

**Дисциплина  
«Проектирование автоматизированных систем обработки информации и  
управления»**

**Р.Р.Шавалеев**

**Задания для выполнения практических работ**

**Нижекамск  
2016**

## Интегрированная система автоматизации предприятия

В современном промышленном производстве все большее значение приобретает возможность оперативного доступа к достоверной и точной информации из любой точки управления производством, поскольку это определяющим образом влияет на эффективность работы предприятия, включая производительность труда, качество и конкурентоспособность выпускаемой продукции.

Эта задача решается путем создания интегрированной многоуровневой распределенной автоматизированной системы управления (АСУ). Интегрированная система автоматизации предприятия может быть представлена в виде 5-уровневой пирамиды (рис.1):



Рис.1. Уровни интегрированной системы автоматизации производства

*Первый уровень*, уровень ввода-вывода (I/O), включает набор датчиков и исполнительных устройств, встраиваемых в конструктивные узлы технологического оборудования и предназначенных для сбора первичной информации и реализации исполнительных воздействий.

Современные интеллектуальные датчики выполняют, кроме процесса измерения, преобразования измеряемых сигналов в типовые аналоговые и цифровые значения, самодиагностику своей работы, дистанционную настройку диапазона измерения, первичную обработку измерительной информации, иногда еще ряд достаточно простых, типовых алгоритмов контроля и управления. Они имеют интерфейсы к стандартным/типовым полевым цифровым сетям, что делает их совместимыми с практически любыми современными средствами автоматизации, и позволяет информационно общаться с этими средствами и получать питание от блоков питания этих средств.

*Второй уровень*, непосредственное управление, служит для непосредственного автоматического управления технологическими

процессами с помощью промышленных контроллеров и характеризуется следующими показателями:

- предельно высокой реактивностью режимов реального времени;
- предельной надежностью (на уровне надежности основного оборудования);
- возможностью встраивания в основное оборудование;
- функциональной полнотой модулей УСО;
- возможностью автономной работы при отказах комплексов управления верхних уровней;
- возможностью функционирования в цеховых условиях.

В промышленные контроллеры загружаются программы и данные из ЭВМ третьего уровня, уставки, обеспечивающие координацию и управление агрегатом по критериям оптимальности управления технологическим процессом в целом, выполняется вывод на третий уровень управления служебной, диагностической и оперативной информации, т. е. данных о состоянии агрегата, технологического процесса.

Этот уровень управления реализуется, например, на промышленных контроллерах Arcs, DeltaV, Centum, Simatic и др.

*Третий уровень, SCADA* - уровень (Supervisory Control and Data Acquisition - сбор данных и диспетчерское управление), предназначен для отображения (или визуализации) данных в производственном процессе и оперативного комплексного управления различными агрегатами, в том числе и с участием диспетчерского персонала.

Этот уровень управления должен обеспечивать:

- диспетчерское наблюдение за технологическим процессом по его графическому отображению на экране в реальном масштабе времени;
- расчет и выбор законов управления, настроек и уставок, соответствующих заданным показателям качества управления и текущим (или прогнозным) параметрам объекта управления;
- оперативное сопровождение моделей объектов управления типа «агрегат», «технологический процесс», корректировку моделей по результатам обработки информации от второго уровня;
- синхронизацию и устойчивую работу систем типа «агрегат» для группового управления технологическим оборудованием;
- ведение единой базы данных технологического процесса;
- связь с третьим уровнем.

Отвечая этим требованиям, ЭВМ на третьем уровне управления должны иметь достаточно высокую производительность как при решении задач в реальном масштабе времени, так и при обработке графической информации, обеспечивая работу в реальном времени с базами данных среднего объема и с расширенным набором интеллектуальных видеотерминалов.

Третий уровень управления реализуется на базе специализированных промышленных компьютеров, или в ряде случаев на базе персонального

компьютера. Диспетчерский интерфейс реализуется SCADA-системами, например InTouch, iFix, Genesis32, WinCC и др.

Машины третьего уровня должны объединяться в однородную локальную сеть предприятия (типа Ethernet) с выходом на четвертый уровень управления.

*Четвертый уровень*, уровень управления производством MES (Manufacturing Execution System) - средства управления производством - характеризуется необходимостью решения задач оперативной упорядоченной обработки первичной информации из цеха и передачи этой информации на верхний уровень планирования ресурсов предприятия. Решение этих задач на данном уровне управления обеспечивает оптимизацию управления ресурсами цеха как единого организационно-технологического объекта по заданиям, поступающим с верхнего уровня, и при оперативном учете текущих параметров, определяющих состояние объекта управления. Решение этих задач возлагается обычно на серверы в локальных сетях предприятия.

*Пятый уровень*, верхний уровень управления определяется как MRP (Manufacturing Resource Planning) и ERP (Enterprise Resource Planning) – планирование ресурсов предприятия.

Задачи, решаемые на этом уровне, в аспекте требований, предъявляемых к ЭВМ, отличаются главным образом повышенными требованиями к ресурсам (например, для ведения единой интегрированной - централизованной или распределенной, однородной или неоднородной - базы данных, планирования и диспетчирования на уровне предприятия в целом, автоматизации обработки информации в основных и вспомогательных административно-хозяйственных подразделениях предприятия: бухгалтерский учет, материально-техническое снабжение и т.п.). Обычно для решения задач данного уровня выбирают универсальные ЭВМ, а также многопроцессорные системы повышенной производительности.

Наиболее известные системы этого уровня предлагаются компаниями SAP, Oracle, BAAN и др.

Исторически сложилось так, что верхний уровень (АСУП) и нижние уровни (АСУТП) развивались независимо друг от друга и фактически отсутствовал достаточно интеллектуальный интерфейс, который бы их объединял. Это обстоятельство на современном уровне развития промышленности стало тормозящим фактором. Для эффективной работы производственного предприятия и для принятия на верхнем уровне как стратегических, так и тактических решений требуется интеграция всех систем управления производством.

Возможности систем управления производством во многом определяются составом и функциями комплекса инструментальных программных средств, предназначенного для построения автоматизированных систем управления технологическими процессами и для интеграции их как с системами управления производством верхнего уровня,

так и со средствами управления нижнего уровня (датчики, исполнительные механизмы и др). Использование такого инструментария обеспечивает возможность создания интегрированных сквозных систем управления производством в реальном масштабе времени.

Важной причиной появления на рынке инструментальных систем для решения задач комплексной автоматизации является низкая эффективность традиционного и необходимость структурированного подхода к построению интегрированных систем управления производством.

Недостатки традиционного построения АСУТП:

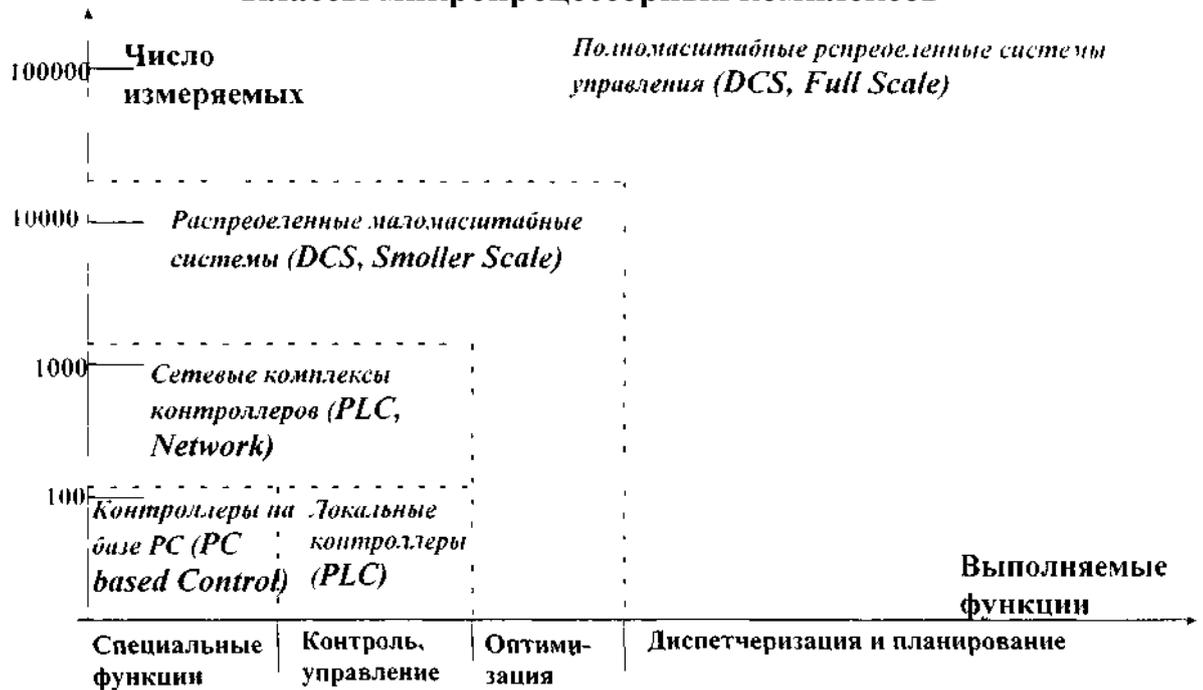
- множество интерфейсов, сложность и запутанность связей между объектами;
- несовместимость форматов данных и структуры сообщений;
- сложность внесения изменений, что может вызвать переработку большого объема программ.

Преимущества структурированного подхода:

- нормализация данных;
- стандартные формы сообщений;
- гибкие средства интеграции приложений, включая АСУП.

Такой модульный структурированный подход к построению АСУТП обеспечивает возможность эффективной модернизации системы, облегчает внесение в нее изменений, что в совокупности гарантирует защиту ранее вложенных инвестиций и уменьшение стоимости управления.

## Классы микропроцессорных комплексов



1. Контроллер на базе персонального компьютера (PC based control). Это направление существенно развилось в последнее время, ввиду повышения надежности работы персональных компьютеров; наличия их модификаций в обычном и промышленном исполнении; их открытой архитектуры; легкости включения в них любых блоков ввода/вывода, выпускаемых рядом фирм; возможности использования уже наработанной широкой номенклатуры программного обеспечения (операционных систем реального времени, баз данных, пакетов прикладных программ контроля и управления) Основные сферы использования контроллеров на базе PC - специализированные системы автоматизации в медицине, в научных лабораториях, в средствах коммуникации, в промышленности для небольших достаточно замкнутых объектов. Общее число входов/выходов такого контроллера обычно не превосходит десятков, а выполняемыми функциями являются либо достаточно сложная обработка измерительной информации с расчетом нескольких управляющих команд, либо расчеты по специализированным формулам, аргументами которых являются измеряемые величины.

В общих терминах можно указать условия рациональной области применения контроллеров на базе PC в промышленности:

- при нескольких входах и выходах объекта надо производить большой объем вычислений за достаточно малый интервал времени (необходима большая вычислительная мощность);
- средства автоматизации работают в окружающей среде, не слишком отличающейся от условий работы обычных персональных компьютеров;
- нет необходимости в использовании жесткого малого времени цикла контроллера;

- реализуемые контроллером функции целесообразнее в силу их нестандартности программировать не на одном из специальных технологических языков, а на обычном языке программирования высокого уровня типа C++, Pascal;

- мощная поддержка работы операторов, реализуемая в обычных контроллерах: диагностика работы, устранение неисправности без остановки работы контроллера, модификация программного обеспечения во время работы системы автоматизации - не имеет большого значения для заданной конкретной задачи.

На рынке PC based control работает в России весьма успешно ряд зарубежных компаний: Octagon, Advantech, Analog Devices и др.

2. Локальный контроллер (PLC). В настоящее время распространяются несколько типов локальных контроллеров:

-контроллер, встраиваемый в оборудование (агрегат, машину, прибор) и являющийся его неотъемлемой частью. Примеры такого "интеллектуального" оборудования: станки с программным управлением, автомашинисты, современные аналитические приборы:

-автономный контроллер, реализующий функции контроля и управления небольшим, достаточно изолированным технологическим узлом (объектом).

Контроллеры, обычно, могут иметь десятки входов/выходов от датчиков и исполнительных механизмов: их вычислительная мощность может быть разной (малые, средние и большие контроллеры): они реализуют типовые функции обработки измерительной информации, логического управления, регулирования. Многие из них имеют один или несколько физических портов для передачи информации в другие средства/системы автоматизации.

Примеры продукции зарубежных фирм, относящихся к этому классу ПТК. приведены ниже

• General Electric Fanuc Automation выпускает контроллеры серии 90 Micro:

• Rockwell Automation выпускает контроллеры серии Micrologix 1000:

• Schneider Automation выпускает контроллеры серии TSX Nano:

• Siemens выпускает контроллеры серии C7-620.

3. Сетевой комплекс контроллеров (PLC, Network). Этот класс ПТК является наиболее широко распространенным и внедряемым средством управления технологическими процессами во всех отраслях промышленности. Минимальный состав такого средства:

• ряд контроллеров;

• несколько дисплейных рабочих станций операторов;

• системная (промышленная) сеть, соединяющая "контроллеры и рабочие станции между собой.

Контроллеры определенного сетевого комплекса имеют обычно ряд модификаций, отличающихся друг от друга мощностью, быстродействием, объемом памяти, возможностями резервирования, приспособлением к

разным условиям окружающей среды, максимально возможным числом каналов входов и выходов. Это облегчает использование определенного сетевого комплекса для разных технологических объектов, поскольку позволяет наиболее точно подобрать контроллеры требуемых характеристик под разные отдельные узлы автоматизируемого агрегата и под разные функции контроля и управления.

Рассматриваемые сетевые комплексы контроллеров имеют верхние ограничения как по сложности выполняемых функций (обычно, типовые функции измерения, контроля, учета, регулирования, блокировки), так и по объему самого автоматизируемого объекта, в пределах десятков тысяч измеряемых и контролируемых величин (обычно, отдельный технологический агрегат, производственный участок).

Большинство работающих в СНГ зарубежных фирм поставляет сетевые комплексы контроллеров. Отметим, к примеру сетевые комплексы малых контроллеров (порядка сотен входов/выходов на контроллер):

- комплексы серий контроллеров DL 205, DL 305 фирмы Koyo Electronics;
- комплексы серий контроллеров TSX Micro фирмы Schneider Automation;
- комплексы серии контроллеров SLC-500 фирмы Rockwell Automation;
- комплексы серии контроллеров CQM1 фирмы Omron.

Примеры сетевых комплексов больших контроллеров (порядка тысяч входов/выходов на контроллер) возьмем из продукции этих же фирм:

- комплексы серии контроллеров DL 405 фирмы Koyo Electronics;
- комплексы серий контроллеров TSX Premium фирмы Schneider Automation,
- комплексы серии контроллеров PLC-5 фирмы Rockwell Automation;
- комплексы серии контроллеров C200 фирмы Omron.

#### 4. Распределенные маломасштабные системы управления (DCS, Smoller Scale).

Этот класс микропроцессорных средств частично пересекается с классом сетевых комплексов контроллеров, но в среднем превосходит большинство сетевых комплексов контроллеров по мощности и/или гибкости структуры, а следовательно, и по объему и сложности выполняемых функций. В целом он еще имеет ряд ограничений по объему автоматизируемого производства и по реализуемым функциям.

Основные отличия данных средств от сетевых комплексов контроллеров заключаются в несколько большем разнообразии модификаций контроллеров, развитую многоуровневую сетевую структуру, в "большей" мощности центральных процессоров контроллеров, в широком использовании отдельных конструктивов удаленных блоков ввода/вывода, рассчитанных на работу в различных условиях окружающей среды; в более развитой и гибкой связи с полевыми приборами и с корпоративной сетью предприятия. Зачастую они имеют несколько уровней системных сетей,

соединяющих контроллеры между собою и с рабочими станциями операторов (например, нижний уровень, используемый для связи контроллеров и рабочей станции отдельного компактно расположенного технологического узла и верхний уровень, реализующий связи средств управления отдельных узлов друг с другом и с рабочей станцией диспетчера всего автоматизируемого участка производства). В ряде случаев развитие сетевой структуры идет в направлении создания ряда полевых сетей, соединяющих отдельные контроллеры с удаленными от них блоками ввода/вывода и интеллектуальными приборами (датчиками и исполнительными устройствами). Такие достаточно простые и дешевые сети позволяют передавать информацию между контроллерами и полевыми интеллектуальными приборами в цифровом виде по одной витой паре, что резко сокращает длину кабельных сетей на предприятии и уменьшает влияние возможных помех. поскольку исключается передача низковольтной аналоговой информации на значительные расстояния.

В целом маломасштабные распределенные системы управления охватывают отдельные цеха и участки производства и, в дополнении к обычным функциям контроля и управления, часто могут реализовывать более сложные и объемные алгоритмы управления (например, задачи статической и динамической оптимизации работы автоматизируемого объекта). При этом сами сложные алгоритмы в зависимости от их объема и требуемой динамики выполнения реализуются либо в самих контроллерах, либо в вычислительных мощностях пультов операторов.

Следует отметить, что, используя нечеткость границ классификации ПТК и их изменчивость во времени, связанную с непрерывной модернизацией отдельных составляющих ПТК. некоторые фирмы, в рекламных целях, называют свои достаточно ограниченные по мощности и возможностям сетевые комплексы контроллеров распределенными системами управления.

Ряд распространяемых в СНГ зарубежными фирмами ПТК можно отнести к данному классу средств. Примеры маломасштабных распределенных систем:

- ControlLogix разработки фирмы Rockwell Automation;
- Simatic S7-400 разработки фирмы Siemens;
- TSX Quantum разработки фирмы Rockwell Automation.

5. Полномасштабные распределенные системы управления (DCS, Full Scale).

Данный класс ПТК включает все особенности перечисленных микропроцессорных средств управления и дополнительно имеет ряд свойств, влияющих на возможности их использования:

- наличие промышленных сетей, позволяющих подсоединять к одной шине сотни узлов (контроллеров и пультов) и распределять их на значительные расстояния;
- существование модификаций контроллеров, наиболее мощных по вычислительным возможностям, что позволяет кроме обычных функций

реализовать в них сложные и объемные алгоритмы контроля, диагностики, управления;

- широкое использование информационных сетей (Ethernet) для связи пультов операторов друг с другом, с серверами БД, для взаимодействия ПТК сетью предприятия и построения управляющих центров (планирования, диспетчеризации, оперативного управления);

- взаимодействие пультов управления в режиме клиент/сервер;

- в составе ППП, реализующих функции управления отдельными агрегатами (многосвязного регулирования, оптимизации и т.д.), диспетчерского управления участками производства, учета и планирования производства в целом.

Примеры фирм: АББ - Symphony; Honeywell - TPC и PlantScape; Valmet - Damatic XD<sub>i</sub>; Yokogawa - Centum CS, Foxboro - I/A Series, Fisher-Rosemount - Delta-V и др.

### **Особенности класса распределенных систем управления**

Данный класс ПТК имеет все особенности вышеперечисленных классов микропроцессорных средств управления и дополнительно имеет ряд из перечисленных ниже свойств, влияющих на возможности полномасштабного использования этих средств на предприятиях:

#### ***А. Развитая сетевая структура.***

наличие всех трех уровней сетей (информационная, системная, полевая) с имеющимися вариантами сетей отдельных уровней;

использование мощных системных сетей, позволяющих подсоединять к одной шине сотни узлов (контроллеров и пультов) и распределять эти узлы на значительные (многокилометровые) расстояния;

высокие скорости основных сетей и поддержка ими приоритетной передачи важнейших сообщений/команд;

широкое и проработанное в масштабах данной системы использование информационных сетей (обычно, сети Ethernet) для связи рабочих станций операторов друг с другом, для их связи с серверами баз данных, для взаимодействия данного ПТК с корпоративной сетью предприятия, для возможности построения необходимой иерархии управляющих центров (планирование, диспетчеризация, оперативное управление);

#### **Б. Широкий диапазон мощностей входящих в систему контроллеров.**

вариантность по числу обслуживаемых входов/выходов (от сотен до десятков тысяч опрашиваемых датчиков);

наличие модификаций, различающихся мощностью основного микропроцессора, быстродействием, объемами памяти разного типа, возможностями резервирования, степенью защиты от неблагоприятных условий окружающей среды;

возможность в некоторых мощных модификациях контроллеров реализовать многие современные высокоэффективные, но

сложные и объемные алгоритмы контроля, диагностики, моделирования, управления.

***В. Разнообразие вариантов блоков ввода/вывода.***

наличие встроенных в контроллер и удаленных блоков ввода/вывода, рассчитанных на практически любые типы датчиков и исполнительных механизмов;

модификации удаленных блоков ввода/вывода для разнообразных условий промышленной окружающей среды;

варианты "интеллектуальных" блоков ввода/вывода, реализующих, в том числе, простейшие алгоритмы контроля и управления;

***Г. Широта модификаций рабочих станций.***

возможный выбор вариантов рабочих станций по мощности и назначению: стационарные и переносные пульта операторов технологических процессов, диспетчерские рабочие станции, контролирующие рабочие станции руководящего персонала, инженерные станции;

работа взаимодействующих рабочих станций управления в клиент/серверном режиме;

конструктивное оформление пультов операторов с учетом эргономических требований.

***Д. Современность программного обеспечения системы.***

развитые сетевые SCADA-программы, имеющие модификации для различных уровней управления;

набор технологических языков, обеспечивающих задачи контроля, логического управления, регулирования и имеющих мощные библиотеки типовых программных модулей, включающих в себя ряд эффективных современных модулей типа "Advance Control";

наличие в составе программного обеспечения системы ряда прикладных пакетов программ, реализующих функции эффективного управления отдельными агрегатами (многосвязное регулирование, нейрорегуляторы и регуляторы на нечеткой логике оптимизация и т. д.), функции диспетчерского управления участками производства (компьютерная поддержка принятия управленческих решений), функции технического учета и планирования производства в целом;

пакет программ автоматизации проектирования и документирования системы автоматизации.

***Е. Развитость верхнего уровня управления производством.***

проработка средств хранения и обмена информацией с другими системами автоматизации разных уровней управления и разного назначения;

наличие программных и технических средств построения ряда уровней управления производством: планирования, диспетчеризации, оперативного управления участками, динамического управления отдельными агрегатами;

включение в комплекс ряда функций по обслуживанию производства (типа управления складами, обслуживания оборудования, контроля за движением материальных потоков).

## **Тенденции развития микропроцессорных средств управления**

При выборе конкретного ПТК заказчику важно знать общие тенденции их развития, чтобы не приобрести морально устаревший комплекс. Действительно, если даже выбранный ПТК удовлетворяет всем сегодняшним требованиям по автоматизации конкретного объекта, но он недостаточно современен, то это может в дальнейшем при его эксплуатации (а срок службы приобретаемого комплекса не менее 10 лет) привести к нежелательным последствиям:

- затруднениям при его модернизациях, расширении, связях с другими приборами и системами, которые могут приобретаться в будущем;
- недостатком возможностей при необходимости внедрения в дальнейшем более совершенных алгоритмов;
- повышенными затратами на обслуживание при будущей эксплуатации комплекса.

Ввиду этого необходимо при оценке разных комплексов на этапе их выбора для заказа иметь четкие представления о современности предлагаемых вариантов, а значит учитывать существующие мировые тенденции их развития.

Сегодня рынок средств автоматизации производства характеризуется следующими чертами:

- чрезвычайно высокая конкуренция сотен фирм, выпускающих различные средства автоматизации и распространяющих их в разных странах. Полное отсутствие каких-либо «национальных» особенностей у средств, выпускаемых фирмами разных стран;
- наличие на рынке как очень крупных международных концернов, так и достаточно мелких системных интеграторов, выпускающих продукцию одного класса и близкого качества;
- чрезвычайно быстрый прогресс развития микропроцессорных средств, позволяющий производителям ПТК проводить модернизацию выпускаемых технических средств каждые несколько лет;
- существование многих влиятельных международных организаций и объединений крупнейших фирм, работающих в области унификации средств автоматизации.

Все эти черты определяют основные свойства лучших выпускаемых различных программных и технических средств: они не требуют обязательной полной замены старых систем, сравнительно легко взаимодействуют с разными средствами других фирм, все более просты в разработке, внедрении и эксплуатации. Дальнейшее совершенствование этих свойств будет наблюдаться и в ближайшие годы, чему способствуют основные направления развития программных и технических средств:

- международная типизация и стандартизация отдельных программных и технических средств, повышающая их качественный уровень и облегчающая взаимодействие средств разных фирм. Здесь под типизацией

понимается практическая (а не формальная) стандартизация, приводящая к тем же общим для подавляющего большинства фирм решениям, хотя и не зафиксированных в каких-либо международных документах. Данная тенденция является основой развития и совершенствования всех видов средств, она постепенно охватывает все большее число разных характеристик, имеющих важное значение для пользователей;

-открытость программных и технических средств разных фирм друг к другу, унифицирующая их интерфейсы. Практически данная тенденция позволяет по умолчанию заказчику не быть заложником фирм, продукция которых уже используется на предприятии. Каждая новая модификация систем автоматизации или их расширение, благодаря этому свойству, позволяет заказчику выбирать новые средства из всего спектра продукции, представленного на рынке, при условии наличия у новых средств и/или у уже эксплуатирующихся средств открытых интерфейсов;

-модульность построения отдельных средств, позволяющая производить сборку конкретных средств с индивидуальными свойствами из набора типовых (зачастую стандартизированных) модулей. Развитие этой тенденции, наряду с открытостью и стандартизацией, позволяет системным интеграторам собирать из готовых модулей разных производителей нужные системы управления или их значительные части:

-интеграция отдельных приборов, средств и комплексов автоматизации отдельных производственных объектов в единую систему управления производством. Все отмеченные выше тенденции приводят к возможностям все более простой и качественной интеграции разнородных систем автоматизации, что позволяет по новому строить управление всем производством.

### *Верхний уровень управления производством*

На верхнем уровне управления (управление производством в целом) основой компьютерного решения задач управления являются отдельные информационные сети, связывающие рабочие станции управляющего персонала на разных участках (мастеров, технологов, начальников цехов) с планирующими подразделениями. Эти сети взаимодействуют (или совпадают) с корпоративной сетью всего предприятия. На сегодня абсолютно доминирующим типом таких сетей является сеть Ethernet (сеть шинной топологии, случайного метода доступа, длиной от нескольких км до десятка км в зависимости от физической среды передачи информации, со скоростью передачи данных 10 Мбод). Она используется и как сеть, связывающая отдельные рабочие станции операторов технологических процессов между собой, и как сеть, объединяющая плановые, диспетчерские, оперативные органы управления производством, и как корпоративная сеть предприятия. Развитие информационных сетей идет в направлении создания все более высокоскоростных магистралей передачи информации. Сейчас разработаны и все шире внедряются (особенно при построении корпоративных сетей

крупных предприятий) три типа магистралей:

-Fast Ethernet - шинная топология, случайный метод доступа, скорость передачи данных - 100 Мбод:

-FDDI - топология - двойное кольцо, метод доступа передачи данных - временной маркер, скорость передачи данных - 100 Мбод;

-ATM - шинная топология, метод доступа передачи данных - "точка к точке", скорость передачи данных -155 Мбод.

Эти магистрали взаимодействуют с сетью Ethernet и постепенно заменяют ее при необходимости увеличивать объемы информации, передаваемой по информационным сетям. Последнее становится особенно актуальным для корпоративных сетей, которые в последнее время начинают включать в себя ряд новых функций. Кроме информационной связи между различными производственными и хозяйственными подразделениями предприятия они начинают информационно обеспечивать работу местной АТС, охранно-пожарной сигнализации, видеосистем, инженерных обслуживающих систем.

Узлы этих сетей - рабочие станции управленческого персонала, серверы баз данных, серверы приложений, склады данных - типовые персональные компьютеры разной мощности и комплектации.

Наряду с типизацией информационных сетей происходит типизация сетевых операционных систем, которыми оснащены персональные компьютеры - узлы информационных сетей. Последние годы лидерами таких операционных систем являлись:

-Windows NT, которая требует минимальный объем памяти: ОЗУ - 16 Мбайт, диск - 90 Мбайт, имеет сетевые протоколы: tcp/ip, ipx/spx, netbios, dhcp;

-Netware 4.1, которая требует минимальный объем памяти: ОЗУ -8 Мбайт, диск -75 Мбайт, имеет сетевые протоколы: tcp/ip, ipx/spx, netbios;

-OS/2 LAN Server 4.0, которая требует минимальный объем памяти: ОЗУ - 16 Мбайт, диск - 52 Мбайт, имеет сетевые протоколы: tcp/ip, netbios;

-Vines 5.54, которая требует минимальный объем памяти: ОЗУ -8 Мбайт, диск - 80 Мбайт, имеет сетевые протоколы: tcp/ip, ipx/spx, netbios.

Но сейчас подавляющее большинство пользователей ориентируется на операционную систему Windows NT, которая стала фактически типовой операционной системой информационных систем предприятий.

Нечто аналогичное происходит и с большими сетевыми СУБД, которыми оснащаются корпоративные системы предприятий. Если еще несколько лет назад можно было говорить о лидирующем положении ряда конкурирующих СУБД: Oracle, Sybase, Informix, MS SQL-Server, Netware SQL, то в последнее время на роль типового лидера все более явно претендует СУБД Oracle, которая несмотря на высокую стоимость имеет преимущества в виде массы важных для предприятий приложений, работающих на данной СУБД.

*Средний уровень управления*

На среднем уровне управления (управление отдельным цехом,

участком, крупным производственным агрегатом) связующим контроллеры и рабочие станции операторов звеном является промышленная сеть, от которой требуется не только обычные, предъявляемые к информационным сетям требования, но и специфическое требование гарантии доставки всех 100% сообщений в нужное место и в заданное время. Если ранее каждая фирма, выпускающая ПТК, разрабатывала свою закрытую для других контроллеров промышленную сеть, то в последние годы, под нажимом заказчиков фирмы изменили свою политику: они стали ориентироваться на открытие своих промышленных сетей для аппаратуры других фирм. Постепенно выделилось несколько наиболее распространенных промышленных сетей, зарекомендовавших себя на практике (сети Modbus, Vitbus, Interbus S, CAN и некоторые другие), которые приобрели характер типовых и которыми стали оснащать свои ПТК разные производители.

Последнее время появился международный стандарт на промышленную управляющую сеть - стандарт IEC 61158. По этому стандарту следующие сети признаны стандартными промышленными управляющими сетями:

- ControlNet;
- PROFIBUS;
- P-Net;
- Foundation Fieldbus;
- SwiftNet;
- WorldFip; -Interbus.

Следует подчеркнуть, что из всех этих сетей подавляющее распространение в мире получили сети PROFIBUS и Foundation Fieldbus.

Используемая аппаратура управления также достаточно типизирована. Это касается и рабочих станций операторов, и контроллеров.

В качестве рабочих станций операторов используются разные по мощности ЭВМ, совместимые с типовыми персональными компьютерами IBM. Функциональные клавиатуры операторов, обычно включаемые в комплект рабочих станций, есть в стандартном исполнении и все большее число фирм, вместо разработки оригинальной функциональной клавиатуры, включают в поставку ПТК стандартизированный вариант. Операционными системами рабочих станций являются, в зависимости от принятой архитектуры системы управления, в подавляющем большинстве случаев либо варианты типовой операционной системы Windows, либо широко распространенная система QNX.

Контроллеры, наиболее оригинальная аппаратура разработчиков ПТК, и то претерпевают изменения в сторону все большей типизации.

Имеющиеся стандарты шинной архитектуры компьютерных средств (стандарты VMEbus, STDbus, Futurebus) позволяют не разрабатывать разные блоки контроллера, а собирать контроллеры из готовых плат разных фирм, которые выпускают продукцию по этим стандартам.

Так, например, по наиболее распространенному в Европе стандарту VMEbus (VVE32 - 32 разряда, VME64 - 64 разряда), у которого скорость

передачи данных по шине составляет 20-40 Мбод, выпускают разные виды плат около 150 разных фирм. Номенклатура плат составляет более 3000 наименований: центральные процессоры, сетевые контроллеры, блоки памяти, различные виды модулей вводов/выводов и т. д.. Платы вставляются в закупаемые стандартные конструктивы разных типов: рамы, панели, шкафы (выполненные, например, по Евростандарту). которые имеют широкий диапазон вариантов исполнения на разные условия окружающей среды: температуру, пыль . влагу, вибрацию, электромагнитные помехи и пр .

В дополнение к этому, ряд фирм стали выпускать типовые мезонинные платы ввода/вывода. На каждой плате обычного размера может устанавливаться определенное число (обычно, четыре) мезонинных (съёмных) плат (каналов ввода/вывода). Каждый такой канал может быть любого типа: аналоговый, дискретный, импульсный и г. п.. и на любые нужные параметры.

Благодаря этим возможностям можно проводить сборку контроллеров из готовых элементов, подгоняя их структуру и характеристики точно под требования автоматизации конкретного объекта. а также простой заменой определенных плат или еще более мелкой заменой мезонинных плат ввода/вывода реализовывать требуемое в процессе эксплуатации переконфигурирование контроллеров под изменяющиеся свойства объекта.

В качестве операционных систем контроллеров подавляющее большинство фирм использует типовые системы: OS-9. OS-9000. VRTX. QNX. VxWorks. версии Windows, что позволяет не разрабатывать, а закупать основное прикладное обеспечение для контроллеров, имеющееся на рынке.

Технологические языки программирования контроллеров, рассчитанные на специалистов по автоматизации, недавно были стандартизированы - стандарт IEC 61131.3. Этот стандарт определяет структуру пяти технологических языков:

- язык лестничных диаграмм (релейные блокировки);
- язык функциональных блочных диаграмм (конфигуратор с набором типовых программных модулей);
- язык последовательных функциональных схем (процедуры и транзакции);
- язык структурированного пакета (типа Pascal)\$
- язык инструкций (создание процедур).

Ряд программистских фирм выпускают сейчас технологические языки по этому стандарту, ориентированные на работу под определенными типовыми операционными системами (например. PARADYM-31 фирмы Intellution, ISaGRAF фирмы CJ International), что позволяет разработчикам ПТК использовать их в своих комплексах. Практически все ПТК, выпущенные в последние годы оснащены тем или иным числом технологических языков, соответствующих этому стандарту, которые либо разработаны самими фирмами -разработчиками ПТК, либо закуплены ими у фирм, специализирующихся на программных продуктах.

## *Нижний уровень управления*

На нижнем уровне управления - уровне, объединяющем отдельные контроллеры с выносными блоками ввода/вывода и с интеллектуальными приборами (датчиками и исполнительными механизмами) - в последние годы начали происходить крупные изменения. Эти изменения с одной стороны обусловлены общими тенденциями стандартизации различных классов средств автоматизации, а с другой стороны –с увеличением мощности и параллельным удешевлением микропроцессоров, встраиваемых в отдельные приборы (после чего они и приобретают прилагательное "интеллектуальные").

Очень перспективным технически и выгодным экономически является связь интеллектуальных датчиков и исполнительных механизмов с контроллерами через цифровую полевую шину. Это исключает искажения низковольтных аналоговых сигналов в цепях связи контроллеров с приборами, возникающие от различных промышленных электромагнитных помех; существенно экономит средства на кабельную продукцию. позволяя к одной шине подключать ряд приборов; имеет еще ряд преимуществ, коюрые перечисляются ниже при рассмотрении конкретных типовых полевых шин.

Естественно, что для возможности соединения контроллеров ПТК с приборами разных фирм нужна стандартизация полевой шины. Такой типовой протокол - HART-протокол - был создан более 10-ти лет назад и значительное число фирм, выпускающих ПТК и приборы, его поддерживают.

Основные параметры HART-протокола:

- длина полевой шины до 1.5 км;
- скорость передачи данных -1.2 Кбита/сек;
- число приборов, которые можно подсоединить к одной шине - 5-15 (обычно до 8-ми приборов).

HART-протокол позволяет:

- проводить удаленную настройку датчиков на нужный диапазон измерения через полевую шину;
- не подводить к датчикам отдельные линии электропитания и не иметь в них блоков питания, а электропитание датчиков реализовывать через полевую шину от блоков питания в контроллере;
- увеличить информационный поток между контроллером и приборами, в частности, при наличии самодиагностики в приборах передавать сообщения о возникновении их неисправностей и виде этих неисправностей по полевой сети, а далее от контроллера оператору.

Последнее время наблюдается также тенденция более полно и рационально использовать возрастающую мощность микропроцессоров, встроенных в интеллектуальные приборы и в интеллектуальные блоки ввода/вывода. Эта тенденция привела к появлению идеологии Fieldbus Foundation, которая ставит своей целью перенос типовых алгоритмов переработки измерительной информации (фильтрации, масштабирования, лннериализации и т. п.), регулирования (стабилизации, слежения, каскадного

управления и т. п.). логического управления (пуска, останова, блокировки группы механизмов и т. п.) на самый нижний уровень управления: уровень интеллектуальных блоков ввода/вывода, интеллектуальных приборов (датчиков и исполнительных механизмов). Для реализации этой идеологии разработана новая по возможностям и параметрам стандартная полевая сеть Foundation Fieldbus. Которая постепенно завоевывает все большее место в продукции разных фирм. Данная сеть позволяет реализовывать все функции, свойственные HART-протоколу, и, кроме того, по специальным технологическим языкам общения с приборами позволяет через эту сеть программировать конкретные алгоритмы контроля и управления, закладываемые в приборы. Ее параметры мало отличаются от параметров современных типовых промышленных сетей

- длина одного сегмента шины до 1.5 км;

- скорость передачи информации по сети - 31.25 Кбит/сек;

- число приборов, подключаемых к сети до 32;

- метод доступа к сети «ведущий/ведомый».

Следует отметить, что существующая уже сейчас типизация и стандартизация отдельных программных и технических средств и их открытость к средствам других фирм позволяет небольшим коллективам - системным интеграторам - не разрабатывать, а собирать из отдельных программных и технических модулей и средств разных фирм достаточно большие ПТК и системы управления, ориентированные на автоматизацию конкретных промышленных объектов.

### **Выбор средств и систем автоматизации на основе объективно проведенных конкурсов**

Сложная задача выбора рационального как по техническим, так и по экономическим характеристикам средства (системы) автоматизации для конкретного объекта может быть решена только в результате объективно проведенных по рациональной методике конкурсов (тендеров). В этом случае будет гарантирован отбор наилучшего продукта по заданным к нему требованиям.

Ниже кратко перечисляются основные этапы рациональной методики конкурсов и их основные особенности:

1. Разработка технического задания на необходимое средство (систему). Основные свойства задания: полнота, конкретность, однозначность его понимания разными участвующими в конкурсе фирмами, отсутствие не влияющих на выбор лишних деталей.

2. Анализ имеющихся на рынке средств (систем) с целью выделения определенного их класса, отвечающего требованиям технического задания. Выделенный класс должен учитывать технические требования, экономические ограничения, свойства современности и перспективности разных средств (систем).

3. Отбор фирм для участия в закрытом конкурсе, рассылка им технического задания и консультирование по вопросам составления ими

техничко-коммерческих предложений. Главнй фактор работы с фирмами - абсолютная одинаковость требований ко всем участникам конкурса.

4. Выбор важных для заказчика критериев сопоставления предложении и ранжировка заказником этих критериев. Учет при выборе критериев всех технических свойств самих средств, их экономических характеристик, репутации и методов работы производителей средств на отечественном рынке.

5. Анализ и при необходимости, доработка поступивших от участников конкурса технико-коммерческих предложений с точки зрения их сопоставимости между собою и четкого выделения свойств, отвечающих на степень удовлетворения выше выбранным критериям.

6. Формирование группы экспертов, планирование условий проведения экспертизы поступивших предложений. Основные качества экспертов: компетентность в особенностях автоматизируемого объекта и в свойствах предлагаемых средств (систем). не ангажированность отдельными участниками конкурса.

7. Разработка сводных материалов по различным аспектам технико-коммерческих предложений, важных с точки зрения выбранных критериев оценки, для облегчения и ускорения работы экспертов.

8. Проведение заседания экспертной комиссии:

- сравнение представленных предложений и анализ степени их удовлетворения выбранным критериям;

- ранжировка представленных предложений каждым экспертом по каждому) выбранному критерию:

- решение многокритериальной задачи и получение общей совокупной ранжировки всех предложений с учетом рангов выбранных критериев:

- расчет статистических характеристик согласованности работы экспертов;

- обсуждение и утверждение полученного решения.

9. Принятие заказником обоснованного решения на основе рекомендации экспертной комиссии.

### **Типы взаимодействия с контроллерами.**

Центральное звено систем автоматизации - микропроцессорный контроллер - объединяет под этим названием ряд классов и типов универсальных микропроцессорных средств, которые удовлетворяют запросам разных категорий заказчиков.

По мощности, косвенно характеризуемой числом обслуживаемых входов/выходов, контроллеры подразделяются на следующие классы:

- класс самых малых контроллеров (десятки входов/выходов);

- класс малых контроллеров (сотни входов/выходов);

- класс больших контроллеров (тысячи входов/выходов).

По типу взаимодействия контроллеров со следующим уровнем, SCADA – системы, можно выделить следующие разновидности:

1. *Закрытые системы*, распределенные системы управления (PCU), характеризуется тем, что в состав каждого комплекса технических средств включается специально разработанное программное обеспечение, которое не может быть применено в микропроцессорных системах других фирм. Это программное обеспечение включает в себя средства для программирования контроллера, средства визуализации станций оператора и собственные протоколы взаимодействия системы управления с контроллером (рис.2).

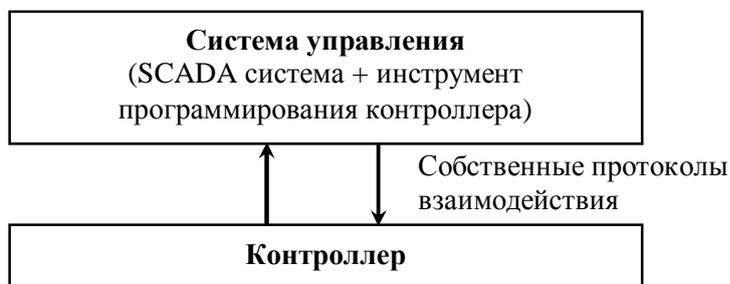


Рис. 2. Схема распределенной системы управления.

Для получения данных в SCADA – системе от контроллера, используются собственные протоколы фирм-производителей систем управления, которые реально обеспечивают скоростной обмен данными.

К этому типу взаимодействия можно отнести следующие распределенные системы управления: Centum CS3000 фирмы Yokogawa, DeltaV фирмы Emerson Process Management, I/A Series фирмы Foxboro и др.

2. *Открытые системы*, сетевые комплексы на основе микропроцессорных контроллеров, характеризуется тем, что применяются открытые пакеты прикладных программ для операторских станций, предназначенных не для конкретной микропроцессорной системы, а приспособленные для применения в разных программно-технических и сетевых средах (рис.3).

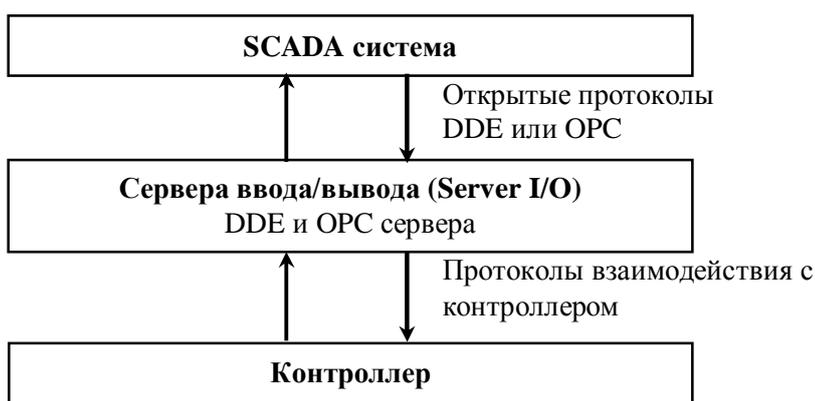


Рис. 3. Схема применения SCADA - систем

Свойство открытости состоит в том, что пакет прикладных программ:

- поддерживает совокупность интерфейсов и драйверов, позволяющих использовать пакет для широкого класса микропроцессорных контроллеров, систем и сетей передачи данных;

- содержит средства разработки новых интерфейсов и драйверов для микропроцессорных приборов и сетей;
- позволяет расширять функциональные возможности систем в соответствии с заданиями на конкретные проекты - путем подключения программ пользователя.

Для подсоединения драйверов ввода/вывода к SCADA - системе в настоящее время используются следующие механизмы:

- протокол DDE (Dynamic Data Exchange - динамический обмен данными);
- собственные протоколы фирм-производителей SCADA – систем;
- новый OPC – протокол (OLE for Process Control).

Изначально протокол DDE применялся в первых человеко-машинных интерфейсах в качестве механизма разделения данных между прикладными системами и устройствами типа ПЛК (программируемые логические контроллеры). Протокол DDE представляет собой коммуникационный протокол для обмена данными между различными Windows - приложениями. Этот протокол реализует взаимосвязи типа клиент - сервер между двумя одновременно исполняющимися программами.

Основная цель OPC стандарта (OLE for Process Control) заключается в определении механизма доступа к данным с любого устройства из приложений. OPC позволяет производителям оборудования поставлять программные компоненты, которые стандартным способом обеспечат клиентов данными с ПЛК.

Стандарт OPC разрабатывался специально для использования в промышленной автоматизации, и он имеет проблемно-ориентированную модель взаимодействия, которая реализована через совокупность COM/DCOM - интерфейсов.

Стандарт состоит из трех основных спецификаций:

- 1) доступ к данным РВ (Data Access);
- 2) обработка тревог и событий (Alarms & Events);
- 3) доступ к историческим данным (Historical Data Access).

OPC-серверов, соответственно, тоже может быть три вида, хотя не возбраняется совмещать все эти функции в одном. OPC-серверы физических устройств обычно являются только серверами данных (Data Access Servers). Серверы тревог и исторические чаще всего применяются на серверах данных. Сервер тревог формирует определенные логические переменные, называемые состояниями (conditions), имея в качестве исходной информации некую переменную (тег), полученную от сервера данных. Серверы исторических данных получают от серверов данных параметры в реальном времени и архивируют их, а затем предоставляют эти данные другим приложениям (например, для построения графиков трендов).

Центральное место среди спецификаций OPC занимает доступ к данным РВ (Data Access). Базовым понятием этой спецификации является элемент данных (Item). Каждый элемент данных (т. е. фактически - параметр технологического процесса) имеет значение, время последнего обновления

(timestamp) и признак качества, определяющий степень достоверности значения. Значение может быть практически любого скалярного типа (булево, целое, с плавающей точкой и т.п.) или строкой (на самом деле это так называемый OLE VARIANT). Время представляется с 100-наносекундной точностью (на самом деле это FILETIME Win32 API). Качество - это код, содержащий в себе грубую оценку достоверности параметра -UNCERTAIN, GOOD и BAD (не определено, хорошее и плохое), а на случай плохой оценки - еще и расшифровку, например, QUAL\_SENSOR\_FAILURE -неисправность датчика.

К этому типу взаимодействия можно отнести следующие SCADA - системы: InTouch фирмы Wonderware, iFix фирмы Intellution, Genesis фирмы Iconics и др.

### **Аппаратная реализация связи с устройствами ввода/вывода.**

Для организации взаимодействия с контроллерами могут быть использованы следующие аппаратные средства:

- COM - порты. В этом случае контроллер или объединенные сетью контроллеры подключаются по протоколам RS-232, RS-422, RS-485.
- Сетевые платы. Использование такой аппаратной поддержки возможно, если соответствующие контроллеры снабжены интерфейсным выходом на Ethernet.
- Вставные платы. В этом случае протокол взаимодействия определяется платой и может быть уникальным. В настоящее время предлагаются реализации в стандартах ISA, PCI, CompactPCI.

## **Программные средства для операторских станций в системе автоматизации управления производством (SCADA – системы)**

Программные системы и пакеты прикладных программ, обеспечивающие работу компьютерных операторских станций, в литературе получили наименование «SCADA-программы» (Supervisory Control and Data Acquisition - сбор данных, наблюдение и управление).

SCADA-программы применяют в своей деятельности пользователи - сотрудники организаций следующих групп:

- промышленных предприятий, разрабатывающих и реконструирующих микропроцессорные системы управления производственными процессами;
- проектных и наладочных фирм, создающих и модернизирующих системы контроля и управления;
- системных интеграторов, разрабатывающих эффективные программно-технические комплексы управления, использующие технические и программные средства разных изготовителей
- фирм-разработчиков микропроцессорных средств автоматизации управления.

SCADA-программы обеспечивают реализацию основных функций операторских станций в реальном времени:

- сбор текущей технологической информации от контроллеров или других приборов и устройств, связанных непосредственно или через сеть с операторской станцией;
- необходимую первичную обработку измерительной информации, а также вычислительную и логическую обработку технологических данных в операторских станциях;
- архивизацию и хранение текущей информации и ее дальнейшую обработку;
- представление текущей и исторической информации на дисплее (в формах динамизированных мнемосхем, гистограмм, анимационных изображений, таблиц, трендов, аварийных сообщений и т.д.);
- печать отчетов и протоколов в задаваемых формах - по времени или по запросу оператора;
- регистрацию аварийных ситуаций в моменты их возникновения и вывод аварийных сообщений на экран или на внешние устройства;
- ввод команд и сообщений оператора, их отработку или передачу в контроллеры и другие устройства;
- подключение и организацию взаимодействия прикладных программ пользователя с переменными базы данных реального времени и командами оператора;
- информационные сетевые взаимодействия между узлами системы управления.

Каждая SCADA-программа содержит в своем составе две базовые подсистемы:

- *инструментальная система* (система разработки), - среда разработки программного обеспечения, действующего в составе операторских станций;
- *исполнительная система*, поддерживающая работу программного обеспечения операторских станций в реальном времени.

Инструментальная система применяется при разработке программ операторских станций проектантами и системными интеграторами. Каждый экземпляр инструментальной системы многократно используется для разработки операторских станций в разных проектах; применяется также эксплуатационниками на предприятиях для коррекции и модернизаций программного обеспечения станций.

Исполнительная система поддерживает работу программного обеспечения отдельной станции. Инструментальная система технически может поддерживать также работу операторской станции в реальном времени и может быть применена в качестве исполнительной. В некоторых специализированных SCADA - программах инструментальная и исполнительная системы не разделены и представляют собой единое целое.

Преимущества использования SCADA-программ по сравнению с непосредственным программированием операторских станций состоят в следующем. Практически исключается необходимость в привлечении высококвалифицированных программистов для разработки операторских станций. Для этого достаточно квалификации специалиста по автоматизации производства и программиста средней квалификации; значительно сокращаются затраты труда и времени на разработку операторских станций; поддерживается на высоком уровне качество созданных программ; существенно повышается удобство работы оператора производства.

## Характеристики SCADA – систем

### 1. Общие данные SCADA-программ:

- фирма-разработчик; год первого выпуска и общий тираж (характеристика опыта фирмы, отработанности и популярности SCADA-программы); распространители в России и СНГ;
- примеры предприятий в России, эксплуатирующих SCADA-программу (возможность получения отзывов о реальной работе SCADA-программы).

### 2. Структурные особенности SCADA-программ:

- структурное строение пакета: модульность (возможность формировать функциональный состав операторских станций комбинацией составляющих SCADA-программу программных модулей);
- реализация структуры клиент-сервер, типы реализуемых станций (в т.ч. без непосредственной связи с технологическим процессом через УСО или контроллеры);
- наличие вариантов SCADA - программы, различающихся информационной мощностью (число входов-выходов); специальных станций в номенклатуре SCADA-программы - просмотра технологических данных и архивов (станций руководства) и архивных; специальных программных систем для обеспечения работы смежных уровней управления - непосредственного управления процессами, диспетчерского управления и др.

### 3. Функциональные характеристики SCADA-программ:

- возможности графического редактора, используемого для построения мнемосхем;
- средства отображения: многообразие динамических изменений любых элементов мнемосхем, использование элементов мультипликации, многооконный экран; наличие библиотек «мастер-объектов» (Wizard) - готовых изображений со средствами отображения и других фрагментов проектов, возможность их пополнения пользователями;
- характеристики трендов реального времени (оперативных) и архивных (исторических);
- поддержка специальных клавиш оператора (горячие клавиши, сенсорные зоны, возможности функциональных клавиатур);
- возможности модификации отображения данных на работающей операторской станции (переключение переменных, выводимых на мнемосхемы и на тренды, изменение масштабов кривых на графиках, коррекция форм отчетов и др.);
- количественные ограничения в SCADA-программе: число архивируемых переменных, отображаемых переменных на одной мнемосхеме; число мнемосхем на одной операторской станции и т.п.;
- характеристики встроенных средств обработки данных: мощность библиотеки арифметических, логических, управленческих и других программных модулей и способа программирования алгоритмов

- относительно несложной обработки данных;
- языки и процедуры создания пользовательских алгоритмов обработки данных;
  - возможности построения рапортов, отчетов, протоколов в заданных формах;
  - характеристики защиты от несанкционированного доступа к станции оператора: число уровней доступа, число индивидуальных паролей на каждом уровне;
  - характеристики средств обеспечения надежности: диагностика связи операторской станции с контроллерами и другими операторскими станциями: возможности горячего резервирования станции оператора и/или ее отдельных функций;

#### *4. Используемая аппаратно-программная платформа:*

- минимальные и рекомендуемые требования к техническим характеристикам компьютера для реализации операторских станций (в структурных вариантах: отдельная станция, структура клиент - сервер, станция наблюдения и т. д.);
- циклы ввода-вывода данных; циклы обновления данных на экранах станции - (при рекомендуемой аппаратно-программной платформе).

#### *5. Характеристики открытости SCADA-программы:*

- поддерживаемые интерфейсы межпрограммного взаимодействия, в том числе: обмена данными с приложениями - DDE; с базами данных - SQL/ODBC; объектные средства взаимодействия OLE, ActiveX; поддержка универсального промышленного интерфейса OPC;
- число драйверов и серверов ввода-вывода для связи с контроллерами и внешними устройствами отечественных и зарубежных фирм, перечень обслуживаемых ими контроллеров и устройств; характеристики средств разработки новых драйверов и серверов ввода-вывода;
- перечень поддерживаемых стандартных сетевых протоколов;

#### *6. Данные о распространении и сопровождении SCADA-программы:*

- наличие, состав, полнота документации, в том числе - на русском языке;
- наличие русифицированной версии SCADA-программы, полнота русификации;
- особенности сопровождения SCADA-программы: консультации, горячая линия;
- место, сроки и условия обучения пользователей работе со SCADA-программой;

#### *7. Стоимостные характеристики SCADA-программы - цены:*

- базового состава SCADA-программы: инструментального комплекса; дополнительного исполнительного комплекса;
- функционально ограниченных вариантов SCADA-программы;
- сервера SCADA-программы (при ее клиент/серверной архитектуре);
- одного драйвера к определенному типу контроллеров;
- инструментария для разработки новых драйверов контроллеров;

- обучения пользователей;

### **Выбор SCADA – программы для конкретной системы автоматизации производства**

При выборе SCADA-программы для конкретного проекта необходимо вначале четко определить набор требований к характеристикам операторских станций. На их основе определяются требования к SCADA-программе и подвергаются анализу имеющиеся на рынке SCADA-программы на соответствие поставленным требованиям. Из удовлетворяющих требованиям проекта выбирается программа, наилучшая по совокупности технико-экономических показателей.

Остановимся на характеристиках и данных объекта автоматизации и разрабатываемой автоматизированной системы управления, которые следует учитывать при выборе SCADA-программы.

*Характеристики объекта и требования к системе автоматизации:*

- характер технологического процесса (непрерывный, периодический, дискретный и т.д.), его информационная мощность, динамика процессов, территориальная распределенность объекта управления;
- функции системы управления (контроль и/или учет, или контроль и управление, или диспетчеризация, или сочетание ряда функций);
- необходимое число операторских станций, их взаимное расположение и требуемые информационные взаимосвязи; связи с другими участками и службами предприятия;
- число измеряемых и управляемых величин и функции переработки текущей технологической информации на каждой операторской станции;
- требования к динамике обновления информации на экране операторской станции, к объему и периодичности записей данных в исторический архив, к формам дисплейных кадров, к удобству и полноте представления измеряемой информации оператору;
- требования к средствам обеспечения надежности основных функций операторских станций (диагностика неисправностей, резервирование станций или их отдельных устройств или функций);
- перспективы повторного использования проекта или его фрагментов.

*Характеристики разрабатываемой системы автоматизации:*

- характеристики сетевой структуры системы автоматизации, протоколы и формы обмена информацией системы с другими подразделениями предприятия;
- информационная структура разрабатываемой системы - связи между источниками и потребителями данных (в вариантах: локальная структура - только непосредственные связи станция - контроллеры; распределенная структура: несколько станций используют общие контроллеры и обмениваются информацией между собой);
- типы контроллеров и других устройств, передающих и принимающих

текущие данные от операторских станций; их число: типы передаваемых сигналов;

- требования к аппаратно-программной платформе операторских станций (в том числе к типам компьютеров, к операционным системам, к ресурсам памяти и т.д.);
- квалификация пользователей SCADA-программы. допустимый объем непосредственного программирования и требования к языкам программирования для реализации пользовательских программ.

В результате анализа перечисленных характеристик, ограничений и требований подготавливается четкое, полное и конкретное техническое задание на SCADA-программу.

В случае крупной закупки целесообразно с помощью консалтинговой фирмы организовать тендерные торги. Поэтапная процедура проведения тендера выглядит следующим образом:

- составляются полные, конкретные и однозначно понимаемые технические требования на исполнительные и соответствующие инструментальные системы;
- на основе данных настоящего сопоставительного обзора, выделяются 3-5 SCADA - программы лучше других, удовлетворяющие составленным техническим требованиям с учетом экономических ограничений;
- продавцам SCADA-программ рассылаются приглашения на участие в закрытом тендере;
- заказчиком с помощью консалтинговой фирмы формируются критерии выбора наиболее подходящей («оптимальной») SCADA-программы;
- при получении от продавцов тендерных технико-коммерческих предложений проводится их сопоставление по следующей процедуре:
  1. анализ технических характеристик по представленной документации на соответствие техническим требованиям; если некоторые из предложений оказываются неполными или не соответствующими заданию, они уточняются в дополнительных переговорах с продавцами;
  2. организация экспертной группы, в задачу которой входит отбор для покупки SCADA-программы из числа участвующих в тендере - по критериям, установленным покупателем;
  3. личное ознакомление экспертов с технико-коммерческими предложениями и с предлагаемыми SCADA-программами - предпочтительно на территории фирм-продавцов: оценка полноты и ясности документации, проведение с помощью продавцов разработки и отладки нескольких существенных для автоматизируемого объекта тестовых примеров;
  4. ознакомление с опытом практического применения: организация контактов с предприятиями, эксплуатирующими рассматриваемые системы; в переговорах с непосредственными пользователями должны быть выявлены достоинства и недостатки систем, которые

проявляются только при практическом использовании;

5. на основе всей полученной информации и заданных заказчиком критериев экспертами производится ранжирование участвующих в тендере SCADA-программ по отдельным критериям;
6. решается задача многокритериального выбора, на основе которой выявляется наиболее подходящая для данного объекта автоматизации SCADA-программа.