

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ОРЕНБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ  
ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Б1.В.08 Вычислительные системы

**Направление подготовки (специальность)**

09.04.01 Информатика и вычислительная техника

**Профиль образовательной программы**

“Автоматизированные системы обработки информации и управления”

**Форма обучения очная**

## **СОДЕРЖАНИЕ**

1.	Тематическое содержание дисциплины .....	3
----	--	---

## **1. Тематическое содержание дисциплины**

### **1.1. Тема 1: «Электронные вычислительные машины»(34 часа).**

#### **1.1.1. Перечень и краткое содержание рассматриваемых вопросов:**

##### **1. Архитектура ЭВМ.**

Электронная вычислительная машина — это комплекс технических и программных средств, предназначенный для автоматизации подготовки и решения задач пользователей. Под пользователем понимают человека, в интересах которого проводится обработка данных на ЭВМ. В качестве пользователя могут выступать заказчики вычислительных работ, программисты, операторы. Как правило, время подготовки задач во много раз превышает время их решения.

Структура — совокупность элементов и их связей. Различают структуры технических, программных и аппаратно-программных средств. Выбирая ЭВМ для решения своих задач, пользователь интересуется функциональными возможностями технических и программных модулей (как быстро может быть решена задача, насколько ЭВМ подходит для решения данного круга задач, какой сервис программ имеется в ЭВМ, возможности диалогового режима, стоимость подготовки и решения задач и т.д.). При этом пользователь интересуется не конкретной технической и программной реализацией отдельных модулей, а общими вопросами организации вычислений. Последнее включается в понятие архитектуры ЭВМ, содержание которого достаточно обширно.

Архитектура ЭВМ — это многоуровневая иерархия аппаратно-программных средств, из которых строится ЭВМ. Каждый из уровней допускает многовариантное построение и применение. Конкретная реализация уровней определяет особенности структурного построения ЭВМ. В последующих разделах учебника эти вопросы подробно рассматриваются.

Точность — возможность различать почти равные значения (стандарт ISO — 2382/2-76). Точность получения результатов обработки в основном определяется разрядностью ЭВМ, которая в зависимости от класса ЭВМ может составлять 32, 64 и 128 двоичных разрядов.

Достоверность — свойство информации быть правильно воспринятой. Достоверность характеризуется вероятностью получения безошибочных результатов. Заданный уровень достоверности обеспечивается аппаратно-программными средствами контроля самой ЭВМ. Возможны методы контроля достоверности путем решения эталонных задач и повторных расчетов. В особо ответственных случаях проводятся контрольные решения на других ЭВМ и сравнение результатов.

## **2. Принципы построения процессора.**

Все действия в процессоре осуществляются с помощью элементарных операций, выполняемых в определенной последовательности.

К таким элементарным операциям относятся:

- запись числа в регистр;
- инвертирование содержимого разрядов регистра;
- пересылка содержимого регистров;
- сдвиг содержимого регистра;
- сложение кодов;
- поразрядные логические операции или анализ разрядов;
- операция счета  $s+1$  или  $s-1$  (инкремент или декремент).

Например, операция умножения реализуется с помощью:

- анализа разряда множителя;

- суммирования;
- сдвига.

Все эти действия выполняются процессором, который состоит из двух устройств – операционного (ОУ) и управляющего (УУ).

ОУ – выполняет указанные элементарные операции.

УУ – управляет ОУ, задавая необходимую последовательность выполнения этих операций.

Различные арифметические операции над числами (представленными, кроме, того в различной кодировке) требуют существенно различных последовательностей микроопераций.

Кроме того, очевидно, что чем многофункциональнее электронное устройство, тем сложнее его структура (больше элементов) и тем медленнее оно работает.

С другой стороны, функции такого сложного устройства может выполнить набор более простых и быстродействующих устройств, однако аппаратные затраты и цена будут выше.

В общем случае операции, выполняемые в АЛУ, можно разделить на следующие группы:

- операции двоичной арифметики для ЧФЗ;
- операции двоичной (шестнадцатеричной) арифметики для ЧПЗ;
- операции десятичной арифметики;
- логические операции;
- операции индексной арифметики (при модификации адресов команд);
- операции специальной арифметики: нормализация чисел, арифметический сдвиг (сдвигаются только цифровые разряды без знакового), логический сдвиг (сдвигаются все разряды) и т.д.

Технические реализации УУ даже простейших процессоров разнообразны. Однако в самом общем случае их различают по способу хранения микропрограмм.

По этому критерию УУ подразделяются на:

- УУ с жесткой (схемной) логикой и
- УУ с хранимой в специальной памяти микропрограммой.

Если микропроцессорная память доступна программисту, то УУ являются микропрограммируемыми и позволяют изменить систему команд процессора.

Если микропрограммная память не доступна, то процессор имеет неизменную систему команд, как и в случае УУ с жесткой логикой.

Данные варианты отличаются друг от друга принципами построения, аппаратными затратами, временем реализации микропрограмм, возможностью изменения последовательности микрокоманд, а, следовательно, и системы команд процессора.

УУ современных процессоров во многих случаях комбинированные.

Выполнением простых команд управляет быстродействующее УУ на жесткой логике, а выполнением сложных команд – более медленное УУ с микропрограммной памятью.

### 3. Запоминающие устройства.

К основным параметрам, характеризующим запоминающие устройства, относятся емкость и быстродействие.

Емкость памяти - это максимальное количество данных, которое в ней может храниться. Емкость запоминающего устройства измеряется количеством адресуемых элементов (ячеек) ЗУ и длиной ячейки в битах. В настоящее время практически все запоминающие устройства в качестве минимально адресуемого элемента используют 1 байт (1 байт = 8 двоичных разрядов (бит)) и емкость памяти указывается в укрупненных

единицах (Кб, Мб, Гб и т.д.)

За одно обращение к запоминающему устройству производится считывание или запись некоторой единицы данных, называемой словом, различной для устройств разного типа.

Быстродействие памяти определяется продолжительностью операции обращения, то есть временем, затрачиваемым на поиск нужной информации в памяти и на ее считывание, или временем на поиск места в памяти, предназначенного для хранения данной информации, и на ее запись.

Иерархическая структура памяти позволяет экономически эффективно сочетать хранение больших объемов информации с быстрым доступом к информации в процессе ее обработки.

В соответствии с принципом иерархии памяти выделяют внутреннюю и внешнюю память компьютера. Первая используется для временного хранения данных и программ при выполнении последних, а вторая - для долговременного хранения данных и программ.

Внутренняя память компьютера (ее еще называют: основная память) предназначена для оперативной обработки данных. Она является более быстрой, чем внешняя память, что соответствует принципу иерархии памяти, выдвинутому в проекте Принстонской машины. Следуя этому принципу, можно выделить уровни иерархии и во внутренней памяти.

На нижнем уровне иерархии находится регистровая память - набор регистров, входящих непосредственно в состав микропроцессора (центрального процессора - CPU). Регистры CPU программно доступны и хранят информацию, наиболее часто используемую при выполнении программы: промежуточные результаты, счетчики циклов и т.д. Регистровая память имеет относительно небольшой объем (до нескольких десятков машинных слов). РП работает на частоте процессора, поэтому время доступа к ней минимально и измеряется в нс.

Оперативная память (ОЗУ) - устройство, которое служит для хранения информации (программ, исходных данных, промежуточных и конечных результатов обработки), непосредственно используемой в ходе выполнения программы в процессоре. В настоящее время объем ОП персональных компьютеров составляет несколько сотен мегабайт. Время обращения к оперативной памяти составляет наносекунды.

Для заполнения пробела между РП и ОП по объему и времени обращения в настоящее время используется кэш-память, высокоскоростная память (дорогая), является буфером между ОП и микропроцессором, статическая оперативная память со специальным механизмом записи и считывания информации и предназначена для хранения информации, наиболее часто используемой при работе программы. Как правило, часть кэш-памяти располагается непосредственно на кристалле микропроцессора (внутренний кэш), а часть - вне микропроцессора (внешняя кэш-память). Кэш-память программно недоступна. Для обращения к ней используются аппаратные средства процессора и компьютера.

## **1.2. Тема 2: «Многомашинные и многопроцессорные вычислительные системы» (36 часов).**

### **1.2.1. Перечень и краткое содержание рассматриваемых вопросов:**

#### **1. Многомашинные вычислительные системы.**

Многомашинная вычислительная система (ММВС) – система (комплекс), включающая в себя две или более ЭВМ (каждая из которых имеет процессор, ОЗУ, набор периферийных устройств и работает под управлением собственной ОС), связи между

которыми обеспечивают выполнение функций, возложенных на ММВС.

По характеру связей между ЭВМ ММВС можно разделить на три типа: косвенно-, или слабосвязанные; прямосвязанные; сателлитные.

В косвенно-, или слабосвязанных ММВС ЭВМ связаны друг с другом только через внешние запоминающие устройства (ВЗУ). В косвенно-связанных системах связь между ЭВМ осуществляется только на информационном уровне. Такая организация связей обычно используется в тех случаях, когда необходимо повысить надежность комплекса путем резервирования ЭВМ. В этом случае может быть несколько способов организации работы ММВС:

- Резервная ЭВМ находится в выключенном состоянии (ненагруженный резерв) и включается только при отказе основной ЭВМ.
- Резервная ЭВМ находится в состоянии полной готовности и в любой момент может заменить основную ЭВМ (нагруженный резерв), причем либо не решает никаких задач, либо работает в режиме самоконтроля, решая контрольные задачи.
- Для того чтобы полностью исключить перерыв в выдаче результатов, обе ЭВМ, и основная и резервная, решают одновременно одни и те же задачи, но результаты выдает только основная ЭВМ, а в случае выхода ее из строя результаты начинает выдать резервная ЭВМ.

Прямосвязанные ММВС обладают существенно большей гибкостью. В ММВС существуют три вида связей: общее ОЗУ (ООЗУ); прямое управление, иначе связь процессор – процессор; адаптер канал – канал (АКК).

Связь через ООЗУ значительно сильнее связи через ВЗУ, вследствие того, что процессоры имеют прямой доступ к ОЗУ, хотя тоже информационная.

Непосредственная связь между процессорами – канал прямого управления – может быть не только информационной, но и командной, что, естественно, улучшает динамику перехода от основной ЭВМ к резервной и позволяет осуществлять более полный взаимный контроль ЭВМ.

Связь через адаптер канал – канал обеспечивает достаточно быстрый обмен информацией между ЭВМ, при этом обмен может производиться большими массивами информации. В отношении скорости передачи информации связь через АКК мало уступает связи через общее ОЗУ, а в отношении объема передаваемой информации – связи через общее ВЗУ.

Прямосвязанные ММВС позволяют осуществлять все способы организации работы ММВС, характерные для слабосвязанных ММВС, но значительно более эффективно.

Для ММВС с сателлитными связями ЭВМ характерным является не способ связи, а принципы взаимодействия ЭВМ. Структура связей в сателлитных ММВС не отличается от вышерассмотренных (чаще используется АКК). Особенностью этих ММВС является то, что в них, во-первых, ЭВМ существенно различаются по своим характеристикам, а во-вторых, имеет место определенная соподчиненность машин и различие функций, выполняемых каждой ЭВМ. Основная ЭВМ (чаще более высокопроизводительная) предназначена для основной обработки информации. Сателлитная (подчиненная меньшей производительности) осуществляет организацию обмена информацией основной ЭВМ с периферийными устройствами, ВЗУ, удаленными абонентами и т.д. Некоторые ММВС могут включать не одну, а несколько сателлитных ЭВМ, при этом каждая из них ориентируется на выполнение определенных функций.

Сателлитные ММВС значительно увеличивают производительность, не оказывая заметного влияния на показатели надежности.

## 2. Многопроцессорные вычислительные системы.

Многопроцессорная вычислительная система (МПВС) – это система (комплекс), включающий в себя два или более процессоров, имеющих общую ОП, общие

периферийные устройства и работающих под управлением единой ОС, которая, в свою очередь, осуществляет общее управление техническими и программными средствами комплекса. При этом каждый из процессоров может иметь индивидуальные, доступные только ему ОЗУ и периферийные устройства.

Следует отметить, что МПВС в аппаратном плане значительно более сложны чем ММВС. При этом основная функция по организации вычислительного процесса возлагается на ОС, что значительно усложняет ее построение.

Однако, несмотря на все трудности, связанные с аппаратной и программной реализацией, МПВС получают все большее распространение, так как обладают рядом достоинств, основные из которых:

- высокая надежность и готовность за счет резервирования и возможности реконфигурации;
- высокая производительность за счет возможности гибкой организации параллельной обработки информации и более полной загрузки всего оборудования;
- высокая экономическая эффективность за счет повышения коэффициента использования оборудования комплекса.

Существует три типа структурной организации МПВС: с общей шиной; с перекрестной коммутацией; с многовходовыми ОЗУ.

В МПВС с общей шиной проблема связей всех устройств между собой решается крайне просто: все они соединяются общей шиной, по которым передаются информация, адреса и сигналы управления. Интерфейс является односвязным, т. е. обмен информацией в любой момент времени может происходить только между двумя устройствами. Если потребность в обмене существует более чем у двух устройств, то возникает конфликтная ситуация, которая разрешается с помощью системы приоритетов и организации очередей в соответствии с этим. Обычно функции арбитра выполняет либо процессор, либо специальное устройство, которое регистрирует все обращения к общей шине и распределяет шину во времени между всеми устройствами комплекса.

Достоинством такой структуры является простота, в том числе изменения комплекса, а также доступность модулей ОЗУ для всех остальных устройств.

Недостатками является невысокое быстродействие (одновременный обмен информацией возможен между двумя устройствами, не более), относительно низкая надежность системы из-за наличия общего элемента – шины.

МПВС с перекрестной коммутацией лишены недостатков, присущих МПВС с общей шиной. В таких МПВС все связи между устройствами осуществляются с помощью коммутационной матрицы. Коммутационная матрица (КМ) позволяет связывать друг с другом любую пару устройств, причем таких пар может быть сколько угодно: связи не зависят друг от друга.

В МПВС с перекрестной коммутацией возможность одновременной связи нескольких пар устройств позволяет добиваться очень высокой производительности комплекса.

Кроме того, к достоинствам структуры с перекрестной коммутацией можно отнести простоту и унифицированность интерфейсов всех устройств, а также возможность разрешения всех конфликтов в коммутационной матрице. Важно отметить и то, что нарушение какой-то связи приводит не к выходу из строя всего комплекса, а лишь к отключению какого-либо устройства, т. е. надежность таких комплексов достаточно высока.

Недостатками таких МПВС является сложность наращивания, что требует установки новой коммутационной матрицы, а также то, что при большой номенклатуре устройств КМ становится сложной, громоздкой и достаточно дорогостоящей.

### 3. Архитектура Ethernet.

Популярность Ethernet нередко вызывает удивление. Эта технология изначально не является эффективной. На самом деле только 37 % полосы пропускания подходит для ее функционирования, так как Ethernet работает в условиях одновременного использования канала связи. Устройства, подключенные к локальной сети Ethernet, прослушивают линию и ожидают ее освобождения для отправки сообщения. Если два устройства одновременно начинают передачу данных, и их пакеты сталкиваются, то обе передачи прерываются, и рабочие станции через некоторое время, определяемое случайным образом, осуществляют новую попытку отправки данных.

Ethernet использует алгоритм CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection - множественный доступ с контролем несущей и обнаружением конфликтов) для прослушивания линии, распознавания коллизии и прерывания передачи. CSMA/CD является "светофором" технологии Ethernet и служит для предотвращения беспорядочных столкновений пакетов в сети. Технология Ethernet использует общую среду передачи, поэтому все устройства локальной сети Ethernet получают все сообщения, а затем проверяют, совпадает ли адрес назначения с собственным адресом устройства. Если адреса совпадают, то сообщение принимается и проходит через все семь уровней стека, в противном случае сообщение отбрасывается. Реализация коммутируемой архитектуры сети Ethernet имеет преимущество в том, что линии, связывающие коммутатор с устройствами, подключенными к сети, получают полосу пропускания максимальной ширины. Это объясняется тем, что передаваемые пакеты не отправляются широковещанием ко всем устройствам сети, а передаются от коммутатора к пункту назначения.

### 1.3. Тема 3: «Компьютерные сети» (36 часов).

#### 1.3.1. Перечень и краткое содержание рассматриваемых вопросов:

##### 1. Классификация сетей. Виды архитектур.

Классификация компьютерных сетей, как любых больших и сложных систем, может быть выполнена на основе различных признаков, в качестве которых могут быть использованы:

- размер (территориальный охват) сети;
- принадлежность;
- назначение;
- область применения.

Персональная сеть (Personal Area Network, PAN) — это сеть, объединяющая персональные электронные устройства пользователя (телефоны, карманные персональные компьютеры, смартфоны, ноутбуки и т.п.) и характеризующаяся:

- небольшим числом абонентов;
- малым радиусом действия (до нескольких десятков метров);
- не критичностью к отказам.

К стандартам таких сетей в настоящее время относятся Bluetooth, Zigbee, Пиконет.

Локальная вычислительная сеть (ЛВС) (Local Area Network, LAN) — сеть со скоростью передачи данных, как правило, не менее 1 Мбит/с, обеспечивающая связь на небольших расстояниях — от нескольких десятков метров до нескольких километров. Оборудование, подключаемое к ЛВС, может находиться в одном или нескольких соседних зданиях. Примеры ЛВС: Ethernet, Token Ring.

Городская вычислительная сеть (Metropolitan Area Network, MAN) — сеть,

промежуточная по размеру между ЛВС и глобальной сетью.

Протоколы и кабельная система для городской вычислительной сети описываются в стандартах комитета IEEE 802.6. MAN реализуется на основе протокола DQDB (DistributedQueueDualBus) – двойная шина с распределённой очередью и использует волоконно-оптический кабель для передачи данных со скоростью 100 Мбит/с на территории до 100 км<sup>2</sup>. MAN может применяться для объединения в одну сеть группы сетей, расположенных в разных зданиях. Последние разработки, связанные с высокоскоростным беспроводным доступом в соответствии со стандартом IEEE 802.16, привели к созданию MAN в виде широкополосных беспроводных ЛВС.

Глобальная сеть (WideAreaNetwork, WAN) – в отличие от ЛВС охватывает большую территорию и представляет собой объединение нескольких ЛВС, связанных с помощью специального сетевого оборудования (маршрутизаторов, коммутаторов и шлюзов), образующих в случае использования высокоскоростных каналов магистральную сеть передачи данных (магистральную сеть связи). Наиболее широкое применение находят глобальные сети для нужд информационного обмена в коммерческих, научных и других профессиональных целях.

Для построения глобальных сетей могут использоваться различные сетевые технологии, в том числе TCP/IP, X.25, FrameRelay, ATM, MPLS.

Настоящей глобальной сетью, пожалуй, можно считать только сеть Интернет. Вряд ли глобальной можно считать сеть, объединяющую 2-3 ЛВС, находящиеся в разных городах, расположенных на расстоянии нескольких десятков или даже сотен километров друг от друга. Однако, поскольку для построения такой «простой» сети используются обычно те же сетевые технологии и технические средства, что и в сети Интернет, то такие сети обычно тоже относят к классу глобальных сетей.

## 2. Топология сетей.Сетевое оборудование.

Термин топология сети означает способ соединения компьютеров в сеть. Вы также можете услышать другие названия – структура сети или конфигурация сети (это одно и то же). Кроме того, понятие топологии включает множество правил, которые определяют места размещения компьютеров, способы прокладки кабеля, способы размещения связующего оборудования и многое другое. На сегодняшний день сформировались и устоялись несколько основных топологий. Из них можно отметить “шину”, “кольцо” и “звезду”.

Топология “шина”.

Топология шина (или, как ее еще часто называют общая шина или магистраль) предполагает использование одного кабеля, к которому подсоединены все рабочие станции. Общий кабель используется всеми станциями по очереди. Все сообщения, посылаемые отдельными рабочими станциями, принимаются и прослушиваются всеми остальными компьютерами, подключенными к сети. Из этого потока каждая рабочая станция отбирает адресованные только ей сообщения.

Именно по топологии “шина” строились локальные сети на коаксиальном кабеле. В этом случае в качестве шины выступали отрезки коаксиального кабеля, соединенные Т-коннекторами. Шина прокладывалась через все помещения и подходила к каждому компьютеру. Боковой вывод Т-коннектора вставлялся в разъем на сетевой карте. Сейчас такие сети безнадежно устарели и повсюду заменены “звездой” на витой паре, однако оборудование под коаксиальный кабель еще можно увидеть на некоторых предприятиях.

Топология “кольцо”.

Кольцо – это топология локальной сети, в которой рабочие станции подключены последовательно друг к другу, образуя замкнутое кольцо. Данные передаются от одной рабочей станции к другой в одном направлении (по кругу). Каждый ПК работает как повторитель, ретранслируя сообщения к следующему ПК, т.е. данные передаются от

одного компьютера к другому как бы по эстафете.

Если компьютер получает данные, предназначенные для другого компьютера – он передает их дальше по кольцу, в ином случае они дальше не передаются.

Кольцевая топология сети используется довольно редко. Основное применение она нашла в оптоволоконных сетях стандарта TokenRing.

Топология “звезда”.

Звезда – это топология локальной сети, где каждая рабочая станция присоединена к центральному устройству (коммутатору или маршрутизатору). Центральное устройство управляет движением пакетов в сети. Каждый компьютер через сетевую карту подключается к коммутатору отдельным кабелем.

При необходимости можно объединить вместе несколько сетей с топологией “звезда” – в результате вы получите конфигурацию сети с древовидной топологией. Древовидная топология распространена в крупных компаниях. Мы не будем ее подробно рассматривать в данной статье.

Топология “звезда” на сегодняшний день стала основной при построении локальных сетей.

Звезда – самая распространенная топология для проводных и беспроводных сетей. Примером звездообразной топологии является сеть с кабелем типа витая пара, и коммутатором в качестве центрального устройства. Именно такие сети встречаются в большинстве организаций.

### 3. Технология TokenRing.

Сети TokenRing, так же как и сети Ethernet, характеризует разделяемая среда передачи данных, которая в данном случае состоит из отрезков кабеля, соединяющих все станции сети в кольцо. Кольцо рассматривается как общий разделяемый ресурс, и для доступа к нему требуется не случайный алгоритм, как в сетях Ethernet, а детерминированный, основанный на передаче станциям права на использование кольца в определенном порядке. Это право передается с помощью кадра специального формата, называемого маркером или токеном (token).

Технология TokenRing была разработана компанией IBM в 1984 году, а затем передана в качестве проекта стандарта в комитет IEEE 802, который на ее основе принял в 1985 году стандарт 802.5.

Сети TokenRing работают с двумя битовыми скоростями - 4 и 16 Мбит/с. Смещение станций, работающих на различных скоростях, в одном кольце не допускается.

Технология TokenRing является более сложной технологией, чем Ethernet. Она обладает свойствами отказоустойчивости. В сети TokenRing определены процедуры контроля работы сети, которые используют обратную связь кольцеобразной структуры - посланный кадр всегда возвращается в станцию - отправитель. В некоторых случаях обнаруженные ошибки в работе сети устраняются автоматически, например, может быть восстановлен потерянный маркер. В других случаях ошибки только фиксируются, а их устранение выполняется вручную обслуживающим персоналом.

Для контроля сети одна из станций выполняет роль так называемого активного монитора. Активный монитор выбирается во время инициализации кольца как станция с максимальным значением MAC-адреса. Если активный монитор выходит из строя, процедура инициализации кольца повторяется и выбирается новый активный монитор. Чтобы сеть могла обнаружить отказ активного монитора, последний в работоспособном состоянии каждые 3 секунды генерирует специальный кадр своего присутствия. Если этот кадр не появляется в сети более 7 секунд, то остальные станции сети начинают процедуру выборов нового активного монитора.