понятия, как «**бедные/богатые и тонкие/толстые клиенты**».

Самыми простыми и распространенными клиентскими приложениями в настоящее время являются клиенты в локальной сети



Доступ к SCADA-приложениям

- ❖ Такие клиентские приложения в SCADA-системах традиционно объединяются с серверными приложениями протоколами локальных сетей. Часто таким протоколом является **TCP/IP**.
- ❖ Большинство современных SCADA-пакетов работает на платформах **Windows 2000/NT/XP**. Отсюда следует, что для организации АРМ потребуется компьютер достаточно хорошей конфигурации и лицензионное программное обеспечение SCADA. Когда речь идет об организации большого количества автоматизированных рабочих мест на базе программного обеспечения SCADA, то такое решение может оказаться дорогостоящим (**«богатые» клиенты**). К тому же, большинство пользователей SCADA-приложений, в отличие от **операторов/диспетчеров**, относится к категории нерегулярных, т.е. подключается к системе периодически по мере необходимости.
- ❖ Реализация SCADA-пакетами функций резервирования позволяет устранять отказы в системе без потери её функциональных возможностей и производительности. Программное обеспечение SCADA поддерживает реализацию резервирования различных компонентов системы управления как вследствие особенности архитектуры, так и наличия встроенных механизмов.

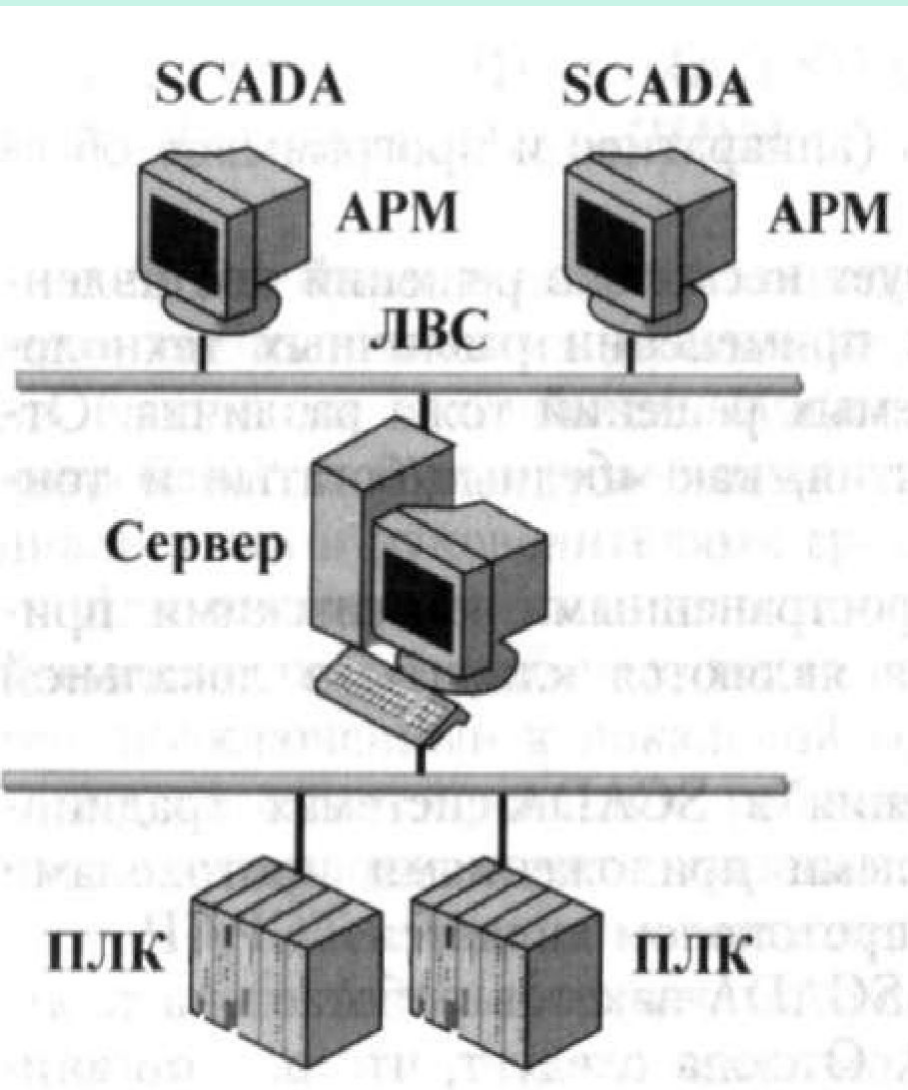


5. НАДЁЖНОСТЬ SCADA-СИСТЕМ

- **Понятие надёжности SCADA-пакетов включает в себя два аспекта: надёжность самого программного продукта SCADA и возможность программного резервирования компонентов системы в различных вариантах.**
- **Надёжность SCADA-пакета определяется несколькими характеристиками: надёжностью операционной системы, наличием средств сохранения данных и конфигурации при сбоях, наличием средств автоматического перезапуска системы.**
- **Система управления может полностью выйти из строя не только по причине отказа программного обеспечения, но и оборудования.**
- **Получившая наиболее широкое распространение распределённая система управления, представленная на рис. 6, выйдет из строя, если всего лишь в одном компоненте (сервере) возникнет неисправность.**

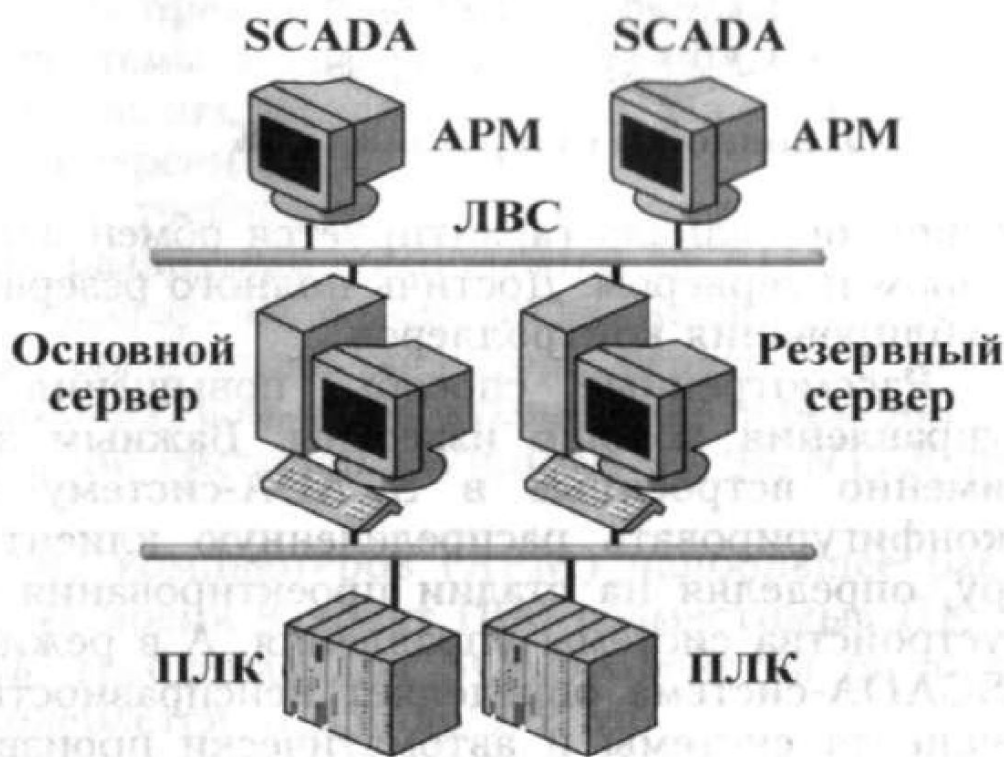


Надёжность SCADA-систем



- Реализация SCADA-пакетами функций резервирования позволяет устранять отказы в системе без потери её функциональных возможностей и производительности. Программное обеспечение SCADA поддерживает реализацию резервирования различных компонентов системы управления как вследствие особенности архитектуры, так и наличия встроенных механизмов.

Дублирование сервера ввода/вывода



Для повышения надежности системы управления достаточно явно просматривается вариант с **резервированием сервера**. Здесь возможны два варианта: в одном случае оба сервера (основной и резервный) взаимодействуют с устройствами ввода/вывода, удваивая нагрузку на промышленную сеть и снижая производительность системы;

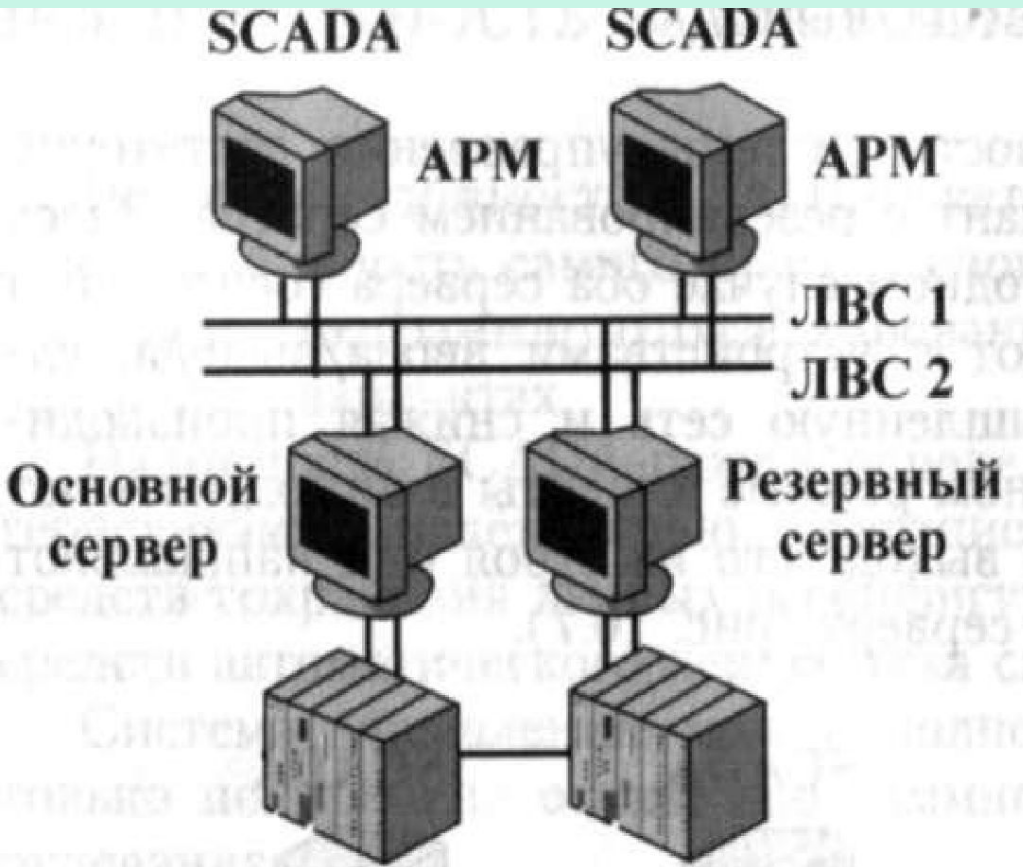
□ в штатном режиме клиенты взаимодействуют с основным сервером. При выходе его из строя они направляют свои запросы к резервному серверу (рис. 7).

В распределенной клиент-серверной архитектуре SCADA-систем лишь один (основной) сервер взаимодействует с контроллерами.

При этом основной сервер постоянно обновляет базу данных резервного сервера, обеспечивая его постоянную готовность.



Резервирование сети и контроллеров



- Структура, рассмотренная ранее, увеличивает надёжность системы, устраняя одно из основных «слабых» мест - отказ сервера.
- Другим «слабым» местом распределённой системы управления может быть сама сеть. Выход её из строя нарушает управление, так как станции операторов/диспетчеров в этом случае оказываются отрезанными от системы. Повышение надёжности системы управления обеспечивается дополнительной сетью (рис. 8).



Резервирование сети и контроллеров

- ❖ Большинство контроллеров может поддерживать дополнительную (резервную) связь с сервером ввода/вывода. При отказе основного канала гарантируется обмен данными между контроллером и сервером. Достичь полного резервирования можно путём дублирования контроллеров.
- ❖ Важным здесь является то, что именно встроенные в SCADA-систему механизмы позволяют конфигурировать распределенную **клиент-серверную архитектуру**, определяя на стадии проектирования основные и резервные устройства системы управления. А в режиме исполнения именно SCADA-система определяет неисправность того или иного компонента системы и автоматически производит переключение на резервное оборудование, предупреждая об этом оперативный персонал



6. ПРОГРАММНО-АППАРАТНАЯ ПЛАТФОРМА

- К этой группе можно отнести следующие характеристики:
 - компьютерная платформа,
 - операционная система,
 - конфигурация компьютера (частота процессора, требуемые ресурсы оперативной и дисковой памяти),
 - возможность переноса приложений в другую операционную систему.
- Анализ платформ и операционных систем необходим, поскольку они определяют возможность распространения SCADA-системы на имеющиеся вычислительные средства и стоимость системы.
- Программное обеспечение SCADA, как и любое другое ПО, выполняется под управлением той или иной операционной системы.



Программно-аппаратная платформа

- Подавляющее большинство SCADA-систем реализовано на MS Windows-платформах (Windows NT/XP/2000). Это и InTouch, и FIX, и Genesis, и российский Трейс Моуд. Здесь, безусловно, сказались позиции компании Microsoft на рынке операционных систем. Известно, что именно компания Microsoft была и остается «законодателем моды» в этом классе программного обеспечения.
- А вот такие популярные SCADA-системы, как RealFlex, Sitex, RTWin функционируют под управлением операционной системы реального времени QNX. Эта ОСРВ для IBM PC является одной из наиболее широко используемых при построении систем управления и сбора данных прежде всего за счёт того, что гарантирует время реакции системы в пределах от нескольких десятков микросекунд до нескольких миллисекунд (в зависимости от быстродействия ПЭВМ и версии QNX).
- Компьютерные ресурсы, требуемые для установки и нормального функционирования различных компонентов SCADA-систем, определяются многими факторами, в том числе, назначением сетевого компьютера (рабочая станция оператора, сервер БД, АРМ специалиста и т.п.), количеством обрабатываемых переменных, используемой операционной системой (Windows 95/98/NT/2000, QNX) и т.п.



Программно-аппаратная платформа

- В качестве клиентских компьютеров (АРМ) наибольшее распространение в настоящее время находят IBM-совместимые ПК.
- Оперативная память, требуемая для SCADA-пакетов различных производителей, колеблется от 256 до 512 Мб.
- Требования к свободному объему памяти на жёстком диске достаточно мягки (несколько сот Мб).
- Могут накладываться также ограничения на качество и объём памяти видеокарты, разрешение экрана монитора, размеры монитора.
- Требования к аппаратным средствам, призванным поддерживать серверные функции, могут быть существенно более высокими.
- Это относится и к объёму оперативной памяти, и к объёму жесткого диска, который может измеряться уже десятками Гб.
- С другой стороны, многие клиентские компьютеры при использовании современных сетевых технологий, таких, как архитектура Server/Terminal, Internet-технологий (WEB-сервер), могут быть достаточно слабых конфигураций (IBM 286/386) с минимальными требованиями как к оперативной, так и к дисковой памяти, а то и вовсе бездисковыми.



7. МАСШТАБИРУЕМОСТЬ

- ***Масштабируемость*** - это способность По SCADA наращивать размеры системы управления, обеспечив[^] при этом преемственность по отношению ко всем ранее установленным программно-аппаратным средствам.
- С ростом мощности компьютеров и соответствующим ростом информационной мощности операторских станций SCADA-системы стали масштабируемыми. Они выпускаются в различных вариантах, которые при сохранении в целом функционального профиля поддерживают от нескольких десятков или сотен до десятков тысяч входов/выходов (лицензируемых точек).
- Естественно, стоимость таких пакетов различна: чем больше переменных поддерживает SCADA-пакет, тем он дороже. Но это удобно потребителю - можно приобрести пакет под проект практически любого масштаба.



Масштабируемость

- Градация количества лицензируемых точек в различных SCADA-пакетах различна.
- Например, на рынке программных продуктов можно найти SCADA-пакеты на 75, 150, 500, 1500, 5000, 15000, 50000, 150000 и 450 000 переменных. При *этом* учитываются только внешние переменные, считываемые с устройств ввода/вывода.
- Внутренние переменные, которые будут определены разработчиком при проектировании, не являются лицензируемыми (бесплатны), хотя и будут храниться в памяти компьютера или на жёстком диске.
- Другие фирмы-производители SCADA в общее количество лицензируемых точек включают и внутренние переменные. Например, приобретение такого Пакета на 500 лицензируемых точек означает следующее.
- Если в соответствии с проектом разработчику потребуется создать 100 внутренних переменных, то система способна будет обрабатывать лишь 400 переменных ввода/вывода.
- Но и о возможном расширении системы не надо забывать.



8. ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ SCADA-СИСТЕМ

- **К этой группе можно отнести:**
 - **удобство интерфейса среды разработки (это качество обеспечивается применением Windows-подобных интерфейсов), полнота и наглядность представления функций системы на экране, удобство и информативность контекстных и оперативных подсказок, справочной системы;**
 - **качество документации - полнота, ясность и наглядность описания системы, применение установившейся терминологии, русификация, уровень русификации (экраны, подсказки, справочная система, системные сообщения, документация);**
 - **полнота/недостаточность средств диагностики состояния системы при сбоях и отказах, нарушениях внешних связей; трудоёмкость и уровень автоматизации работ при инсталляции и конфигурировании системы; возможности внесения изменений в систему без её остановки и т.д.**
 - **положение программного продукта на рынке: дилерская сеть, консультационная поддержка, наличие «горячей линии», обучение, условия обновления версий (upgrade), количество инсталляций и т.д.**



Эксплуатационные характеристики SCADA-систем

- Специалисты часто испытывают трудности в освоении SCADA из-за отсутствия качественной документации на приобретённые программные продукты. Требуется подробная и качественная документация на русском языке.
- Эксплуатационные характеристики в значительной мере носят субъективный характер и не могут быть оценены количественно.
- О них можно судить только по результатам практического использования программного продукта:
 - тестирования,
 - апробирования,
 - анализа,
 - опыта промышленного внедрения.
- Количество инсталляций SCADA-пакетов крупнейших производителей, таких как Wonderware и Intellution (GE Fanuc), давно перешагнуло за 200 тысяч.

**Благодарю за
внимание**