

## Лекция. Программное обеспечение АРМ

1. Общая характеристика программного обеспечения АРМ
2. Операционные системы как основа программного обеспечения
3. Системы управления базами данных
4. Прикладное программное обеспечение АРМ

### **1. Общая характеристика программного обеспечения АРМ**

Совокупность программ на носителях данных и программных документов, предназначенных для функционирования и проверки работоспособности ЭВМ, называется *программным обеспечением ЭВМ*.

Все решаемые на ЭВМ задачи можно разделить на два класса: задачи организации вычислительного процесса и прикладные задачи. Последние определяют потребности пользователей. В соответствии с таким делением программное обеспечение также делится на два класса: общее и прикладное. *Общее программное обеспечение (ОПО)* включает программы, предназначенные для организации функционирования ЭВМ. К ним относятся комплекс программ организации вычислительного процесса, который называется *операционной системой (ОС)*, и программы технического обслуживания (наладочные, проверочные и диагностические тесты). *Прикладное программное обеспечение (ППО)* образуют программы, предназначенные для решения прикладных задач в конкретных системах.

### **2. Операционные системы как основа программного обеспечения**

**Операционные системы** обеспечивают управление вычислительными ресурсами компьютеров, их эффективное функционирование в различных режимах, выполнение программ и взаимодействие пользователя и внешних устройств с компьютером.

С точки зрения пользователя ОС формирует удобный пользовательский интерфейс (командный язык для управления функционированием компьютера и набор сервисных услуг, освобождающих пользователя от выполнения рутинных операций), программное окружение, своеобразный «пейзаж», на фоне которого выполняется разработка и осуществляется исполнение прикладной программы пользователя.

С технической точки зрения, ОС – это комплекс программ, обеспечивающий управление ресурсами компьютера, процессами обработки информации, использующими эти ресурсы, и данными.

Основными функциями современных операционных систем являются:

- загрузка и исполнение пользовательских программ,
- управление оперативной памятью,
- работа с устройствами долговременной памяти,
- стандартизированный доступ к различным периферийным устройствам,
- предоставление пользовательского интерфейса,

- параллельное или псевдопараллельное исполнение нескольких задач,
- организация взаимодействия задач друг с другом,
- организация межмашинного взаимодействия и разделения ресурсов,
- защита системных ресурсов, данных и программ пользователя, использующихся процессов и самой себя от ошибочных непреднамеренных и злоумышленных действий пользователей и их программ,
- аутентификация, авторизация и другие функции обеспечения безопасности.

В настоящее время существует большое разнообразие ОС. Это объясняется тем, что различные типы ЭВМ, во-первых, обладают различными наборами ресурсов, и, во-вторых, на них могут быть реализованы различные режимы работы. В связи с этим все многообразие ОС можно классифицировать по следующим основным признакам:

- 1) по количеству одновременно обслуживаемых пользователей;
- 2) по числу программ, которые могут выполняться под управлением ОС одновременно;
- 3) по типу доступа пользователей к ресурсам ЭВМ;
- 4) по типу средств вычислительной техники, для управления ресурсами которых ОС предназначена.

В соответствии с первым признаком ОС делятся на *однопользовательские* и *многопользовательские*. Последние обеспечивают одновременную работу на одной ЭВМ нескольких пользователей за различными терминалами.

По второму признаку различают ОС, поддерживающие *однопрограммный* и *многопрограммный режимы работы*. Здесь следует отметить, что если операционная система многопользовательская, то, естественно, она поддерживает многопрограммный режим работы, но не наоборот.

Третий признак делит ОС на следующие классы:

*системы с пакетной обработкой*, когда ЭВМ предъявляется пакет заданий на выполнение определенной последовательности программ. В этом случае пользователь непосредственно с ОС не взаимодействует, а лишь ведет диалог с выполняемыми программами. Такие ОС обеспечивают наиболее эффективное использование ресурсов ЭВМ;

*системы разделения времени*, которые обеспечивают одновременный диалоговый доступ к ЭВМ нескольких пользователей (естественно, каждого через свой терминал). Ресурсы ЭВМ при этом выделяются каждому пользователю поочередно в соответствии с принятой дисциплиной обслуживания (чаще всего на определенный квант времени). Этот тип ОС применяется для обеспечения удобства работы на ЭВМ группы пользователей;

*системы реального времени*, обеспечивающие гарантированное время реакции на внешние события. Подобные ОС служат для управления внешними по отношению к ЭВМ процессами и объектами. ЭВМ с такими ОС являются технической основой АСУ технологического типа.

В соответствии с четвертым признаком ОС подразделяют на *однопроцессорные*, *многопроцессорные* и *сетевые*.

Использование той или иной ОС определяется, во-первых, возможностями ЭВМ, поскольку для функционирования ОС необходимы вполне конкретные аппаратные ресурсы, а во-вторых, режимами работы, которые возможно и целесообразно организовать на ЭВМ.

Основными режимами работы, которые в настоящее время поддерживаются на ПК, являются:

- 1) однопрограммный режим;
- 2) однопользовательский многопрограммный или просто многопрограммный режим.

### 3. Системы управления базами данных

**Система управления базами данных** определяется как система программного обеспечения, имеющая средства, которые позволяют обрабатывать обращения к базе данных от прикладных программ и/или пользователей и поддерживать целостность базы. СУБД обеспечивает связь между прикладными программами и базой данных. Любой доступ к данным осуществляется посредством СУБД.

Многообразие уже созданных к настоящему времени СУБД предполагает их группирование с целью всесторонней характеристики.

Различают **персональные** («легкие») и **корпоративные** («тяжелые») СУБД.

Персональная реляционная СУБД *Access* фирмы *Microsoft* характеризуется тесной интеграцией с другими приложениями этой фирмы. Существенный элемент ее – комплекс специальных драйверов открытого интерфейса ODBC (*Open DataBase Connectivity*) — обеспечивает связь с реляционными СУБД других производителей, взаимодействие между различными форматами баз данных. *Access* располагает своим процедурным языком, реализует запросы на примере (*QBE*) и запросы *SQL* в сочетании со всеми преимуществами *Windows* в графике, эффективно работает в сети, активно использует графические объекты. Система включает функции обмена данными и обработки файлов, формирования интерфейса пользователя и управления периферийными устройствами.

Персональная СУБД *DBase* фирмы *Borland* поддерживает языки запросов *QBE* и *SQL*, а также включающие языки *C*, *Паскаль*, ассемблеры. В состав языка *DBase* входит более 300 функций и операторов. Запросы *SQL* автоматически преобразуются в последовательность команд *DBase*. К дополнительным средствам языка относятся шаблоны для связи с автоматическим генератором кода, утилиты создания приложений, средства тестирования многопользовательских баз данных в сети и модуль запуска приложений. Язык поддерживает автоматическое сохранение информации, многоуровневую парольную защиту и кодирование данных.

Во многом подобна *Access* СУБД *Paradox* на основе язык *PAL* (*Paradox Application Language*) фирмы *Borland*, длительное время удерживавшая лидерство на рынке СУБД для персональных компьютеров

В *Access* программа может распространяться только с интегрированной средой. В отличие от нее, в *FoxPro* (*Microsoft*) и *Clipper* (*Computer Associates*)

готовые программы распространяются в виде исполнительных модулей или динамически загружаемых библиотек. *FoxPro* имеет быстроедействие, на порядок превышающее *Paradox* и в несколько десятков раз — *DBase*, а приложения, созданные на *FoxPro* под *MS-DOS*, можно адаптировать под *Windows*. Набор команд и функций, предлагаемых разработчикам программных продуктов в среде *FoxPro*, по мощи и гибкости отвечает самым современным требованиям к представлению и обработке данных. Он позволяет организовать максимально удобный пользовательский *Windows*-интерфейс. Система обеспечивает многоуровневый доступ к файлам, управление цветом, настройку принтеров, генерацию экранных форм и отчетов, поддержку языка *SQL* и функционирование в сети.

К наиболее распространенным корпоративным СУБД относятся *Infomix*, *Ingres*, *Sybase*, *Oracle*, *SQL Server*.

Реляционная система *Ingres* для средних и крупных компаний включает средства автоматизации разработки приложений, систему управления знаниями, библиотеку приложений на национальных языках. В СУБД реализована прямая адресация запросов конкретным клиентам с назначением приоритетов, работает контекстное переключение между различными базами данных. Многотомные таблицы позволяют распределять базы данных по различным дискам, хранить в базах не только данные, но и коммутируемые процедуры в виде распределенных объектов с доступом из разных приложений. Оптимизатор запросов *Ingress* учитывает множество факторов, таких как размер таблиц, тип данных, статистическое распределение данных в таблицах и индексах. При оптимизации все запросы приводятся к нормализованной форме, не зависящей от исходной записи. Специальный механизм правил позволяет программировать обработку ситуаций при включении, обновлении, исключении строк и изменении записей.

Более 10 лет представлен на мировом рынке пакет *Oracle*. Долгое время каждая третья продаваемая в мире СУБД работала под *Oracle*. Она наиболее часто используется в операционной среде *Unix*, хотя может работать на множестве других системных платформ. На *Oracle* разработано значительное число прикладных систем для банков, промышленных предприятий, энергетических объектов, учреждений здравоохранения. Она обеспечивает целостность баз данных при выполнении распределенных запросов, автономию узлов базы высокую производительность. Система поддерживает открытую архитектуру: в едином приложении ее могут согласованно работать компоненты СУБД различных фирм, файлы операционной системы, аппаратура (промышленные контроллеры, кассовые аппараты). Инструментарий *Oracle* позволяет создавать графический интерфейс пользователя со сложной логикой обработки данных. Постепенно реляционная СУБД *Oracle* преобразуется в объектно-ориентированную систему на основе языка *SQL++*, хранящую данные в виде объектов вместо таблиц.

Под управлением СУБД *Pick* сотни пользователей могут совместно использовать один компьютер. Приложения *Pick* совместимы с *MS-DOS* и *Unix*, благодаря чему около полумиллиона предприятий в мире используют *Pick* в качестве программного обеспечения административных и экономических систем.

Профессиональная СУБД *SQL Server (Microsoft)* – это еще одна развитая реляционная система, решающая задачи как в режиме непосредственной обработки сложных очередей, так и в качестве поддержки информационных систем принятия решения. Она имеет надежную защиту от несанкционированного доступа и сбоев и обладает широкими возможностями администрирования в режиме удаленного доступа.

К числу непроцедурных многопользовательских СУБД относятся продукты фирмы *Gupta* — одного из мировых лидеров в области профессиональных распределенных СУБД. Эти программные средства установлены более чем в 500 компаниях. Одних только копий *SQL Base* насчитывается свыше 20 тысяч в разных странах. Неограниченное число ее пользователей работает на платформах *MS-DOS, OS/2, NetWare, SUN, Unix*. *SQL. Gupta* поддерживает многозадачность, обеспечивает целостность данных, обрабатывает типы данных любого размера в национальных алфавитах, обладает возможностями оперативной архивации и автоматического восстановления данных после сбоя. *Gupta* предоставляет разработчикам полностью объектно-ориентированную среду. Она поддерживает DDE и OLE, MDI и множество библиотек. А сетевой набор программных продуктов обеспечивает доступ к данным различных баз данных в сети.

Интегрированные системы программирования, включающие генераторы кодов и процедурные языки, называют CASE-инструментами (*Computer Aided Software Engineering*). В таких комплексах среда проектирования не отделена от прикладной системы. Примерами CASE-инструментов являются системы *BPWin* и *ERWin* компании *LogicWorks*, *Designer/2000* компании *Oracle*, *SilverRun* компании *SilverRun Technologies*, *Rational Rose* и др. В частности, в *Oracle CASE*. Для создания конкретной прикладной системы, например, банковской, проектировщик представляет свои знания о работе конкретного банка в системный словарь. Настройка проектируемой системы на технологию работы банка закладывается уже на первоначальных стадиях проектирования средствами конструктора. При любых изменениях технологии меняется лишь представление знаний в системном словаре. Затем выполняется генерация сразу же готовой системы. Для повышения производительности *Oracle CASE* оснащена моделью-прототипом системы автоматизации деятельности коммерческого банка. Проектирование по прототипу снижает трудоемкость реализации и модификации системы, гарантирует целостность и непротиворечивость данных, полную документируемость, переносимость, «прозрачность» работы в различных сетевых средах.

#### **4. Прикладное программное обеспечение АРМ**

Большинство информационных систем функционирует с участием человека. Взаимодействие между человеком и системой называют человеко-машинным интерфейсом (ЧМИ), а в мире это звучит как – *Human Machine Interface*, сокращенно HMI. На сегодняшний день, самым распространенным программным комплексом, реализующим человеко-машинный интерфейс, являются SCADA-системы. SCADA – это акроним от выражения *Supervisory Control*

*and Data Acquisition*, что дословно переводится на русский язык, как: диспетчерское управление и сбор данных. Но стоит отметить, что существующие SCADA-системы помимо сбора данных и диспетчерского управления реализуют множество различных функций, далеко выходящих за рамки упомянутого выше определения.

Функции SCADA-систем подразделяются на несколько групп:

- адаптация SCADA-системы под решение стоящих задач;
- диспетчеризация объектов управления;
- автоматизация процесса управления;
- архивация истории протекающих процессов;
- работа с функциями безопасности;
- работа с общесистемными функциями.

Несмотря на наличие множества функций, которые выполняют SCADA-системы, основным отличием SCADA от других систем является наличие пользовательского интерфейса. Если изъять пользовательский интерфейс, то все указанные выше функции совпадут с функциями, которые выполняют средства программирования промышленных контроллеров (ПЛК), и управление станет полностью автоматическим в противовес диспетчерскому.

От качества принимаемых диспетчером решений зависит не только качество производимой продукции, но порой и человеческая жизнь. Именно поэтому комфортабельность рабочего места, простота и интуитивная понятность рабочего интерфейса, создание подсказок и блокирование допускаемых оператором ошибок – вот наиболее приоритетные свойства SCADA-систем, дальнейшее развитие которых осуществляется в сторону большей эргономичности и улучшения экспертных подсистем.

Порой в комплектацию SCADA-системы входят средства программирования контроллеров, однако подобные решения вызваны скорее коммерческим интересом, нежели напрямую связаны с основными функциями SCADA-систем.

Основной функцией SCADA-системы по праву считается создание человеко-машинного интерфейса – HMI, т.е. SCADA-система выступает сразу в двух ролях – в роли HMI и в роли инструмента его создания. Скорость проводимых разработок в значительной степени влияет на конкурентоспособность фирмы (которой в большинстве случаев является системный интегратор), внедряющей системы промышленной автоматизации (АСУТП), именно поэтому скорость разработки выступает в роли основного показателя с позиции системного интегратора качества SCADA-системы. Процесс разработки SCADA-систем включает в себя следующие операции:

- разработка графического интерфейса (графики, всплывающие окна, мнемосхемы, таблицы, элементы ввода команд оператором и прочее);
- процесс программирования и отладки алгоритмов работы системы промышленной автоматизации АСУТП. В большинстве SCADA-систем отладку можно выполнить двумя вариантами – в режиме эмуляции оборудования или при подключенном оборудовании;

- производство настройки систем промышленной коммуникации (модемов, промышленных сетей и коммуникационных контроллеров);
- процесс создания баз данных с дальнейшим подключением к ним SCADA-системы.

Если рассматривать SCADA-систему с точки зрения диспетчерского управления, то ей доступно выполнение следующих задач:

- осуществление взаимодействия с оператором (представление слуховой и визуальной информации, трансляция системе команд оператора);
- оказание помощи оператору в процессе выработки необходимого решения (выполнение функций экспертной системы);
- автоматическое сигнализирование об аварии и случившихся критических ситуациях (подсистема алармов);
- вывод на пульт оператора информации о состоянии процесса;
- ведение журнала событий;
- поиск и извлечение архивной информации, и предоставление её оператору в удобном для него варианте;
- создание отчетов (графики смены операторов, таблицы температур, перечень необходимых действий оператора в определенной ситуации и прочее);
- учет наработки технологического оборудования.

Большая часть имеющихся задач по автоматизации управления выполняется зачастую при помощи промышленного контроллера (ПЛК), но частично выполнение задач может быть возложено и на SCADA-систему. Помимо всего прочего, многие небольшие системы управления могут вообще не иметь промышленного контроллера (ПЛК), поэтому промышленный компьютер, с установленной на него SCADA становится единственным средством управления процессом. В сфере автоматического управления (АСУТП) SCADA-система, как правило, выполняет следующие функции:

ПИД регулирование<sup>1</sup>;

- отслеживание последовательности выполнения операций в автоматизированной системе;
- автоматическая перенастройка алгоритмов работы АСУТП к изменившимся условиям протекания управляемого процесса;
- реализация автоматической блокировки исполнительных устройств во время выполнения ранее заданных алгоритмов.

Если знать предысторию объекта (процесса) управления, то можно значительно улучшить поведение системы в будущем, проанализировать и выявить причины возникновения ситуаций, связанных с безопасностью системы или появлением брака продукции, определить ошибки, сделанные оператором. Чтобы создать историю SCADA-системой выполняются следующие операции:

---

<sup>1</sup> Пропорционально-интегрально-дифференцирующий (ПИД) регулятор — устройство в управляющем контуре с обратной связью. Используется в системах автоматического управления для формирования управляющего сигнала с целью получения необходимых точности и качества переходного процесса.

Обеспечивает поддержание заданного значения некоторой величины с помощью изменения другой величины.

- сбор различных входных данных и производство их обработки (цифровая фильтрация, нормализация, интерполяция, масштабирование, сжатие и прочее);
- архивирование данных (действия оператора, файлы конфигурации, собранные и обработанные данные, электронные формы, отчеты, события, графики, алармы и т.д.);

- управление различными базами данных (архивные базы данных и базы данных реального времени).

После того, как SCADA-системы стали применять в системах удаленного доступа посредством сети Интернет, то резко повысилась уязвимость SCADA к противоправным действиям со стороны злоумышленников. Относиться с пренебрежением к данной проблеме нет возможности, поскольку это может привести к серьезным сбоям в функционировании различных промышленных и инфраструктурных объектов. Это чревато человеческими жизнями и столь немалым экономическим ущербом. Поэтому в SCADA-системах применяются следующие способы для повышения уровня безопасности их работы:

- осуществление разграничения уровней доступа к системе между различными категориями пользователей (оператор, программист, технолог и директор должны иметь различные уровни доступа к имеющейся в системе информации и к модифицированию настроек системы);

- организация защиты информации (шифрование данных, обеспечение максимальной надежности от уязвимостей протоколов передачи информации);

- проведение мер по обеспечению повышения безопасности оператора путем его отдаления от опасного процесса, которым он управляет (дистанционное управление или remote control). Что важно, применение дистанционного управления является стандартным требованием Ростехнадзора и осуществляется посредством проводной сети, сети Интернет, через радиоканал (радио или GSM-модем) и другие виды связи;

- применение специальных мер и методов защиты информации от атак злоумышленников;

- использование фаерволов и прочих сетевых защит.

Учитывая то, что SCADA-система, как правило, единственная программа, управляющая системой промышленной автоматизации (АСУТП), то при определенных условиях не её может быть возложено выполнение некоторых общесистемных функций, таких как:

- осуществление необходимого взаимодействия между различными SCADA-системами, или между SCADA-системой и иными сторонними программами (базы данных, офисные приложения, программы для математических расчетов и другие);

- проведение диагностики аппаратуры, алгоритмов программ и каналов связи.

Основные тенденции в процессе развития программного обеспечения, используемого в средствах промышленной автоматизации – упрощение и облегчение процесса программирования, обеспечение полной открытости инструментальных средств. Конечная цель – осуществление потребителем возможно-



сти построения системы промышленной автоматизации, удовлетворяющей всем необходимым требованиям в максимально сжатые сроки.

После долгой неопределенности, витавшей в средствах программирования SCADA-систем и промышленных контроллеров (ПЛК), был принят общепризнанный стандарт на языки программирования МЭК 61131-3 (IEC 61131-3) и созданы на его основе инструментальные средства программирования, поддерживаемые компаниями, которые специализируются на создании программного обеспечения для АСУТП.

Значительный вклад в вопрос открытости систем автоматизации был внесен стандартом OPC (OLE for Process Control), что переводится как OLE для управления процессом, обеспечивший наличие широчайшего выбора аппаратного обеспечения, используемого системными интеграторами. Разработчики контроллерного оборудования получили, в свою очередь, от внедрения стандарта OPC расширение рынков сбыта. Стоит отметить, что данное аппаратное обеспечение совместимо с любыми стандартными SCADA-системами.