

# **Технические средства объединения больших сетей**



# Территориально-распределенная сеть

Совокупность различных сетей (подсетей, ЛВС), расположенных на значительных расстояниях друг от друга и объединенных в единую сеть с помощью телекоммуникационных средств, представляет собой *территориально-распределенную сеть*, которую можно рассматривать как совокупность различных сред передачи, коммуникационных протоколов и систем управления сетями.

# Глобальная сеть Интернет

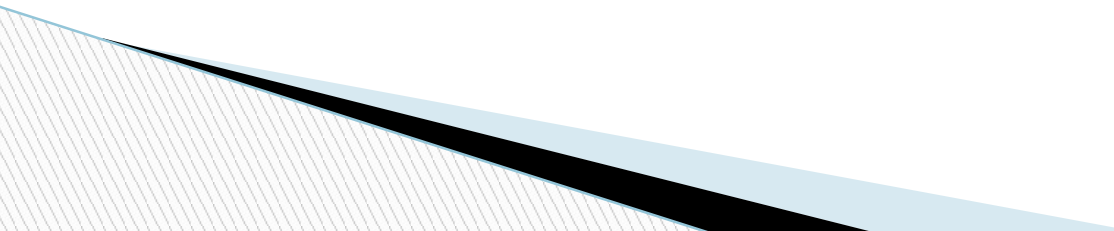
Современные средства телекоммуникаций объединяют множество взаимосвязанных территориально-распределённых и локальных вычислительных сетей (представляющие собой подсети) различных организаций практически всего земного шара в единую сеть - **глобальную вычислительную сеть Internet.**

Для корректной работы глобальных сетей необходимо все сетевые стандарты связать так, чтобы они могли сосуществовать друг с другом, включая сети не на ЛВС-стандартах, такие как сети X.25 или IBM SNA

# Характерные особенности глобальных сетей

1. **Неограниченный** территориальный охват.
2. Сеть объединяет ЭВМ самых **разных классов**, локальные и территориальные сети **разных технологий**.
3. Для объединения различных сетей и передачи данных на большие расстояния используется специальное оборудование, а именно: **аппаратура передачи данных** (модемы, приемопередатчики и т.п.) и **активное сетевое оборудование** (маршрутизаторы, коммутаторы, шлюзы).
4. Топология глобальных сетей, в общем случае, **произвольная**.
5. Одной из важнейших задач, решаемой при построении глобальной сети, является организация эффективной **маршрутизации** передаваемых данных.
5. Глобальная сеть может содержать **каналы связи разных типов**: кабельные оптические и электрические, в том числе телефонные, беспроводные радио и спутниковые каналы, имеющие различные пропускные способности (от нескольких кбит/с до сотен Гбит/с)

# Достоинства глобальных сетей

1. Предоставление пользователям сети *неограниченного доступа к любым вычислительным и информационным ресурсам*, а также множества специфических услуг, таких как электронная почта, голосовая связь, конференцсвязь, телевидение по запросу, доступ к разнообразным информационным ресурсам и т.д.
  2. Возможность *доступа к ресурсам сети практически из любой точки* Земного шара.
  3. Возможность *передачи по сети любых видов данных*, в том числе таких специфических как аудио и видео.
- 

# Технические средства объединения сетей

## Классификация технических средств

*Пассивные*

Повторители

Концентраторы

*Активные*

Мосты

Маршрутизаторы

Коммутаторы

Шлюзы

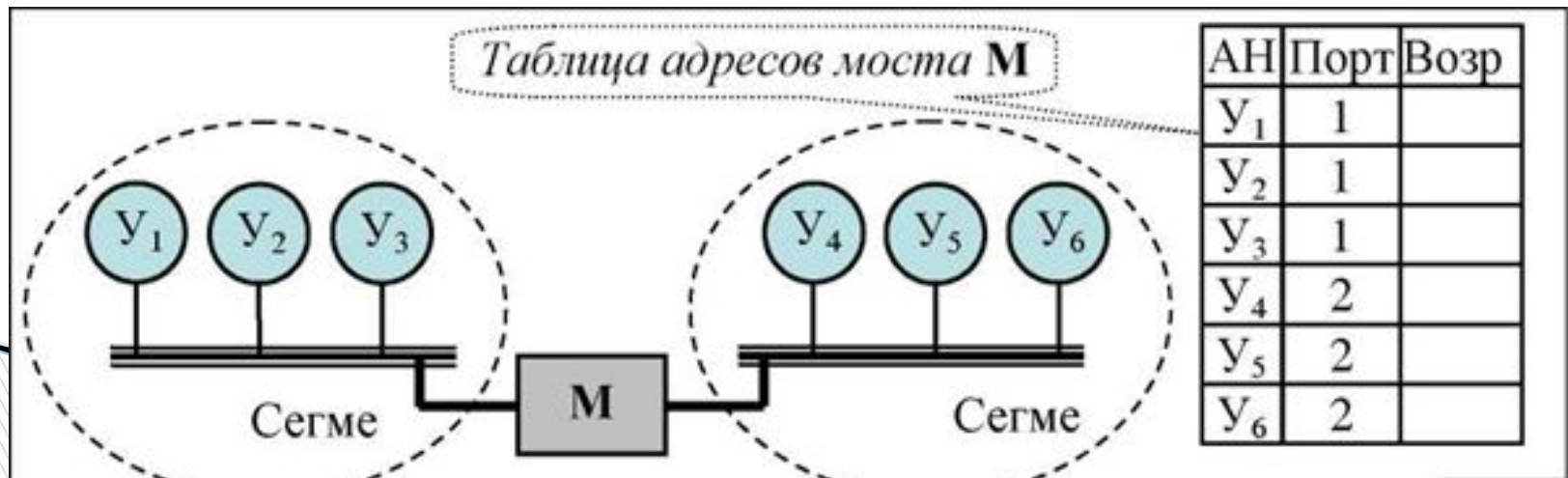
# Мосты

*Мост* - простейшее сетевое устройство, *объединяющее локальные или удаленные сегменты* и *регулирующее прохождение кадров между ними*. Подсоединенные к мосту сегменты образуют логически единую сеть, в которой любая станция может использовать сетевые ресурсы, как своего сегмента, так и всех доступных через мост сегментов.

# Мосты

Мост работает на *подуровне МАС* второго канального уровня и *прозрачен* для протоколов более высоких уровней, то есть принимает решение о передаче кадра из одного сегмента в другой на основании физического адреса (МАС-адреса) станции назначения. Для этого мост формирует таблицу адресов (ТА), которая содержит :

- список МАС-адресов (адресов назначения, АН) станций, подключенных к мосту;
- направление (порт), к которому станция подключена;
- "возраст" с момента последнего обновления этой записи





# Достоинства мостов

- ❖ относительная простота и дешевизна объединения ЛВС;
- ❖ "местные" (локальные) кадры остаются в данном сегменте и не загружают дополнительно другие сегменты;
- ❖ присутствие мостов прозрачно для пользователей;
- ❖ мосты автоматически адаптируются к изменениям конфигурации сети;
- ❖ мосты могут объединять сети, работающие с разными протоколами сетевого уровня;
- ❖ ЛВС, объединенные мостами, образуют логически единую сеть, т.е. все сегменты имеют один и тот же сетевой адрес; поэтому перемещение компьютера из одного сегмента в другой не требует изменения его сетевого адреса;
- ❖ мосты, благодаря простой архитектуре, являются недорогими устройствами.

# Недостатки мостов

- a) дополнительная задержка кадров в мостах;
- b) не могут использовать альтернативные пути; из возможных путей всегда выбирается один, остальные - блокируются;
- c) могут способствовать значительным всплескам трафика в сети, например, при передаче кадра, адрес которого еще не содержится в таблице моста; такие кадры передаются во все сегменты;
- d) не могут предотвращать "широковещательные штормы";
- e) не имеют средств для изоляции ошибочно функционирующих сегментов.

# Прозрачные мосты

*Прозрачные мосты* (transparent bridges) предназначены для объединения сетей с *идентичными протоколами* на канальном и физическом уровнях, например, Ethernet-Ethernet, Token Ring-Token Ring.

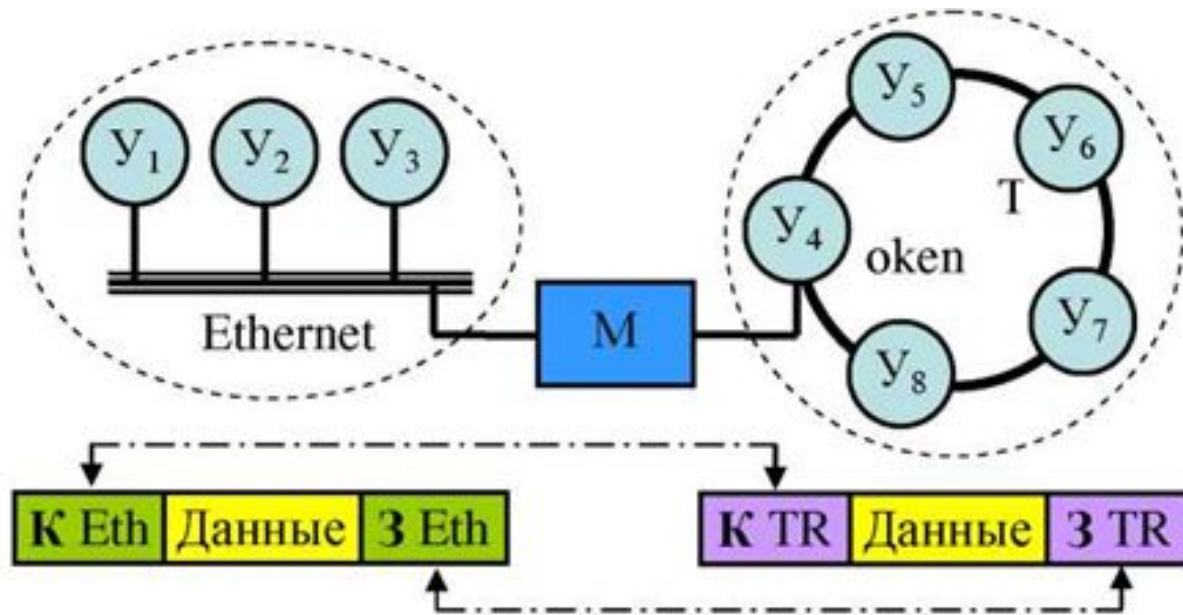
Прозрачный мост является самообучающимся устройством: в процессе работы для каждого подключенного сегмента автоматически строит таблицу адресов с адресами станций, находящихся в сегменте.

# Алгоритм функционирования моста

- прием поступающего кадра в буфер моста;
- анализ адреса отправителя (АО) и его поиск в таблице адресов (ТА);
- если АО отсутствует в ТА, то этот адрес и номер порта, по которому поступил кадр, заносятся в ТА;
- анализ адреса получателя (АП) и его поиск в ТА;
- если АП найден в ТА, и он принадлежит тому же сегменту, что и АО (т.е. номер выходного порта совпадает с номером входного порта), кадр удаляется из буфера;
- если АП найден в ТА, и он принадлежит другому сегменту, кадр передается в этот сегмент (на соответствующий порт);
- если АП отсутствует в ТА, то кадр передается во все сегменты, кроме того сегмента, из которого он поступил.

# Транслирующие мосты

*Транслирующие мосты* (translating bridges) предназначены для объединения сетей с *разными протоколами* на канальном и физическом уровнях, например, Ethernet и Token Ring.



# Транслирующие мосты

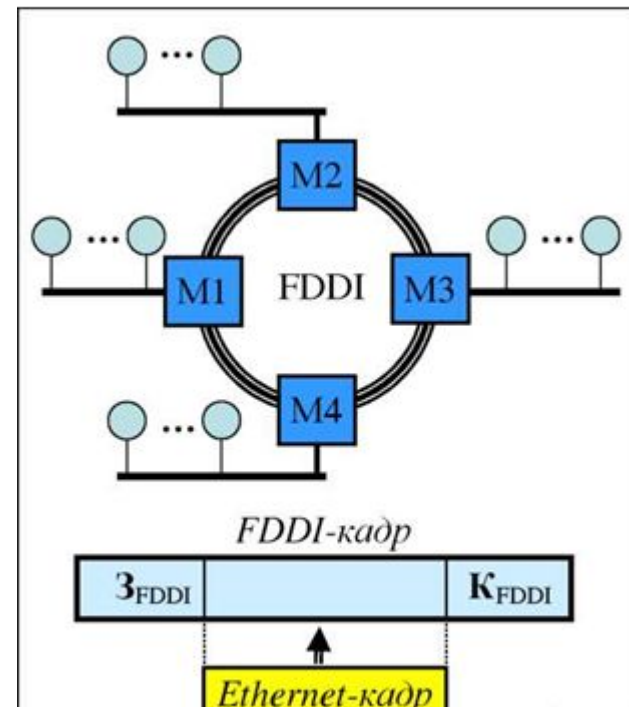
Транслирующие мосты объединяют сети путем манипулирования *"конвертами"*: при передаче кадра из сети Ethernet в сеть TokenRing осуществляется замена заголовка (З Eth) и концевика (К Eth) Ethernet-кадра на заголовок (З TR) и концевик (К TR) TokenRing-кадра и наоборот. Поскольку в разных сетях используются кадры разной длины, а транслирующий мост не может разбивать кадры на части, то *каждое сетевое устройство должно быть сконфигурировано для передачи кадров одинаковой длины*

# Классификация мостов



# Инкапсулирующие мосты

Инкапсулирующие мосты предназначены для объединения сетей с одинаковыми протоколами канального и физического уровня через высокоскоростную магистральную сеть с другими протоколами, например 10-мегабитные сети Ethernet, объединяемые сетью FDDI





# Инкапсулирующие мосты

Инкапсулирующие мосты вкладывают полученные кадры вместе с заголовком и концевиком в другой "конверт", который используется в магистральной сети (отсюда термин "инкапсуляция") и передает его по этой магистрали другим мостам для доставки к узлу назначения.

Конечный мост извлекает Ethernet-кадр из FDDI-кадра и передаёт его в сегмент, в котором находится адресат. Длина поля данных FDDI-кадра достаточна для размещения Ethernet-кадра максимальной длины.

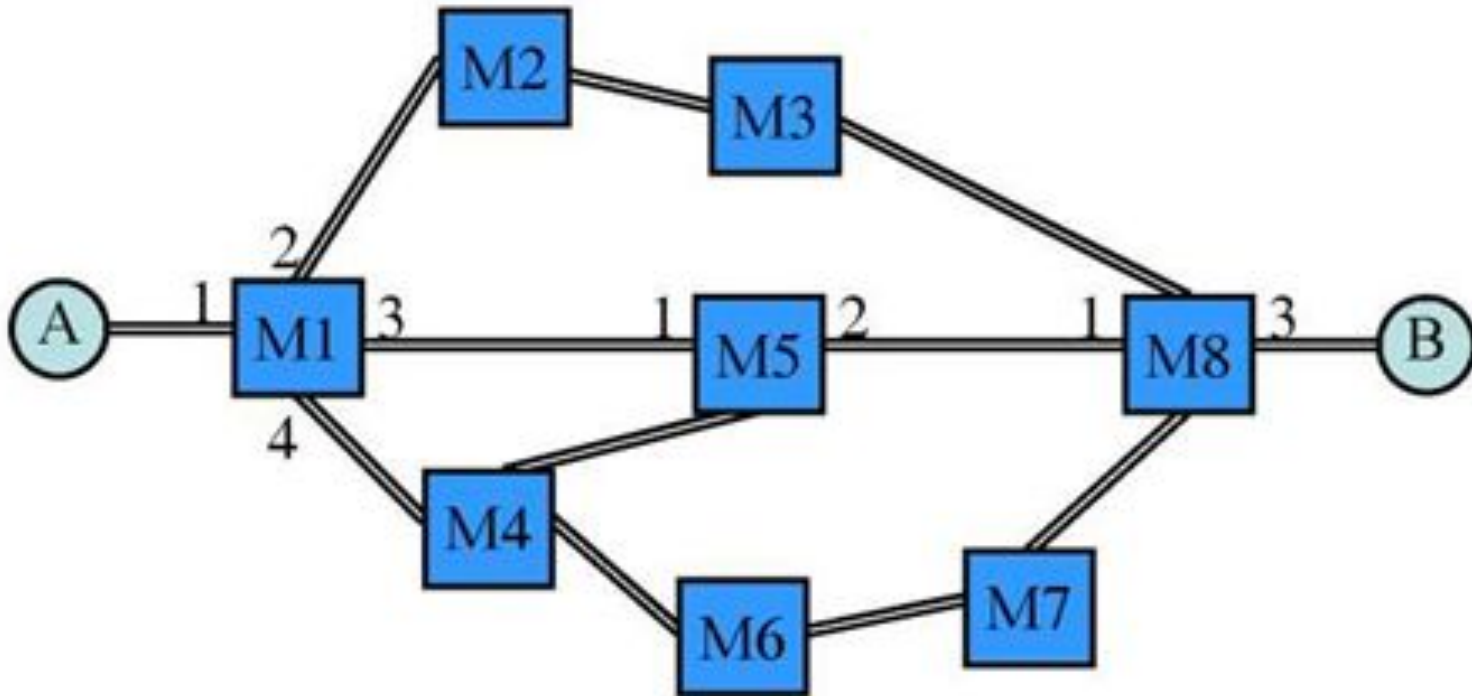
# Мосты с маршрутизацией от источника

*Мосты с маршрутизацией от источника* (source routing bridges) функционируют на основе информации, формируемой станцией, посылающей кадр, и хранимой в конверте кадра. В этом случае мостам *не требуется иметь базу данных с адресами.*

Каждое сетевое устройство определяет путь к адресату через процесс, называемый "*обнаружение маршрута*" (route discovery).

# Принцип обнаружения маршрута

a)



b)

Исследовательский пакет



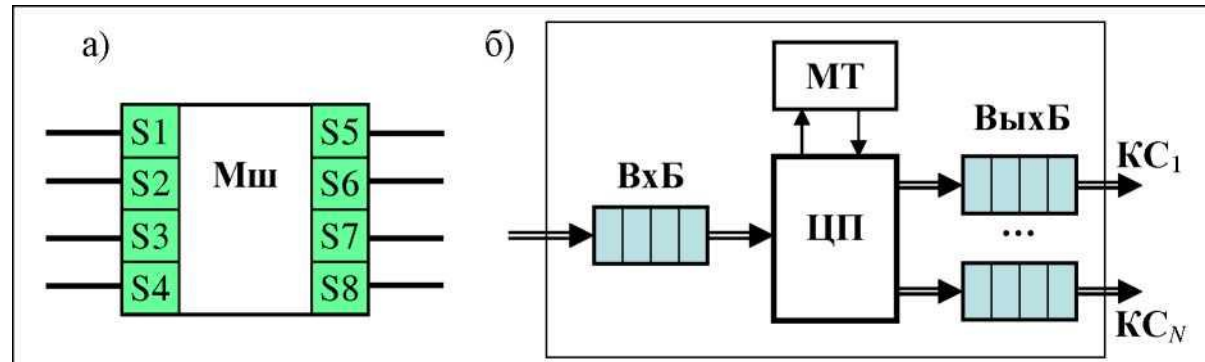
раздел записи о маршруте

# Маршрутизаторы

*Маршрутизаторы* позволяют эффективно объединять сети и увеличивать их размеры, работают на *сетевом уровне* OSI-модели, то есть оперируют *сетевыми адресами*, и предоставляют более интеллектуальный сервис, заключающийся в определении наиболее подходящего пути и способа передачи пакетов.

Работа маршрутизатора должна быть *явно запрошена устройством*.

# Маршрутизаторы



Каждый порт (интерфейс) маршрутизатора имеет свой сетевой адрес: S1, S2, ... (рис. а). На рис. б показана каноническая структура маршрутизатора.

# Маршрутизаторы

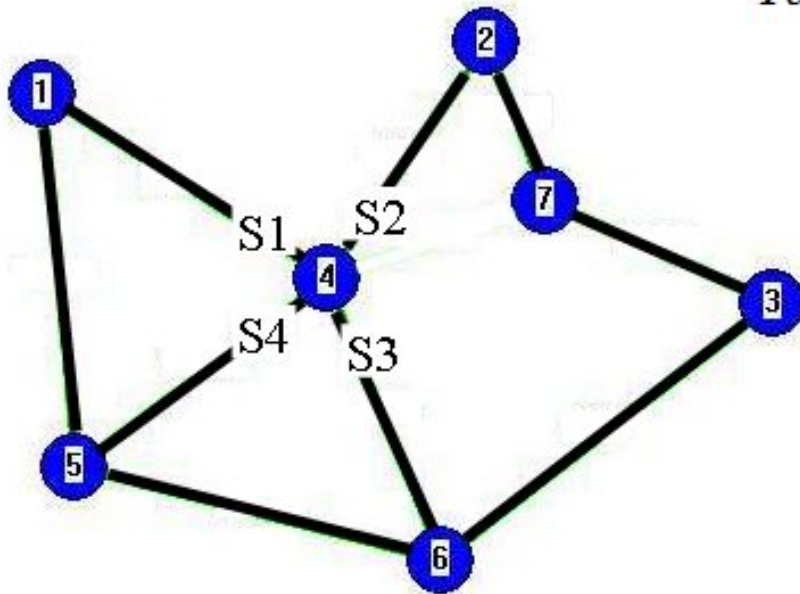



Таблица Маршрутизации (ТМ) узла 4

АН	АИИ	АВИ	М
1	1	S1	0
2	2	S2	0
3	2	S2	2
3	6	S3	1
5	5	S4	0
6	6	S3	0
7	2	S2	1
default	6	S3	-

# Метрика

Метрика может формироваться с учётом следующих факторов:

1. расстояние между источником и приемником пакета, которое
  2. обычно измеряется "счетчиками хопов" (hop – количество маршрутизаторов, пройденных пакетом от источника до приемника);
  3. пропускная способность канала связи;
  4. время доставки разными путями;
  5. загрузка канала связи
- 

# Классификация маршрутизаторов





# Периферийные маршрутизаторы

*Периферийные маршрутизаторы (Boundary Router)* предназначены для объединения удаленных локальных сетей с центральной сетью и, как правило, имеют ограниченные возможности: один порт для соединения с локальной сетью и один - для соединения с центральным маршрутизатором.

# Маршрутизаторы удаленного доступа

*Маршрутизаторы удаленного доступа* имеют фиксированную (немодульную) конструкцию с небольшим числом портов.

Маршрутизаторы удаленного доступа, в общем случае, обеспечивают:

- ▣ *предоставление канала связи по требованию (dial-on-demand) - автоматическое установление коммутируемого соединения только во время передачи данных;*
- ▣ *сжатие данных, позволяющее примерно вдвое повысить пропускную способность канала связи;*
- ▣ *автоматическое переключение трафика на коммутируемые линии (полностью или частично) в случае выхода из строя выделенных линий, а также при пиковых нагрузках.*

# Магистральные маршрутизаторы

*Магистральные маршрутизаторы*, в зависимости от архитектуры, делятся на маршрутизаторы:

- с централизованной архитектурой;
- с распределённой архитектурой.

# **Характерные особенности магистральных маршрутизаторов с распределенной архитектурой**

## ***1. модульная конструкция;***

**1.1. каждый модуль маршрутизатора снабжен собственным процессором, обрабатывающим локальный трафик, проходящий через порты этого модуля;**

**1.2. центральный процессор задействуется только для маршрутизации пакетов между разными модулями.**

***2. наличие до нескольких десятков портов для сопряжения с локальными и территориальными сетями разных типов: Ethernet, Token Ring, FDDI, X.25, Frame Relay, ATM и т.д.;***

***3. поддержка средств обеспечения отказоустойчивости, необходимых для стратегически важных приложений***

# Методы маршрутизации

**Методы маршрутизации**

```
graph TD; A[Методы маршрутизации] --> B[статические (фиксированные)]; A --> C[динамические (адаптивные)];
```

статические (фиксированные)

динамические (адаптивные)

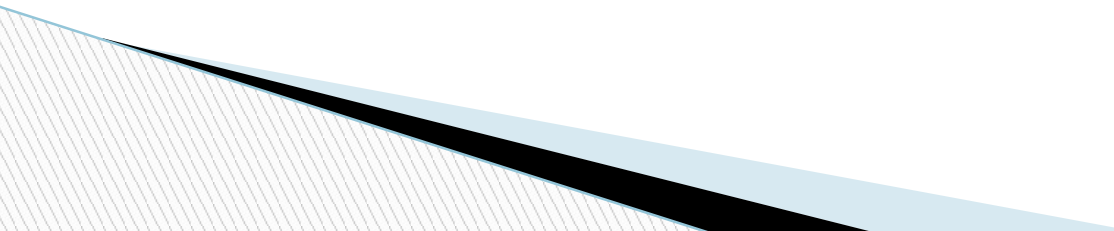
# Статическая маршрутизация

Статическая маршрутизация применяется в небольших мало изменяющихся сетях, благодаря таким *достоинствам как:*

- низкие требования к маршрутизатору;
- повышенная безопасность сети.
- В то же время статической маршрутизации присущи следующие *недостатки*, существенно ограничивающие её применение:
  - высокая трудоемкость эксплуатации (сетевые администраторы должны задавать и модифицировать маршруты вручную);
  - медленная адаптация к изменениям топологии сети.

# Динамическая маршрутизация

Динамическая маршрутизация - распределенная маршрутизация, позволяющая автоматически изменять маршрут следования пакетов при отказах или перегрузках каналов связи.

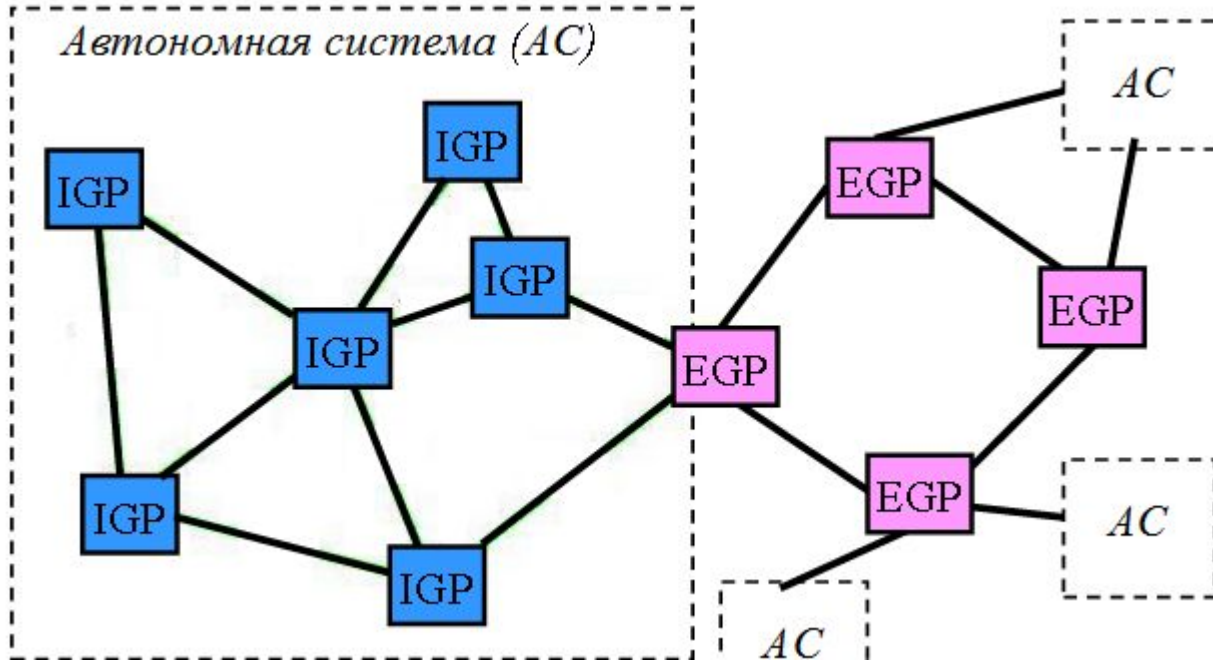


# Протоколы динамической маршрутизации





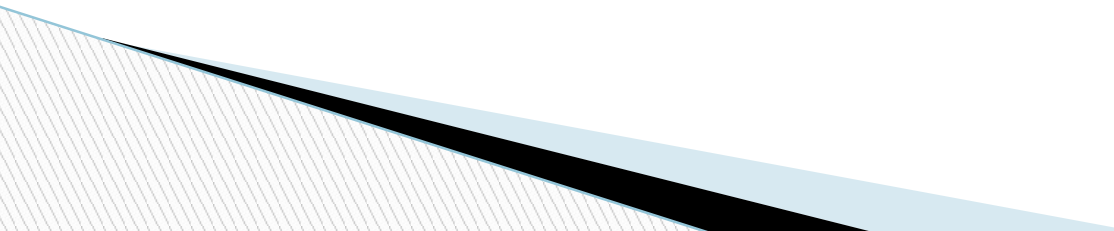
# Протоколы внешней маршрутизации



# Достоинства маршрутизаторов по сравнению с мостами

- высокая безопасность данных;
- высокая надежность сетей за счет альтернативных путей;
- эффективное распределение нагрузки по каналам связи за счет выбора наилучших маршрутов для передачи данных;
- большая гибкость за счёт выбора маршрута в соответствии с метрикой, учитывающей его стоимость, пропускную способность каналов связи и т.д.;
- гарантированная защита от "широковещательного шторма";

## *Недостатки маршрутизаторов:*

- более сложны в установке и конфигурировании, чем мосты;
  - при перемещении компьютера из одной подсети в другую требуется изменить его сетевой адрес;
  - более дорогие
- 

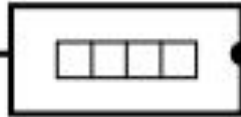
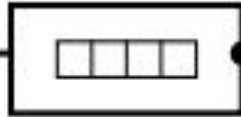
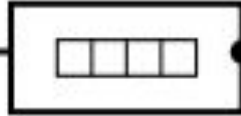
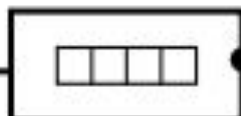
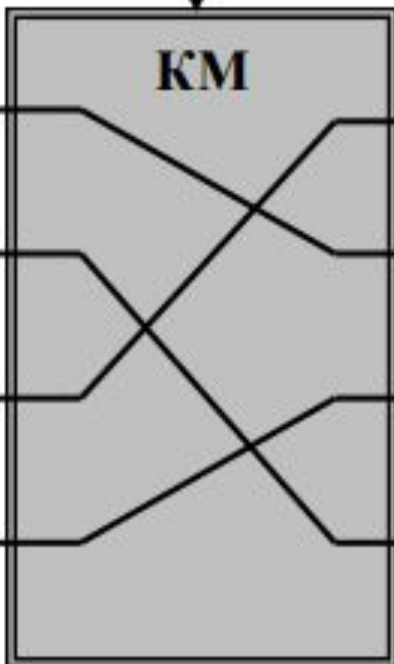
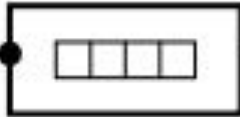
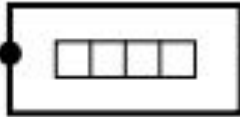
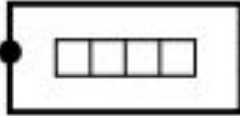
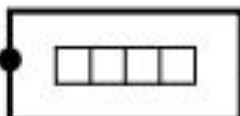
Признак	Мосты	Маршрутизаторы
1. Адресация	Работают с MAC- адресами	Работают с сетевыми адресами
2. Данные	Используют только адреса отправителя и получателя	Используют много разных источников для выбора маршрута
3. Конверт	Не имеют доступа к данным в конверте	Могут разбивать пакеты на более короткие
4. Пересылка	Пакеты только отфильтровываются	Пересылают пакеты на конкретный адрес
5. Приоритеты	Не учитывают	Учитывают, обеспечивая разные типы сервиса
6. Время задержки	Небольшое, однако при перегрузках возможны потери кадров	Большая задержку, но имеют более высокую производительность
7. Надежность	Нет гарантии доставки кадров	Гарантируют доставку пакетов
8. Отказоустойчивость	Перестают работать при неисправных сетях	Более устойчивы к отказам сети (за счет многих путей)
9. Безопасность	Могут ограничить доступ к устройствам	Обеспечивают более высокую степень защиты

**Системный  
модуль**

- 1) общая адресная таблица;
- 2) управление коммутатором

**КМ**

1  
2  
3  
4



5  
6  
7  
8

**III**

**III**

**КОММУТАТОР**

