

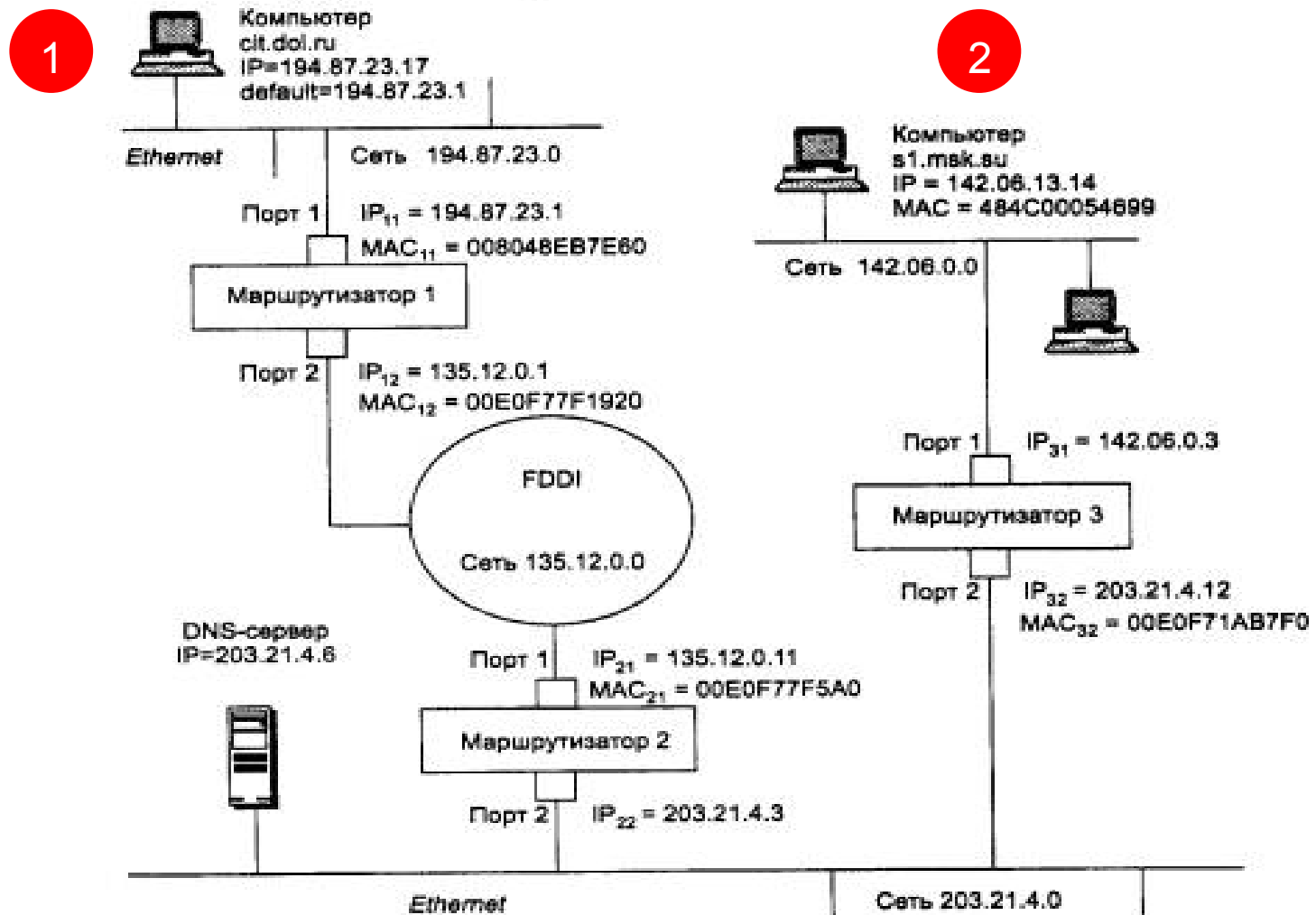


Сети ЭВМ и телекоммуникации

Лекция 7.

Пример взаимодействия в стеке TCP/IP.
Методы коммутации

Пример взаимодействия по сети



Пример взаимодействия по сети

Пусть пользователь компьютера **№1 (cit.dol.ru)**, находящегося в сети Ethernet и имеющего IP-адрес **194.87.23.17** (адрес класса C), обращается по протоколу **FTP** к компьютеру **№2 (s1.msk.su)**, принадлежащему другой сети Ethernet и имеющему IP-адрес **142.06.13.14** (адрес класса B):
> `ftp s1.msk.su`

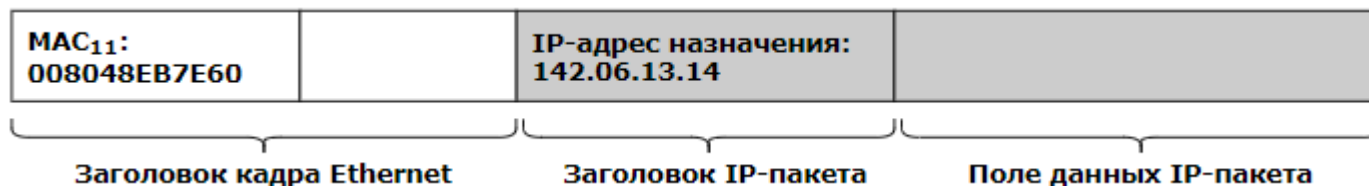
1. Модуль протокола **FTP** упаковывает свое сообщение в **сегмент** транспортного протокола **TCP**, который в свою очередь помещает свой сегмент в **пакет** протокола **IP**. В заголовке IP-пакета должен быть указан IP-адрес узла назначения. Так как пользователь компьютера **№1** использует для обращения символьное имя компьютера **s1.msk.su**, то стек TCP/IP должен определить IP-адрес узла назначения самостоятельно
2. Будем считать, что компьютер **cit.dol.ru** имеет файл `hosts`, а в нем есть строка **142.06.13.14 s1.msk.su**. Таким образом, разрешение имени выполняется локально, и протокол IP может теперь формировать IP-пакеты с адресом назначения **142.06.13.14**

Пример взаимодействия по сети

3. Модуль IP компьютера **cit.dol.ru** проверяет, нужно ли маршрутизировать пакеты с адресом **142.06.13.14**. Так как адрес сети назначения (**142.06.0.0**) не совпадает с адресом (**194.87.23.0**) сети, которой принадлежит компьютер-отправитель, то модуль принимает решение, что маршрутизация необходима
4. Компьютер **cit.dol.ru** начинает формировать кадр Ethernet для отправки IP-пакета маршрутизатору по умолчанию, IP-адрес которого известен - **194.87.23.1**, но неизвестен MAC - адрес, необходимый для перемещения кадра в локальной сети. Для определения MAC - адреса маршрутизатора протокол **IP** обращается к протоколу **ARP**, который просматривает ARP-таблицу. Если в последнее время компьютер **cit.dol.ru** выполнял какие-либо межсетевые обмены, то скорее всего искомая запись, содержащая соответствие между IP- и MAC - адресами маршрутизатора по умолчанию уже находится в кэш-таблице протокола ARP. Пусть в данном случае нужная запись была найдена именно в кэш-таблице: **194.87.23.1 008048EB7E60**

Пример взаимодействия по сети

5. Компьютер **cit.dol.ru** отправляет по локальной сети пакет, упакованный в кадр Ethernet, имеющий следующие поля:



6. Кадр принимается портом 1 Маршрутизатора 1 в соответствии с протоколом Ethernet, так как MAC - узел этого порта распознает свой адрес MAC₁₁. Протокол Ethernet извлекает из этого кадра IP-пакет и передает его программному обеспечению маршрутизатора, реализующему протокол IP. Протокол IP извлекает из пакета адрес назначения **142.06.13.14** и просматривает записи своей таблицы маршрутизации. Пусть Маршрутизатор 1 имеет в своей таблице маршрутизации запись:

142.06.0.0 135.12.0.11 135.12.0.1

которая говорит о том, что пакеты для сети **142.06.0.0** нужно передавать маршрутизатору **135.12.0.11**, находящемуся в сети, подключенной к порту 2 (**135.12.0.1**) Маршрутизатора 1

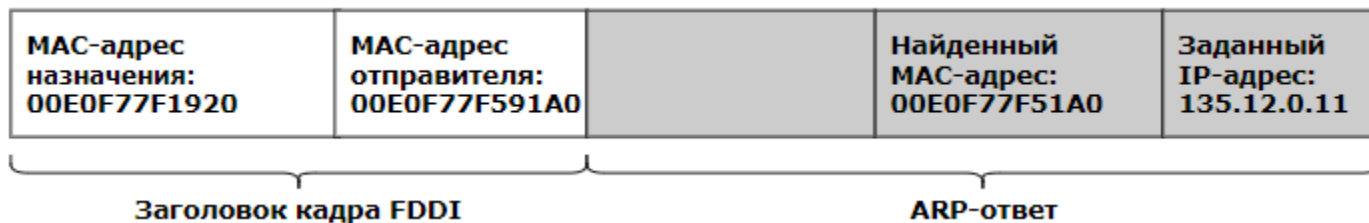
Пример взаимодействия по сети

7. Маршрутизатор 1 просматривает параметры порта 2 и находит, что к нему подключена сеть **FDDI**. Так как сеть FDDI имеет значение MTU большее, чем сеть Ethernet, то фрагментация IP-пакета не требуется. Поэтому Маршрутизатор 1 формирует кадр формата FDDI. На этом этапе модуль IP должен определить MAC - адрес следующего маршрутизатора по известному IP-адресу **135.12.0.11**. Для этого он обращается к протоколу **ARP**. Допустим, что нужной записи в кэш-таблице **не оказалось**, тогда в сеть FDDI отправляется **широковещательный ARP-запрос**, содержащий наряду с прочей следующую информацию:

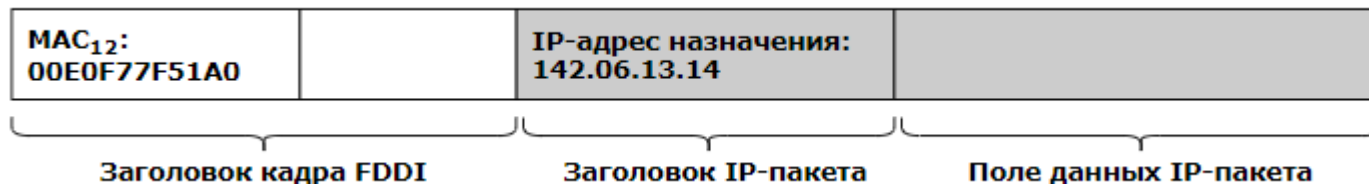
MAC широковещательный: FFFFFFFFFFFF	MAC-адрес отправителя: 00E0F77F1920		Искомый MAC-адрес: 000000000000	Заданный IP-адрес: 135.12.0.11
Заголовок кадра FDDI			ARP-запрос	

Пример взаимодействия по сети

8. Порт 1 Маршрутизатора 2 распознает свой IP-адрес (**135.12.0.11**) и посылает **ARP-ответ** по адресу запросившего узла:

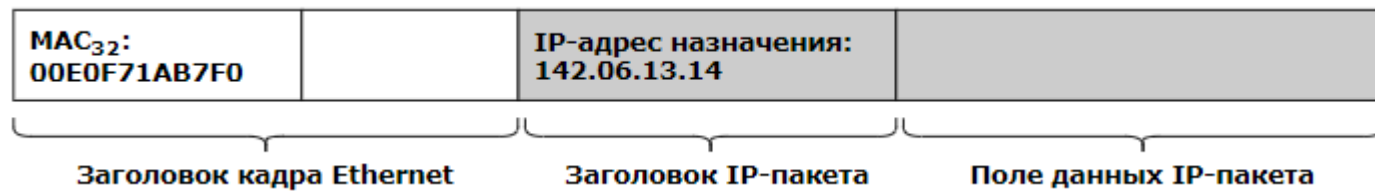


9. Теперь зная MAC - адрес следующего маршрутизатора **00E0F77F51A0**, Маршрутизатор 1 отправляет кадр **FDDI** по направлению к Маршрутизатору 2. Заметим, что в поле IP-адреса назначения никаких изменений **не произошло!!!**



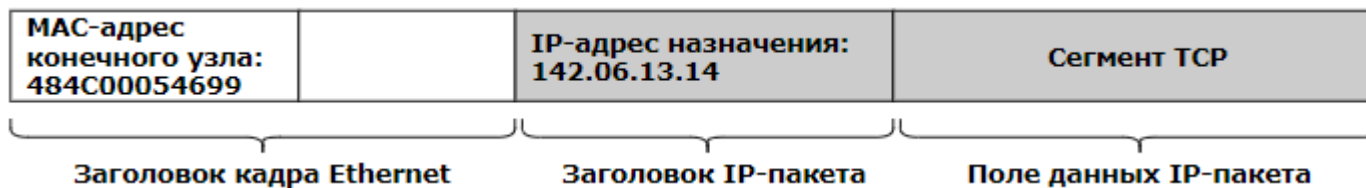
Пример взаимодействия по сети

10. Аналогично действует модуль IP на Маршрутизаторе 2. Получив кадр **FDDI**, он отбрасывает его заголовок, а из заголовка IP извлекает IP-адрес сети назначения и просматривает свою таблицу маршрутизации. Там он может найти запись о конкретной сети назначения:
- 142.06.0.0 203.21.4.12 203.21.4.3
- или при отсутствии такой записи будет использована запись о маршрутизаторе по умолчанию
11. Определив IP-адрес следующего маршрутизатора **203.21.4.12**, модуль IP формирует кадр Ethernet для передачи пакета маршрутизатору 3 по сети Ethernet. С помощью протокола ARP он находит MAC - адрес этого маршрутизатора и помещает его в заголовок кадра. IP-адрес узла назначения, естественно, остается неизменным



Пример взаимодействия по сети

12. Наконец, после того как пакет поступил в маршрутизатор сети назначения (Маршрутизатор 3), появляется возможность передачи этого пакета компьютеру назначения. Маршрутизатор 3 определяет, что пакет нужно передать в сеть **142.06.0.0**, которая непосредственно подключена к его первому порту. Поэтому он посылает **ARP-запрос** по сети Ethernet с IP-адресом компьютера **s1.msk.su**. **ARP-ответ** содержит MAC - адрес конечного узла, который модуль IP передает канальному протоколу для формирования кадра Ethernet:



Пример взаимодействия по сети

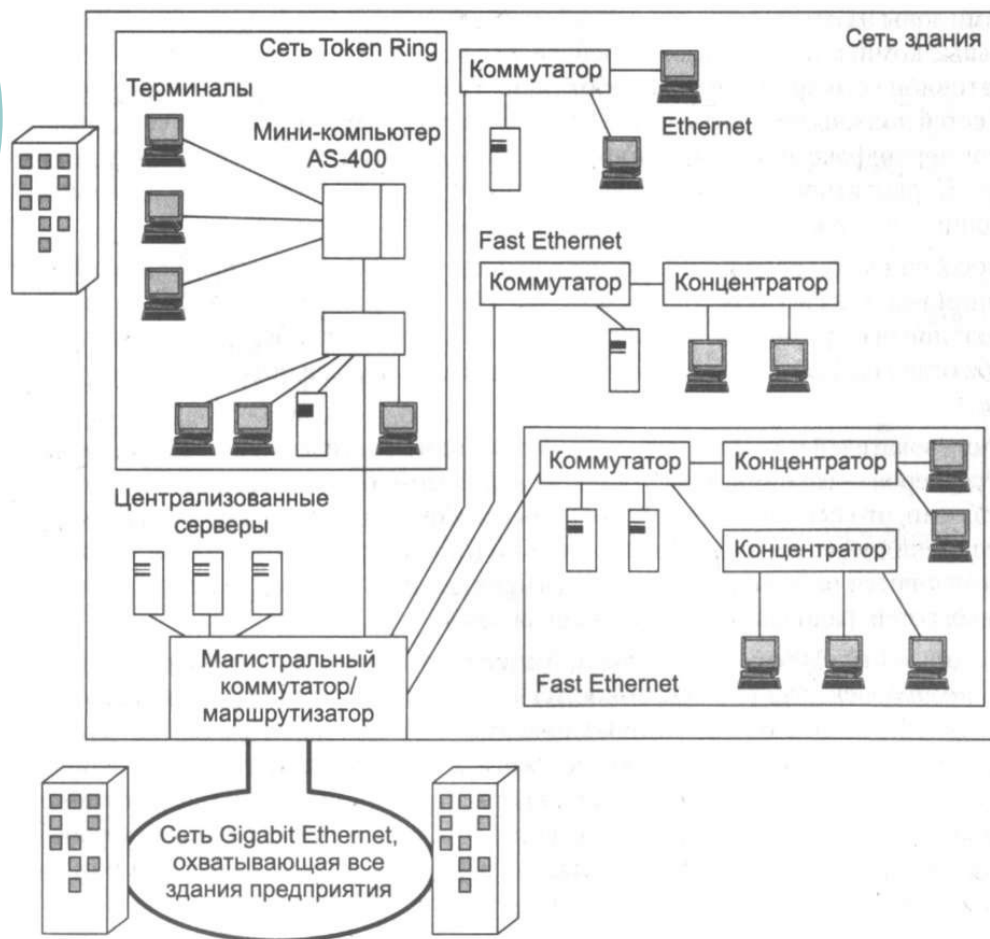
13. Сетевой адаптер компьютера **s1.msk.su** захватывает кадр Ethernet, обнаруживает совпадение MAC - адреса, содержащегося в заголовке, со своим собственным адресом и направляет его модулю IP. После анализа полей IP-заголовка из пакета извлекаются данные, которые в свою очередь содержат сообщение вышележащего протокола. Поскольку в данном примере рассматривается обмен данными по протоколу FTP, который использует в качестве транспортного протокола **TCP**, то в поле данных IP-пакета находится TCP – сегмент
14. Определив из **TCP-заголовка** номер порта, модуль IP переправляет сегмент в соответствующую очередь, из которой данный сегмент попадет программному модулю FTP-сервера

Сети отделов

Сети отделов - это сети, которые используются сравнительно небольшой группой сотрудников, работающих в одном отделе предприятия. Эти сотрудники решают некоторые общие задачи, например ведут бухгалтерский учет или занимаются маркетингом. Считается, что отдел может насчитывать до 100-150 сотрудников



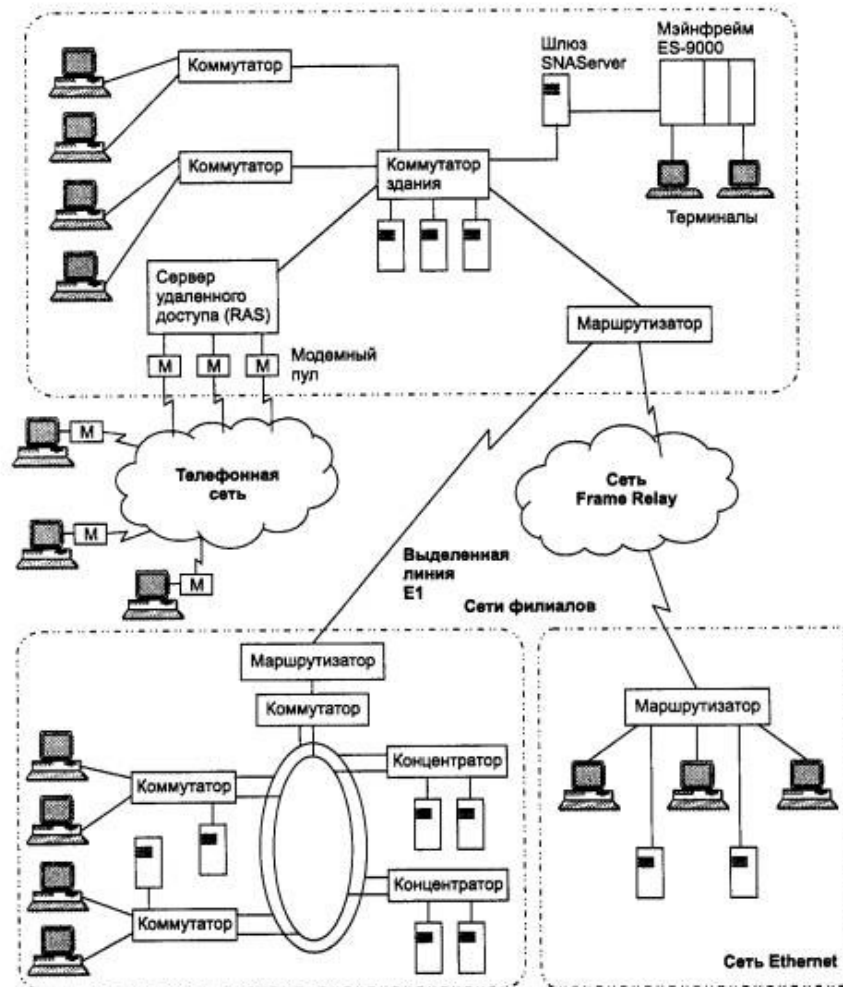
Сети кампусов



Сети кампусов получили свое название от английского слова campus - студенческий городок.

Сети этого типа объединяют множество сетей различных отделов одного предприятия в пределах отдельного здания или в пределах одной территории, покрывающей площадь в несколько квадратных километров. При этом глобальные соединения в сетях кампусов не используются

Корпоративные сети



Корпоративные сети называют также сетями масштаба предприятия, что соответствует дословному переводу термина «enterprise-wide networks»

Непременным атрибутом такой сложной и крупномасштабной сети является высокая степень гетерогенности - нельзя удовлетворить потребности тысяч пользователей с помощью однотипных программных и аппаратных средств. В корпоративной сети обязательно будут использоваться различные типы компьютеров - от мейнфреймов до персоналок, несколько типов операционных систем и множество различных приложений



Требования к современным сетям

- Производительность
 - Время реакции, Пропускная способность, Задержка передачи
- Надежность и безопасность
 - Отказоустойчивость, доступность, сохранность данных
- Расширяемость и масштабируемость
- Прозрачность
- Поддержка различных видов трафика
 - Компьютерный трафик, видеосвязь, телефония
- Управляемость
- Совместимость



Способы коммутации

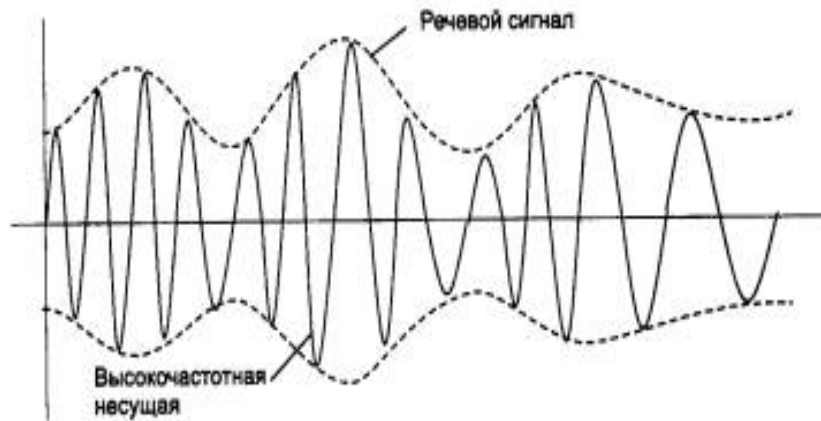
- **Коммутация каналов** (circuit switching)
- **Коммутация пакетов** (packet switching)
- **Коммутация сообщений** (message switching)



Коммутация каналов

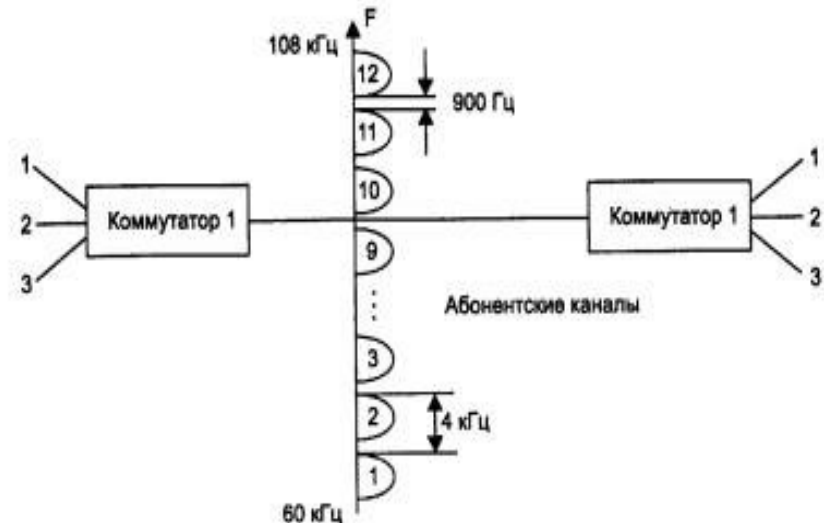
- **Коммутация каналов** подразумевает образование непрерывного составного физического канала из последовательно соединенных отдельных канальных участков для прямой передачи данных между узлами.
- **Техники коммутации каналов:**
 - Техника частотного мультиплексирования (Frequency Division Multiplexing, FDM)
 - Техника мультиплексирования с разделением времени (Time Division Multiplexing, TDM)

Коммутация каналов на основе частотного мультиплексирования (FDM)

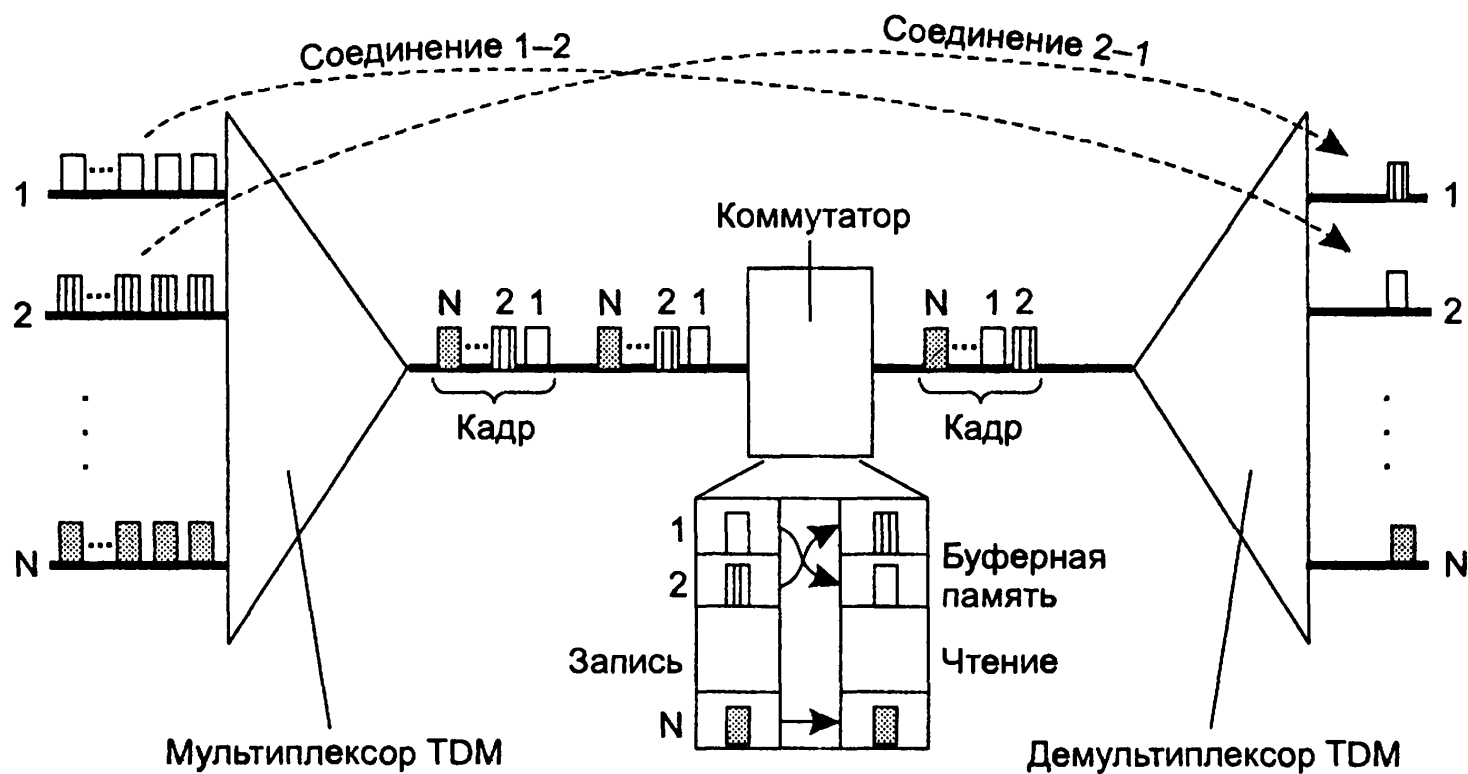


Модуляция речевым сигналом

Коммутация на основе частотного уплотнения



Коммутация каналов на основе разделения времени (TDM)





Свойства сетей с коммутацией каналов

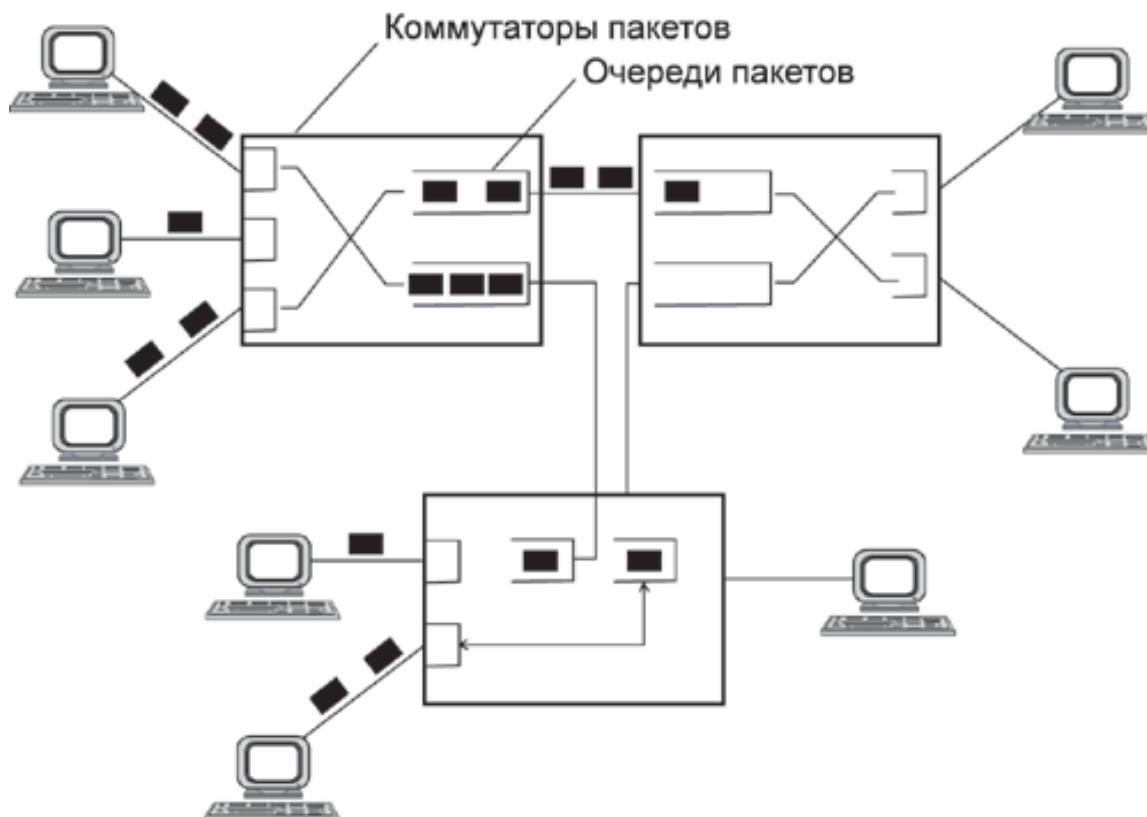
- Сети с динамической коммутацией требуют предварительной процедуры установления соединения между абонентами
- Для FDM-коммутатора емкость выходного канала равна количеству частотных полос этого канала, а для TDM-коммутатора - количеству тайм-слотов, на которые делится цикл работы канала
- Гарантированная пропускная способность сети после установления соединения является важным свойством, необходимым для таких приложений, как передача голоса, изображения или управления объектами в реальном масштабе времени
- Сети с коммутацией каналов хорошо приспособлены для коммутации потоков данных постоянной скорости, когда единицей коммутации является не отдельный байт или пакет данных, а долговременный синхронный поток данных между двумя абонентами

Коммутация пакетов

- **Коммутация пакетов** - это техника коммутации абонентов, которая была специально разработана для эффективной передачи компьютерного трафика

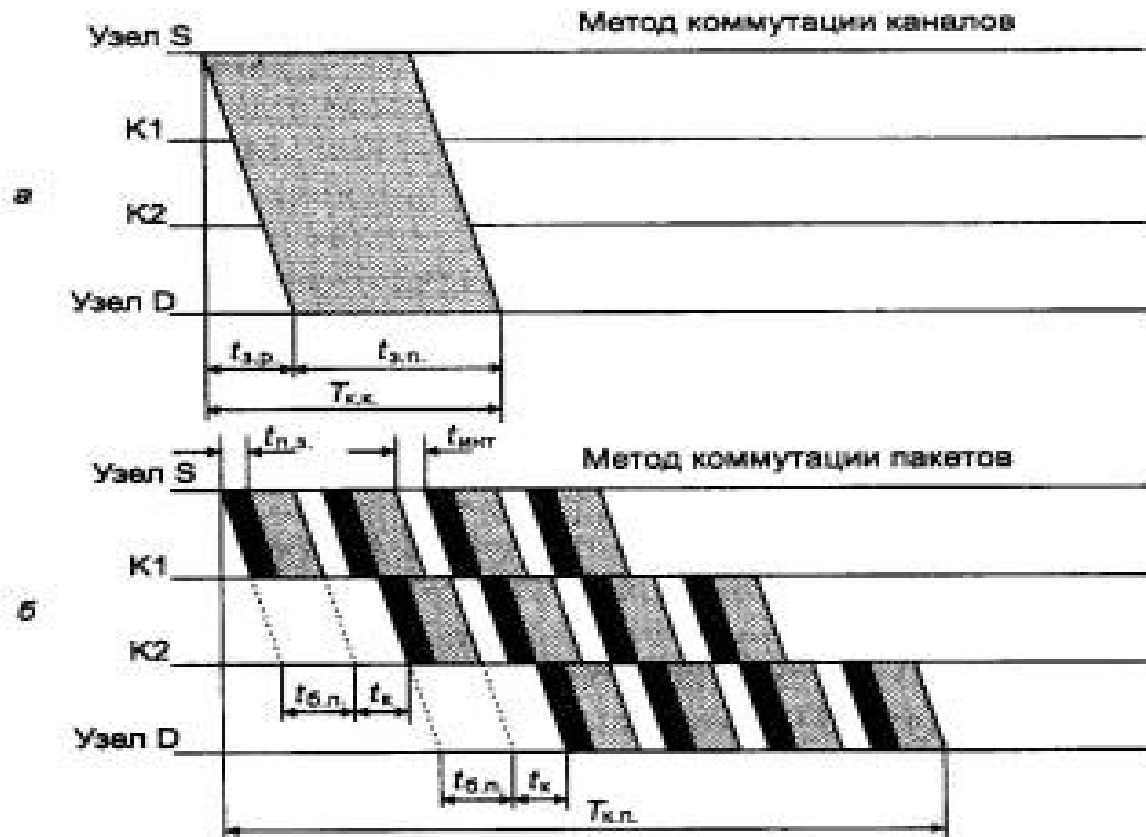


Сглаживание пульсаций трафика в сети с коммутацией пакетов



- Данные нарезаются порциями - пакетами, каждый из которых обрабатывается коммутаторами независимо
- Каждый пакет содержит адрес назначения и адрес отправителя
- Не требуется предварительной процедуры установления соединения

Пропускная способность



Оценка задержки передачи данных

Дано:

Объем сообщения — 200 Кбайт

Расстояние между абонентами — 5000 км

Пропускная способность линии — 2 Мбит/сек

Количество коммутаторов на пути — 10 шт

Время распространения сигнала на 5000 км ≈ 25 мс

Для сети с коммутацией каналов:

$$t_{\text{КК}} = t_{\text{РС}} + t_{\text{ПД}} = 25\text{мс} + 800\text{мс} = 825 \text{ мс}$$

Для сети с коммутацией пакетов (дополнительное время):

$$t_{\text{Д}} = t_{\text{ДЗ}} + t_{\text{ИНТ}} + t_{\text{К}} = 80\text{мс} + 200\text{мс} + 240 \text{ мс} = 520 \text{ мс}$$
$$t_{\text{КП}} = t_{\text{КК}} + t_{\text{Д}} = 1345 \text{ мс}$$



Свойства сетей с коммутацией пакетов

- Сети с коммутацией пакетов были специально разработаны для эффективной передачи пульсирующего компьютерного трафика
- Буферизация пакетов разных абонентов в коммутаторах позволяет сгладить неравномерности интенсивности трафика каждого абонента и равномерно загрузить каналы связи между коммутаторами
- Сети с коммутацией пакетов эффективно работают в том отношении, что объем передаваемых данных от всех абонентов сети в единицу времени больше, чем при использовании сети с коммутацией каналов. Однако для каждой пары абонентов пропускная способность сети может оказаться ниже, чем у сети с коммутацией каналов, за счет очередей пакетов в коммутаторах
- Сети с коммутацией пакетов могут работать в одном из двух режимов: дейтаграммном режиме или режиме виртуальных каналов
- Размер пакета существенно влияет на производительность сети. Обычно пакеты в сетях имеют максимальный размер в 1-4 Кбайт

Коммутация сообщений

Коммутация сообщений предназначена для организации взаимодействия пользователей в режиме off-line, когда не ожидается немедленной реакции на сообщение. При этом методе коммутации сообщение передается через несколько транзитных компьютеров, где оно целиком буферизуется на диске.

