

Министерство высшего и среднего специального образования
Республики Узбекистан

Каршинский инженерно-экономический институт

Кафедра информатики и информационных технологий

З.Узаков

Телематические сети. Начальные понятия

(Тексты лекций)

КАРШИ - 2002

Содержание

Глава I.	Введение в Компьютеры. Internet и Web.....	4
	I.1 Что такое Компьютер ?.....	4
	I.2 Устройство компьютера.....	4
	I.3 Эволюция операционных систем	5
	I.4 Модели использования компьютеров	7
	I.5 Машинные языки, Ассемблер языки и языки программирования высокого уровня.....	7
	I.6 Internet и World Wide Web.....	9
	I.7 Языки программирования высокого уровня	10
	I.8 Основы типичной Java среды.....	10
Глава II.	Компьютерные сети.....	12
	II.1 Введение	13
	II.2 Пользы компьютерных сетей.....	14
	II.2.1 Сети для компаний.....	16
	II.2.2 Сети для людей.....	18
	II.2.3 Социальные последствия.....	19
	II.3 Технические средства сети.....	19
	II.3.1 Сети локальной зоны.....	21
	II.3.2 Сети городской зоны.....	24
	II.3.3 Сети широкой зоны.....	24
	II.3.4 Беспроволочные сети	28
	II.3.5 Интернеты.....	30
	II.4 Программное обеспечение сети.....	31
	II.4.1 Иерархия протоколов	31
	II.5 Эталонные модели.....	36
	II.5.1 Эталонная модель OSI.....	36
	II.5.2 TCP/IP эталонная модель	40
	II.6 Образцы сетей	43
	II.6.1 Novell Net Ware.....	44
	II.6.2 ARPANET	44
	II.6.3 NSF NET.....	44
	II.6.4 The Internet	45
	II.7 Резюме.....	46
Глава III.	Некоторые общие сведения об Интернете	48
	III.1 Что такое Интернет-сайт	48
	III.2 Гипертекстовый язык HTML и всемирная паутина WWW	48
	III.3 Об адресах Интернет	50
	III.4 Что означают FTP и Gopher?.....	51
	III.5 Уточнение понятия адреса (URL- адреса).....	51
	III.6 Немного об адресах IP и службе имен доменов DNS.....	51

III.7 Браузеры Netscape Navigator и Microsoft Internet Explorer	52
Библиография.....	53
Приложение	55

Глава 1. Введение в компьютеры. Internet и Web

I.1 Что такое компьютер ?

Компьютер – это устройство, способное выполнять вычисления и делать логические решения со скоростью в миллионы или даже миллиарды раз быстрее, чем это может делать человек. Например, многие сегодняшние персональные компьютеры могут выполнять сотни миллионов арифметических операций в секунду. Современные мощные персональные компьютеры в одну секунду могут выполнить столько вычислений, для выполнения которых на персональных настольных калькуляторах потребуются десятки лет. Сегодняшние самые быстродействующие суперкомпьютеры могут выполнять сотни миллиардов операций сложения в секунду - столько операций, сколько сотни тысяч людей могут выполнить в течение одного года.

Компьютеры обрабатывают данные под контролем множеств инструкций, называемых компьютерными программами. Эти компьютерные программы руководят компьютером при выполнении упорядоченного множества действий, которые подробно определены людьми, называемыми компьютерными программистами.

Различные устройства, такие как клавиатура, монитор, диски, принтер, память и обрабатывающие устройства, которые включают в себя компьютерные системы, называются аппаратными средствами или hardware (hardware – твердое, постоянное изделие). Компьютерные программы, которые выполняются на компьютере, относятся к программному обеспечению (или программным средствам) и называются software (software - мягкое, изменяемое изделие). Стоимость разработки программных средств неизменно растет, так как программисты беспрестанно разрабатывают все мощные и сложные приложения (программы), не будучи в состоянии значительно улучшить технологию разработки программных средств. Однако, жизнь показывает, что надо усложнять не программы, а необходимо совершенствовать технологию программирования. Например, использовать объектно-ориентированные языки программирования. Объектно – ориентированное программирование вселяет большую уверенность быть значительным прорывом, который может сильно увеличить продуктивность программиста.

I.2 Устройство компьютера

Фактически каждый компьютер может быть представлен как машина, разделенная на 6 логических устройств или частей. Этими логическими устройствами являются:

1. Устройство ввода. Оно получает информацию (данные и компьютерные программы) от различных вводных устройств (клавиатура, «мышка», диски) и предоставляет эту информацию в распоряжение других устройств таким образом, что информация может быть обработана. В будущем, большая

часть информации будет вводиться путём «разговора» с компьютером, путём электронного сканирования образов и видеозаписи. Это - «получающая» часть компьютера.

2. Устройство вывода. Это - «переносная» часть компьютера. Оно берёт информацию, обработанную компьютером, и размещает её на различные внешние устройства вывода (экраны, принтеры, аудиодикторы, диски) для того, чтобы сделать информацию пригодной для использования вне компьютера.
3. Запоминающее устройство. Это быстро доступная, относительно малоёмкостная амбарная часть компьютера. Она содержит информацию, которая введена через вводное устройство. Эта информация является немедленно доступной для обработки, когда это необходимо. Запоминающее устройство содержит также информацию, которая уже обработана, до тех пор, пока эта информация не будет выведена на внешние устройства устройством вывода. Устройство памяти часто называется также памятью, первичной памятью или оперативной памятью, ОЗУ - оперативным запоминающим устройством.
4. Арифметическое и логическое устройство (АЛУ). Это «выполняющая» часть компьютера. Оно ответственно для выполнения вычислений, таких, как сложение, вычитание, умножение и деление. Оно содержит механизмы, принимающие решения. Эти механизмы позволяют компьютеру, например, сравнивать два образа из запоминающего устройства для определения, являются ли они равными или нет.
5. Центральное обрабатывающее устройство (ЦОУ). Это «административная» часть компьютера. Оно является координатором компьютера, является ответственным за наблюдения за действиями других его частей. ЦОУ дает команду устройству ввода, когда информация должна быть прочитана в запоминающее устройство, дает команду арифметическому и логическому устройству (АЛУ), когда информация из запоминающего устройства должна быть использована в вычислениях, и дает команду устройству вывода, когда послать информацию из запоминающего устройства к внешним устройствам вывода.
6. Внешнее запоминающее устройство (ВЗУ). Это - многоёмкостная «амбарная» часть компьютера. Программы или данные, не используемые в данный момент другими устройствами, обычно помещаются во внешние запоминающие устройства (такие, как диски) до тех пор, пока они не являются необходимыми, возможно, в течение последующих часов, дней, месяцев или даже годов. Информация во внешнем запоминающем устройстве берёт дольше времени для доступа, чем информация в оперативной памяти. Стоимость единицы внешнего запоминающего устройства намного меньше, чем стоимость единицы оперативной памяти.

I.3 Эволюция операционных систем

Первые компьютеры были способны к выполнению только одной работы и задачи одновременно. Такая форма работы компьютера часто называется обра-

боткой пакета данных одного пользователя. Компьютер выполнял одну программу во время обработки данных, пользователи обычно предоставляли свои задачи в компьютерный центр в пакетах (колодах) перфорированных карт. Пользователи часто вынуждены были ждать часами или даже днями перед тем, как печатные выдачи возвращались на их полки (с колодой вместе).

Программные системы, называемые операционными системами, были разработаны для того, чтобы помочь сделать использование компьютеров. Первые операционные системы управляли плавный переход от выполнения одного задания к выполнению другого задания. Это минимизировало время, которое тратил оператор компьютера для переключения от выполнения одного задания к выполнению другого задания, и, следовательно, увеличивало количество задач, которые компьютер мог обработать за определенное время, то есть увеличивало производительность компьютера.

Когда компьютер стал более мощным, стало очевидным, что выполнение пакета одного пользователя редко использовало ресурсы компьютера эффективно. В целях повышения эффективности использования компьютеров были разработаны новые операционные режимы, которые позволяли выполнять одновременно много программ или задач путём совместного использования ресурсов компьютера. Этот режим называется мультипрограммным (многопрограммным) или многозадачным режимом.

Многопрограммный режим состоит из «одновременной» обработки на компьютере многих задач – компьютер распределяет свои ресурсы среди задач, конкурирующих на внимание. При первых многопрограммных операционных системах пользователи ещё относили свои программы в перфокартах на полки и ожидали часами или днями результатов.

В 1960-х годах несколько групп в промышленности и в университетах разработали операционные системы с распределением времени. Режим распределение времени является специальным случаем многопрограммного режима, в котором пользователи имеют доступ к компьютеру через терминалы, типичные средства с клавиатурами и экранами. В типичной компьютерной системе с разделением времени могут быть десятки или даже сотни пользователей, использующие данный компьютер одновременно. Компьютер в действительности не выполняет одновременно все задачи пользователей. Скорее, компьютер выполняет маленькую порцию задачи одного пользователя и затем переходит к обслуживанию следующего пользователя. Компьютер делает это так быстро, что он может обеспечить обслуживание каждого пользователя несколько раз в течение секунды. Так что, программы пользователей вызываются к выполнению практически одновременно.

Преимущество режима разделения времени состоит в том, что пользователь получает почти немедленные ответы на свои запросы, вместо того, чтобы ожидать долгое время для получения результатов при предыдущих способах использования компьютеров. Кроме этого, если некоторый другой пользователь компьютером в данное время не работает, компьютер может продолжить обслуживание других пользователей, вместо того чтобы ждать завершения программы этого пользователя.

I.4 Модели использования компьютеров

Использование компьютеров персональным, распределённым и клиент/сервер способами

В 1977 году американская фирма **Apple** по производству компьютеров обнародовала феномен персонального использования компьютера. Вначале персональный компьютер был мечтой пользователя. Затем компьютеры стали экономически доступными народу для покупки их для собственного персонального использования. В 1981 году фирма **IBM** (**I**nternational **B**usiness **M**achines Corporation), поставщик компьютеров мирового масштаба, представила персональный компьютер IBM. Очень быстро **использование персональных компьютеров** стало реальностью в бизнесе, промышленности и правительственных организациях.

Однако эти компьютеры были «одинокими стоящими» устройствами - люди выполняли свои работы на своих персональных машинах и затем носили диски вперёд и назад для передачи полученной информации. Персональные компьютеры могут быть связаны вместе в **компьютерные сети**, иногда по телефонным линиям, а иногда в локальные сети в пределах организации. Локальные компьютерные сети (**LANs – Local Area Networks**) приводят к феномену **распределённого компьютеризирования**, в котором вместо выполнения работы строго на некоторой центральной компьютерной установке работа распределяется по сетям на участки, в которых реальная работа организации выполняется.

Сегодняшние наиболее мощные персональные компьютеры имеют такую же мощность, какую имели миллион долларовые машины десять лет назад. Наиболее мощные настольные машины, называемые рабочими станциями, обеспечивают индивидуальным пользователям огромные возможности. Информация легко и совместно используется через компьютерные сети, где некоторые компьютеры, называемые файловыми станциями, поддерживают общее хранение программ и данных, которые могут быть использованы клиентскими компьютерами, распределёнными по всей сети. Отсюда происходит термин “использование компьютеров методом **клиент/сервер**”.

Файловая станция, файловый процессор (file server) – это специализированный узел локальной сети, обеспечивающий хранение общих файлов и доступ к ним для других узлов сети.

1.5 Машинные языки, Ассемблер языки и языки программирования высокого уровня

Программисты пишут инструкции на различных языках программирования. Некоторые инструкции непосредственно понятны компьютеру, а для других требуются промежуточные трансляционные шаги. Сотни компьютерных языков используются сегодня для составления программ. Они могут быть разделены на три общих типа:

1. Машинные языки

2. Ассемблер языки

3. Языки высокого уровня

Любой компьютер может непосредственно понять только свой собственный язык. **Машинный язык** определяется дизайном аппаратной части данного компьютера. Программы на машинных языках обычно состоят из строк чисел (окончательно сведённые к последовательности 1 и 0), которые инструктируют компьютеры выполнять свои наиболее элементарные операции. Машинные языки являются машинно-зависимыми, некоторый отдельный машинный язык может быть использован на компьютерах только одного типа. Машинные языки являются затруднительными для людей.

Когда компьютеры стали более популярными, стало очевидно, что программирование на машинном языке является очень медленным и утомительным трудом для большинства программистов. Вместо использования строк чисел, которые компьютеры могут непосредственно понять, программисты начали использовать английско-подобные сокращения для представления элементарных операций компьютера. Эти английско-подобные сокращения образовали основу **ассемблер-языков**. Программы-переводчики, называемые **трансляторами**, были разработаны для преобразования программ на машинный язык со скоростью работы компьютера.

Следующий фрагмент программы, составленной на ассемблер языке, складывает сверхурочную оплату к основной оплате и сохраняет результат в крупной оплате:

```
LOAD BASEPAY
ADD OVERPAY
STORE GROSPAY
```

Конечно, эта программа более понятна, чем её следующий машинно-язычный эквивалент:

```
+13 000 42 774
+14 005 93 419
+12 002 74 027
```

Хотя код программы на ассемблер языке понятнее людям, программа не понятна компьютерам, пока не будет переведена на машинный язык.

Использование компьютеров возросло быстро с внедрением ассемблер языков, однако программирование в этих стилях потребовало много инструкций для выполнения даже простейших задач. Для ускорения процесса программирования были разработаны **языки высокого уровня**, в которых единственные операторы могут быть написаны для выполнения значительных задач.

Программы-трансляторы, которые преобразовывают программы, составленные на языках высокого уровня, в программы на машинном языке, называются **компиляторами**. Языки высокого уровня позволяют программистам писать

инструкции, которые выглядят почти подобно каждодневному английскому и содержат общеиспользуемые математические изображения знаками. Программа вычисления оплаты, написанная на языке высокого уровня, может содержать оператор, такой как

$$\text{GrossPay} = \text{basePay} + \text{overTimepay}$$

Языки высокого уровня являются очень желательными с точки зрения программистов, чем машинные языки или даже ассемблер языки. Языки программирования C, C++ и Java являются наиболее мощными и наиболее широко используемыми языками программирования высокого уровня.

Процесс компиляции программы с языка высокого уровня на машинный язык может занять значительное количество машинного времени. Программы – интерпретаторы были разработаны для непосредственного выполнения программ, написанных на языке высокого уровня, без необходимости компилировать эти программы на машинный язык. Хотя компилированные программы выполняются намного быстрее, чем интерпретированные программы, интерпретаторы являются популярными в средах разработки программы. При перекомпиляции часто добавляются новые особенности и исправляются ошибки. Программа разрабатывается один раз и откомпилированная версия может быть представлена к выполнению наиболее часто.

Интерпретаторы сыграли важную роль в помощи языку программирования высокого уровня Java в достижении своих целей мобильности через большое разнообразие платформ персональных компьютеров.

1.6 Интернет и World Wide Web

Термин “**Интернет**” (**Internet**) происходит от английских слов **Interconnected Computer Networks** и означает **Взаимосвязанные компьютерные сети**.

Интернет был разработан более чем три декады назад. Вначале спроектированный для соединения главных компьютерных систем из десятков университетов и исследовательских организаций, Интернет сегодня является доступным через сотни миллионов компьютеров в мире. Введение информационной системы **World Wide Web (WWW)** (Паутина Мирового Масштаба) позволяет пользователям компьютера помещать и рассматривать документы, основанные на многосредие, почти по любой теме. С введением WWW Интернет получил бурное развитие, достоверно стал главным коммуникационным механизмом мира.

Интернет и World Wide Web будут, несомненно, приведены в списке наиболее важных и мудрых творений человечества. В прошлом большинство компьютерных приложений (программ) выполнялись на компьютерах, которые не были соединены друг с другом. Сегодняшние приложения (приложения, прикладные программы) могут быть написаны для соединения среди сотен миллионов компьютеров мира. Интернет сочетает применение ЭВМ и коммуникационные технологии. Он облегчает нашу работу. Интернет дает возможность отдельным людям и местным некрупным бизнесменам получать информацию мирового масштаба.

Интернет позволяет поддерживать международные научные и образовательные связи.

1.7 Языки программирования высокого уровня

Многие годы языки программирования, подобные Pascal, C и C ++, были привлекательными для университетов из-за возможности их использования на различных ЭВМ. Вводные курсы могут быть предложены в этих языках при различных комбинациях “аппаратные изделия / операционная система” в той мере, пока был доступен компилятор C/C++. Однако мир программирования становится более сложным и более требовательным. Сегодня пользователи хотят приложения с графическим интерфейсом пользователя. Пользователи хотят иметь приложения (программы), которые используют мультимедийные возможности графиков, образов, анимацию, аудио и видео. Они хотят иметь приложения (программы) с более богатым полем обработки, по сравнению с тем, которое обеспечивается языком C или C++. Пользователи хотят иметь приложения (программы), которые могут работать в Интернете и в World Wide Web, и общаются с другими программами. Они хотят иметь программы, которые не ограничены настольной или даже некоторой локальной компьютерной сетью, а могут также дополнять компоненты Интернета и отдалённые базы данных. Пользователи хотят иметь лёгкий доступ к растущему миру программных компонент многократного пользования. Сегодня все эти выгоды программирующему обществу предлагает язык программирования Java.

Другой причиной, почему язык программирования Java является привлекательным для университетских курсов, является то, что он полностью объектно-ориентированный. Java является полностью объектно-ориентированным языком программирования с сильной поддержкой присущих инженерных программных методов.

Имеется также коммерческая причина. Организации, обратившиеся к Java для разработки новых программ, не хотят переделывать всё своё программное наследство в Java. Java позволяет так называемый родной код. Это означает, что существующая на языке C или C++ программа может быть дополнена Java программой. Хотя это может показаться битовым неудобством, оно даёт прагматическое решение проблеме.

Языки C и C++ становятся языками программирования, выбранными для составления программного обеспечения для операционных систем, для использования компьютерной сети и для распределённых “клиент / сервер” приложений. Java быстро становится языком, выбранным для разработки прикладных программ (аппликаций), основанных на Internet.

1.8 Основы типичной Java среды

Java системы обычно состоят из нескольких частей: среда; язык; интерфейс Java языка, программирующий прикладные программы (the Java Applications Programming Interface (API)); различные другие классы библиотек.

Следующее обсуждение поясняет типичную среду разработки Java программы.

Java программы обычно проходят через пять фаз для выполнения. Эти фазы следующие: **редактирование, компиляция, загрузка, проверка и выполнение**. Первая фаза состоит из **редактирования файла**. Оно выполняется редактирующей программой. Программист печатает Java программу, используя редактор, и делает исправления, если это необходимо. Когда программист определяет, что файл в редакторе должен быть сохранён, программа сохраняется на устройстве внешней памяти, таком, как диск. Имена файлов Java программ оканчиваются расширением **java**. На Windows 95/98 и Windows NT простые редактирующие программы, подобные команде DOS EDIT и Windows Notepad, будут достаточными.

Интегрированные среды разработки Java (IDEs – Integrated Development Environments) такие, как Symantec’s Visual Cafe и Microsoft’s Visual J++ , имеют встроенные редакторы, которые гладко интегрируются в программирующую среду.

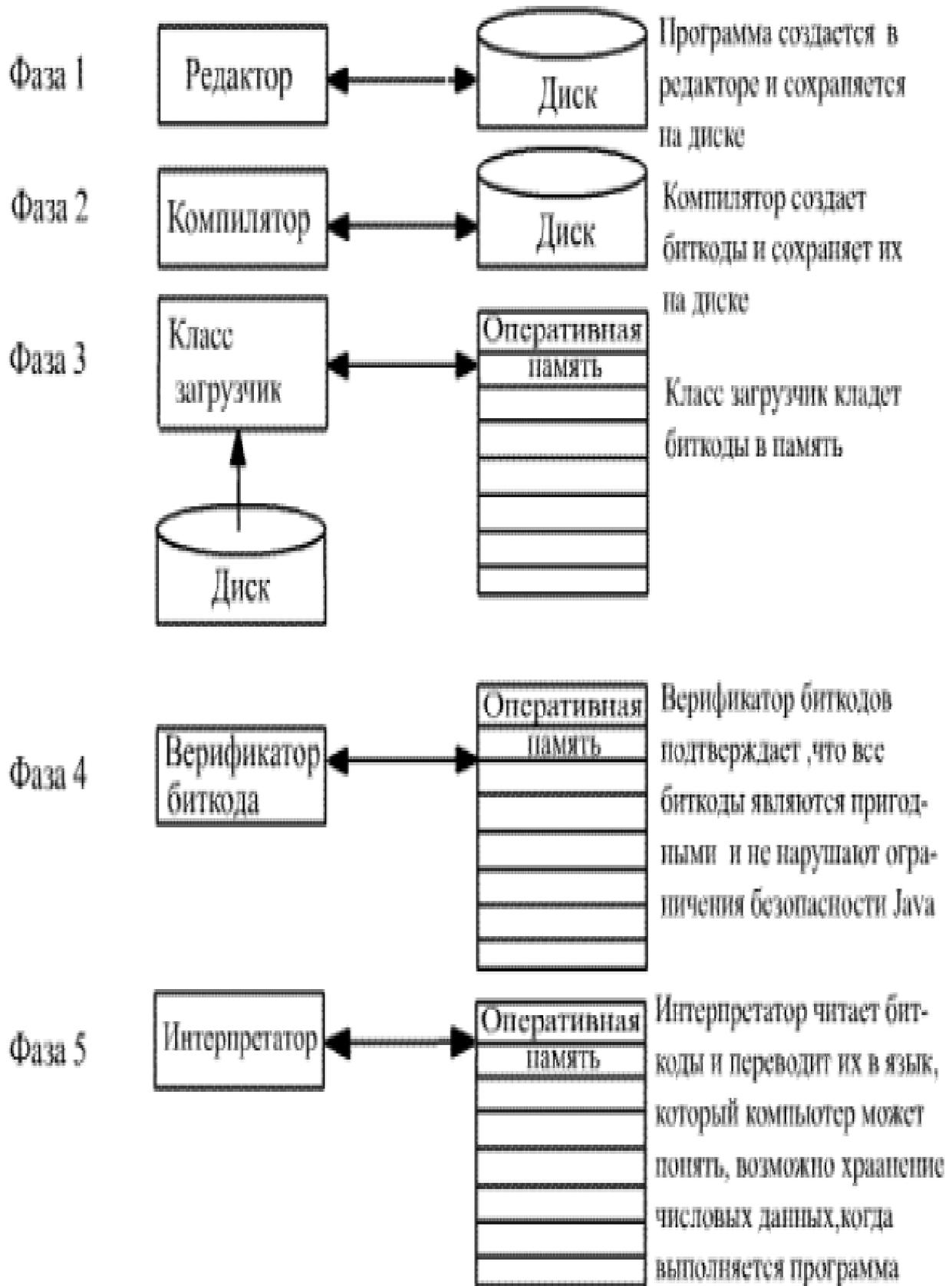
Во второй фазе программист даёт команду **javac** для **компиляции программы**. Java компилятор транслирует Java программу в биткоды - в язык, понятный интерпретатору. Для компиляции программы, называемой, например, Welcome.Java, печатаете

Javac Welcome. Java

на командном окне вашей системы. Если программа компилируется правильно, создаётся файл, называемый **Welcome.class**. Это есть файл, содержащий биткоды, которые будут интерпретированы в течении фазы выполнения.

Фаза 3 называется **загрузкой**. Программа должна быть вначале помещена в память, перед тем, как она может быть выполнена. Это выполняется с помощью класса загрузчик (class loader), который берёт файл **.class**, содержащий бит коды, и перемещает его в память. Файл **.class** может быть загружен из диска на вашей системе или через сеть, такую, как сеть вашего местного университета или компании или даже Internet.

Имеются два типа программ, для которых класс загрузчик загружает **.class** файлы – аппликации и апплеты. Аппликация – это программа, такая, как программа Word процессора, программа электронной таблицы, программы рисования, программа e-mail, которая обычно хранится и выполняется в локальном компьютере пользователя. Апплет – это маленькая программа, которая обычно хранится на отдалённом компьютере, с которым пользователи связываются через браузер (окно просмотра) World Wide Web. Апплеты загружаются из отдалённого компьютера в браузер, выполняются в браузере и сбрасываются, когда выполнение завершается. Для повторного выполнения апплета пользователь должен указать своему браузеру подходящее положение на WWW и перезагрузить программу в браузер.



Фигура I.1 Типичная Java среда

Аппликации загружаются в память и выполняются с использованием Java интерпретатора через команду **java**. Когда выполняется Java аппликация, называемая **Welcome**, команда

Java Welcome

вызывает интерпретатор для аппликации **Welcome** и заставляет класс загрузчик загрузить информацию, использованную в программе **Welcome**.

Класс загрузчик также выполняется, когда Java апплет загружается в браузер информационной системы World Wide Web, такой, как Netscape's Communicator, Microsoft's Internet Explorer или Sun's Hot-Java. Браузеры используются для просмотра документов в World Wide Web, которые называются **HTML документами (Hypertext Markup Language – язык гипертекстовой разметки)**. Язык HTML используется для форматирования документа в манере, которая легко понимается аппликацией браузера. HTML документ может относиться к Java апплету. Когда браузер видит, что апплет отнесен к HTML документу, браузер запускает Java класс загрузчик для загрузки апплета (обычно из положения, где HTML документ хранится). Браузеры, которые поддерживают Java, каждый имеет встроенный Java интерпретатор. Как только апплет загружается, Java интерпретатор браузера выполняет апплет.

Апплеты могут быть также выполнены из командной линии, использующей команду апплет обозревателя, обеспеченной через J2SDK – множества инструментов, включающего компилятор (**javac**), интерпретатор (**java**), апплет обозреватель и другие инструменты, использованные Java программистами. Подобно Netscape Communicator, Internet Explorer и Hot-Java, апплет обозреватель запрашивает HTML документ вызвать апплет. Например, если файл **Welcome.html** относится к апплету **Welcome**, команда апплет обозревателя используется в виде:

appletviewer Welcome.html

Эта команда заставляет класс загрузчик загрузить информацию, использованную в **Welcome** апплете. Апплет обозреватель обычно относится к минимальному браузеру - он только знает, как интерпретировать апплеты.

Перед тем, как **биткоды** в апплете выполняются Java интерпретатором, встроенным в браузер или в апплет обозреватель, они **проверяются верификатором** биткодов в фазе 4. (Проверка биткодов также происходит в приложениях, которые загружают биткоды из сети). Верификация обеспечивает, что биткоды для классов, которые загружаются из Internet (упомянутые как загруженные классы), являются пригодными и что они не нарушают ограничения безопасности Java.

Java требует строгую безопасность, поэтому Java программы, поступающие через сеть, не должны быть в состоянии причинить повреждение вашим файлам и вашей системе (возможно, компьютерные вирусы).

Наконец, в фазе 5 **компьютер** под контролем своего центрального обрабатывающего устройства (ЦОУ) **интерпретирует программу** по одному биткоду таким образом, как выполнение действий определено программой.

Большинство программ в Java вводят и (или) выводят данные. Когда мы говорим, что программа печатает результаты, мы обычно имеем в виду печатание на экране. Данные могут быть выведены на другие устройства, такие, как диски и распечатывающие принтеры.

Типичная Java среда показана в фигуре I.1.

Глава II Компьютерные сети

II.1 Введение

В каждом из последних трёх веков преобладала одна технология. XVIII век был временем больших механических систем, сопровождавших индустриальную революцию. XIX век был эпохой паровой машины. В течении XX века ключевой технологией были сбор, обработка, хранение и передача информации. Среди других разработок мы видели установку телефонных сетей мирового масштаба, изобретение радио и телевидения, появление и беспрецедентный рост компьютерной промышленности, запуск спутников связи. В то время как наша возможность собирать, обрабатывать, хранить и передавать информацию растёт, требование для более софистицированной обработки информации растёт еще быстрее.

Хотя компьютерная индустрия является более молодой по сравнению с другими индустриями, компьютеры совершили захватывающий прогресс в короткое время. В течение первых двух десятилетий своего существования компьютерные системы были сильно централизованными, обычно в пределах одной большой комнаты. Компания среднего размера или университет могла иметь один или два компьютера, большие организации имели в лучшем случае несколько десятков компьютеров.

Слияние компьютеров и коммуникаций оказали основательное влияние на путь, по которому организуются компьютерные системы. Концепция “компьютерного центра” как комнаты с большим компьютером, к которому пользователи приносят свою работу для обработки, является сейчас абсолютно устаревшей. Старая модель одного компьютера, обслуживающего все вычислительные нужды организации, заменена моделью, в которой большое количество отдельных, но взаимосвязанных компьютеров выполняет заданную работу. Эти системы называются **компьютерными сетями**.

Мы будем использовать термин “компьютерная сеть” для обозначения **взаимосвязанной коллекции автономных компьютеров**. Два компьютера называются взаимосвязанными, если они могут обмениваться между собой информацией. Связь не обязательно должна быть через медную проволоку; могут быть использованы также оптические волокна, микроволны и спутники связи. Требованием, чтобы компьютеры были автономными, мы хотим исключить из нашего определения системы, в котором имеется чёткое отношение “хозяин / работник”. Если один компьютер может насильственно запустить, остановить или контролировать другой компьютер, то эти компьютеры не являются автономными. Система с одной контролирующей единицей (компьютером) и многими подчиненными компьютерами не является сетью; также не является сетью большой компьютер с удаленными принтерами и терминалами.

Имеется большая путаница в литературе между компьютерной сетью и распределённой системой. Ключевое различие состоит в том, что в распределённой системе пользователю известно (но не видно) существование множества автономных компьютеров. Пользователь может печатать команду запуска программы, и она

запускается. Далее операционные системы выбирают лучший процессор, находят и транспортируют все вводимые файлы к этому процессору, и кладут результаты в соответствующее место.

Другими словами, пользователь распределённой системы не знает, что имеется много процессоров; это выглядит подобно виртуальному унипроцессору. Назначение работ процессору и файлов дискетой, движение файлов между дискетами, где они сохраняются и где они нужны, и все другие системные функции должны быть автоматические.

В случае сети пользователи должны явно войти в одну машину, явно предлагать работу определённому, явно передвигать файлы и вообще персонально выполнять все управления сетью. В случае же распределённой системы ничего не должно быть выполнено явно; всё автоматически выполняется системой и об этом пользователь ничего не знает.

Действительно, распределённая система есть программная система, построенная над сетью. Программное обеспечение даёт сети высокую степень связности и прозрачности. Поэтому различие между сетью и распределённой системой лежит скорее в программном обеспечении (особенно в операционной системе), чем в аппаратурной части.

Тем не менее, имеется значительное совпадение между двумя предметами разговора. Например, и распределённые системы, и компьютерные сети нуждаются в передвижении файлов. Разница заключается в том, что или кто вызывает движение, система или пользователь.

II.2 Пользы компьютерных сетей

Прежде чем мы начнём проверять технические последствия, будет полезно уделить некоторое время вопросу, почему люди интересуются компьютерными сетями и в чём сети могут быть использованы.

II.2.1 Сети для компаний

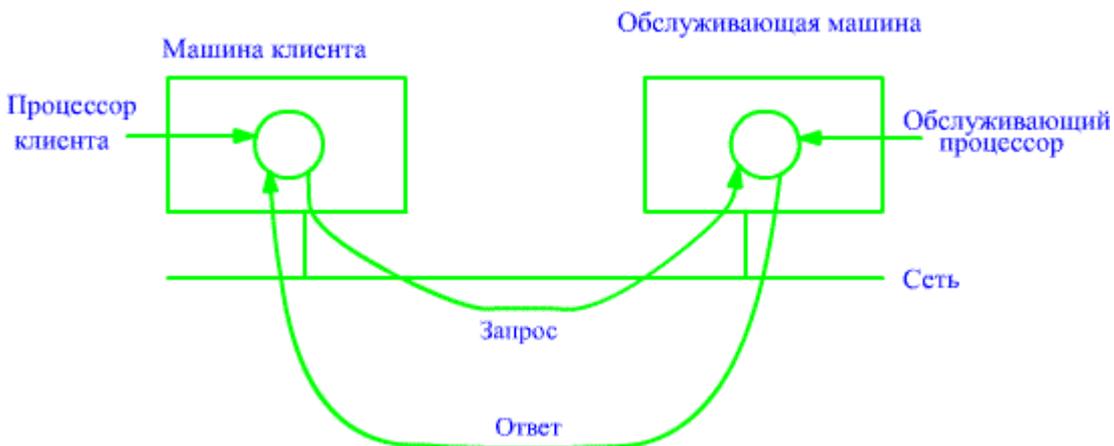
Многие организации имеют значительное количество компьютеров в действии, часто расположенные в отдалённости друг от друга. Каждый из этих компьютеров может работать изолированно от других, однако по некоторой причине, управление компании может решить связаться с отдалённым компьютером для извлечения и корреляции информации в целом о компании.

Результатом здесь является разделение ресурса, а целью является сделать все программы, оборудование и, особенно, данные доступными каждому в сети, не взирая на физическое расположение ресурса и пользователя. Другими словами, простой факт, что пользователь находится в 1000 км от нужных ему данных, не должен мешать ему использовать эти данные. Нужные данные должны быть использованы так, как будто они расположены здесь, рядом.

Второй целью является обеспечение высокой надёжности путём создания альтернативных ресурсов про запас. Например, все файлы могут быть скопированы в две или в три машины, так что, если одна копия файлов недоступна (по

причине аппаратной аварии), могут быть использованы другие копии файлов, расположенные в других компьютерах. В дополнении, наличие множества центральных обрабатывающих устройств (ЦОУ) означает, что если один процессор по какой-либо причине отключается, другие процессоры могут быть в состоянии взять на себя и его работу, хотя и в уменьшенном выполнении. В военном деле, банковском деле, в контроле воздушных движений, в безопасности ядерных реакторов и многие другие применения, возможность продолжить действие при наличии аппаратных проблем представляет собой высочайшую важность.

Еще одной целью является экономия денежных средств. Маленькие компьютеры имеют намного лучшее отношение “цена / быстродействие”, чем большие компьютеры. Большие компьютеры (компьютеры комнатного размера) могут работать в десятки раз быстрее, чем персональные компьютеры, однако их цены в тысячи раз выше. Этот дисбаланс стимулирует многих дизайнеров строить системы, состоящие из персональных компьютеров, один компьютер на каждого пользователя, с содержанием данных на одном или более разделённых обслуживающих файл-машинах. В этой модели пользователи называются **клиентами**, а всё устройство называется “**клиент-сервер**” моделью. “Клиент-сервер” модель проиллюстрирована в фигуре II-1.



Фигура II-1. Клиент-сервер модель

В “клиент-сервер” модели коммуникация обычно принимает форму посылки требуемого сообщения от клиента к серверу, с просьбой проделать некоторую работу. Затем сервер выполняет эту работу и отправляет обратно ответ. Обычно, имеются много клиентов, использующих небольшое количество серверов.

Другой целью построения сетей является масштабность, по возможности, последовательное увеличение производительности системы, точно также растет нагрузка работ при добавлении большего количества процессоров. В “клиент-сервер” модели по необходимости могут быть добавлены новые клиенты и новые серверы.

Ещё об одной цели установки компьютерной сети. Компьютерная сеть может обеспечить мощную коммуникационную среду среди сильно отделённых друг от друга служащих. Используя сеть, двое или большее число людей, которые живут далеко друг от друга, легко могут написать друг-другу письмо. Когда один сотрудник компании делает изменение в оперативном документе, другие сотрудники, используя компьютерную сеть, также могут немедленно увидеть произведенное изменение в оперативном документе, вместо того, чтобы терять несколько дней для внесения новых изменений.

II.2.2 Сети для людей

Компьютерные сети стали популярными только тогда, когда сети персональных компьютеров показали свое огромное преимущество перед большими ЭВМ по показателю “цена / производительность”. Начиная с 1990-х годов, компьютерные сети начали обслуживать частных людей на дому с предоставлением следующих услуг:

1. Доступ к отдалённой информации
2. Связь между отдельными людьми
3. Диалоговое развлечение

Многие люди оплачивают свои платежи, управляют своими банковскими счётами, управляют своими вложениями электронно (с помощью компьютеров). Проведение покупок, находясь дома, также становится популярным, имея возможность просматривать оперативные каталоги тысячи компаний.

Газеты будут оперативными и персонализированными. Ночью, пока вы спите, газеты будут записаны в диск вашего компьютера или напечатаны на вашем лазерном принтере.

Другим приложением, которое относится к этой категории, является доступ к информационным системам, подобным нынешней информационной системе World Wide Web, которая содержит информацию об искусстве, бизнесе, приготовлении пищи, правительстве, здоровье, истории, науке, спорте, путешествии и на очень многие другие темы.

Второй широкой категорией использования компьютерной сети будут диалоги между отдельными людьми, в основном как ответ XXI века на телефон XIX-XX веков. Электронная почта или e-mail широко используется миллионами людей и практически уже содержит аудио и видео информацию также хорошо, как и текст.

Нынешняя электронная почта позволяет отдалённым пользователям поддерживать связь без опоздания, дает также возможность видеть и слышать друг - друга. Эта технология делает возможным иметь действительные встречи, называемые видеоконференциями, между очень отдалёнными между собой людьми. Видеоконференции могут быть использованы для организации дистанционного обучения, для получения медицинских заключений от далеко находящихся специалистов, и для множества других приложений.

Нашей третьей категорией являются развлекательные программы – огромная и растущая индустрия.

Другими словами, возможность соединить информацию, коммуникацию и развлечение несомненно даёт подъём массовой, новой индустрии, основанной на компьютерной сети.

II.2.3 Социальные последствия

Широко распространённое внедрение компьютерной сети порождает новые социальные, этические, политические проблемы. Давайте сейчас кратко отметим некоторые из них, их полное изучение потребует, по меньшей мере, целую книгу.

Популярной чертой многих компьютерных сетей являются группы новостей или доски бюллетеней, где одни люди могут обмениваться сообщениями с желающими другими отдельными людьми.

Высококачественные цветные фотографии и даже короткие видео клипы сейчас легко могут быть переданы по компьютерным сетям.

Многие люди читают и пишут электронную почту на работе. Некоторые работодатели потребовали право читать и возможность просматривать сообщения сотрудников, включая сообщения, посылаемые из домашнего терминала после работы. Не все сотрудники согласны с этим.

Таким образом, компьютерные сети, подобно печатной прессе 500 лет назад, позволяют простым гражданам распространять свои точки зрения в различные направления и различным слушателям (различной аудитории), что до этого не было возможно. Эта найденная новая возможность приносит вместе с собой много социальных, политических и моральных последствий. Возникающие проблемы решаются в каждом конкретном случае в зависимости от уровня культуры, мировоззрения и моральных качеств пользователя компьютерной сетью.

II.3 Технические средства сети

Повернем теперь наше внимание от приложений и социальных аспектов к техническим проблемам организации компьютерных сетей. Не существует общепринятой таксономии, в которой все компьютерные сети устанавливаются, однако две позиции выделяются как важные: технология передачи информации и масштаб компьютерных сетей. Мы обсудим сейчас каждую из позиций по отдельности.

Вообще говоря, существуют два типа технологии передачи информации:

1. Широковещательные сети ЭВМ, обычные локальные сети, в которых сигнал, передаваемый одной станцией сети, может быть воспринят всеми другими их станциями
2. Двухточечные сети (сети, содержащие два устройства)

Широковещательные сети имеют один коммуникационный канал, который совместно используется всеми машинами в сети. Короткие сообщения отправляются в виде пакетов. Пакет – это блок данных в сети передачи, имеющий строго определённую структуру, включающую заголовок в поле данных. Обычное сообщение может быть разбито на несколько пакетов. Размер пакета составляет 100 -

500 байтов в определённых контекстах. Пакет посылается какой - либо машиной в сети и может приниматься всеми другими машинами.

Адресное поле внутри пакета определяет, для кого он предназначен. При получении пакета, машина проверяет адресное поле. Если пакет предназначен ей самой, она обрабатывает пакет; если же пакет предназначен для некоторой другой машины, он сразу игнорируется данной машиной.

Широковещательные системы обычно предоставляют также возможность адресации пакета всем пунктам назначения путём использования специального кода в поле адреса. Когда пакет с этим кодом передаётся, он (**пакет**) **получается и обрабатывается каждой машиной сети. Этот вид операции называется широковещанием.** Некоторые широковещательные системы поддерживают также передачу информации подмножеству машин компьютерной сети, которая известна как **групповое вещание.** Одной возможной схемой группового вещания в локальных сетях является вещание группе станций данной локальной сети.

Один бит резервируется для указания группового вещания, оставшиеся ($n - 1$) адресных битов могут содержать группу чисел. Каждая машина может присоединиться к некоторым или ко всем группам. Когда пакет послан определённой группе, он передаётся всем машинам, присоединённым к этой группе.

В отличие от широковещательной сети, **двухточечные сети состоят из многих связей между отдельными парами машин.** Для того чтобы дойти от источника информации к адресату (к пункту назначения), пакет в двухточечной сети может вначале посетить один или более промежуточные машин. Часто возможны много маршрутов, различной длины, поэтому алгоритмы маршрутизации играют важную роль в двухточечных сетях. Как общее правило (хотя существуют много исключений), географически локализованные сети стремятся использовать широковещание, тогда как большие сети обычно являются двухточечными.

Альтернативным критерием для классификации компьютерных сетей является их масштаб. В фиг. II-2 даётся классификация многопроцессорных систем, приведённых в порядке возрастания их физических размеров. Наверху находятся машины потока данных, высоко параллельные компьютеры со многими функциональными единицами, все работающие по одной и той же программе. Затем приходят коллективные компьютеры, системы, которые связываются путём посылки сообщений через короткие, очень быстрые шины (магистралы). (Шина, магистраль – это группа линий электрических соединений, обеспечивающих передачу данных и управляющих сигналов между компонентами ЭВМ).

Выше коллективных компьютеров являются истинные сети, компьютеры, которые связываются между собой путём обмена сообщениями через длинные кабели.

Наконец, **связь двух или более сетей называется взаимосвязанной сетью.** Всемирный Internet является хорошо известным примером взаимосвязанной сети. Расстояние является важным фактором как классификационная мера, потому что различные технические приёмы используются при различных масштабах. Ниже дано краткое введение в понятие “технические средства сети”.

Межпроцессорное расстояние	Место расположения процессоров	
0, 1 м	Доска линии связи	Машина потока данных
10 м	Комната	Сеть локальной зоны
100 м	Здание	
1 км	Кампус *	
10 км	Город	Сеть городской зоны
100 км	Область, страна	Сеть широкой зоны
1000 км	Континент	
10000 км	Планета	Интернет

*) Кампус – это территория университета, колледжа или школы

Фиг. II-2. Классификация взаимосвязанных процессоров по масштабу

II.3.1 Сети локальной зоны

Сети локальной зоны, обычно называемые LANами (LANs, Local Area Networks), являются компьютерными сетями в пределах одного здания или одного кампуса (территории, размером до 1-3 км). Они широко используются для связывания персональных компьютеров и рабочих станций в офисах компаний и предприятий для совместного использования ресурсов (например, принтеров) и обмена информацией. LANы различаются от других видов сетей тремя характеристиками:

- 1) своими размерами;
- 2) своими технологиями передачи;
- 3) своими топологиями.

LANы ограничены в размерах. Это означает, что худшее время передачи информации ограничено и известно заранее. Знание этой границы делает возможным использовать определённые виды дизайнов сети, которые невозможны в других сетях. Это также упрощает управление локальной сетью.

LANы часто используют технологию передачи, состоящую из одного кабеля, к которому все машины присоединяются, подобно паре линий телефонной компании, некогда использованной в сельских районах. Традиционные LANы работают со скоростью от 10 до 100 Мб / сек, и делают очень мало ошибок. LANы не могут работать со скоростью, более несколько сотен Мб / сек.

Различные топологии возможны для широкоэмительных LANов. На фиг. II-3 показаны два из них. В шинной (т.е. прямолинейно - кабельной) сети в любой момент одна из машин является мастером и позволяет передать информацию. От всех других машин требуется воздержаться от отправки сообщений. При этом

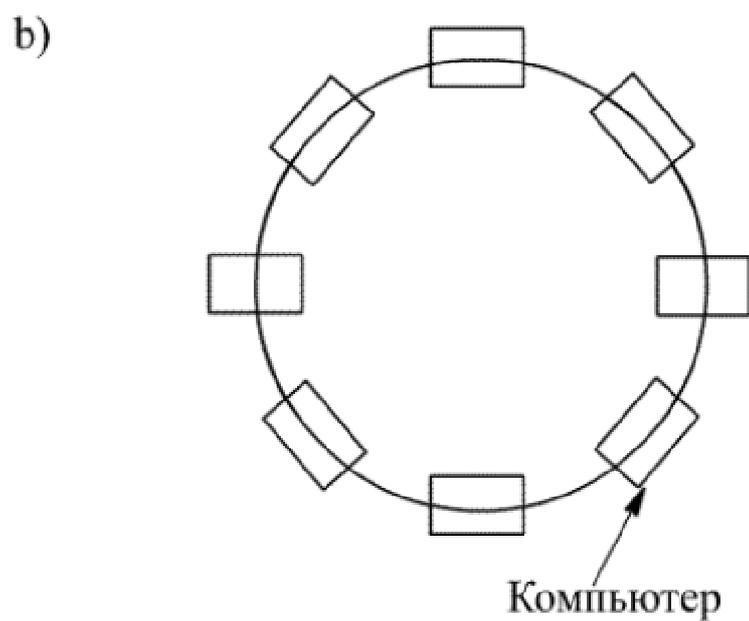
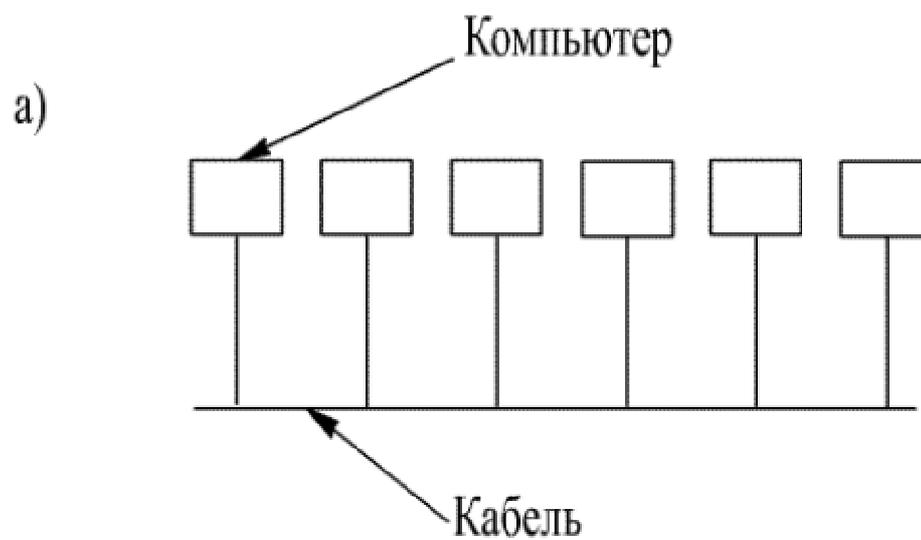
необходим арбитражный механизм для разрешения конфликтов, когда две или более машины одновременно хотят сделать передачу. Арбитражный механизм может быть централизованным или распределённым. Сеть IEEE 802.3, например, популярно называемый EthernetTM, является ширококестательной сетью, основанной на шине с децентрализованным контролирующим действием со скоростью 10 или 100 Mbps (Megabits per second). (IEEE – Institute of Electrical and Electrical Engineering, Институт инженеров по электротехнике и радиоэлектронике, ИИЭР. Сеть IEEE 802.3 является одной из стандартных сетей, разработанных этим институтом. Ethernet - это локальная сеть на основе протокола CSMA / CD, разработанная в Xerox PARC и принятая в качестве стандарта изготовителями микро ЭВМ). Компьютеры на Ethernet могут передавать информацию, когда они хотят сделать это. Если два или большее количество пакетов сталкиваются между собой, каждый компьютер тотчас ждёт некоторое время и позже пытается послать снова.

Топология второго типа ширококестательной системы имеет вид кольца. В кольце каждый бит распространяется вокруг своего кольца, не ожидая остановки пакета, к которому он принадлежит. Типично, каждый бит плавает вокруг целого кольца в течении времени, которое уходит для передачи нескольких битов, часто перед тем, как укомплектованный пакет должен быть передан. Подобно всем другим ширококестательным системам, некоторое правило необходимо для арбитраживания одновременных доступов к кольцу. Компьютерная сеть стандарта IEEE 802.5 является популярным LANом, основанным на кольце, действующим со скоростью 4 и 16 Mbps.

Ширококестательные сети, кроме того, могут быть разделены в статические и динамические сети, в зависимости от того, как канал распределяется. Типичное статическое распределение, желающее быть разделённым по времени на дискретные интервалы, позволяет каждой машине ширококестать только тогда, когда наступает её слот времени. Статическое распределение уменьшает пропускную способность канала, когда машине в течении ее слот времени нечего посылать. Поэтому большинство систем пытаются распределить канал динамически.

Методы динамического распределения общего канала являются либо централизованными, либо децентрализованными. В методе централизованного распределения канала имеется одна единица, например, шинная арбитражная единица, которая определяет, кто идёт следующим. В методе децентрализованного распределения канала не имеется централизованной совокупности; каждая машина сама должна решать для себя, посылать или нет сообщение. Имеется много алгоритмов, предназначенных для наведения порядка в потенциальном хаосе.

Другая разновидность LANа построена с использованием линий двухточечной связи. Отдельные линии связывают особую машину с другой особой машиной. Такой LAN является действительно миниатюрной сетью широкой зоны.



Фиг. II-3 Две широковещательные сети

(a) Шина

(b) Кольцо

II.3.2 Сети городской зоны

Сеть городской зоны или MAN (во множественном числе MANs - Metropolitan Area Networks) является, в основном, большой версией LANa, и обычно использует похожую технологию. Она может охватить группу соседних корпоративных (соединённых в общество) офисов или город, и может быть как частным, так и общественным. MAN может поддерживать как данные (текстовую информацию), так и звук, и может быть даже подсоединен к локальной кабельной телевизионной сети. MAN имеет только один или два кабеля, и не содержит переключающие элементы, которые маневрируют пакеты над одним из нескольких потенциальных линий выхода.

Главной причиной для беспристрастного разделения MANов как специальной категории компьютерных сетей является то, что стандарт должен быть адаптирован для них, и этот стандарт сейчас разрабатывается. Он называется DQDB (Distributed Queue Dual Bus - распределённая очередь двойной магистрали) или для людей, которые предпочитают номера к письмам, 802.6 (номер IEEE стандарта, который определяет MAN).

DQDB состоит из двух одинаково направленных кабелей, к которым все компьютеры присоединяются, как показано в фиг. II-4.

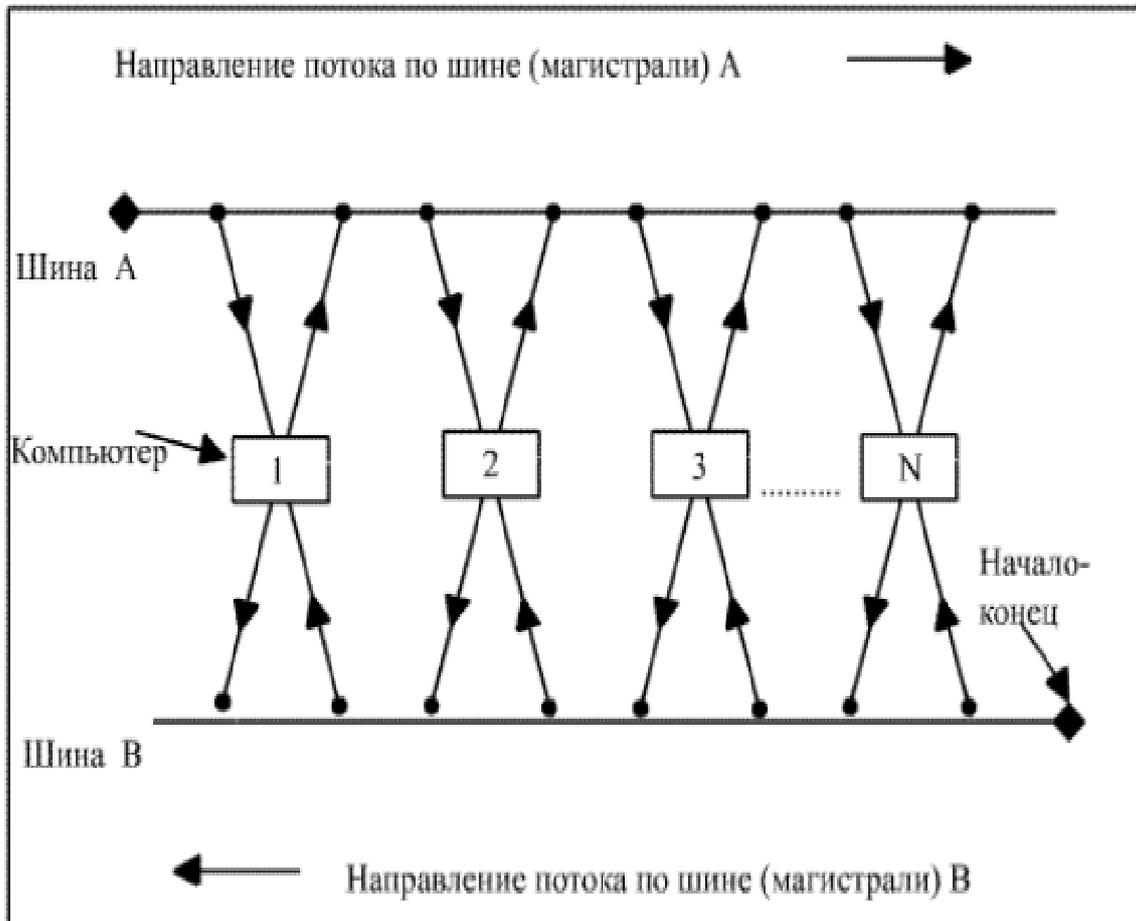
Каждая шина имеет начало и конец, то есть устройство, которое инициирует передающее действие. Трафик (поток сообщения в сети передачи данных), который предназначен для компьютера, находящегося справа от отправителя, использует верхнюю магистраль. Трафик, который предназначается для компьютера слева от отправителя, использует нижнюю магистраль.

Ключевым аспектом MANa является то, что существует широковещательная среда (для 802.6 - два кабеля), к которой все компьютеры присоединяются. Это сильно упрощает дизайн MANa по сравнению с другими видами компьютерных сетей.

II.3.3 Сети широкой зоны

Сеть широкой зоны WAN (Wide Area Network) (или WANs во множественном числе) охватывает большую географическую зону, часто страну или континент. Она содержит коллекцию машин, предназначенных для выполнения программ пользователя. Мы будем следовать традиционному обычаю и называть эти машины **главными компьютерами сети (host ами)**.

Термин “**конечная система**” (end system) иногда также используется в литературе. Главные компьютеры сети связываются в **коммуникационную подсистему компьютерной сети (communication subnet)**, или, для краткости, в **подсеть (subnet)**. Задачей подсети является перенос сообщения от главного компьютера к главному компьютеру, точно также как телефонная система переносит слова говорящего к слушателю. Путём разделения чисто коммуникационных аспектов сети (подсети) от прикладных аспектов, полный дизайн сети сильно упрощается.



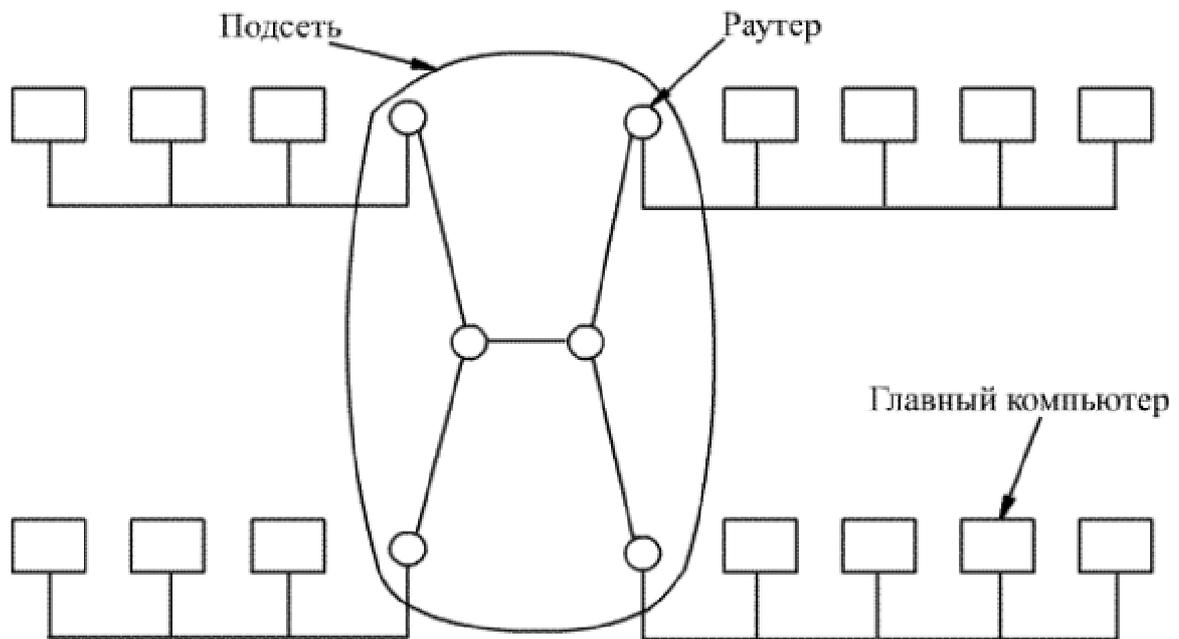
Фиг. II-4 Архитектура сети городской зоны DQDB

В большинстве сетей широкой зоны подсеть состоит из двух различных компонентов: **линий передачи** и **переключающих элементов**. Линии передачи (также названные каналами связи) передвигают биты между машинами.

Переключающие элементы являются специализированными компьютерами, используемыми для связи двух или более линий передачи. Когда данные прибывают по входной линии, переключающий элемент должен выбрать уходящую линию для отправки данных по ней. К сожалению, не существует стандартной терминологии, использованной для обозначения этих компьютеров. Они называются по-разному: узлы коммутации пакетов, промежуточные системы, обмены коммутации данных.

Как родовой термин для переключающих компьютеров коммутации, мы будем пользоваться термином **раутер (router - маршрутизатор)**. В модели, показанной в фигуре II-5, каждый главный компьютер в общем случае связывается с LAN, в котором имеется раутер, хотя в некоторых случаях главный компьютер может

быть непосредственно связан с роутером. **Коллекция линий связи и роутеров (но не главных компьютеров) образует подсеть.**

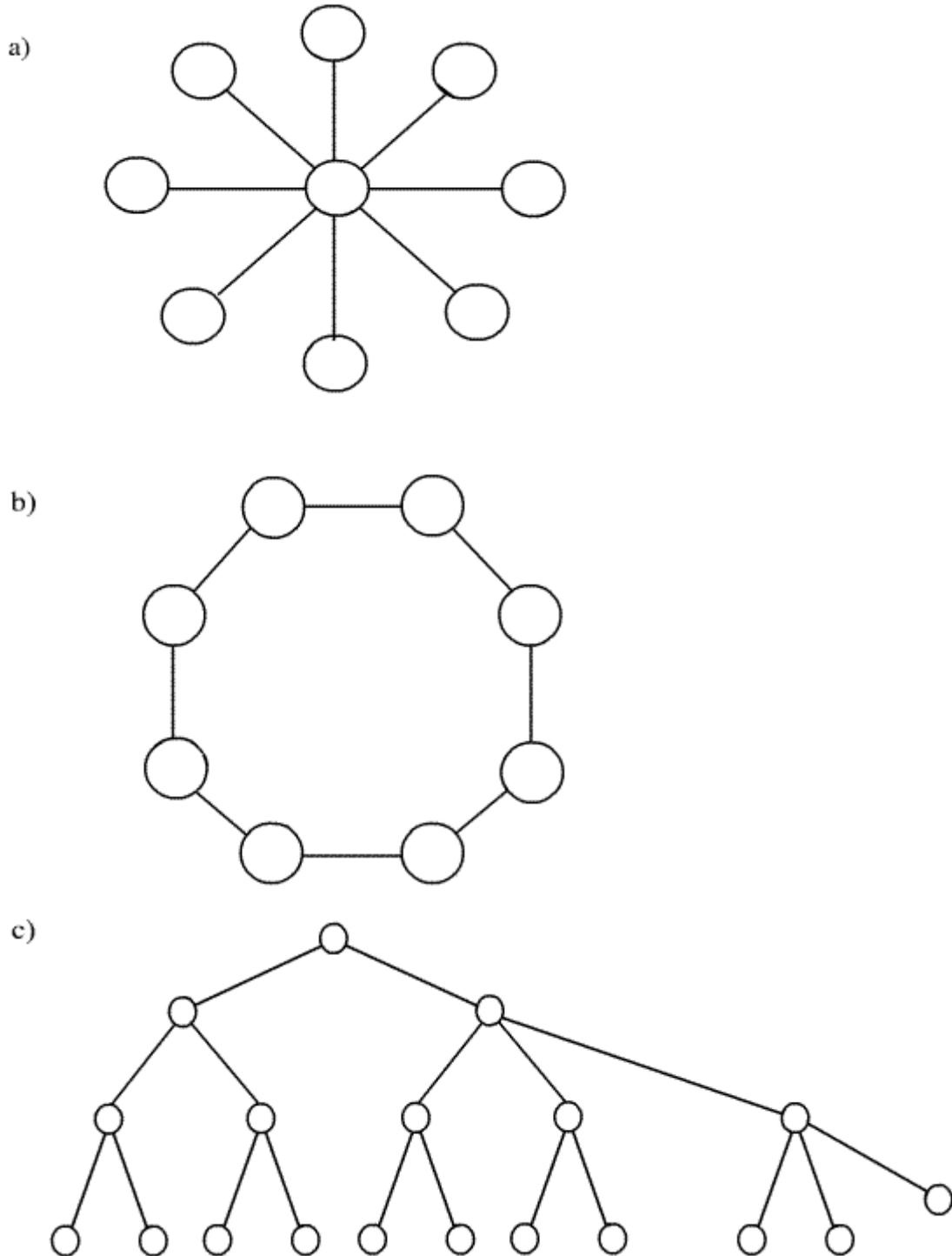


Фиг. II-5 Соотношение между главными компьютерами и подсетью

В большинстве WANов сеть содержит множество кабелей или телефонных линий, каждый из которых связывает пару роутеров. Если два роутера, которые не используют вместе кабель, и желают связаться, они должны сделать это непосредственно через другие роутеры. Когда пакет послан от одного роутера к другому через один или нескольких промежуточных роутеров, пакет получается на каждом промежуточном роутере в его совокупности, хранится здесь, пока требуемая выходящая не освободится, и затем посылается. Подсеть, использующая этот принцип, называется **двухточечной подсетью**, или сохраняющей – и – отправляющей (с промежуточным накоплением) подсетью или подсетью коммутированных пакетов.

Почти все сети широкой зоны (кроме тех, которые используют спутники) имеют сохраняющие – и – отправляющие подсети. Когда пакеты маленькие и все одинакового размера, они часто называются **селами (ячейками)**.

Когда используется двухточечная подсеть, важным дизайнерским моментом является то, какая топология взаимосвязи маршрутизаторов должна быть предпочтительной. Фигура II-6 показывает несколько возможных топологий.

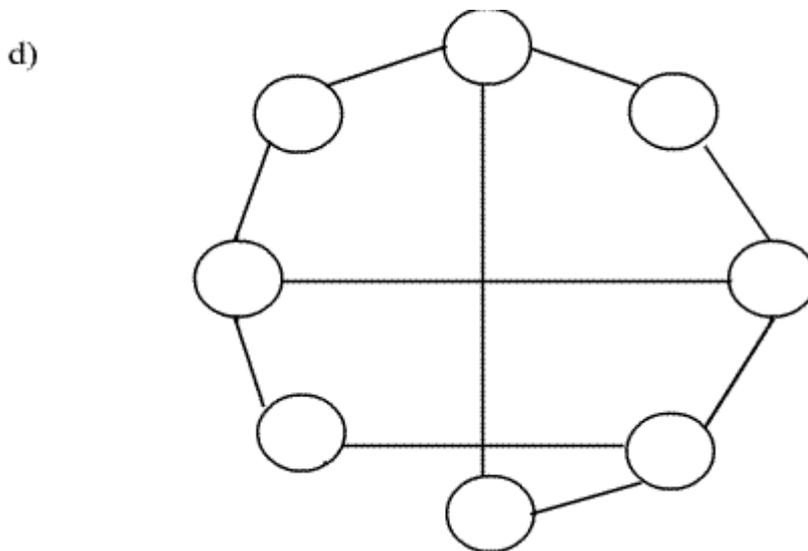


Фиг. II-6 Некоторые возможные топологии для двухточечной подсети

a) Звезда

b) Кольцо

c) Дерево



Фиг. П-6 Некоторые возможные топологии для двухточечной подсети

d) Нерегулярная

В большинстве WANов сеть содержит несколько кабелей. Локальные сети, которые были построены как таковые, обычно имеют симметричную топологию. В отличие от них, сети широкой зоны обычно имеют нерегулярные топологии.

Второй возможностью для WANов является спутниковая или наземная радио система. Каждый роутер имеет антенну, через которую он может посылать или получать информацию. Все роутеры могут слышать выходные данные от спутника, и в некоторых случаях они могут также слышать направленные вверх передачи своих таких же роутеров к спутнику. Иногда роутеры связываются к реальной двухточечной подсети, только некоторые из них имеют спутниковую антенну. Спутниковые сети являются присуще ширококвещательными и наиболее полезными, когда важно свойство ширококвещательности.

П.3.4 Беспроволочные сети

Мобильные компьютеры, такие, как notebook компьютеры и персональные цифровые помощники (Personal Digital Assistants - PDAs), являются наиболее быстро растущей частью компьютерной индустрии. Многие владельцы таких компьютеров имеют настольные машины на LANах и WANах, установленные в офисе, и хотят быть связанными со своими домами даже тогда, когда уезжают из дому или находятся в пути. Так как невозможно иметь проводочную связь в машинах и самолетах, имеется множество интересов в беспроводных сетях.

На самом деле цифровая беспроводная связь не является новой идеей. Еще в 1901 году итальянский физик G.Marconi продемонстрировал беспроводный телеграф между кораблем и берегом, использующий кодировку Морзе. Современные цифровые беспроводные системы имеют лучшее исполнение, но основная идея та же.

Беспроволочные сети имеют много применений. Общим использованием беспроводной сети является передвижной офис. Люди в пути часто хотят использовать своё передвижное электронное оборудование, чтобы отправить и получить телефонные вызовы, факсы, электронные почты, прочитать отдалённые файлы, войти в отдалённые машины и т. д., делать это в любом месте на земле, в море и в воздухе.

Беспроволочные сети имеют большое значение для парков грузовых автомобилей, такси, автобусов и часто бывающих в отъезде людей для поддержки контакта с домом. Другой пользой беспроводных сетей является их применение спасателями в местах бедствия (пожары, потопа, землетрясение), где телефонная система разрушена. Компьютеры здесь могут посылать сообщения, вести записи и т. д. Наконец, беспроводные сети имеют важное применение в военном деле.

Хотя беспроводное сетирование и мобильное компьютеризирование часто являются связанными друг с другом понятиями, они не являются идентичными, как показывает фигура II-7.

Беспроволочный	Мобильный	Применения
Нет	Нет	Стационарные рабочие станции в офисе
Нет	Да	Использование переносности в гостинице; Поддержка поезда
Да	Нет	LANы в старых, немонтированных зданиях
Да	Да	Переносной офис; PDA для хранения инвентаря, описи

Фиг. II-7. Комбинация беспроводных сетей и мобильного компьютеризирования

Передвижные компьютеры являются иногда проводочными. Например, если путешественник подключает передвижной компьютер в телефонное гнездо в гостинице, мы имеем подвижность без беспроводной сети. Другим примером является тот, кто тащит передвижной компьютер с собой, когда он проверяет поезд по техническим проблемам. Здесь длинная верёвка может тащиться сзади.

С другой стороны, некоторые беспроводные компьютеры не являются передвижными. Важным примером здесь является компания, которая владеет старым зданием, не имеющим установленное, сетевое каблирование, и которая хочет соединить свои компьютеры. Установление беспроводного LANа может потребовать намного больше затрат, чем покупка маленького ящика с некоторым количеством электроники и установка некоторого количества антенн. Это решение может быть дешевле, чем монтирование проводки в здании.

Хотя беспроводные LANы являются лёгкими для установки, они также имеют некоторые неудобства. Обычно они имеют ёмкость (скорость передачи информации) 1-2 Мб/сек, что является намного медленнее, чем проводочные LANы.

Скорости распространения ошибок намного выше, а также передачи от различных компьютеров могут интерферировать (сталкиваться) друг с другом.

Беспроволочные сети приходят в различных формах. Некоторые университеты уже имеют установленные антенны над всеми кампусами, что позволяет студентам сидеть под деревьями и консультироваться с карточными каталогами библиотек. Здесь компьютеры связываются напрямую с беспроводным LANом в цифровой форме. Другой возможностью является использование передвижного сотового телефона с традиционным аналогом модема. Прямой цифровой сотовый сервис, называемый CDPD (Cellular Digital Packet Data – сотовый цифровой пакет данных), становится доступным во многих городах. Наконец, возможно иметь различные комбинации проводного и беспроводного сетирования.

II.3.5 Интернет

Много компьютерных сетей существуют в мире, часто с различными аппаратными средствами и различными программными обеспечениями. Люди, связанные с одной сетью, часто хотят обменяться сообщениями с людьми, использующими другие сети. Это желание требует соединения вместе различных и часто несовместимых сетей, иногда путём использования машин, названных **межсетевыми шлюзьями**, для установления связи и обеспечения необходимой трансляции. **Коллекция взаимосвязанных компьютерных сетей называется взаимосетью или просто Интернет (Internet).**

Общей формой Интернет является коллекция LANов, соединённых в виде WANа. Действительно, если мы желаем заменить подсеть (subnet) в фигуре II-5 WANом, ничего ещё в фигуре не должно быть изменено. Единственным реальным различием между subnet и WANом в этом случае является то, имеются ли главные компьютеры. Если система в пределах замкнутой кривой содержит только роутеры, то эта система есть subnet. Если система содержит и роутеры, и главные компьютеры со своими собственными пользователями, то она есть WAN.

Понятия subnet (подсеть), network (сеть) и Internet (взаимосеть) часто путаются. Понятие подсеть имеет большое значение в контексте “сети широкой зоны”, где оно относится к коллекции роутеров и линий связи. Как аналог, телефонная система содержит конторы, переключатели телефоны, связанные друг с другом высокоскоростными линиями, и связанные с домами и торговыми предприятиями низкоскоростными линиями. Эти линии и оборудование, полученные и управляемые телефонной компанией, образуют subnet (подсеть) телефонной системы. Сами телефоны (главные компьютеры в этом аналоге) не являются частью подсети. Комбинация подсети (subnet) и его главных компьютеров (host ов) образует сеть (network). В случае LANа, кабель и главные компьютеры образуют сеть. Здесь действительно нет подсети.

Взаимосеть или Internet образуется, когда отдельные сети связываются вместе. Связывание LANа и WANа или связывание двух LANов образует Internet.

II.4 Программное обеспечение сети

В первых компьютерных сетях основное внимание уделялось аппаратной части (hardware), а программная часть (software) считалась второстепенной. Однако эта стратегия проработала не долго. Сетевые программы сейчас являются высоко структурированными. В последующем мы проверим технику структурирования программного обеспечения в некоторых деталях.

II.4.1 Иерархии протоколов

Для снижения конструкционной сложности компьютерных сетей, большинство сетей организуются как серии уровней, каждый из которых построен над другим уровнем, находящимся ниже его. Количество уровней, имя каждого уровня, содержание каждого уровня и функции каждого уровня различаются от сети к сети. Однако, во всех сетях целью каждого уровня является поддержка некоторых сервисов для вышестоящих уровней, освобождение этих уровней от знания деталей того, как поддерживаемые сервисы в действительности выполняются. Уровень **n** на одной машине занимается переговорами с уровнем **n** на другой машине. **Правила и соглашения**, используемые в этих переговорах, общеизвестны как **протокол (protocol) уровня n**. В основном, **протокол является соглашением между коммутирующими сторонами о том, как коммуникация будет протекать**. Другими словами, протокол – это совокупность правил, регламентирующих формат и процедуры обмена информацией между двумя или несколькими независимыми устройствами или процессами.

Как аналог, когда женщина представляется мужчине, она может захотеть протянуть руку. Он (мужчина) в ответ может решить либо потрясти её руку или поцеловать её руку, в зависимости от того, например, является ли она американским юристом на деловой встрече или европейской принцессой на формальном бале. Нарушение протокола может сделать коммуникацию более трудной или вообще невозможной.

Пятиуровневая компьютерная сеть иллюстрируется в фигуре II-8. Объекты, охватывающие соответствующие уровни на различных машинах, называются **пирами (peer - ровня)**. Другими словами, это пиры коммутируют между собой использованием протокола.

В действительности данные не прямо переносятся от уровня **n** на одной машине к уровню **n** на другой машине. Вместо этого каждый уровень посылает данные и контрольную информацию к уровню, расположенному непосредственно под ним, пока не достигается самый низкий уровень. Ниже уровня 1 находится физическая среда, через которую действительная связь осуществляется. В фигуре II-8 виртуальная (воображаемая) коммуникация показана пунктирными линиями.

Между каждой парой соседних уровней существует **интерфейс (interface)**. Под интерфейсом понимается совокупность средств и правил, обеспечивающих логическое или физическое взаимодействие устройств или программ данной вычислительной системы. Интерфейс определяет, какие простые операции и сер-



Фиг. П-8 Уровни, протоколы и интерфейсы

висы нижний уровень поддерживает для вышестоящего уровня. Когда дизайнеры сети решают, сколько уровней включить в сеть, и что каждый уровень должен делать, одним из наиболее важных соображений является определение точных и ясных интерфейсов между уровнями. Это, в свою очередь, требует, чтобы каждый уровень выполнял специфическую, только ему свойственную коллекцию хорошо известных функций. В добавок, для минимизации количества информации, которая должна быть передана между уровнями, точные интерфейсы упрощают также замену выполнения одного уровня с полностью другим выполнением. Например,

все телефонные линии заменяются спутниковыми каналами. На каждом уровне выполняется точно то множество сервисов, которое необходимо для выполнения соседнего верхнего уровня.

Множество уровней и протоколов компьютерной сети называется **архитектурой сети**. Спецификация архитектуры должна содержать достаточно информации, чтобы позволить исполнителю написать программу или построить аппаратуру для каждого уровня так, что она (т.е. программа или аппаратура) будет корректно повиноваться соответствующему протоколу. Это даже не обязательно, чтобы интерфейсы на всех машинах в сети были одинаковые, достаточно только, что каждая машина может правильно использовать все протоколы. Список протоколов, использованных некоторой системой, один протокол на каждый уровень, называется **стеком** (или магазином, stack) протоколов. В общем случае, под стеком понимается структура данных, к которой можно добавлять новые данные или удалять элементы данных. Субъекты сетевых архитектур, протокольные стеки и сами протоколы являются главными темами курса “Телематические сети”.

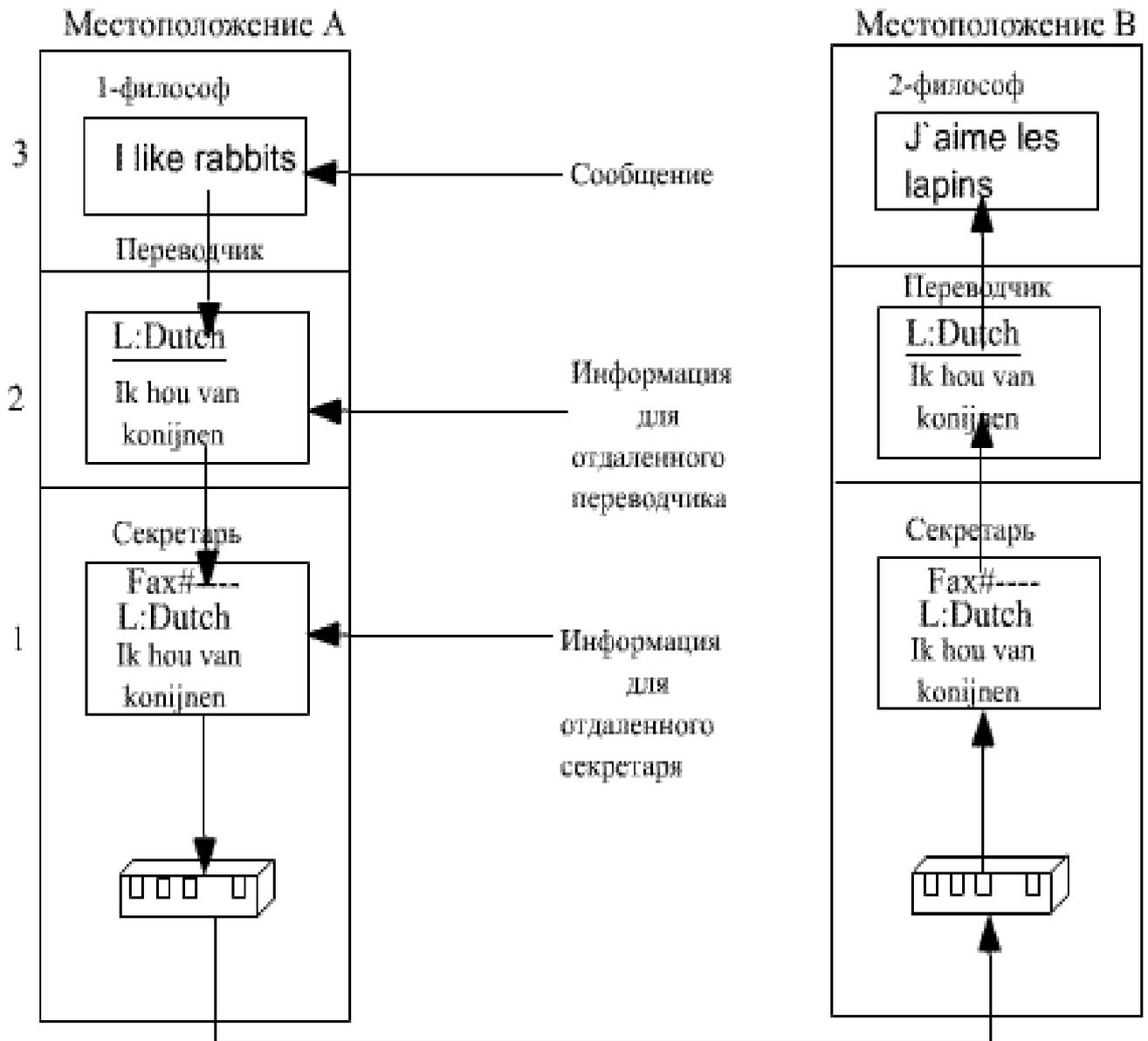
Следующая аналогия может помочь объяснить идею многоуровневой коммуникации. Вообразим себе беседу двух философов (пир действует на уровне 3), один из которых говорит на урду и английском, а другой говорит на китайском и французском языках. Так как философы не имеют общего языка, каждый из них нанимает переводчика (пир действует на уровне 2). Каждый переводчик в свою очередь контактирует с секретарём (пир действует на уровне 1). Философ 1 желает выразить свою привязанность к кроликам своему пиру. Чтобы сделать это, он передаёт сообщение “I like rabbits” (Я люблю кроликов) через интерфейс 2/3 своему переводчику, как показано на фиг. II-9.

Переводчики должны договориться на нейтральном, например, на голландском языке, так что сообщение преобразуется к виду “Ik hou van konijnen”. (Один из переводчиков знает английский и голландский, а другой - голландский и французский языки). Выбор языка есть протокол второго уровня и поднимается к уровню 2 обработки пиров. Переводчик затем даёт сообщение секретарю для пересылки, например, факсом (протокол первого уровня). Когда сообщение поднимается на второй уровень, он переводится на французский язык и передаётся через интерфейс 2/3 философу 2.

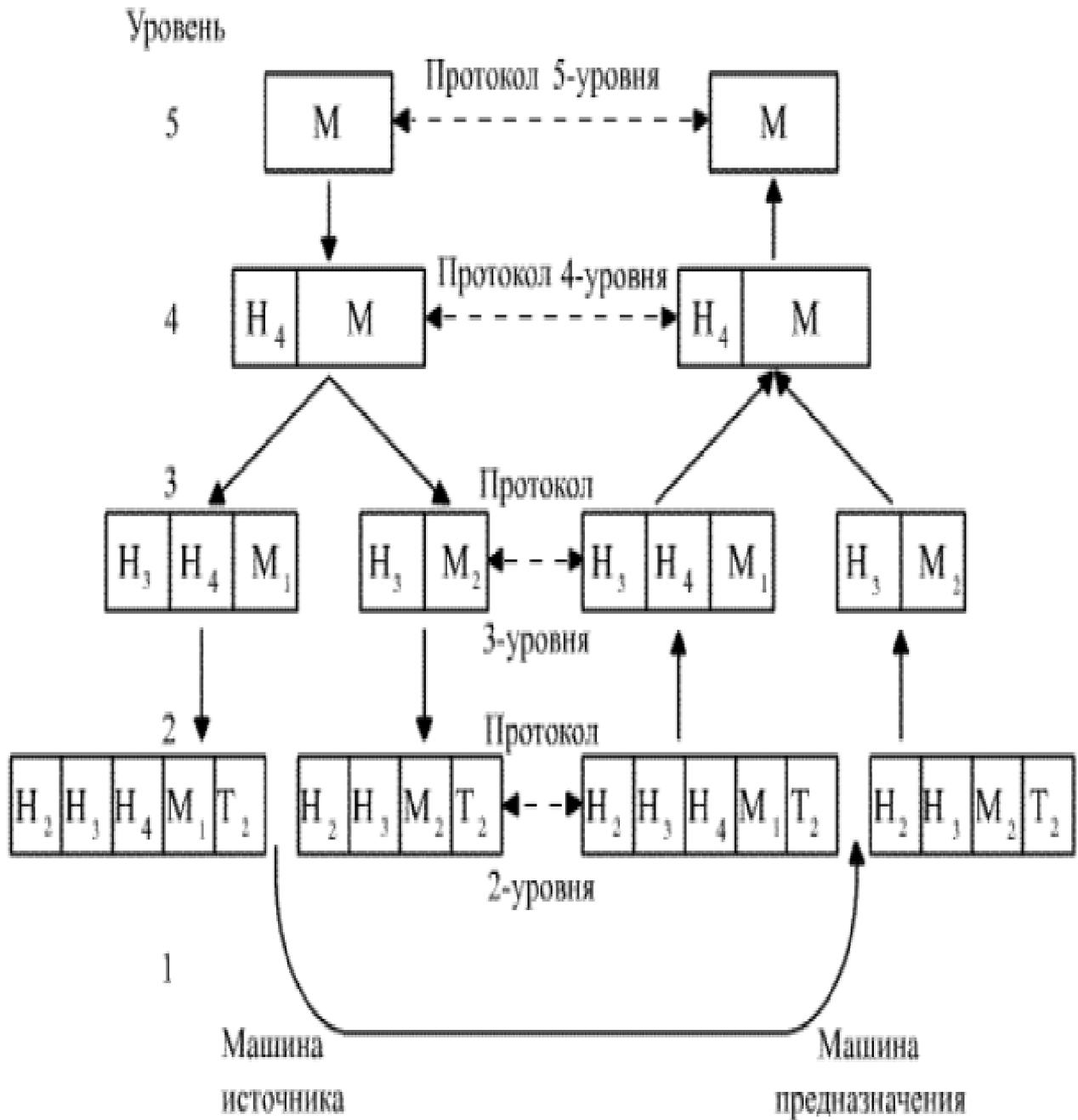
Заметим, что каждый протокол полностью независим от других протоколов до тех пор, пока интерфейсы не изменяются. Переводчики могут переключиться от голландского, скажем, к финскому языку, по желанию, если только они оба согласны, и никто не изменяет свой интерфейс ни с одним из уровней 1 и 3.

Подобно этому, секретари могут переключиться от факса к e-mail (electronic mail, электронная почта) или на телефон, не беспокоя (или даже не информируя) другие уровни. Каждый процесс может добавить некоторую информацию, предназначенную только для своего пира. Эта информация не передаётся вверх к вышестоящему уровню.

Рассмотрим теперь более технический пример: как обеспечить коммуникацию с нижним уровнем пятиуровневой сети на фиг. II-10. **Сообщение M** производится выполнением прикладного процесса на уровне 5 и передаётся к уровню 4 для передачи. Уровень 4 ставит **заголовок** перед сообщением для идентификации



Фиг. П-9. Архитектура философ – переводчик – секретарь



Фиг. II-10. Пример потока информации, поддерживающего виртуальную коммуникацию на 5-уровне

сообщения и передаёт результат к уровню 3. Заголовок включает управляющую информацию, такую, как последовательность чисел, чтобы позволить уровню 4 на машине назначения передать сообщение в правильном порядке, если нижние

уровни не поддерживают последовательность. На некоторых уровнях заголовки сообщения также содержат размеры, времена и другие контрольные поля.

Во многих сетях не существует ограничения к размеру сообщений, переданных в протоколе 4-го уровня, но почти всегда существует ограничение, наложенное протоколом 3-его уровня. Поэтому, уровень 3 должен разбить входящие сообщения на меньшие части, пакеты, подвешивая заголовок 3-его уровня к каждому пакету. В этом примере сообщение M разбито на две части, M1 и M2.

Уровень 3 решает, который из выходящих линий использовать и передаёт пакет к уровню 2. Уровень 2 добавляет не только заголовок к каждой части, но и также хвост (завершитель сообщения) и даёт результирующую часть к уровню 1 для физической передачи.

На получающей машине сообщение движется вверх, от уровня к уровню, с заголовками, снимающимися по мере продвижения сообщения вперёд. Ни один из заголовков уровней, ниже уровня n, не передаётся к уровню n.

Важной вещью, которую надо понять в фигуре II-10, является соотношение между виртуальной и действительной коммуникацией, а также разница между протоколами и интерфейсами. Пирсы обрабатываются на уровнях 4, например, умозрительно считая их связи как происходящие по «горизонтали», используя протокол 4-уровня. Каждая из этих связей подобна тому, что имеем процедуру, названную нечто подобно Послать В Другую Сторону и Получить От Другой Стороны, даже не смотря на то, что эти процедуры в действительности коммутируют со своими нижними уровнями через интерфейс 3/4, а не с другой стороной.

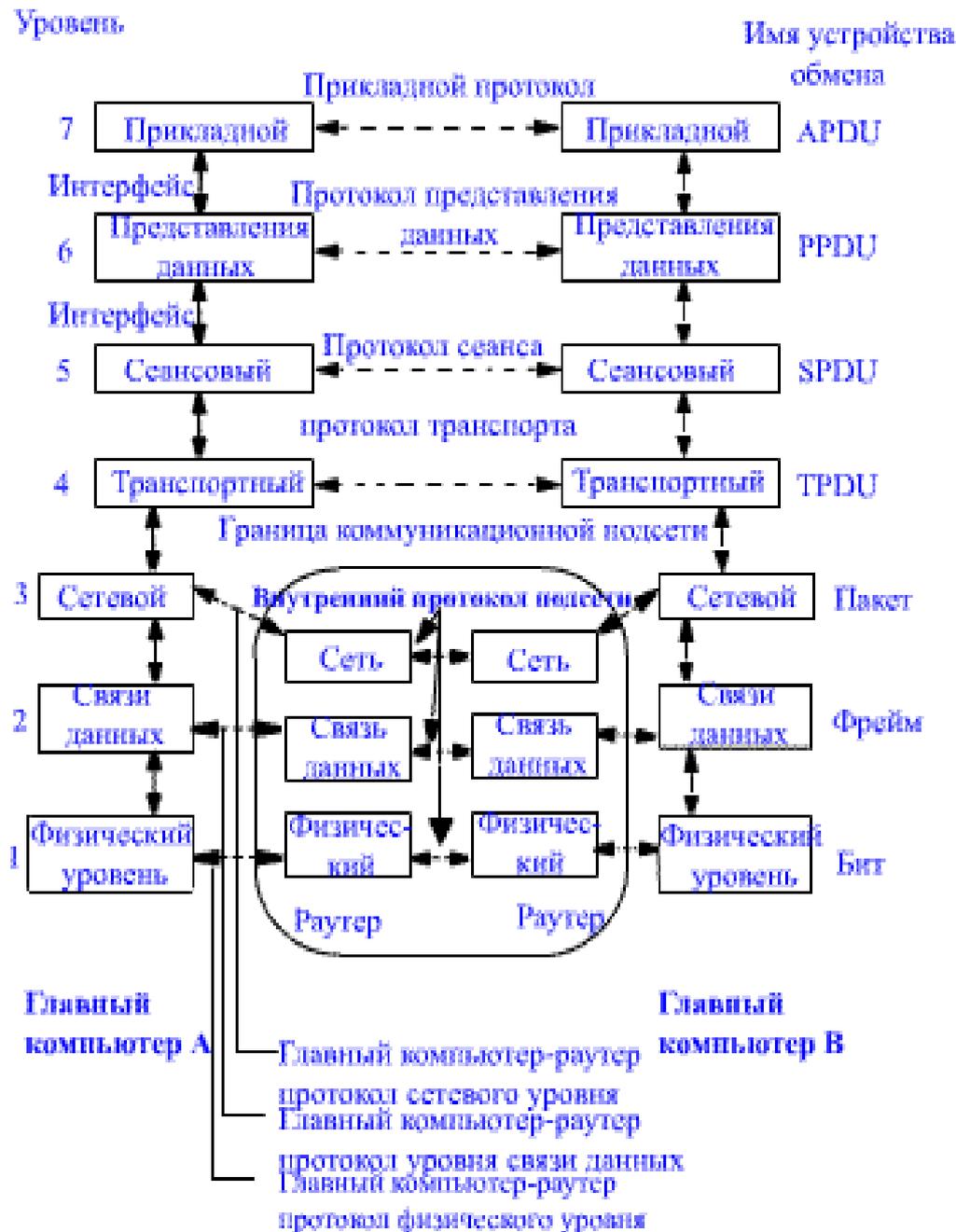
II.5 Эталонные модели

Теперь, когда мы обсудили построенные по уровням компьютерные сети абстрактно, подошло время рассмотреть некоторые примеры. Мы обсудим две важные архитектуры сети, эталонную модель **OSI** (Open Systems Interconnection – Открытые Системы Взаимосвязи) и эталонную модель **TCP/IP** (Transmission Control Protocol – Протокол Управления Передачей, Internet Protocol – Интернет Протокол).

II.5.1 Эталонная модель OSI

OSI модель показана в фиг. II-11 (без физической среды). Эта модель основана на плане, предложенном Организацией Международных Стандартов (International Standards Organization, **ISO**) как первый шаг к международной стандартизации протоколов, использованных на различных уровнях. Модель называется **ISO OSI эталонной моделью** (Open Systems Interconnection), потому что она имеет дело с взаимосвязанными открытыми системами - это системы открыты для связи с другими системами (OSI).

OSI модель имеет семь уровней. Принципы, которые были применены для достижения семи уровней, являются следующими:



Фиг. П-11. Эталонная модель OSI

Пример потока информации, поддерживающего виртуальную коммуникацию на 5-уровне

1. Уровни должны быть созданы там, где необходимы различные уровни абстракции
2. Каждый уровень должен выполнять хорошо определённую функцию
3. Функция каждого уровня должна быть выбрана с целью определения международных стандартизированных протоколов

4. Границы уровня должны быть выбраны так, чтобы минимизировать информацию, идущую через интерфейс
5. Количество уровней должно быть достаточно большим, чтобы различные функции не пересекались между собой на одном и том же уровне без необходимости. И количество уровней должно быть небольшим, чтобы архитектура не становилась громоздкой

Заметим, что модель OSI сама не является архитектурой сети, потому что она не определяет точные сервисы и протоколы, которые будут использованы на каждом уровне. Она только говорит, что каждый уровень должен делать. Однако, ISO должен также произвести стандарты для всех уровней, хотя сами не являются частью эталонной модели.

Физический уровень

Физический уровень связан с **передачей исходных битов по каналу связи**. Результаты проекта должны делать уверенными, что когда одна сторона посылает 1 бит, это сообщение получается другой стороной как 1 бит, а не как 0 бит. Типичными вопросами здесь являются сколько вольтов должно быть использовано для представления 1 и сколько для представления 0, сколько микросекунд бит сохраняется, может ли передача продолжаться одновременно в оба направления и т.д.

Уровень компоновки данных

Главной задачей уровня компоновки данных является облегчение начальной передачи и преобразование данных в строку, которая является свободной от обнаруженных ошибок передачи на уровне сети. Он выполняет эту задачу путём преобразования исходных данных в **фреймы данных** (обычно несколько сотен или несколько тысяч битов), последовательной передачи фреймов и обработки ответных фреймов, посланных обратно получателем.

Другим результатом, который появляется на уровне компоновки данных (а также на большинстве вышестоящих уровней), является вопрос о том, как предохранить устойчивый передатчик от заглушения медленного получателя информации. Должен быть использован некоторый механизм регулировки движения, чтобы позволить передатчику знать сколько буферного пространства получатель имеет в данный момент. Часто эта регулировка потока и управление ошибкой объединяются.

Сетевой уровень

Сетевой уровень связан с **контролированием действия подсети**. Ключевым проектным результатом является определение того, как пакеты маршрутизируются от источника к пункту назначения. Маршруты могут быть основаны на статических расписаниях (таблицах), которые «защиты» в сеть и редко изменяются. Маршруты также могут быть определены в начале каждого диалога, например,

сеанса диалога. Наконец, маршруты могут быть высоко динамичными, определяемыми заново для каждого пакета, маршруты могут отражать текущую сетевую загрузку. Если очень много пакетов присутствуют в подсети в одно и то же время, они будут занимать пути друг друга, создавая заторы. Контролирование такого затора также принадлежит сетевому уровню.

Транспортный уровень

Основной функцией транспортного уровня является принять данные от сеансового уровня, расщепить её на маленькие части, если это необходимо, передать их на сетевой уровень, и обеспечить, чтобы все части прибыли корректно на другой конец. Кроме того, всё это должно быть сделано эффективно, путём, который изолирует верхние уровни от неизбежных изменений в аппаратной технологии. Транспортный уровень также определяет, какой тип обслуживания обеспечить сеансовому уровню, и, в конечном счёте, пользователям сети. Наиболее популярным типом транспортной связи является свободный от ошибок двухточечный канал, который передаёт сообщения или биты в том порядке, в каком они были отправлены.

Здесь должен быть также механизм для регулирования потока информации, такой, чтобы быстрый компьютер не мог опережать медленный компьютер. Такой механизм называется **контролем потока** и играет ключевую роль на транспортном уровне.

Сеансовый уровень

Сеансовый уровень позволяет пользователям на различных машинах установить **сеансы** между собой. Сеанс позволяет обычный перенос данных, как делает транспортный уровень, однако сеансовый уровень обеспечивает также улучшенные сервисы, полезные в некоторых приложениях. Сеанс может быть использован для позволения пользователю войти в отдалённую систему разделения времени или перемещать файл между двумя машинами.

Другим сервисом сеанса является **синхронизация**. Сеансовый уровень обеспечивает путь для вставления контрольных точек в потоке данных, так что после аварии только данные, перемещённые после последней контрольной точки, должны быть повторены.

Уровень представления данных

Уровень представления данных – это уровень взаимодействия в сети передачи данных, на котором осуществляется интерпретация передаваемых данных. Этот уровень выполняет определённые функции, которые требуются достаточно часто для гарантирования нахождения общего решения для пользователей, скорее, чем позволение каждому пользователю решить свои проблемы. В частности, в отличие от всех нижних уровней, которые только интересуются в достоверности,

надёжности движения битов отсюда до туда, уровень представления данных связан с синтаксисом и семантикой переданной информации.

Синтаксис (Syntax) – это правила, определяющие последовательности символов, допустимые в языке; синтаксис определяет только внешнюю правильность и ничего не говорит о смысле (семантике) допустимых последовательностей.

Семантика (Semantics, смысл) – это изучение связи знака и значения; это часть определения языка программирования, приписывающая смысл его конструкциям.

Типичным примером сервиса уровня представления данных является кодировка данных соответствующим стандарту путём.

Большинство программ пользователей не обмениваются строками свободных бинарных битов. Они обмениваются нечто самыми важными, такие, как имена людей, даты, количество денег и счета. Эти элементы данных представляются как строки символов, целых чисел, чисел с плавающей запятой, и структур данных, составленных из нескольких простых элементов. Уровень представления данных управляет этими абстрактными структурами данных и преобразует от представления, использованного внутри компьютера, к стандартному сетевому представлению и обратно.

Прикладной уровень

Прикладной уровень содержит множество протоколов, которые обычно необходимы. Например, имеются сотни несовместимых терминальных типов (печатающих устройств) в мире. Рассмотрим состояние полного экранного редактора, который предполагается работающим в сети со многими различными терминальными печатающими устройствами, каждый с различными формами экранов, управляющими последовательностями для вставки и удаления текста, передвижения курсора и т.д. Одним из путей решения этой проблемы является определение абстрактного **сетевого виртуального терминала**, с которым редакторы и другие программы могут иметь дело. Для управления каждого терминального печатающего устройства часть программного обеспечения должна быть написана для отображения функций виртуального сетевого терминала в реальном терминале. Всё программное обеспечение виртуального терминала находится на прикладном (программном) уровне.

Другой функцией прикладного уровня является передача файла. Различные файловые системы могут иметь различные соглашения об обозначении файла, различные пути представления текстовых строк и т.д. Передача файла между двумя различными системами требует обработки этих и других несовместимостей. Выполнение таких работ, как посылка электронной почты, отдалённое начало выполнения программы на расстоянии, отыскание директориев и множество других общепредназначенных и специальнопредназначенных облегчений также принадлежит программному уровню.

II.5.2 ТСП/Р эталонная модель

Давайте теперь повернёмся от эталонной модели OSI к эталонной модели, использованной в прародителе всех компьютерных сетей, в **ARPANETe**, и к его преемнику, всемирно широкому **Internetу**. Термин **ARPA** происходит от английского предложения “Advanced Research Projects Agency”, которое переводится как “Агентство по управлению перспективными исследованиями”. **ARPANET** был исследовательской компьютерной сетью, спонсором которой было Министерство обороны США. **ARPANET** представляла собой сеть коммутации пакетов. Основой Арпанет служила сеть интерфейсных процессов сообщений, к которым подсоединены остальные узлы. Эти процессоры образовали сеть коммутации пакетов.

ARPANET окончательно соединила сотни университетов и правительственных вычислительных систем, использующих выделенные телефонные каналы. Когда позже были добавлены спутниковые и радио сети, существующие протоколы вынужденно нарушили их взаимную работу, так что была необходима новая эталонная архитектура. Поэтому способность соединить много сетей вместе как одно целое была одной из главных проектных целей с самого начала. Эта архитектура позже стала называться как **ТСР/ИР эталонная модель**, по имени своих двух главных протоколов: **Transmission Control Protocol** – Протокол Управления Передачей и **Internet Protocol** – Интернетный Протокол. Протокол управления передачей отвечает за корректную доставку пакета. Он спроектирован таким образом, чтобы позволить равным объектам на компьютерах источника и главным компьютерам пункта назначения достигать диалога, такого, как на транспортном уровне в **OSI** модели.

Интернетный уровень (Межсетевой уровень)

Все эти требования привели к выбору сети коммутации пакетов, основанной на уровне меж сетевого взаимодействия без соединения. Этот уровень, называемый **межсетевым уровнем**, является чекой, которая содержит в себе целую архитектуру вместе. Его обязанностью является позволить главным компьютером вводить пакеты в любую сеть и добиваться их передвижения независимо к пункту назначения (возможно в другой сети).

Аналогом здесь является почтовая система. Человек может опустить серию международных писем в почтовый ящик в одной стране и, с маленькой удачей, большинство из них будет передано правильным адресам в стране назначения. Вероятно, письма пройдут через одну или несколько международных почтовых подворотень по пути, и это понятно для пользователей. Более того, понятно, что каждая страна (т.е. каждая сеть) имеет свои собственные печати (штампы), предпочтительные размеры конверта, и правила передачи являются скрытыми от пользователей.

Межсетевой уровень определяет официальный формат пакета и протокол называется **ИР (Internet Protocol)**. Обязанностью меж сетевого уровня является передача **ИР** пакетов в пункт назначения. Избежание скопления пакетов является главным результатом маршрутизации пакета. По этим причинам, разумно сказать,

что межсетевой уровень TCP/ IP очень похож по функционированию на сетевой уровень модели OSI. Фигура II-12 показывает эту аналогию.



Фиг. II-12. TCP/IP эталонная модель

Транспортный уровень

Уровень, расположенный над межсетевым уровнем в TCP/IP модели, сейчас обычно называется транспортным уровнем. Это основной уровень протокола сети передачи данных, регламентирующий пересылку сообщений (пакетов) между процессами, выполняемыми на компьютерах сети. Он спроектирован таким образом, чтобы позволить равным объектам на компьютерах источника и главным компьютерам пункта назначения достигать диалога, такого, как на транспортном уровне в OSI модели.

Два конец-на-конец протокола должны быть определены здесь. Первый протокол **TCP (Transmission Control Protocol)** является надёжным протоколом, ориентированным на связь, которая позволяет инициированному потоку битов на одной машине быть переданным без ошибки на любую другую машину Интернета. Он фрагментирует (разделяет на фрагменты) входящий поток битов в дискретные сообщения и посылает каждое сообщение на межсетевой уровень. В пункте назначения получающий TCP переправляет полученные сообщения в выходящий поток. TCP также управляет контролированием продвижения потока данных, чтобы быть уверенным, что быстрый отправитель не сможет перегрузить медленный получатель большим количеством сообщений, количеством, большим, чем он может управлять.

Второй протокол на этом уровне, **UDP** (User Datagram Protocol – протокол дейтаграммы* пользователя), является ненадёжным, бессвязным протоколом для приложений, которые не приемлют TCP упорядочения или управления потоком информации и желают обеспечить их собственным протоколом. Этот протокол также широко используется для одноразового запроса, запроса типа клиент-сервер и приложений. С тех пор как TCP/IP эталонная модель была разработана, IP протокол выполнен во многих других сетях.

*) Datagram - дейтаграмма. Пакет в сети передачи данных, передаваемый через сеть независимо от других пакетов без установки логического соединения и квитирования

Прикладной уровень

TCP/IP модель не имеет сеансового уровня и уровня представления. Не ощущалось необходимости в них, поэтому они не были включены. Опыт с OSI моделью доказал правильность этой точки зрения: они представляют небольшую пользу для большинства приложений.

На верху транспортного уровня находится прикладной уровень. Он содержит все протоколы более высоких уровней. Первые протоколы включали виртуальный терминал (TELNET), передатчик файла (FTP) и электронную почту (SMTP). Протокол виртуального терминала позволяет пользователю на одной машине войти в отдалённую машину и работать там. Протокол передачи файла обеспечивает путь для успешного передвижения данных от одной машины к другой. Электронная почта была первоначально только разновидностью передатчика файла, но позже для неё был разработан специализированный протокол. Многие другие протоколы были добавлены к этим с годами, такие как Domain Name Service (DNS) протокол для отображения имён главных компьютеров в их сетевых адресах, NNTP протокол, используемый для движения новых материалов, и HTTP протокол, используемый для открытия страниц на World Wide Web, и многие другие.

Уровень от главного компьютера к сети

Ниже межсетевого уровня находится большая пустота. Эталонная модель TCP/IP действительно не говорит многого о том, что происходит здесь, кроме указания, что главный компьютер должен присоединиться к сети, используя некоторый протокол. Следовательно, главный компьютер может послать IP пакеты по сети. Этот протокол, который используется главным компьютером для подсоединения к сети, не определяется и изменяется от главного компьютера к главному компьютеру и от сети к сети.

II.6 Образцы сетей

Многочисленные компьютерные сети в настоящее время действуют в мире. Некоторые из них являются общественными сетями, управляемыми общими

транспортными агентствами, другие сети являются исследовательскими сетями, ещё другие являются совместными (кооперативными) сетями, управляемыми своими пользователями, и ещё другие сети являются коммерческими или корпоративными (общими) сетями.

Сети различаются по своей истории, администрации, предложенными приспособлениями, техническим дизайном и сообществами пользователей.

II.6.1 Novell Net Ware

Наиболее популярной сетевой системой в мире персональных компьютеров является Novell Net Ware. Она была спроектирована для использования компаниями, переходящими от использования большой ЭВМ к сети персональных компьютеров. В таких сетевых системах каждый пользователь имеет настольный персональный компьютер, функционирующий как клиент. В дополнение, некоторое количество мощных персональных компьютеров действуют как серверы, обеспечивающие клиентам файловые сервисы, сервисы базы данных и другие сервисы. Другими словами, сетевая система Novell Net Ware основывается на модели “клиент-сервер”.

II.6.2 ARPANET

ARPA была создана в ответ на запуск в 1957 году искусственного спутника Земли и имела миссию продвинуть вперёд технологии, которые могли быть полезными в военном деле. Программа ARPA не имела учёных или лабораторию, фактически она не имела ничего более, чем офис и маленький (по меркам Пентагона) бюджет. Она делала свою работу за счёт грантов и контрактов университетов и компаний, чьи идеи выглядели обнадёживающими.

После некоторых обсуждений с различными экспертами, ARPA решила, что сеть министерства обороны должна быть сетью коммутации пакетов, состоящей из подсети и главных компьютеров.

Подсеть должна была состоять из миникомпьютеров, называемых IMPs (Interface Message Processors) - процессоров интерфейсных сообщений, соединённых линиями передачи. Для высокой надёжности, каждый IMP должен был быть соединённым по крайней мере к двум другим IMP. Подсеть должна была быть децентрализованной подсетью, так что если некоторые линии и IMP разрушены, сообщения могли бы быть автоматически перемаршрутизированы вдоль альтернативных путей доступа.

II.6.3 NSF NET

Аббревиатура NSF происходит от английских слов the U.S. National Science Foundation и означает Национальная научная организация США. Позже, в 1970-е годы, NSF увидела громадный толчок, который ARPANET имела в университетском исследовании, позволяющий учёным по всей стране пользоваться совместно данными и сотрудничать в исследовательских проектах. Однако, чтобы получить

доступ к ARPANET, университет должен был иметь исследовательский контракт с Министерством Обороны, которого многие университеты не имели. Этот недостаток универсального доступа побудила NSF установить виртуальную сеть, CS NET централизованной вокруг единственной машины к BBN, которая поддерживала коммутируемые вверх линии и имела связь к ARPANET и другим сетям. Используя CS NET, академические исследователи могли звонить по телефону и оставлять электронную почту другим людям для их последующего получения.

Другие страны и регионы также строят компьютерные сети, сравнимые с NSFNET. Каждая страна в Европе имеет одну или более национальные сети, которые приблизительно совместимы к NSF региональным сетям.

II.6.4 Интернет

Число сетей, машин и пользователей, присоединённых к ARPANET, выросло быстро после того, как TCP/IP стал единственным официальным протоколом 1 января 1983 года. Когда NSF NET и ARPANET были взаимосвязаны, рост стал экспоненциальным. Многие региональные сети объединились, и клиентура к сети появилась в Канаде, Европе и в странах Тихого океана.

Рост продолжался экспоненциально, и к 1990 году Internet вырос до 3 000 сетей и 200 000 компьютеров. В 1992 году миллионный главный компьютер был подсоединён к Internet. К 1995 году было множество базовых сетей, сотни среднеуровневных (т.е. региональных) сетей, десятки тысяч LANов, миллионы главных компьютеров, и десятки миллионов пользователей. Размеры примерно удваиваются каждый год.

Что на самом деле означает быть в Интернете? По нашему определению, машина находится в Интернете, если она выполняет TCP/IP протокольное множество, имеет IP адрес и имеет способность отправлять IP пакеты всем другим машинам в Интернете. Только способность посылать и получать электронную почту не является достаточной, так как e-mail является входом для многих сетей вне Интернета.

С экспоненциальным ростом старый, не формальный путь выполнения Интернета действует не долго. В январе 1992 года было установлено **Общество Интернета**, для того чтобы способствовать использованию Интернета и, может быть, окончательно взять управление им.

Традиционно, Интернет имел следующие **четыре главных приложения**:

1. **Электронная почта** (e-mail – electronical mail). Способность составлять, отправлять и получать электронную почту имела большое значение в первые дни ARPANETA и сегодня является очень популярным. Многие люди получают десятки сообщений в день и рассматривают это как свой главный путь взаимодействия с внешним миром, с отдалённым телефоном. Программы электронной почты виртуально предоставлены в распоряжении на каждом типе компьютера сегодняшних дней.
2. **Новости** (News). Новые группы являются специализированными собраниями, в которых пользователи с общим интересом могут обмениваться сообщениями. Тысячи новых групп существуют, по техническим и нетехническим

ким темам, включающим компьютеры, науку, развлечение и политику. Каждая новая группа имеет свою собственную профессиональную этику, направление и обычаи, и горе тому, кто нарушает их.

3. **Отдалённый вход**, доступ к компьютеру (Remote login). Используя Telnet, Rlogin или другие программы, пользователи отовсюду на Интернетe могут войти в любую другую машину, в которой они имеют счёт.
4. **Передача файла**. Используя программу FTP (File transfer protocol – протокол передачи файлов), можно копировать файлы из одной машины на Интернетe в другую машину. Громадное количество статей, базы данных и другая информация становятся доступными этим путём.

До начала 1990-х годов Internet в значительной степени был заселён академическими, правительственными и индустриальными исследователями. Одно новое приложение, **WWW (World Wide Web)**, изменило всё это и внесло миллионы новых, неакадемических пользователей в сеть. Это приложение не изменило ничего в основополагающих возможностях, но сделало их более лёгкими для использования. Информационная система WWW сделала возможным создать сайт и поместить в него некоторое количество страниц информации, содержащее текст, рисунки, звук и даже видео, и вставленные связи с другими страницами. Много компаний имеют собственную страницу с входными точками в другие страницы для результирующей информации, списков цен, продажи, технической поддержки, связи с сотрудниками, информация акционера и многое другое.

Многочисленные другие виды страниц созданы в очень короткое время, включая карты, таблицы рыночного ассортимента, каталоги библиотечных карт, записанные радио программы, и даже страницу, показывающую полный текст многих книг, если право копировать этот текст оплачено.

II.7 Резюме

Компьютерные сети могут быть использованы для многочисленных сервисов, как для компаний, так и для отдельных людей. Для компаний сети персональных компьютеров, использующие совместные серверы, часто обеспечивают гибкость и хорошее соотношение цена / быстродействие. Для отдельных людей сети предлагают доступ к множеству информации и развлекательным ресурсам.

Условно компьютерные сети могут быть разделены на LANы, MANы, WANы и взаимосвязанные сети, каждая со своими собственными характеристиками, технологиями, скоростями и масштабами расположения. LANы охватывают здание, MANы охватывают город, WANы охватывают страну или континент. LANы и MANы являются некоммутируемыми (т.е. не имеют роутеров); WANы являются коммутируемыми.

Сетевое программное обеспечение состоит из протокола, или правил, по которым процессы могут передаваться. Протоколы могут быть либо без установления логического соединения, либо с установлением логического соединения. Большинство сетей поддерживают протокольные иерархии, где каждый уровень обеспечивает сервисы уровням, стоящим выше него, и изолирует их от деталей протоколов, использованных в нижних уровнях. Протокольные множества обычно ос-

нованы либо на OSI модели, либо на TCP/IP модели. Обе они имеют сетевой, транспортный и прикладной уровни, но они различаются по другим уровням.

Популярные компьютерные сети должны включать в себя Novells Net Ware, ARPANET, NSFNET, Internet и различные системы отладки.

Глава III. Некоторые общие сведения об Интернете

III.1. Что такое Интернет-страница или сайт?

Интернет-страница или сайт (site – месторасположение, местонахождение) прежде всего имеет цифровое представление информации. Попробуем оценить его в двоичных единицах информации. К примеру, одна страница книги имеет объём информации около 2000 байт или $2000 \cdot 8$ бит = 16000 бит. При скорости передачи информации в 16 кбит/с (весьма средненький по нынешним временам модем) её передача займёт всего одну секунду. Так что за одну минуту можно передать содержание брошюры в 60 страниц.

И всё же под Интернет-страницей или сайтом подразумевается нечто иное, чем обычная страница письма или книги. Интернет-страница - это объединённая под некоторым именем порция информации, расположенная на удалённом компьютере поставщика услуг Интернет-провайдера и относящаяся к какой либо фирме, организации или частному лицу (provider – обеспечитель, в данном случае - связи). На самом деле такая страница, часто именуемая сайтом, может иметь множество других страниц. Нет прямой связи между размером Интернет-страницы и размером экрана дисплея персонального компьютера (или точнее говоря, объёмом информации, которая размещается в пределах одного экрана).

Различают несколько **видов Интернет-страниц**. **Основная страница** - это страница, которая загружается сразу после загрузки программы браузера. **Главная**, или **начальная страница** - первая страница многостраничного документа. **Домашняя страница** - страница отдельного пользователя. **Жёлтая страница** - страница организации, объединения, общества и т.д.

Эта классификация страниц является в значительной степени условной. Любые страницы в принципе имеют одинаковую структуру: это написанные на языке разметки гипертекстовых ссылок **HTML** документы (HTML, Hyper Text Markup Language – язык разметки гипертекстов). Интернет-страницы могут отличаться между собой объёмом, числами гиперссылок, количеством графических, звуковых и иных вставок. Одну и ту же страницу можно использовать в качестве основной, главной или домашней страницы.

III.2 Гипертекстовый язык HTML и всемирная паутина WWW

Многие годы уделом компьютеров была обработка числовой и текстовой информации. Затем появилась компьютерная графика. А к концу 80-х годов прошлого века возникло модное словечко “мультимедиа”. **Мультимедиа** (multimedia - многосредие) означает работу компьютера во многих средах. Помимо числовой и текстовой информации компьютерам с появлением мультимедиа стала доступна для обработки и вывода самая разнообразная информация - графическая, анимационная, звуковая и т.д.

Исследования показали, что для полноценного представления данных передаваемая по сетям информация должна содержать все указанные выше элементы

мультимедиа. Ввиду обилия такой информации возникла проблема простой и эффективной работы с ней.

Ещё задолго до появления компьютеров и Интернет эта проблема в обычных книгах решалась с помощью оглавления, заставок и **перекрёстных ссылок**. В оглавлении каждой фразе в жесткое соответствие ставился некоторый фрагмент текста. А перекрёстные ссылки указывали на необходимость произвольных переходов от одних фрагментов текста к другим.

Аналогично была решена проблема представления информации в компьютерных сетях. Этой проблеме был придан **гипертекстовый характер**. Это означает, что в тексте передаваемых по сетям документов размещаются выделенные (чаще всего подчёркиванием) слова, именуемые **гипертекстовыми ссылками**. Например, **Выберите данную ссылку** для чтения учебника по Web. С этими гипертекстовыми ссылками связаны отдельные фрагменты текстов. **Активизация ссылки** ведёт к их показу на экране компьютера. Просто, но зато не надо листать книги в поисках раздела, на который указывает оглавление. Гипертекстовые ссылки являются составной частью текста и не занимают отдельного места. Для активизации гипертекстовой ссылки необходимо установить на неё маркер мыши и нажать её левую клавишу.

Ссылки могут быть и в виде небольших рисунков - **гипермедиа-ссылки**. С ними могут быть связаны не только фрагменты текста, но и другие рисунки, фрагменты “живого” видео, звукозаписи и иные объекты мультимедиа.

Однако простота работы с гипертекстовыми ссылками довольно обманчива. Понадобились многие годы, прежде чем на основе применения гипертекста и гипермедиа был создан специальный язык для описания документов, передаваемых по сети Интернет, и содержащих тексты, рисунки и мультимедиа-объекты. Он получил название языка разметки гипертекста **HTML (Hyper Text Markup Language)**.

2 сентября 1999 года исполнилось 30 лет со дня создания Интернет. Тогда впервые два компьютера были связаны через телефонную сеть с помощью модемов и могли обмениваться информацией друг с другом. В те годы не было языка HTML, а протоколы связи были не совершенны.

В начале 1989 года Тим Бернс Ли представил проект глобальной телекоммуникационной среды для проведения совместных исследований в области физики высоких энергий. В этом проекте были впервые сформулированы идеи, получившие вскоре название **всемирной информационной паутины WWW (World Wide Web)** или просто **Web**, а иногда даже **3W**. А в 1991 году Европейская лаборатория прикладной физики CERN в Швейцарии объявила о создании WWW. Так наступила эра Интернет в нынешнем понимании этой глобальной сети.

В немалой степени распространению WWW способствовала разработка специальных программ для “просмотра” информационной паутины - **Web браузеров**, или просто **браузеров**. Простота работы с ними сделала WWW важнейшей частью Интернет. Разработана специальная программа, именуемая **браузером Microsoft Internet Explorer**. Эта одна из самых распространённых, хотя и не самых новейших, программ путешествия по паутине Интернет.

Многие отождествляют WWW с Internet. Но это неверно. В действительности WWW является лишь частью информационных ресурсов Интернет. В информационные ресурсы Интернет входят:

- собственно WWW (Web);
- электронная почта;
- службы новостей (включая каналы и средства ауди- и телевидения);
- службы FTP хранения файлов и их предоставления пользователям;
- дискуссионные группы UseNet, FidoNet и другие.

Подведём некоторые итоги. Документы в Интернете наших дней имеют вид так называемых страниц (или сайтов), создаваемых на основе языка разметки гипертекстовых ссылок HTML. Начальная страница таких документов обычно содержит красочно оформленный титул и гипермедиа - (или гипертекстовые) ссылки на другие страницы документа. Возможны ссылки и на различные файлы, содержащие рисунки, видео- и звуковые фрагменты. HTML-страницы размещаются на так называемых HTML- или Web- серверах, т.е. достаточно мощных компьютерах с жёсткими дисками большой ёмкости. На них каждому пользователю отводится определённое место для размещения своих сайтов (обычно около 1-2 Мбайт). Web- серверы создаются при крупных учреждениях, например, при университетах или при центрах информационных технологий. И конечно, у поставщиков услуг Интернет - провайдеров.

III.3 Об адресах Интернет

Интернет - это огромный "город". Число "жителей" (пользователей Интернет) в нём уже больше 150 миллионов, а количество документов и прочих сведений невозможно подсчитать и просто представить.

Как же можно разобраться в том, где находятся нужные страницы Интернет и нужные документы в них? Для этого были разработаны специальные **адреса URL**. Говоря точнее, URL (Uniform Resource Locator) - это **универсальный указатель ресурсов**. Зная адрес URL, можно найти любую желаемую страницу Интернет.

В общем случае адрес URL задаётся в виде:

«схема_доступа»: «информация, зависящая от схемы доступа»

«Схема_доступа» должна содержать информацию об используемом приложении, типе используемого ресурса (WWW-страница, файл, меню и т. д.) и механизме доступа к ресурсу. Самыми распространёнными схемами доступа являются:

- http - Web- страница в формате HTML;
- ftp - содержимое файлового сервера FTP;
- gopher - содержимое сервера типа Gopher;

Есть много и иных схем допуска.

III.4 Что значат названия FTP и Gopher?

Что такое **файловый сервер (FTP)**? Это специальный компьютер, оснащённый дисковой памятью большой ёмкости. В сущности, файловый сервер может быть просто специальной программой, использующей достаточно мощный компьютер для хранения массивов файлов и организующей работу с ними.

На этом сервере располагается в виде файлов самая разнообразная информация. Это могут быть тексты книг и журналов, рисунки, файлы программ и т. д. Используя специальные программы, например те же браузеры, вы можете перекачать эти файлы на свой персональный компьютер, использовать по своему назначению.

Gopher - это просто название некогда популярной системы файловых серверов, хотя и устаревшей, но дожившей до наших дней. Эта система служит для хранения и поиска только текстовой информации.

III.5 Уточнение понятия адреса (URL - адрес)

Информация, зависящая от схемы доступа, должна указывать на удалённый компьютер (сервер), к которому подключается персональный компьютер пользователя, и на полное имя файла с путём доступа к нему, хранящего требуемую страницу.

Наиболее распространённой является следующая форма задания URL-адреса (в квадратных скобках записана необязательная часть адреса):

схема_доступа : // имя _машины. имя _домена [/полное_имя_файла]

При работе в Интернет схема доступа указывается как **http:** - это означает использование протокола передачи гипертекста (Hyper Text Transfer Protocol). Далее, имя машины обычно начинается с букв **WWW** (указывает на работу в паутине WWW), **имя домена** является идентификатором машины удалённого доступа. Чаще всего **имя домена совпадает с кратким именем провайдера, именем фирмы или иного учреждения**. Например, URL-адрес фирмы “Смоленский телепорт” имеет вид: <http://www.keytown.com>

Это пример самого короткого URL - адреса, который указывает на начальную страницу данной организации. Но она (т.е. начальная страница) содержит ссылки и на другие страницы (в том числе гипертекстовые или гипермедиа). Они указываются далее через косую черту.

Список адресов некоторых наиболее популярных сайтов приведен в приложении.

III.6 Немного об адресах IP и службе имён доменов DNS

На самом деле такие адреса введены ради удобства пользователя. Существует специальный набор программных средств, называемый **службой имён доменов DNS (Domain Name Service)**. Эта служба преобразует имена доменов в так назы-

ваемый IP-адрес (Internet Protocol – протокол Интернета). Он (т.е. IP-адрес) состоит из четырёх байтов, каждый из которых имеет значения от 0 до 225.

Имена доменов часто оканчиваются следующими окончаниями:

- com** - коммерческие организации (commerce),
- edu** - организации системы образования (education),
- org** - различные организации (organization),
- gov** - правительственные учреждения (government),
- net** - провайдеры услуг Internet (network) и т.д.

Часто встречаются идентификаторы стран, например:

- uz** - Узбекистан (Uzbekistan),
- sh** - Швейцария (Switzerland),
- cn** - Китай (China),
- jp** - Япония (Japan),
- ru** - Россия (Russia),
- uk** - Великобритания (United Kingdom),
- de** - Германия (Germany),
- nl** - Голландия (Нидерланды) (The Netherlands),
- kr** - Корея (Korea),
- ca** - Канада (Canada).

Набрав по этим правилам имена крупных фирм, вы наверняка не ошибётесь и выйдете на их основные страницы, например:

<http://www.microsoft.com> - адрес фирмы **Microsoft**, всемирно известной разработчицы программного обеспечения современных персональных компьютеров;

<http://www.intel.com> - адрес фирмы **Intel**, основной разработчицы микропроцессоров;

<http://www.wolfram.com> - адрес фирмы **Wolfram**, разработчицы мощных математических систем Mathematica 3 и Mathematica 4.

Довольно обширные списки адресов содержат каталоги с названиями в роде “жёлтые страницы” и т.д.

III.7 Браузеры Netscape Navigator и Microsoft Internet Explorer

В Интернете множество полезной информации - прогноз погоды, курсы акций и валют, сводки новостей, электронные версии газет и журналов, литература, музыка, спорт и т. д.

Но в этом разнообразии кроется одна большая проблема - проблема совместимости. Ведь общаются компьютеры самых разных типов, операционные системы в которых сильно отличаются друг от друга. В одних компьютерах используется операционная система Windows, а в других Unix. И в этих операционных системах больше различий, чем сходства.

Кроме того, исторически сложилось так, что до своего объединения различные сети выработали свои способы организации работы, свои стандарты (протоколы).

В последние годы выработан единый стандарт **TCP/IP (Transmission Control Protocol / Internet Protocol** – протокол управления пересылками / протокол

Интернета) и работающая на его основе всемирная паутина World Wide Web (сокращенно Web, WWW).

И самое главное - несколько лет назад создано универсальное средство передвижения по сетям, с помощью которого мы с вами получили доступ ко всем ресурсам Интернета (хранилища файлов, Web-странички, базы данных). Средство это называется браузером от английского слова browser - программа просмотра (browse – пролистывать, проглядывать книгу). С помощью браузеров **Netscape Navigator** и **Microsoft Internet Explorer** мы получили в Интернете доступ ко всем его ресурсам (Netscape Navigator - штурман переходов в сети, Microsoft Internet Explorer – исследователь Интернета, разработанный фирмой Microsoft). Netscape Navigator - первый универсальный браузер, получивший всемирное распространение. Миллионы людей привыкли к этой программе. Но в последние 5-6 лет рыбок в этом направлении сделала и фирма Microsoft. Её Internet Explorer практически ни в чём не уступает конкуренту, а по степени интеграции с операционной системой заметно превосходит.

При этом полностью русифицированные версии в Explorer существуют уже несколько лет, а русский Netscape появился только летом 1998 года. В силу этого, у нас Explorer распространён уже заметно шире, чем Netscape.

Библиография

1. Tanenbaum, Andrew S. (1996). Computer Networks. International Third Edition. Prentice-Hall International, Inc. – 814 pages.
2. Halsall, Fred. (1996). Data Communications, Computer Networks and Open Systems / Fred Halsall. 4 th ed. Addison-Wesley Publishing Company Inc. United Kingdom. – 907 pages.
3. Sonya Heemstra de Groot & David Remondo Bueno (2000). Telematics Networks. University of Twente, faculty of Informatics. Materials of lectures.
4. Deitel H.M. & Deitel P.M. Java™ : How to Program. Third Edition. 1999 by Prentice-Hall, Inc. A Pearson Education Company Upper Staddle River, New Jersey. – 1355 pages.
5. Гуломов.С.С. ва бошкалар. Иктисодий информатика: Олий укув юртларининг иктисодиет мутахассисликлари учун дарслик/ С.С. Гуломов, А.Т.Шермухамедов, Б.А.Бегалов; С.С.Гуломовнинг умумий тахрири остида.-Т.: “Узбекистон”, 1999.- 528 б.
6. Дьяконов В.П. Internet. Настольная книга для пользователя. Изд. 2-е, перераб. и дополн. – М.: “Солон-Р”, 2000. - 640 с.
7. Кулаков Ю.А., Омелянский С.В. Компьютерные сети. Выбор, установка, использование и администрирование/ Кулаков Ю.А., Омелянский С.В.-К.: Юниор, 1999. - 544 с., ил.
8. Компьютерные сети. Учебный курс: Официальное пособие. Microsoft для самостоятельной подготовки: Пер. с англ.-2-е изд., испр. и доп.-М.: Издательско-торговый дом «Русская редакция», 1999. - 568 с.: ил.
9. Шафрин Ю. Основы компьютерной технологии. М., 1997- 560 с.

10. Фигурнов В.Э. IBM PC для пользователя. Изд. 6-е, перераб. и доп.-М.: ИНФРА-М, 1995.- 432 с.: ил.
11. Левин А. Самоучитель работы на компьютере. 6-е издание, исправ. и дополн.-М.: Колледж.- 2000.- 656 с.
12. Имамов Э.З., Фаттахов М. Ахборот технологиялари.- Т.: "Молия", 2002. – 140 бет.
13. Имамов Э.З., Фаттахов М. Информационные технологии.- Т.: "Молия", 2002. – 136 стр.
14. Тайлаков Н.И., Ахмедов А.Б. IBM PC компютери. Муस्ताкил урганувчилар ва компютердан фойдаланувчилар учун. – Т.: "Узбекистон", 2001. – 206 бет.
15. Марахимов А.Р., Рахмонкулова С.И. Интернет ва ундан фойдаланиш асослари. Укув кулланма.- Т.: Тошкент давлат техника университети нашриети, 2001.–176 бет, расмлар.
16. Косимов С.С., Обидов А.А. Компютер олами.– Т.: "Чулпон", 2000.-128 б. I. Муаллифдош.

Приложение.

Список адресов некоторых наиболее популярных сайтов

1. <http://www.referat.uz> – адрес сайта, содержащего множество рефератов по различным предметам. Сайт содержит полезную для студентов и учеников информацию
2. <http://can.naytov.com> – адрес социально-политической газеты Центральной Азии
3. <http://umid.uz> – адрес фонда «Умид»
4. <http://www.freenet.uz> – адрес сайта Freenet Узбекистана (Freenet – бесплатная сеть). Данный сайт содержит различную информацию о Центральной Азии. Имеет службу электронной почты
5. <http://www.uzjobs.com/> - адрес сайта биржи труда Узбекистана. Сайт содержит информацию о вакантных рабочих местах по различным специальностям. С помощью этого сайта можно найти себе работу или нужного вам специалиста
6. <http://www.uzland.com/> - адрес специального сайта для гостей Узбекистана. Сайт содержит необходимую для туристов информацию
7. <http://art.esezam.com/> - адрес сайта о современном искусстве Узбекистана
8. <http://vlibrary.freenet.uz> – адрес сайта электронной книги «Виртуальная библиотека». В сайте можно найти адреса виртуальных библиотек
9. <http://ustoz.uz> – адрес Республиканского фонда «Устоз»
10. <http://youthcenter.freenet.uz> – адрес сайта Интернет центра для молодежи
11. <http://www.uzbektennis.uz> – адрес сайта Федерации тенниса Узбекистана
12. <http://www.nirvanet.fr> – адрес сайта о мировой культуре
13. <http://www.familydoctor.ru> – адрес сайта о семейном докторе
14. <http://www.eurasia.org> – адрес сайта фонда «Евразия». Фонд ориентирован на развитие экономики, мелкого предпринимательства
15. <http://www.irex.org> – адрес сайта программы IREX. Программа IREX позволяет научным сотрудникам, преподавателям и различным специалистам принять участие в конкурсе по выполнению научных исследований
16. <http://www.soros.org> – адрес сайта фонда Сорос. Фонд Сорос проводит в Республике Узбекистан ряд мероприятий по развитию Интернета
17. <http://www.unesco.org> – адрес сайта организации ЮНЕСКО. ЮНЕСКО – организация по развитию образования, науки и культуры
18. <http://www.nobel.se> – адрес сайта Нобелевского фонда. Международный Нобелевский фонд премирует ученых за выдающиеся достижения в области физики, химии, биологии, медицины, политики, литературы и др. Нобелевская премия считается одной из авторитетнейших премий мира
19. <http://www.math.utsa.edu/netmath/> - адрес математического сайта Интернета
20. <http://www.nsu.nsk.su> – адрес сайта Новосибирского государственного университета
21. <http://www.nsu.ru> – адрес сайта Национального университета Узбекистана

имени Мирзо Улугбека

22. <http://www.tsue.uz> – адрес сайта Ташкентского государственного экономического университета
23. <http://www.tashkent.uz> – адрес сайта города Ташкента
24. <http://www.wiut.uz> – адрес сайта Вестминстерского интернационального университета в Ташкенте