

# Основы построения инфокоммуникационных систем и сетей

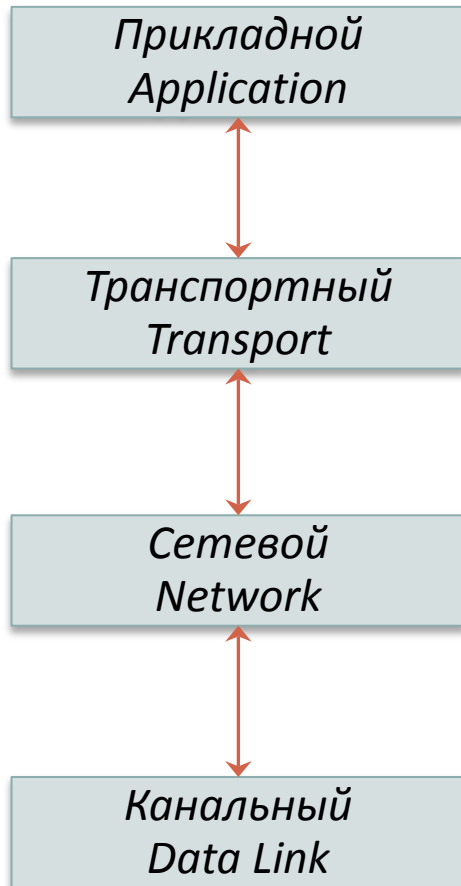
1

ЧАСТЬ II  
СЕТЬ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ.

Тема №1  
Модель TCP/IP

# Модель DoD [Department of Defense]

Для сети ARPANet Министерство обороны США (DoD) был разработан протокол TCP [Transmission Control Protocol] обеспечивающий, в отличие от протокола IP, надежную передачу потоков данных между двумя компьютерами. Этот протокол лег в основу модели которую принято называть TCP/IP или DoD



Telnet, FTP [File Transfer Protocol], SNMP [Simple Network Management Protocol] и тд

Организует для прикладного уровня обмен данными между двумя хостами. Протоколы TCP,UDP[User Datagram Protocol]. TCP отвечает за разделение данных поступающих от приложений на блоки приемлемого для сетевого уровня размера (сегментирование), подтверждать получение пакетов и ожидать подтверждение. UDP рассылает дейтаграммы без гарантии их доставки, требуемая степень надежности должна обеспечивать прикладным уровнем

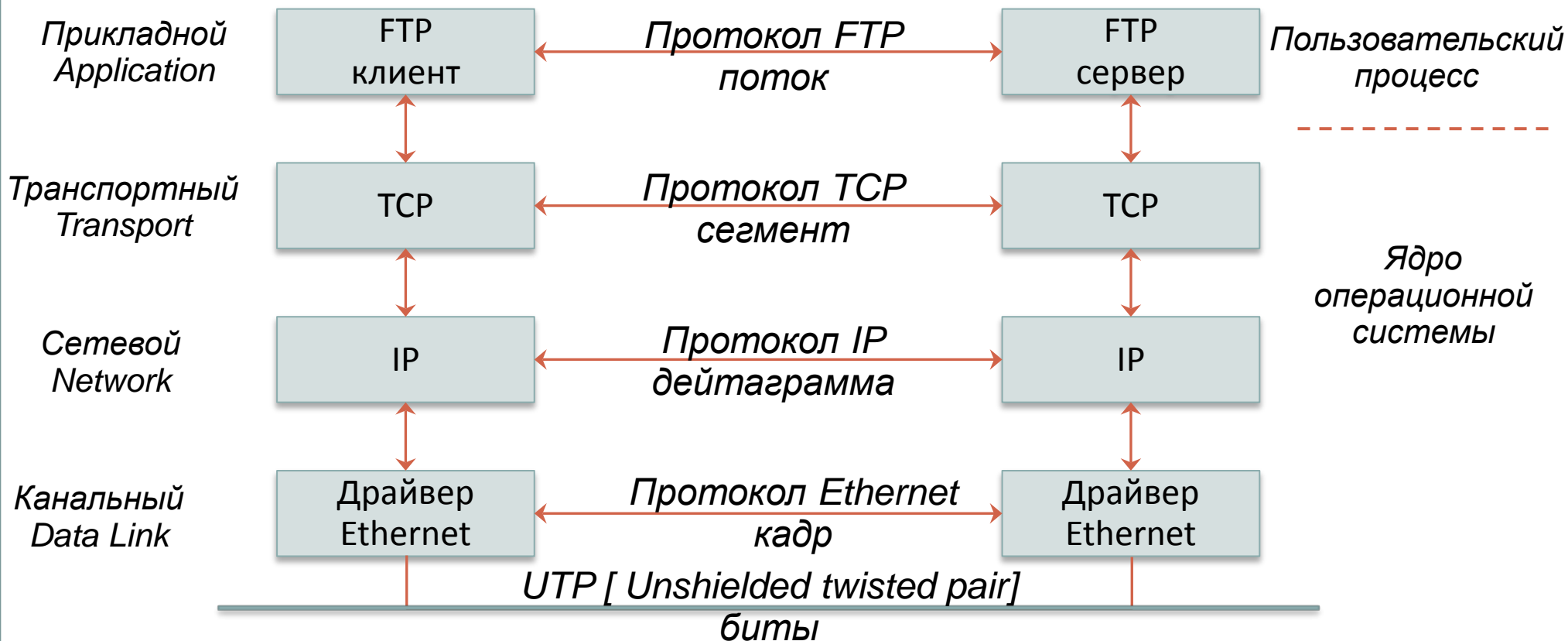
Протоколы IP[Internet Protocol] отвечает за перемещение пакетов по тому или иному маршруту сети. ICMP[Internet Control Message Protocol] служит для обмена информацией об ошибках и важных событиях (ping, traceroute), IGMP[Internet Group Management Protocol] используется для одновременной пересылки данных нескольким хостам (broadcasting, multicasting)

Сетевой интерфейс компьютера (сетевая карта) и соответствующий драйвер этого интерфейса в операционной системе. Вместе они обеспечивают как физическое подключение к кабелю так и управление всеми аппаратными процессами передачи. Протокол Ethernet обеспечивает подключение сетевого интерфейса, протокол ARP используется этим интерфейсом для преобразования IP адреса в MAC адрес канального уровня

# Клиент-серверная архитектура TCP/IP

В качестве примера рассмотрим два компьютера, находящиеся в одной локальной сети, которые осуществляют обмен файлами с помощью протокола FTP. На прикладном уровне это взаимодействие клиент-сервер, под сервером (server) понимается та сторона которая предоставляет партнеру (peer) определенные услуги. Такое распределение характерно для большинства сетевых приложений.

Протокол прикладного уровня реализуется пользовательским процессом, ниже расположенные уровни поддерживаются ядром операционной системы.



# OSI

Модель OSI [Open Systems Interconnection], разработанная ISO, опубликованная в 1982г, создавалась для организации взаимодействия узлов сети передачи данных. На момент создания модели уже были разработаны стеки протоколов X.25, TCP/IP, ОКС7.

## Прикладной

Взаимодействие между приложением и моделью, например между почтовым клиентом и протоколом SMTP[Simple Mail Transfer Protocol]

## Представительный

Преобразование информации протокола прикладного уровня в формат понятный получателю, в том числе шифрование информации. Например протокол защищенных сокетов SSL[Secure Sockets Layer]

## Сеансовый

Управление сеансом связи, определении очередности и продолжительности работы, способы восстановления информации после ошибок, восстановления сеанса если он был прерван на низком уровне. Например, протокол удаленного вызова процедуры [Remote Procedure Call]

## Транспортный

Обеспечение сквозной (из конца в конец) доставки сообщений. Сбор и сегментирование информации от вышележащих уровней. TCP, UDP и SCTP [Stream Control Transmission Protocol]

## Сетевой

Производит выбор маршрута. Для определения наилучшего маршрута постоянно собирается информация о расположении сетей и хостов. Определяет формат адреса, например в IPv4 - 32 бита, а в IPv6 – 128.

## Канальный

Обеспечивает свободную от ошибок передачу пакетов по отдельному каналу связи.

## Физический

Физическая среда, сетевые разъемы, методы передачи и кодирования сигнала

# Основы построения инфокоммуникационных систем и сетей

5

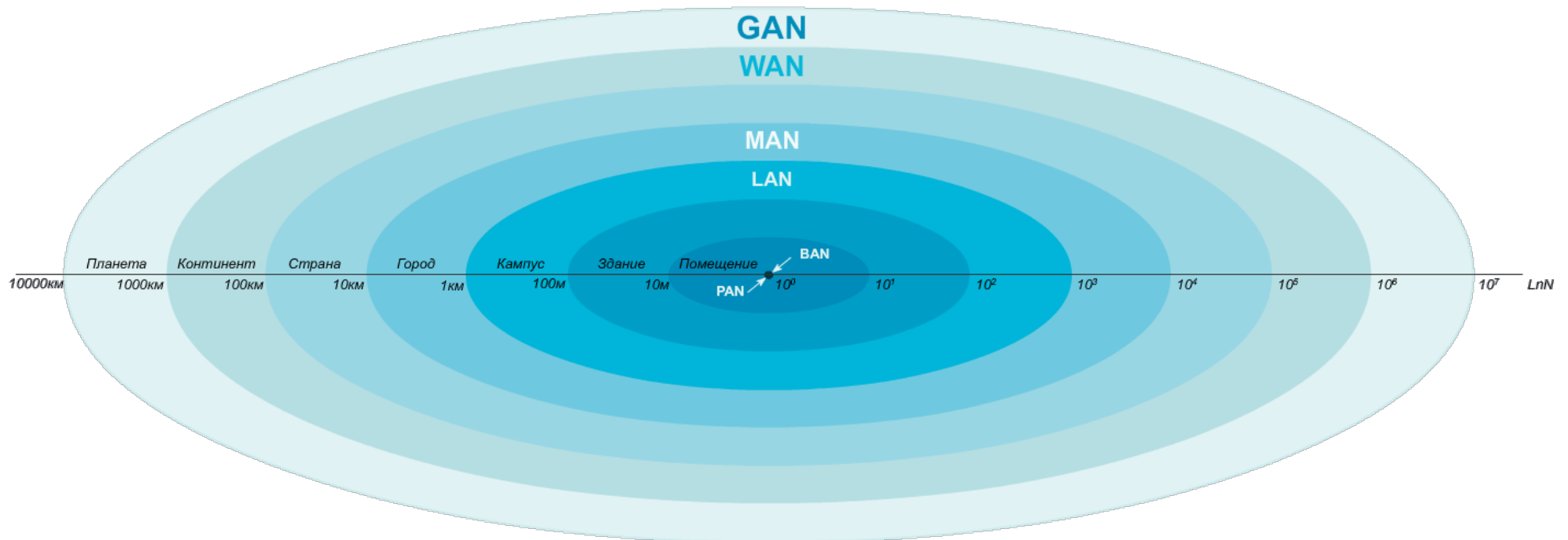
ЧАСТЬ II  
СЕТЬ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ.

Тема №2

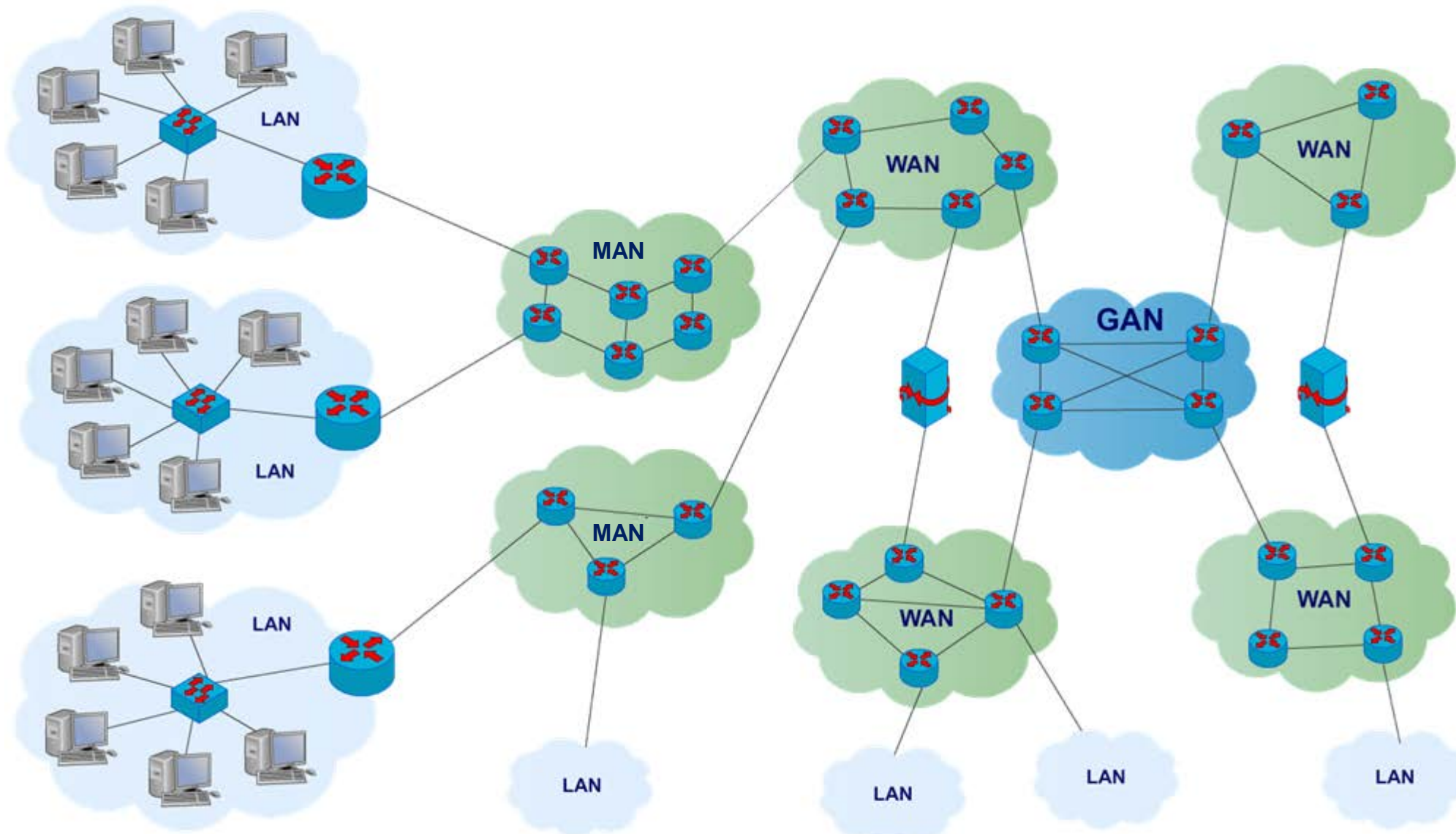
Типы сетей. Основные элементы крупных сетей

# Топология сети

Принцип построения сетевого оборудования зависит от того какую территорию это оборудование обслуживает. Глобальная сеть Интернет GAN (Global Area Network), охватывающая всю планету, состоит из сетей стран и континентов - WAN (Wide Area Network), которые связывают сети городов MAN (Metropolitan Area Network), а те объединяют локальные сети LAN (Local Area Network) предприятий, учреждений, жилых район и тд. На следующем уровне расположены персональные сети — PAN (Personal Area Network) обслуживающие персональные устройства пользователя и нательные сети BAN (Body Area Network)



# Сети LAN, MAN, WAN, GAN



Основными элементами этих сетей являются коммутаторы (switch) и маршрутизаторы (router).

# Основы построения инфокоммуникационных систем и сетей

8

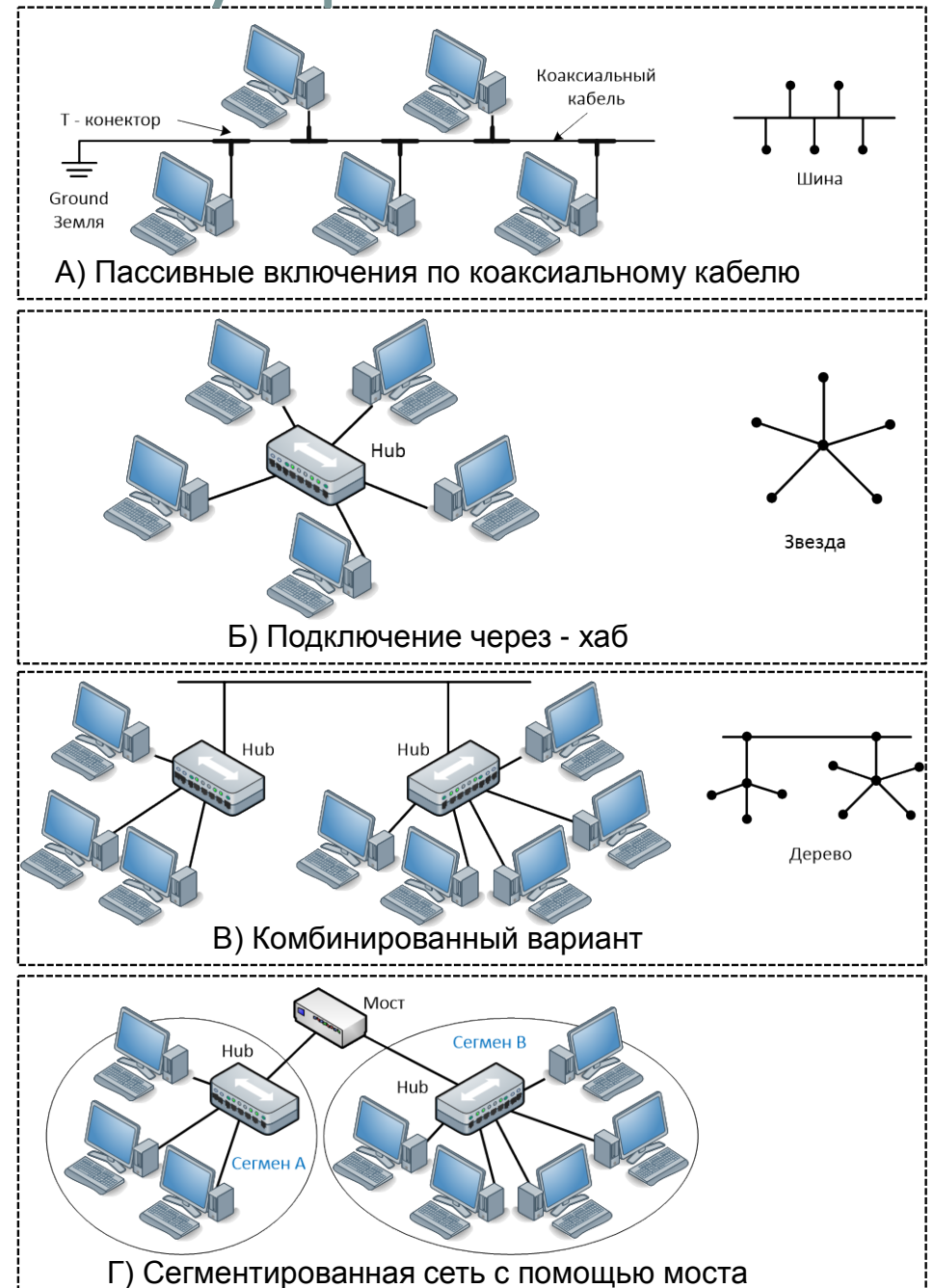
ЧАСТЬ II  
СЕТЬ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ.

Тема №3  
Коммутатор



# Эволюция локальных устройств

Наиболее простой способ соединения компьютеров - это подключение их к физической шине, организованной на базе коаксиального кабеля. Такой вариант предполагает использования единой среды всеми устройствами, иными словами все компьютеры находятся в одном домене коллизий и каждое устройство перед началом передачи должно убедиться что среда свободна. В скором времени шинную топологию сменила топология звезда, центром которой являлся хаб [hub] работающий на физическом уровне OSI. Хаб принимал сигнал и раздавал его на все активные порты. Наличие хабов позволило повысить надежность, но не решило задачу разделения общей полосы пропускания. Для сегментирования сети компанией DEC были разработаны мосты [bridge]. Обычно один двухпортовый мост связывал два сегмента сети. В отличие от хаба мост работал на канальном уровне, те не просто пересылал все пакеты, а анализировал их и осуществлял отправку только тех которые были предназначены другому сегменту. Увеличение плотности устройств в сегменте привело к необходимости создания многопортового моста, который мог бы одновременно устанавливать несколько соединений между различными портами, такое устройство получило название коммутатор [switch].



# Коммутатор

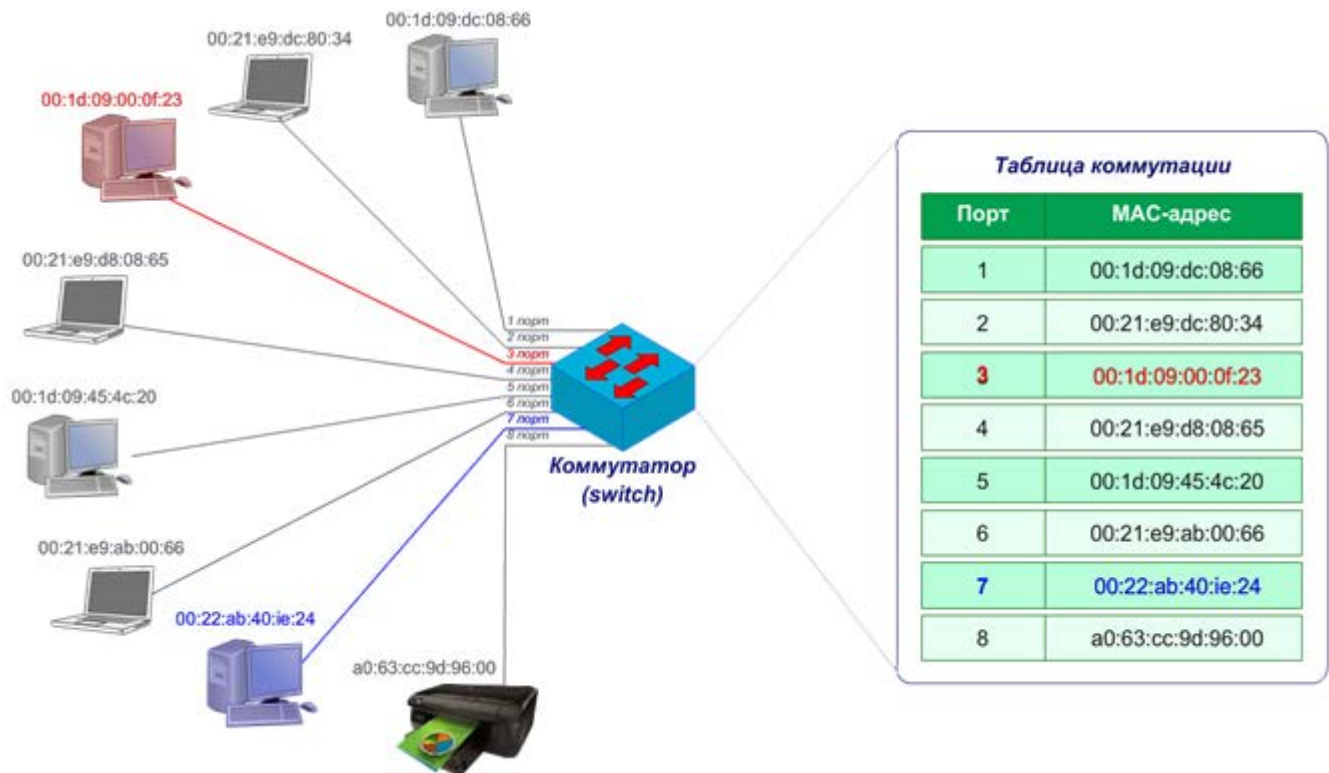
Коммутатор – это устройство, работающее на канальном уровне, предназначенное для соединения нескольких узлов компьютерной сети в пределах одного или нескольких сегментов сети. Любой узел, подключенный к одному из портов коммутатора, может взаимодействовать с другими узлами, подключенными к другим его портам. Для однозначной идентификации узлов используется MAC (Media Access Control)-адресация.

MAC-адрес позволяет уникально идентифицировать каждый узел сети (сетевой адаптер) и доставлять данные только этому узлу.

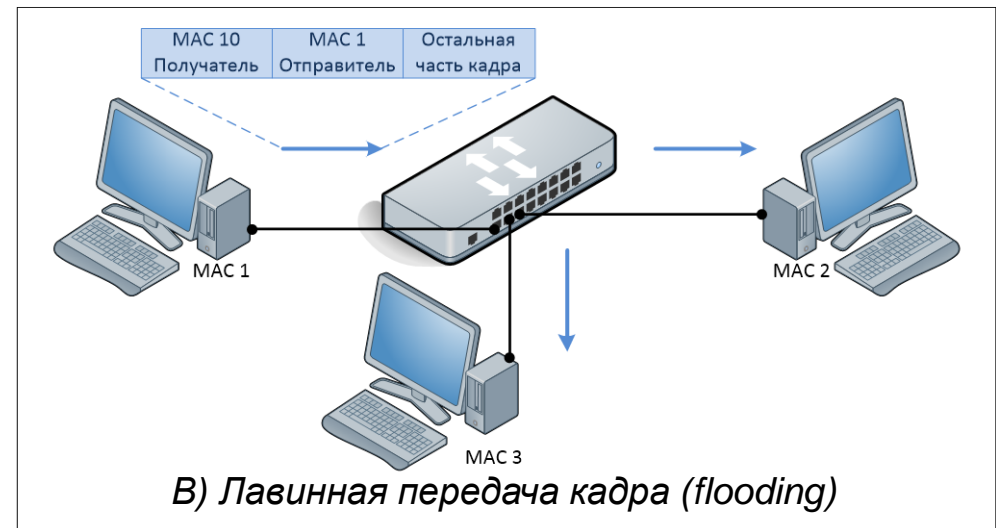
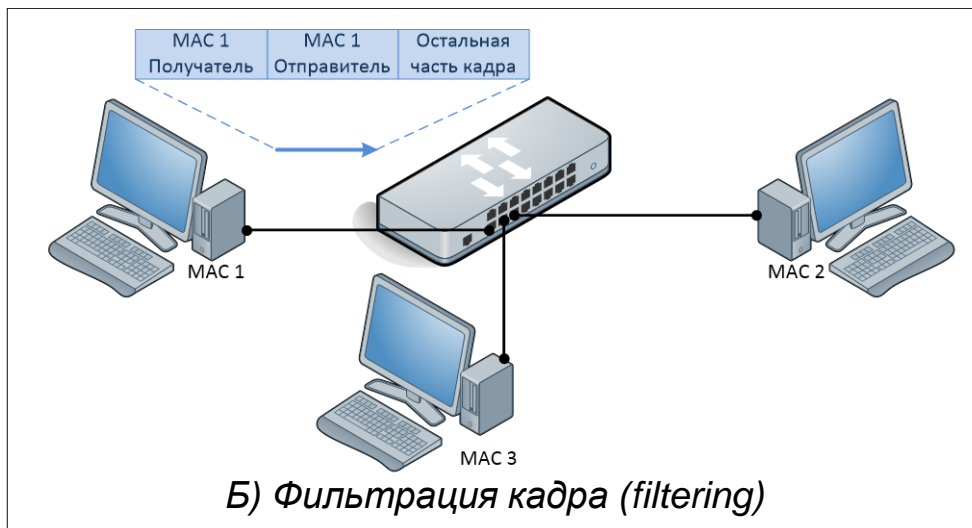
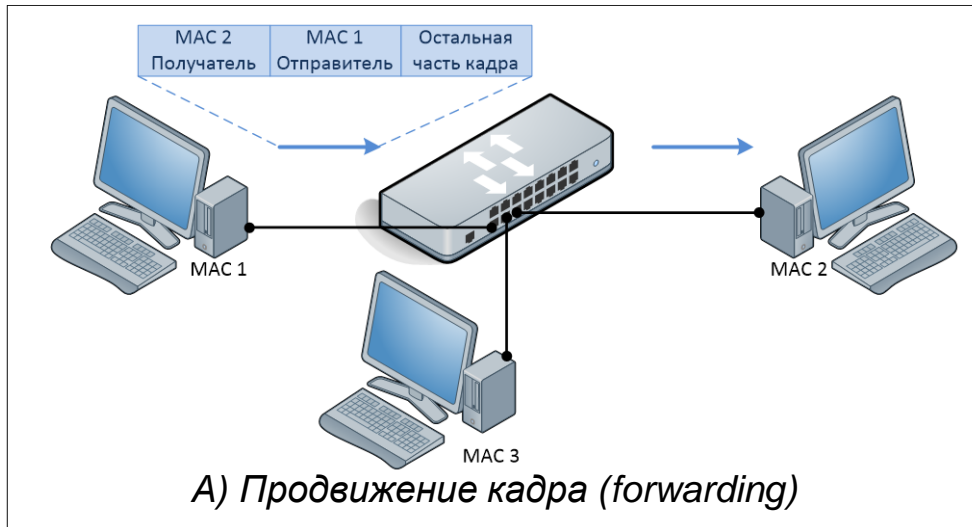
Каждый порт коммутатора предоставляет выделенную полосу пропускания для подключенного к нему устройства. Порт соединяется с другим портом, что позволяет двум устройствам создать соединение точка-точка. Коммутатор применяет полнодуплексную связь, одна пара проводов в нем используется для отправки, а другая – для приема.

Процесс работы коммутатора начинается с динамического заполнения таблицы коммутации [Forwarding DataBase], связывающей номера портов коммутатора с MAC-адресами подключенных к ним устройств. С целью наблюдения за состоянием устройств подключенных к коммутатору для каждой записи указывается время старения. В случае нового обращения к устройству время обновляется, если за все время обращений не было запись удаляется из таблицы.

Помимо динамического заполнения FDB возможен статический вариант, в этом случае записи вносятся администратором и время старения не указывается.



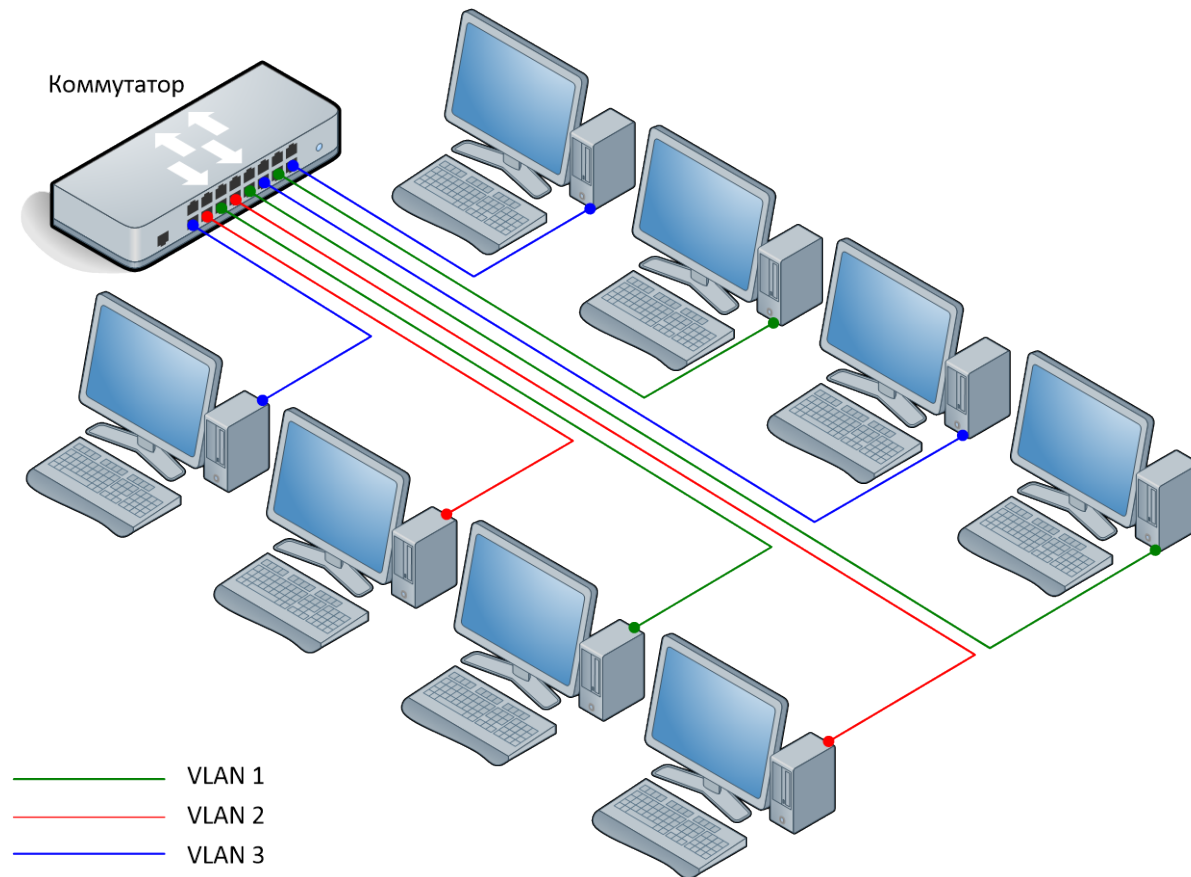
# Возможные варианты обработки кадра



Получив кадр коммутатор извлекает из него MAC-адрес назначения сравнивает его с информацией хранящейся в FDB и в зависимости от результата поступает следующим образом:

- передает кадр через выходной порт, если MAC-адрес назначения есть в таблице и не принадлежит источнику передачи;
- отбрасывает кадр, в случае совпадения адресов;
- создает копии кадра и отправляет по всем портам, в случае если адрес назначения отсутствует в таблице.

# Виртуальные локальные сети



На базе одного коммутатора возможно организовать несколько независимых логических сетей, те если мост физически изолирует сегменты сети, то коммутатор логически. Сети в которых трафик логической группы устройств, на канальном уровне, изолирован от других устройств получили название виртуальные локальные сети [virtual local access network]

Виртуальные сети позволяют группировать сетевые устройства независимо от их физического размещения, ограничить распространение широковещательного трафика, что приводит к повышению уровня безопасности и эффективному использованию полосы пропускания.

Виртуальная сеть на коммутаторе может быть организована на основе MAC адресов, портов.

# Основы построения инфокоммуникационных систем и сетей

13

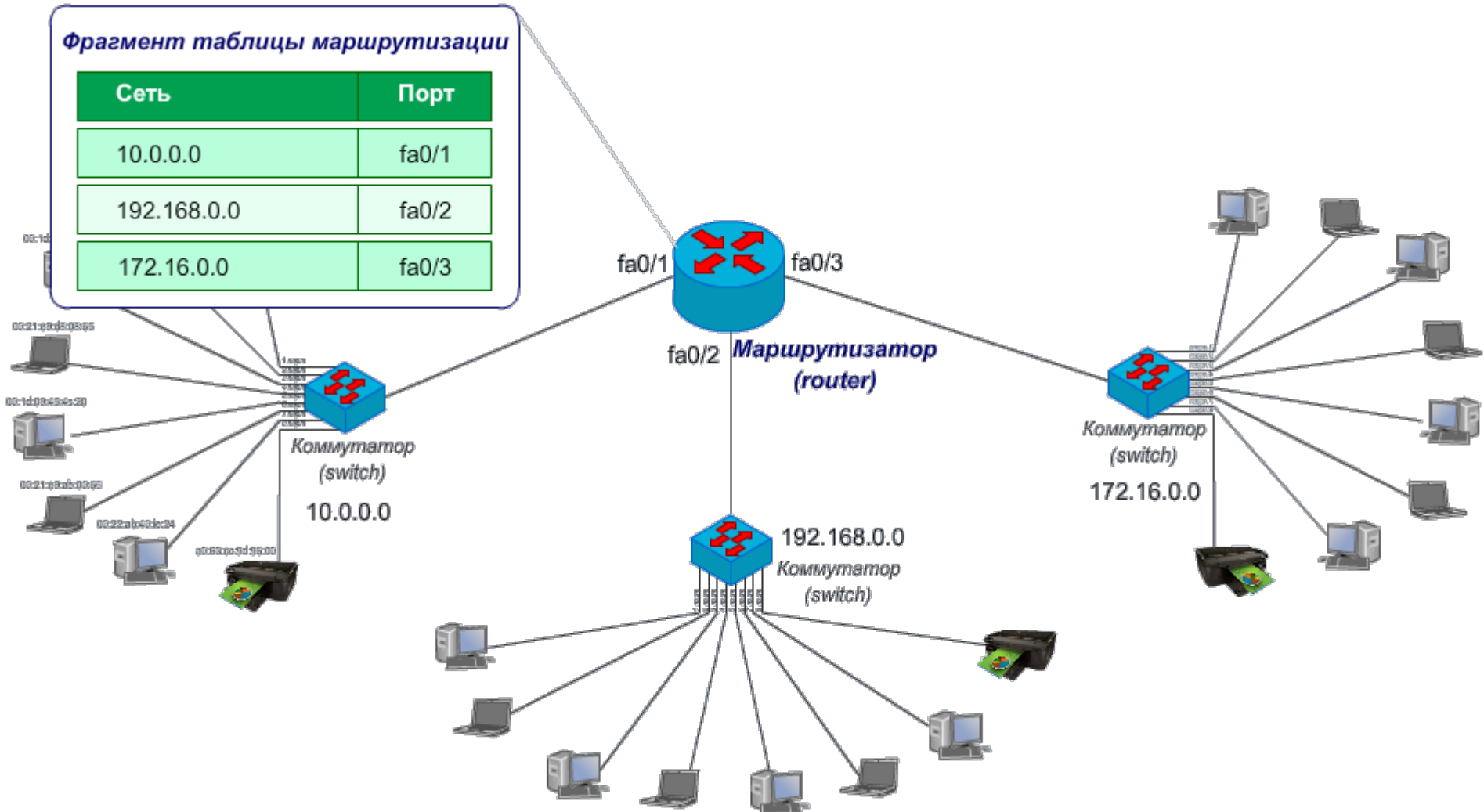
ЧАСТЬ II  
СЕТЬ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ.

Тема №4  
Маршрутизатор



# Анализ IP адреса

Коммутатор предназначен для подключения узлов локальной сети. Маршрутизатор отвечает за подключение одной локальной сети к другой. Если коммутатор анализирует MAC-адрес в заголовке кадра Ethernet, то маршрутизатор работает с пакетом сетевого уровня, а именно с IP-адресом.



# Маршрутизатор

Маршрутизаторы работают на Сетевом уровне модели OSI. Это значит, что они могут переадресовывать и маршрутизировать пакеты через множество сетей, обмениваясь информацией между раздельными сетями.

Маршрутизаторам доступно больше информации, чем коммутаторам, и они используют ее для оптимизации доставки пакетов. Маршрутизаторы могут совместно использовать данные о состоянии маршрутов и, основываясь на этой информации, обходить медленные или неисправные каналы связи.

Маршрутизатор может фильтровать трафик на основе списков контроля доступа (ACL - Access control list), при необходимости, фрагментировать пакеты. ACL определяет, кто или что может получать доступ к конкретному объекту, и какие именно операции разрешено или запрещено этому субъекту проводить над объектом.

Маршрутизатор получает информацию о маршрутах и изменениях в сети с помощью протоколов маршрутизации прикладного уровня (RIP, BGP, OSPF и т.п.). Эти протоколы сообщают маршрутизатору об изменении маршрутов (отключении каналов, перегрузках), а также уведомляют о других, более экономичных, маршрутах. С помощью этих протоколов обновляются таблицы маршрутизации и передаются сообщения о возникновении у маршрутизатора проблем или его отключении.

# Основы построения инфокоммуникационных систем и сетей

16

ЧАСТЬ II  
СЕТЬ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ.  
Тема №5  
Персональные и нательные сети.



# Персональные сети PAN (Personal Area Network)

Зона покрытия таких сетей составляет несколько квадратных метров и предназначены они для обслуживания персональных устройств, обычно, одного пользователя. К таким устройствам относятся различные гаджеты (гарнитуры, клавиатуры, мышки, электронные книжки, фотоаппараты, камеры, навигаторы, планшеты, смартфоны и тд), а так же бытовая техника (холодильники, весы, телевизоры, системы освещения и прочее). Наличие столь разных обслуживаемых устройств приводит и к разным принципам построения.

# PAN. Технология Bluetooth

Характерными чертами гаджетов являются их персональность (принадлежат конкретному пользователю) небольшой размер, наличие автономного питания. Обычно пользователь носит эти устройства с собой, но не берет с собой кабели подключения (стационарный компьютер подключенный к принтеру смотрится органично, а вот планшет связанный кабелем с принтером как-то не очень). Это приводит к тому, что персональные сети таких устройств начинают тяготеть к беспроводному подключению и в последнее время говорят о беспроводных персональных сетях — WPAN. Другой особенностью этих сетей является безопасность. Сети перемещаются вместе с их владельцем и крайне важно обеспечить конфиденциальность передачи информации, что возможно лишь при использовании протоколов аутентификации и криптографии. Стандартным протоколом для таких сетей стал Bluetooth [802.15.1]. Сеть, построенная на базе этого протокола получила название пикосеть (piconet). Пикосеть состоит из главного узла и подчиненных. Вся связь осуществляется через главный узел (точка-точка), прямой связи между подчиненными узлами нет. Несколько пикосетей могут быть объединены в рассеянную сеть (scatternet).

# Технология ZigBee

ZigBee [802.15.4] ориентирован на беспроводное подключение стационарных объектов, предназначен для низкоскоростных приложений, которым требуется длительное время автономной работы. Управляющими объектами ZigBee-сети являются координатор и роутеры, питание которых осуществляется от электрической сети. Сеть поддерживает как простые топологии, характерные для ранее рассмотренных сетей, так и сложные ячеистые топологии с маршрутизацией и ретрансляцией сообщений. Основное применение ZigBee это автоматизация жилых помещений, организация систем управления и мониторинга в промышленных зонах. Характерный пример — система освещения здания.

# Нательные сети BAN (Body Area Network)

Нательные сети относятся к классу беспроводных сетей, стандартизированы IEEE 802.15.6. Основное применение находят в медицине, используются для установки носимых и имплантированных сенсорных узлов, но могут применяться и для любых других приложений, например в интерактивных играх. Сеть строится по топологии звезда, сенсорные узлы связываются с шлюзом, в роли которого может выступать смартфон, планшет или нательный контроллер.

# Основы построения инфокоммуникационных систем и сетей

21

ЧАСТЬ II  
СЕТЬ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ.  
ВОПРОСЫ И ЛИТЕРАТУРА

# Список литературы

- **Сети связи. Учебник для ВУЗов**//Гольдштейн Б. С., Соколов Н. А., Яновский Г.Г.//СПб.: БХВ – Санкт-Петербург, 2011. – 400 с. ISBN 978-5-9775-0474-4
- **Основы сетей передачи данных. Курс лекций**// В.Г. Олифер, Н.А. Олифер//М.: ИНТУИТ.РУ «Интернет-университет информационных технологий», 2003. – 248с.
- **Современные компьютерные сети. 2-е изд.** // В.Столлингс // СПб.: Питер, 2003 – 783с.
- **Технологии коммутации и маршрутизации в локальных компьютерных сетях.** // В. Столлингс // Москва.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2013 – 389с.

## Вопросы

1. Модель TCP/IP.
2. Клиент-серверная архитектура.
3. Сравнение модели TCP/IP и OSI.
4. Классификация сетей передачи данных.
5. Основные элементы организации связи в сетях передачи данных
6. Эволюция устройств локальной сети. Принципы работы коммутатора.
7. Коммутатор. Варианты обработки кадра.
8. Коммутатор. Виртуальные частные сети.
9. Маршрутизатор.
10. Технологии персональных и нательных сети.