МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ имени К.И. САТПАЕВА
ИНСТИТУТ ДИСТАНЦИОННОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Информационные технологии
(кафедра)

Компьютерные сети
(дисциплина)

ТЕМА ЛЕКЦИИ: Коммуникационное оборудование компьютерных сетей

Лекция № 3

2 академических часа

Косников Вячеслав Алексеевич
(ФИО преподавателя)

kosnikov50@mail.ru (
Электронная почта преподавателя)

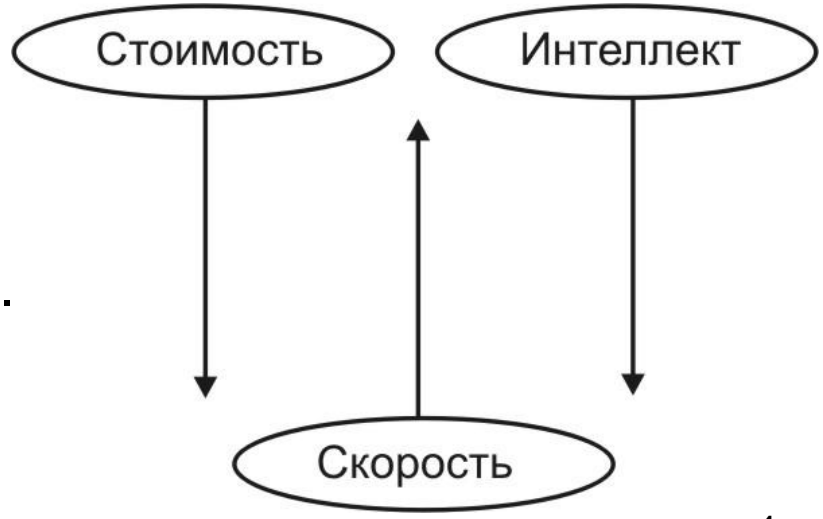
ПЛАН ЛЕКЦИИ

1. Характеризовать назначение и особенности функционирования устройств;
2. Дать рекомендации по выбору устройств и оценить перспективу развития.

Особенности аппаратуры сети Ethernet

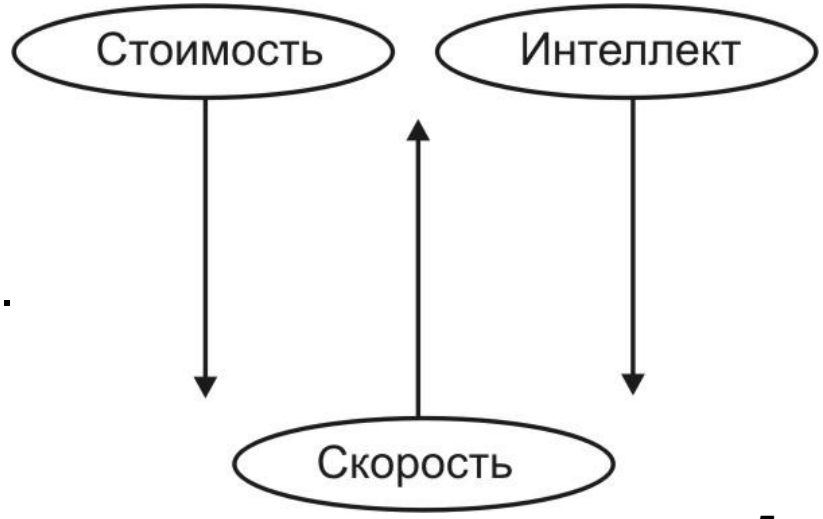
Типы аппаратуры Ethernet

- **Минимально необходимая аппаратура:**
  - Кабели, разъёмы, терминаторы;
  - Сетевые адаптеры;
- **Промежуточные сетевые устройства:**
  - Трансиверы, репитеры;
  - Концентраторы (хабы);
  - Коммутаторы (свитчи);
  - Мосты;
  - Маршрутизаторы (роутеры).



Типы аппаратуры Ethernet

- **Минимально необходимая аппаратура:**
  - Кабели, разъёмы, терминаторы;
  - Сетевые адаптеры;
- **Промежуточные сетевые устройства:**
  - Трансиверы, репитеры;
  - Концентраторы (хабы);
  - Коммутаторы (свитчи);
  - Мосты;
  - Маршрутизаторы (роутеры).



Сетевые адаптеры Ethernet

Основные параметры сетевых адаптеров:

- Используемый интерфейс (PCI, PCMCIA, USB):
- Поддерживаемые скорости обмена (10/100/1000, полный дуплекс);
- Режимы обмена с компьютером (ПДП, захват шины, разделяемая память), объём буферной памяти;
- Поддержка удалённой загрузки;
- Настройка и совместимость с ОС

Сетевая плата, также известная как **сетевая карта**, **сетевой адаптер**, **Ethernet-адаптер**, **NIC** (англ. *network interface controller*) — периферийное устройство, позволяющее компьютеру) — периферийное устройство, позволяющее компьютеру взаимодействовать с другими устройствами сети) — периферийное устройство, позволяющее компьютеру взаимодействовать с другими устройствами сети. В настоящее время, особенно в персональных компьютерах, сетевые платы довольно часто интегрированы в материнские платы для удобства и удешевления всего компьютера в целом.

По конструктивной реализации сетевые платы делятся на:

1.внутренние — отдельные платы, вставляющиеся в ISA1.внутренние — отдельные платы, вставляющиеся в ISA, EISA, MCA, PCI1.внутренние — отдельные платы, вставляющиеся в ISA, EISA, MCA, PCI или PCI-E слот;

2.внешние, подключающиеся через LPT2. внешние, подключающиеся через LPT[1]2. внешние, подключающиеся через LPT[1], USB2.внешние, подключающиеся через LPT[1], USB или PCMCIA2.внешние, подключающиеся через LPT[1], USB или PCMCIA интерфейс, преимущественно использующиеся в ноутбуках;

3.встроенные в материнскую плату.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ имени К.И. САТПАЕВА
ИНСТИТУТ ДИСТАНЦИОННОГО ОБРАЗОВАНИЯ

8P8C8P8C для витой пары,
BNC-коннектор для тонкого коаксиального кабеля,
15-контактный разъём AUI15-контактный разъём AUI трансивера для толстого коаксиального кабеля.
оптический разъём (en:10BASE-FL и другие стандарты 10 Мбит Ethernet)
Эти разъёмы могут присутствовать в разных комбинациях, иногда даже все три сразу, но в любой данный момент работает только один из них.
На 100-мегабитных платах устанавливают либо разъём для витой пары (8P8CНа 100-мегабитных платах устанавливают либо разъём для витой пары (8P8C, ошибочно называемый RJ-45На 100-мегабитных платах устанавливают либо разъём для витой пары (8P8C, ошибочно называемый RJ-45), либо оптический разъем (SCНа 100-мегабитных платах устанавливают либо разъём для витой пары (8P8C, ошибочно называемый RJ-45), либо оптический разъем (SC, STНа 100-мегабитных платах устанавливают либо разъём для витой пары (8P8C, ошибочно называемый RJ-45), либо оптический разъем (SC, ST, MIC).
Рядом с разъёмом для витой пары устанавливают один или несколько информационных светодиодов, сообщающих о наличии подключения и передаче информации.
Одной из первых массовых сетевых карт стала серия NE1000/NE2000Одной из первых массовых сетевых карт стала серия NE1000/NE2000 фирмы NovellОдной из первых

Параметры сетевого адаптера.
При конфигурировании карты сетевого адаптера могут быть доступны следующие параметры:
1.Номер линии запроса на аппаратное прерывание IRQ.
2.Номер канала прямого доступа к памяти DMA .
3. Базовый адрес ввода/вывода.
4.Поддержка стандартов автосогласования дуплекса /полудуплекса.
5. Поддержка тегированных пакетов VLAN (802.1q) с возможностью фильтрации пакетов заданного VLAN ID
6. Параметры WOL (Wake-on-LAN).
В зависимости от мощности и сложности сетевой карты она может реализовывать вычислительные функции (преимущественно подсчёт и генерацию контрольных суммВ зависимости от мощности и сложности сетевой карты она может реализовывать вычислительные функции (преимущественно подсчёт и генерацию контрольных сумм кадров) аппаратно либо программно (драйвером сетевой карты с использованием центрального процессора).
Серверные сетевые карты могут поставляться с двумя (и более) сетевыми разъёмами.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ имени Абая
ИНСТИТУТ ДИСТАНЦИОННОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Более точно, в сетевой операционной системе пара адаптер и драйвер выполняет только функции физического и MACСетевой адаптер (Network Interface Card (или Controller), NIC) вместе со своим драйвером реализует второй, канальный уровень модели открытых систем (OSI) в конечном узле сети — компьютере. Более точно, в сетевой операционной системе пара адаптер и драйвер выполняет только функции физического и MAC-уровней, в то время как LLCСетевой адаптер (Network Interface Card (или Controller), NIC) вместе со своим драйвером реализует второй, канальный уровень модели открытых систем (OSI) в конечном узле сети — компьютере. Более точно, в сетевой операционной системе пара адаптер и драйвер выполняет только функции физического и MAC-уровней, в то время как LLC-уровень обычно реализуется модулем операционной системы, единым для всех драйверов и сетевых адаптеров. Собственно так оно и должно быть в соответствии с моделью стека протоколов IEEE 802. Например, в ОС Windows NTСетевой адаптер (Network Interface Card (или Controller), NIC) вместе со своим драйвером реализует второй, канальный уровень модели открытых систем (OSI) в конечном узле сети — компьютере. Более точно, в сетевой операционной системе пара адаптер и драйвер выполняет только функции физического и MAC-уровней, в то время как LLC-уровень обычно реализуется модулем операционной

передачу и прием кадра. Передача кадра из компьютера в кабель состоит из перечисленных ниже этапов (некоторые могут отсутствовать, в зависимости от принятых методов кодирования):

Прием кадра данных LLC через межуровневый интерфейс вместе с адресной информацией MAC-уровня. Обычно взаимодействие между протоколами внутри компьютера происходит через буферы, расположенные в оперативной памяти. Данные для передачи в сеть помещаются в эти буферы протоколами верхних уровней, которые извлекают их из дисковой памяти либо из файлового кэша с помощью подсистемы ввода/вывода операционной системы.

Оформление кадра данных MAC-уровня, в который инкапсулируется кадр LLC (с отброшенными флагами 01111110). Заполнение адресов назначения и источника, вычисление контрольной суммы.

Формирование символов кодов при использовании избыточных кодов типа 4B/5B. СкремблированиеФормирование символов кодов при использовании избыточных кодов типа 4B/5B. Скремблирование--шифровка и перемешивание кодов для получения более равномерного спектра сигналов. Этот этап используется не во всех протоколах — например, технология Ethernet 10 Мбит/с обходится без него.

Выдача сигналов в кабель в соответствии с принятым линейным кодом — манчестерскимВыдача сигналов в кабель в соответствии с принятым линейным кодом — манчестерским, NRZIВыдача сигналов в кабель в соответствии с принятым линейным кодом — манчестерским, NRZI, MLT-3 и т. п.

Прием кадра из кабеля в компьютер включает следующие действия:
Прием из кабеля сигналов, кодирующих битовый поток.
Выделение сигналов на фоне шума. Эту операцию могут выполнять различные специализированные микросхемы или сигнальные процессоры DSP. В результате в приемнике адаптера образуется некоторая битовая последовательность, с большой степенью вероятности совпадающая с той, которая была послана передатчиком.
Если данные перед отправкой в кабель подвергались скремблированию, то они пропускаются через дескремблер, после чего в адаптере восстанавливаются символы кода, посланные передатчиком.
Проверка контрольной суммы кадра. Если она неверна, то кадр отбрасывается, а через межуровневый интерфейс наверх, протоколу LLC передается соответствующий код ошибки. Если контрольная сумма верна, то из MAC-кадра извлекается кадр LLC и передается через межуровневый интерфейс наверх, протоколу LLC. Кадр LLC помещается в буфер оперативной памяти.

Распределение обязанностей между сетевым адаптером и его драйвером стандартами не определяется, поэтому каждый производитель решает этот вопрос самостоятельно. Обычно сетевые адаптеры делятся на адаптеры для клиентских компьютеров и адаптеры для серверов.

В адаптерах для клиентских компьютеров значительная часть работы перекладывается на драйвер, тем самым адаптер оказывается проще и дешевле. Недостатком такого подхода является высокая степень загрузки центрального процессора компьютера рутинными работами по передаче кадров из оперативной памяти компьютера в сеть. Центральный процессор вынужден заниматься этой работой вместо выполнения прикладных задач пользователя.

Поэтому адаптеры, предназначенные для серверов, обычно снабжаются собственными процессорами, которые самостоятельно выполняют большую часть работы по передаче кадров из оперативной памяти в сеть и в обратном направлении. Примером такого адаптера может служить сетевой адаптер SMC EtherPower со встроенным процессором Intel i960.

В зависимости от того, какой протокол реализует адаптер, адаптеры делятся на Ethernet-адаптеры, Token RingВ зависимости от того, какой протокол реализует адаптер, адаптеры делятся на Ethernet-адаптеры, Token Ring-адаптеры, FDDI-адаптеры и т. д. Так как протокол Fast Ethernet позволяет за счет процедуры автопереговоров автоматически выбрать скорость работы сетевого адаптера в зависимости от возможностей концентратора, то многие адаптеры Ethernet сегодня поддерживают две скорости работы и имеют в своем названии приставку 10/100. Это свойство некоторые производители называют авточувствительностью.

Сетевой адаптер перед установкой в компьютер необходимо конфигурировать. При конфигурировании адаптера обычно задаются номер прерывания IRQ, используемого адаптером, номер канала прямого доступа к памяти DMA (если адаптер поддерживает режим DMA) и базовый адрес портов ввода/вывода.

Если сетевой адаптер, аппаратура компьютера и операционная система поддерживают стандарт Plug-and-Play, то конфигурирование адаптера и его драйвера осуществляется автоматически. В противном случае нужно сначала сконфигурировать сетевой адаптер, а затем повторить параметры его конфигурации для драйвера. В общем случае, детали процедуры конфигурирования сетевого адаптера и его драйвера во многом зависят от производителя адаптера, а также от возможностей шины, для которой разработан адаптер.

Если сетевой адаптер работает некорректно, может происходить флаппинг его порта –нестабильность работы.

Поколения сетевых адаптеров.

Адаптеры первого поколения были выполнены на дискретных логических микросхемах, в результате чего обладали низкой надежностью. Они имели буферную память только на один кадр, что приводило к низкой производительности адаптера, так как все кадры передавались из компьютера в сеть или из сети в компьютер последовательно. Кроме этого, задание конфигурации адаптера первого поколения происходило вручную, с помощью перемычек. Для каждого типа адаптеров использовался свой драйверАдаптеры первого поколения были выполнены на дискретных логических микросхемах, в результате чего обладали низкой надежностью. Они имели буферную память только на один кадр, что приводило к низкой производительности адаптера, так как все кадры передавались из компьютера в сеть или из сети в компьютер последовательно. Кроме этого, задание конфигурации адаптера первого поколения происходило вручную, с помощью перемычек. Для каждого типа адаптеров использовался свой драйвер, причем интерфейс между драйвером и сетевой операционной системой не был стандартизирован.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ имени К.И. САТПАЕВА
ИНСТИТУТ ДИСТАНЦИОННОГО ОБРАЗОВАНИЯ

предыдущего кадра в сеть. В режиме приема, после того как адаптер полностью принял один кадр, он может начать передавать этот кадр из буфера в память компьютера одновременно с приемом другого кадра из сети.

В сетевых адаптерах второго поколения широко используются микросхемы с высокой степенью интеграции, что повышает надежность адаптеров. Кроме того, драйверы этих адаптеров основаны на стандартных спецификациях. Адаптеры второго поколения обычно поставляются с драйверами, работающими как в стандарте NDISВ сетевых адаптерах второго поколения широко используются микросхемы с высокой степенью интеграции, что повышает надежность адаптеров. Кроме того, драйверы этих адаптеров основаны на стандартных спецификациях. Адаптеры второго поколения обычно поставляются с драйверами, работающими как в стандарте NDIS (спецификация интерфейса сетевого драйвера), разработанном фирмами 3Com и MicrosoftВ сетевых адаптерах второго поколения широко используются микросхемы с высокой степенью интеграции, что повышает надежность адаптеров. Кроме того, драйверы этих адаптеров основаны на стандартных спецификациях. Адаптеры второго поколения обычно поставляются с драйверами, работающими как в стандарте NDIS (спецификация интерфейса сетевого драйвера), разработанном фирмами 3Com и Microsoft и одобренном IBMВ сетевых адаптерах второго поколения широко используются микросхемы с высокой степенью интеграции, что повышает надежность адаптеров. Кроме того, драйверы этих адаптеров

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ имени К.И. САТПАЕВА
ИНСТИТУТ ДИСТАНЦИОННОГО ОБРАЗОВАНИЯ

передачи его в сеть совмещаются во времени. Таким образом, после приема нескольких первых байт кадра начинается их передача. Это существенно (на 25—55 %) повышает производительность цепочки «**оперативная память**оперативная память — адаптер — физический канал — адаптер — **оперативная память**». Такая схема очень чувствительна к порогу начала передачи, то есть к количеству байт кадра, которое загружается в буфер адаптера перед началом передачи в сеть. Сетевой адаптер третьего поколения осуществляет самонастройку этого параметра путем анализа рабочей среды, а также методом расчета, без участия администратора сети. Самонастройка обеспечивает максимально возможную производительность для конкретного сочетания производительности внутренней шины компьютера, его системы прерываний и системы прямого доступа к памяти.

Адаптеры третьего поколения базируются на специализированных интегральных схемах (ASIC -*application-specific integrated circuit*), что повышает производительность и надежность адаптера при одновременном снижении его стоимости. Компания 3Com назвала свою технологию конвейерной обработки кадров Parallel Tasking, другие компании также реализовали похожие схемы в своих адаптерах. Повышение производительности канала «адаптер-память» очень важно для повышения производительности сети в целом, так как производительность сложного маршрута обработки кадров, включающего, например, концентраторы), что повышает производительность и надежность адаптера при одновременном снижении его стоимости. Компания 3Com назвала свою технологию конвейерной обработки кадров Parallel Tasking, другие компании также реализовали похожие схемы в своих адаптерах. Повышение производительности канала «адаптер-память» очень важно для повышения производительности сети в целом, так как производительность сложного маршрута обработки кадров, включающего, например, концентраторы, коммутаторы), что повышает производительность и надежность адаптера при одновременном снижении его стоимости. Компания 3Com назвала свою технологию конвейерной обработки кадров Parallel Tasking, другие компании также реализовали похожие схемы в своих адаптерах. Повышение производительности канала «адаптер-память» очень важно для повышения производительности сети в целом, так как производительность сложного маршрута обработки кадров, включающего,

Поколения сетевых адаптеров.
Выпускаемые сегодня сетевые адаптеры можно отнести к четвертому поколению. В эти адаптеры обязательно входит ASIC, выполняющая функции MAC-уровня (англ. *MAC-PHY*), скорость развита до 1 Гбит/сек, а также есть большое количество высокоуровневых функций. В набор таких функций может входить поддержка агента удаленного мониторинга RMON), скорость развита до 1 Гбит/сек, а также есть большое количество высокоуровневых функций. В набор таких функций может входить поддержка агента удаленного мониторинга RMON, схема приоритизации кадров, функции дистанционного управления компьютером и т. п. В серверных вариантах адаптеров почти обязательно наличие мощного процессора, разгружающего центральный процессор. Примером сетевого адаптера четвертого поколения может служить адаптер компании 3Com Fast EtherLink XL 10/100.

Трансиверы Ethernet

Основные параметры трансиверов:

- Поддерживаемые типы среды передачи;
- Типы оптоволоконных разъёмов;
- Количество каналов преобразования;
- Поддерживаемые скорости обмена (10/100/1000, полный дуплекс);
- Наличие внутренней буферной памяти;
- Возможность установки в шасси.

Концентраторы Ethernet

Основные характеристики концентраторов:

- Количество портов;
- Типы поддерживаемых сегментов;
- Класс концентратора (I или II);
- Поддерживаемые скорости обмена (10/100/1000 Мбит/с);
- Возможность наращивания, объединения;
- Возможность внешнего управления.

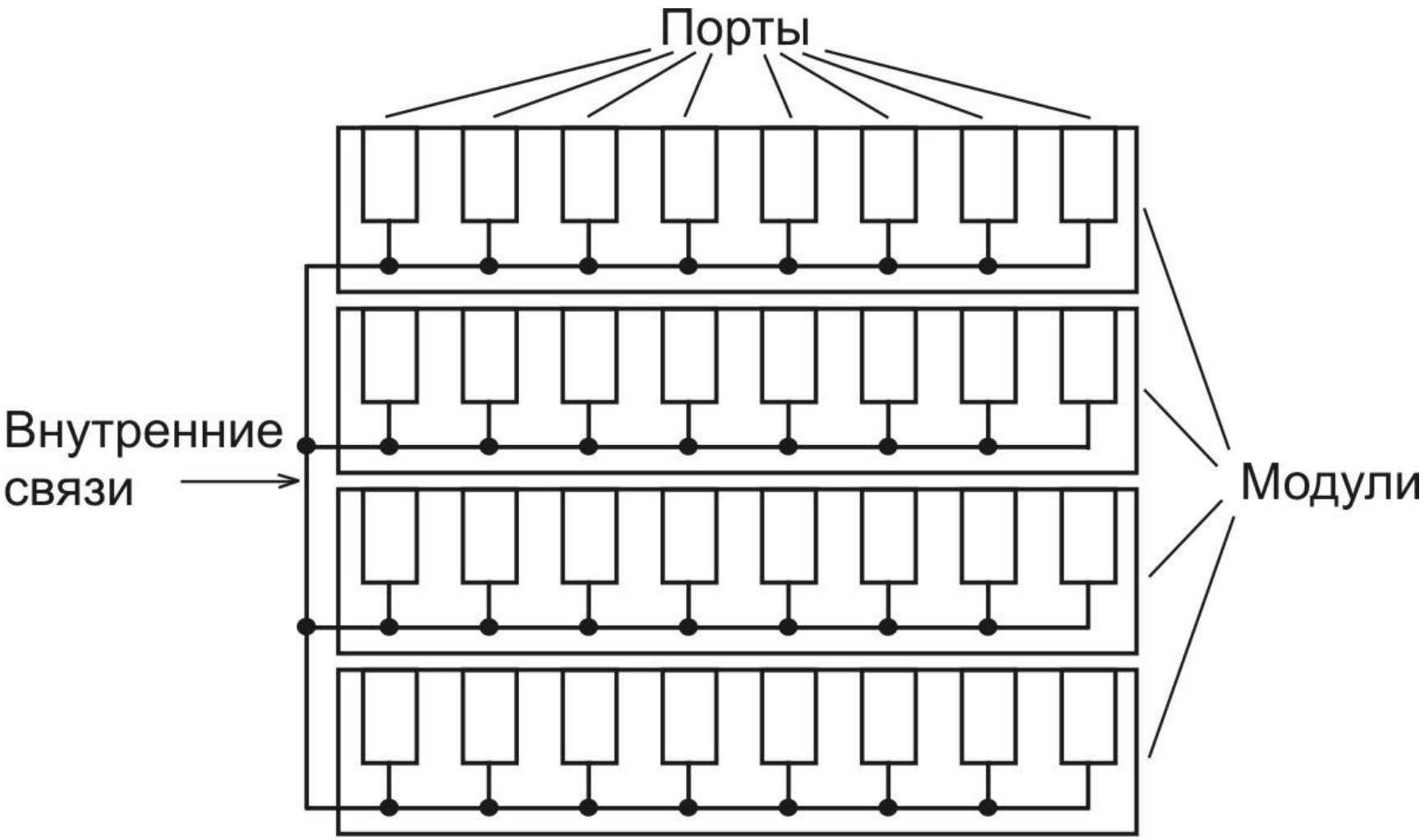
Функции концентраторов Ethernet

- Пересылка пакетов из порта в порты. Задержка передачи: класс I – 140 ВТ, класс II – 46 ВТ (TX/FX) или 67 ВТ (T4);
- Отключение портов в аварийных ситуациях;
- Выявление и усиление коллизий по методу CSMA/CD;
- Выявление и исправление простейших ошибок:
  - Ложная несущая (FCE, False Carrier Event) – 5 мкс нет начала кадра;
  - Множественные коллизии (ECE, Excessive Collision Error) – более 60 коллизий подряд;
  - Затянувшаяся передача (Jabber) – более 400 мкс;
- Наращивание, стойки, шасси.

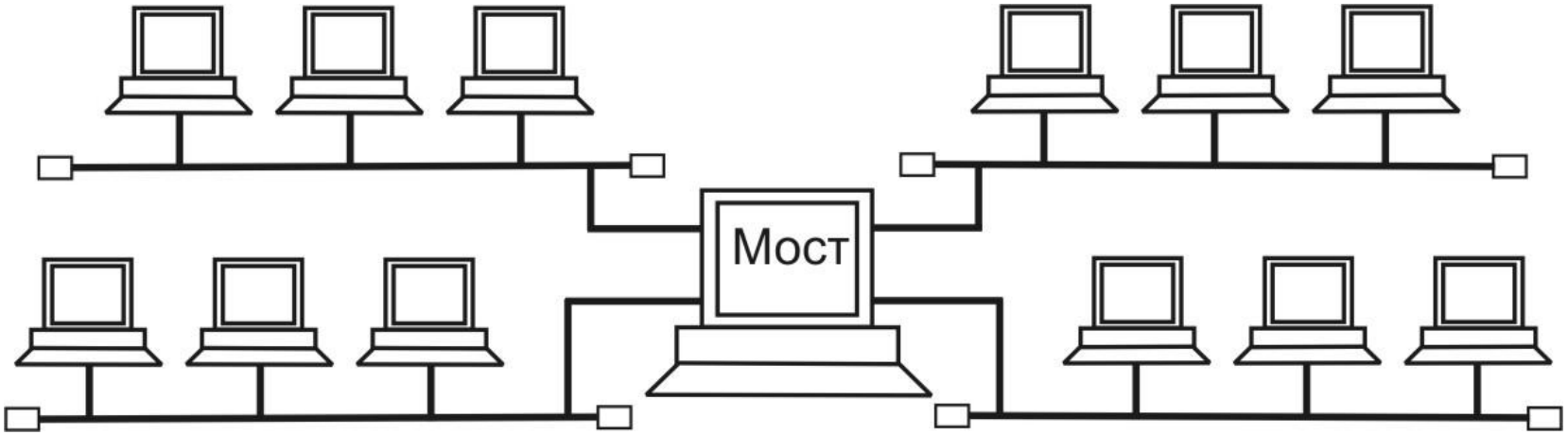
Управляемые концентраторы (класс I)

- Допускают управление с удаленных рабочих станций (NMS – Network Management Station) по прикладному протоколу SNMP (Simple Network Management Protocol);
- Позволяют контролировать:
  - нагрузку сети по каждому порту и в целом;
  - состояние портов;
  - интенсивность и характер ошибок в сети;
  - отключать неисправные сегменты;
- Обмен информацией производится дейтаграммами специального формата с использование протоколов IP или IPX.

Наращивание (стекирование) концентраторов



Функции моста Ethernet

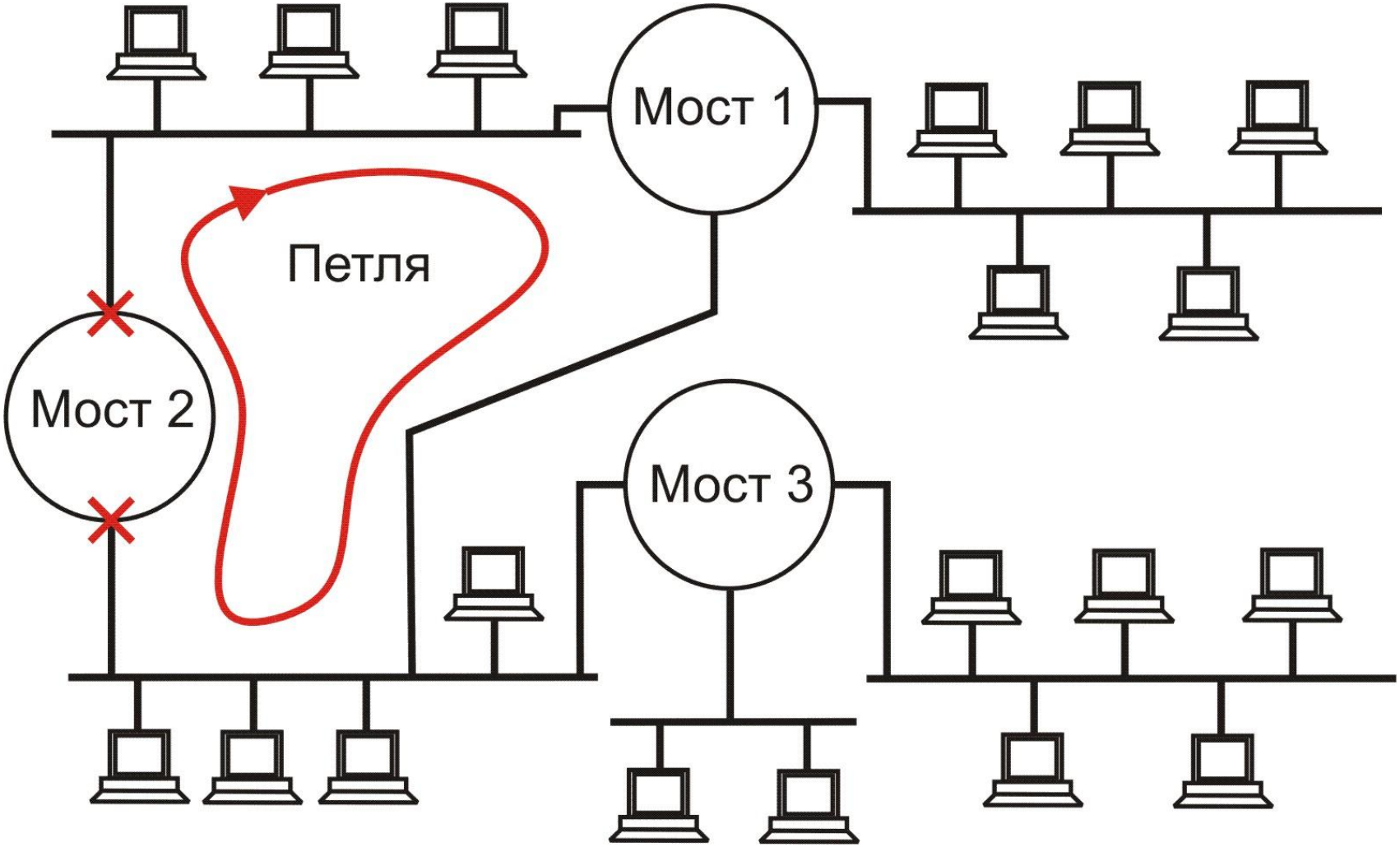


- Пересылка пакетов между сегментами;
- Отфильтровывание внутрисегментных пакетов;
- Пересылка широковещательных пакетов;
- Удаление испорченных пакетов;
- Объединение сегментов Ethernet;
- Связь Ethernet с другими типами сетей;
- Удаление петель (замкнутых путей) из сети.

Алгоритм работы моста

- Получение пакета (кадра);
- Проверка наличия в таблице MAC-адресов адреса отправителя с номером порта. Если нет — занести. Если приписан другому порту — удалить.
- Если пакет широковещательный, то пересылка его во все порты, кроме порта отправителя;
- Если пакет однопунктовый (один получатель), то пересылка его в порт, которому в таблице MAC-адресов соответствует адрес получателя;
- Если пакет внутрисегментный, то он игнорируется;
- Если адреса получателя ещё нет в таблице, то пересылка пакета во все порты, кроме порта отправителя;
- Обновление записей таблицы с учётом времени старения (5 минут).

Петля в сети с мостами и её удаление по алгоритму Spanning Tree (связующее дерево)



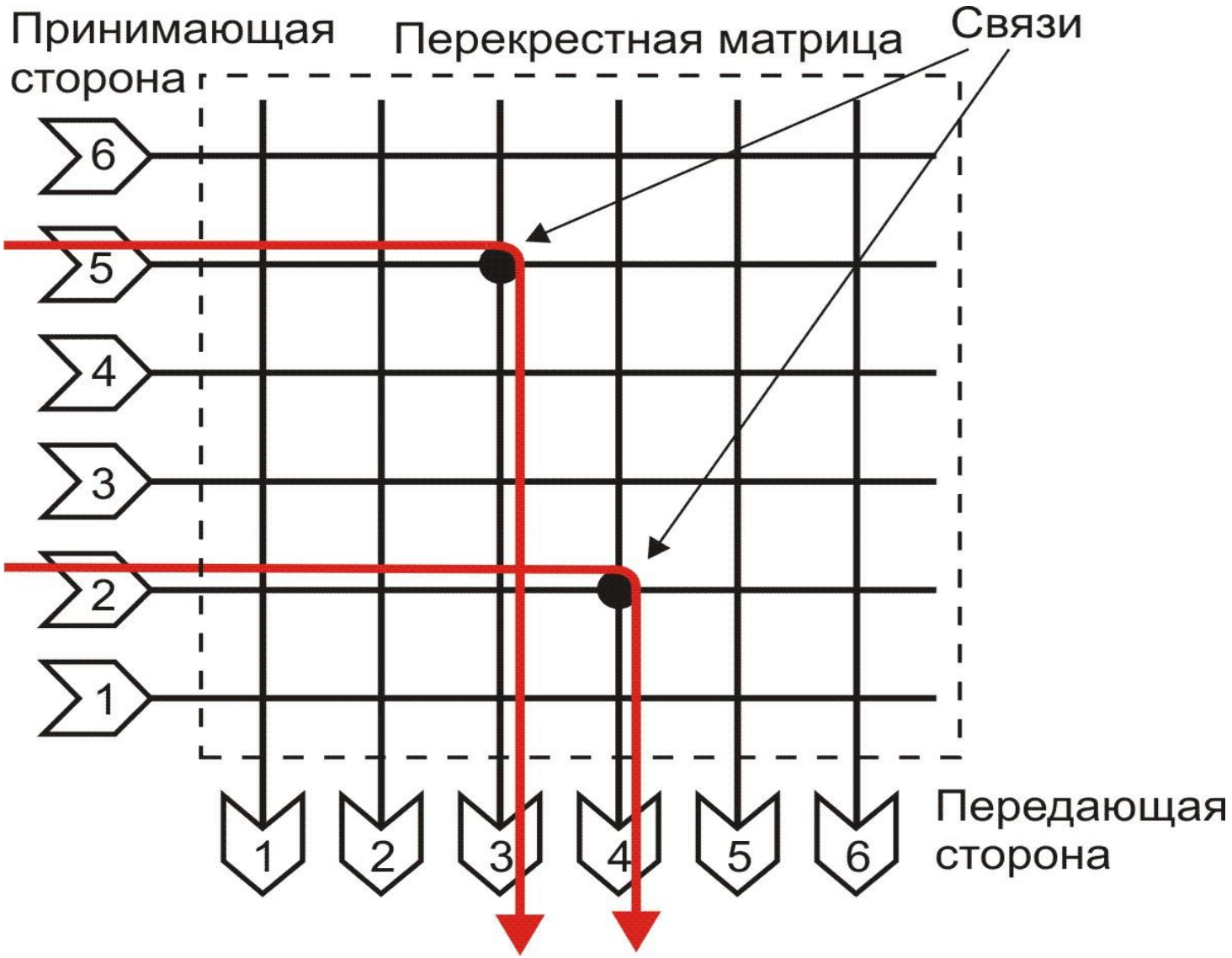
Особенности коммутаторов и маршрутизаторов

Особенности коммутаторов

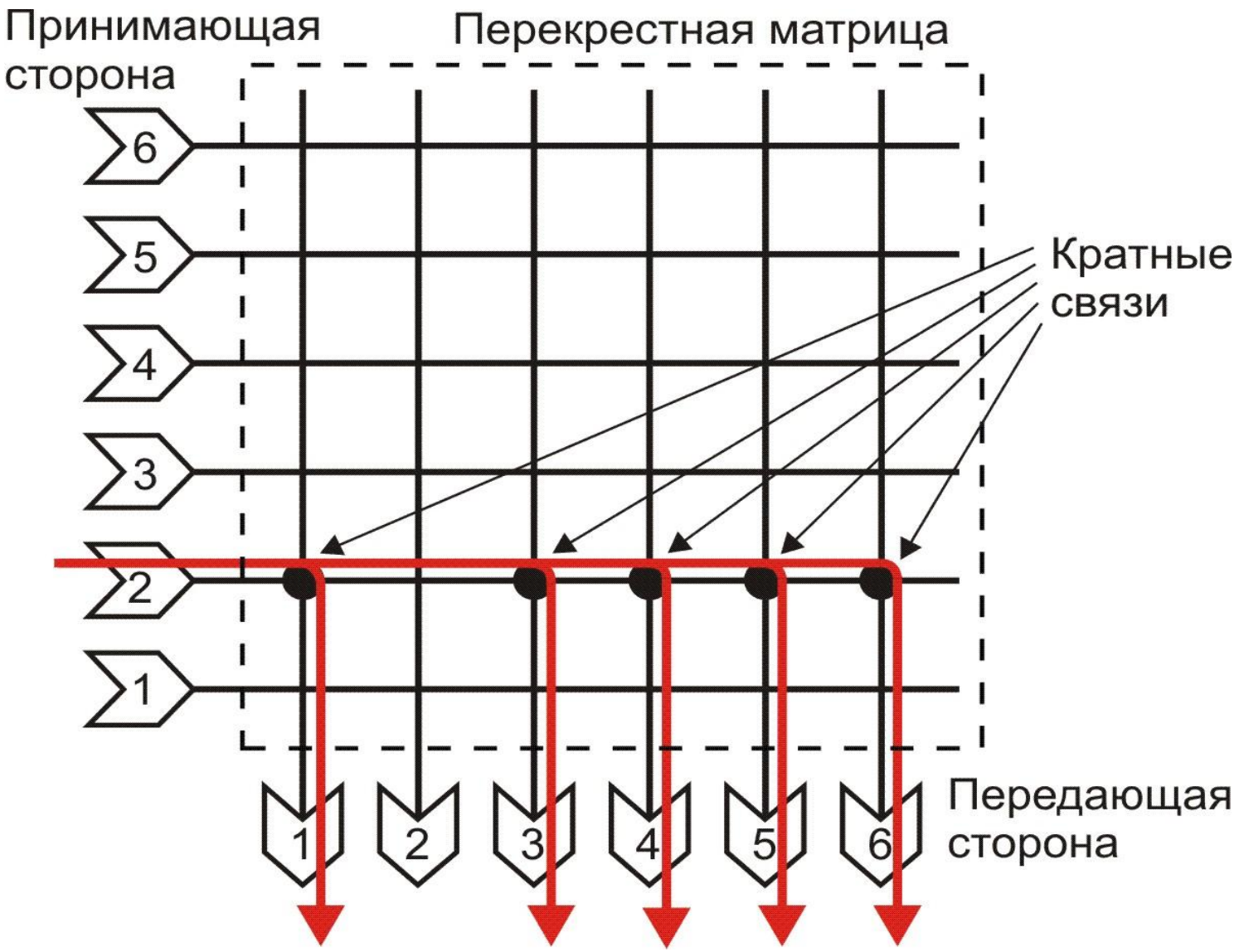
Отличия коммутаторов от мостов:

- Специализированные устройства — быстрее;
- Большее количество портов (4-8-16-24 и т.д.);
- Простая наращиваемость (стекируемость);
- Одновременная передача нескольких пакетов;
- Простые коммутаторы не поддерживают:
  - Объединение разнородных сетей;
  - Алгоритм удаления петель (Spanning Tree);
- Сложные коммутаторы заменяют маршрутизаторы (уровень 3).

Логическая структура коммутатора



Коммутация широковещательного пакета



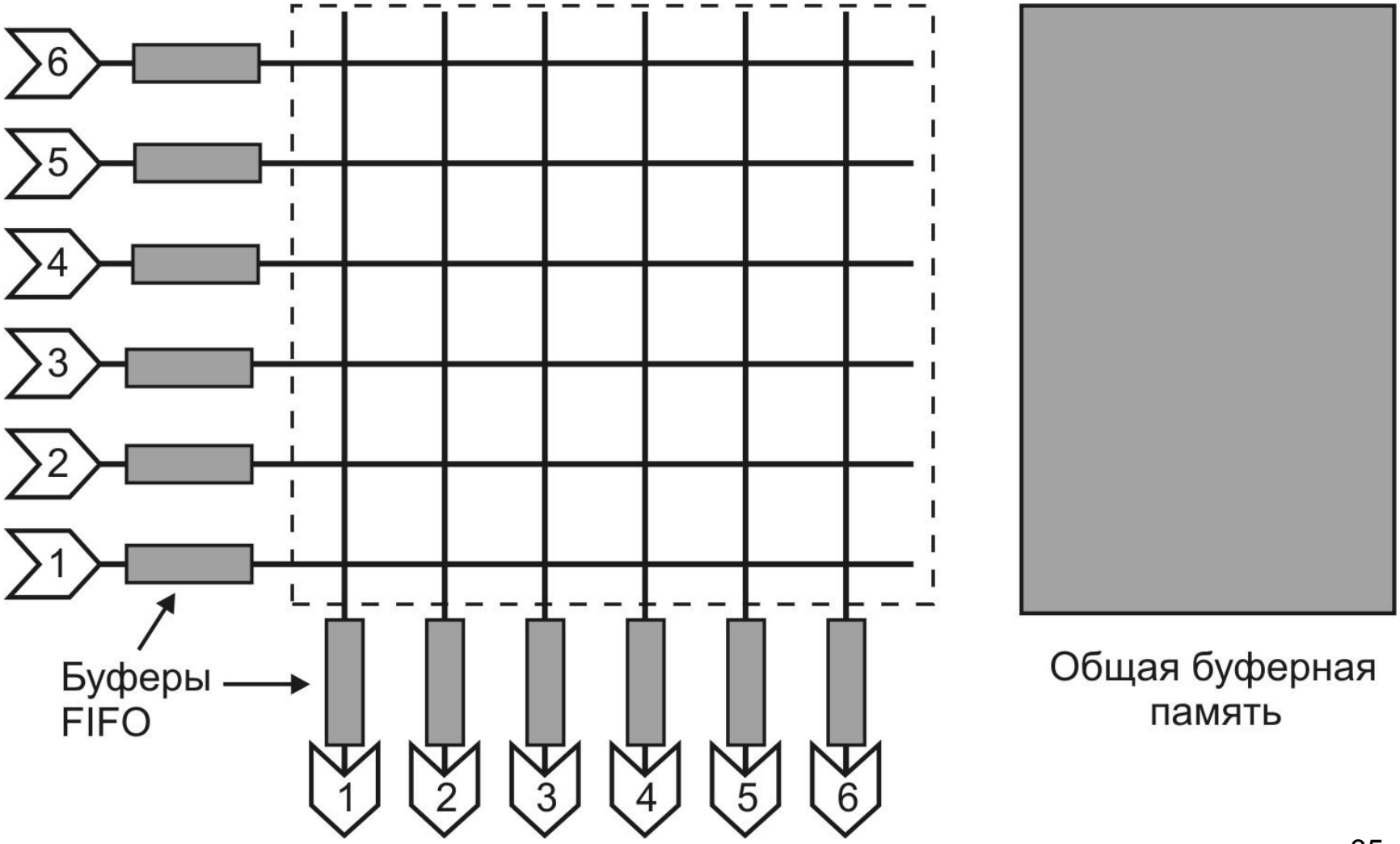
Основные типы коммутаторов

- **Сквозные коммутаторы** (Cut-Through) — простые, дешёвые, быстрые (задержка до 150 ВТ), имеют буфер только на заголовок пакета, не разрешают критические ситуации;
- **Коммутаторы с накоплением** (Store-and-Forward, SAF) — сложные, более дорогие, более медленные (задержка до 12 000 ВТ), имеют буфер на весь пакет, разрешают критические ситуации, допускают поддержку разных скоростей и полнодуплексного режима;
- **Гибридные (адаптивные) коммутаторы** — при малой нагрузке работают как сквозные коммутаторы, при большой — как коммутаторы с накоплением.

Критические ситуации сквозных коммутаторов

- Потеря пакетов при одновременном приходе на коммутатор двух (или более) пакетов: одного из какого-то порта, а другого — адресованного в этот же самый порт;
- Потеря пакетов при приходе на коммутатор двух и более пакетов, адресованных в один и тот же порт;
- Приход на коммутатор карликового пакета (менее 512 ВТ) — он должен быть исключён;
- Приход на коммутатор испорченного пакета (с неправильной контрольной суммой) — он должен быть исключён.

Память в накопительных коммутаторах (SAF)

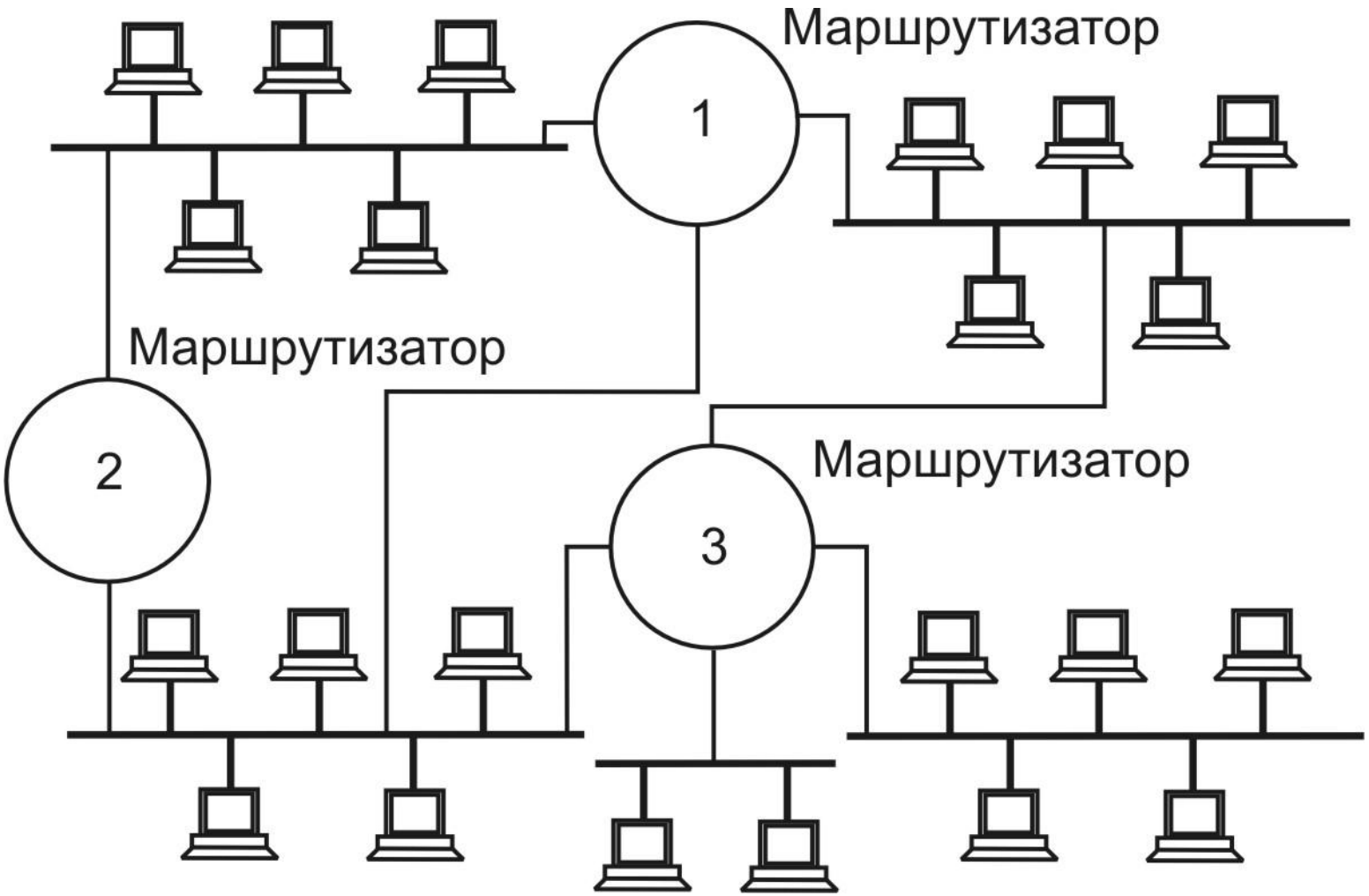


Особенности маршрутизаторов

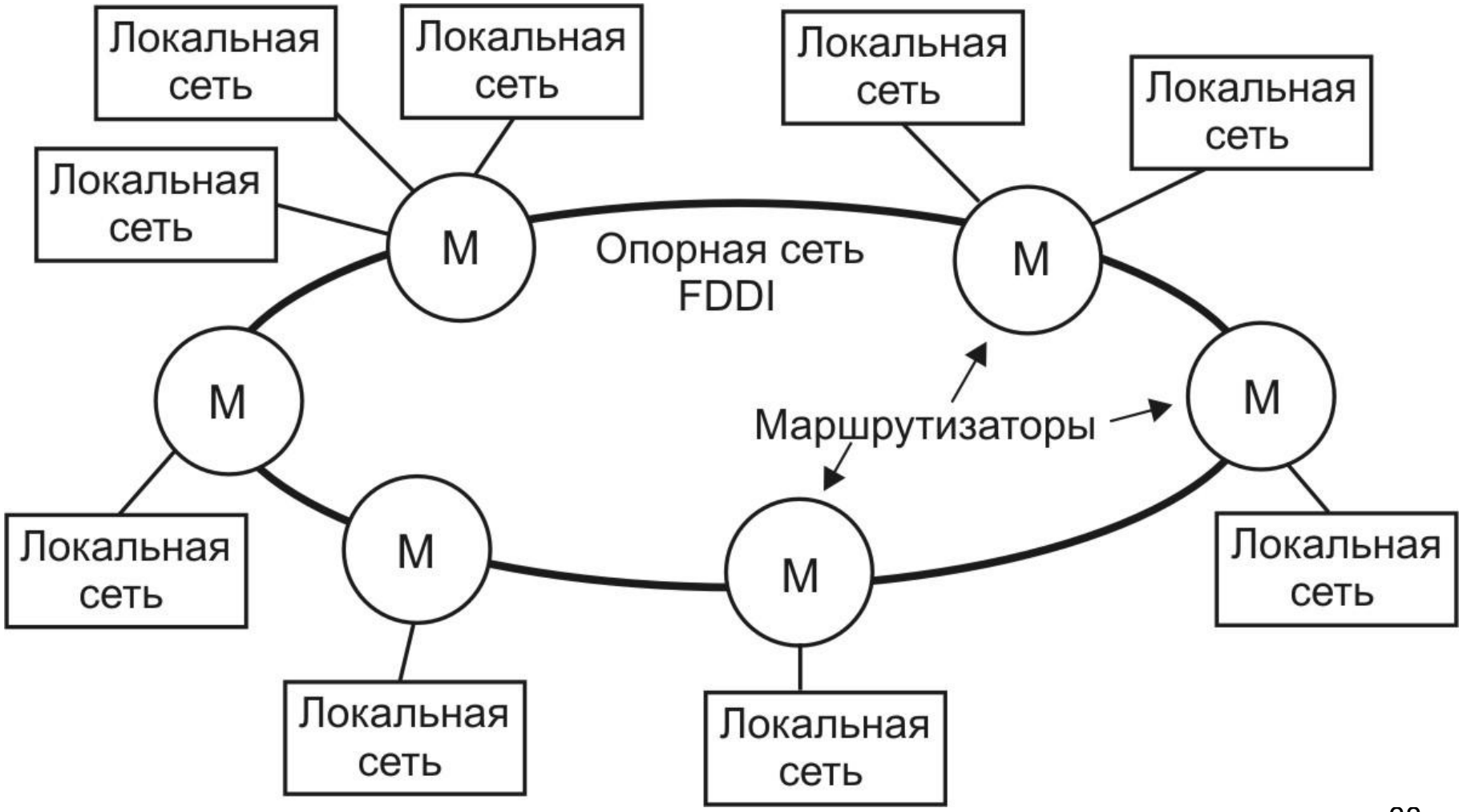
Отличия маршрутизаторов от коммутаторов:

- Полноправные абоненты с собственным MAC-адресом, непрозрачная связь, пакеты адресуются маршрутизатору;
- Работают с логическими адресами (IP и IPX), хранят список MAC и IP (IPX) адресов всех подключённых абонентов, список соседних маршрутизаторов, номера всех подключённых сетей;
- Не пропускают широковещательные пакеты — разделяют широковещательную область сети;
- Допускают существование в сети петель, выбирают оптимальный маршрут доставки пакета;
- Размер маршрутизирумой сети уже ничем не ограничен;
- Сложнее, медленнее, дороже коммутаторов.

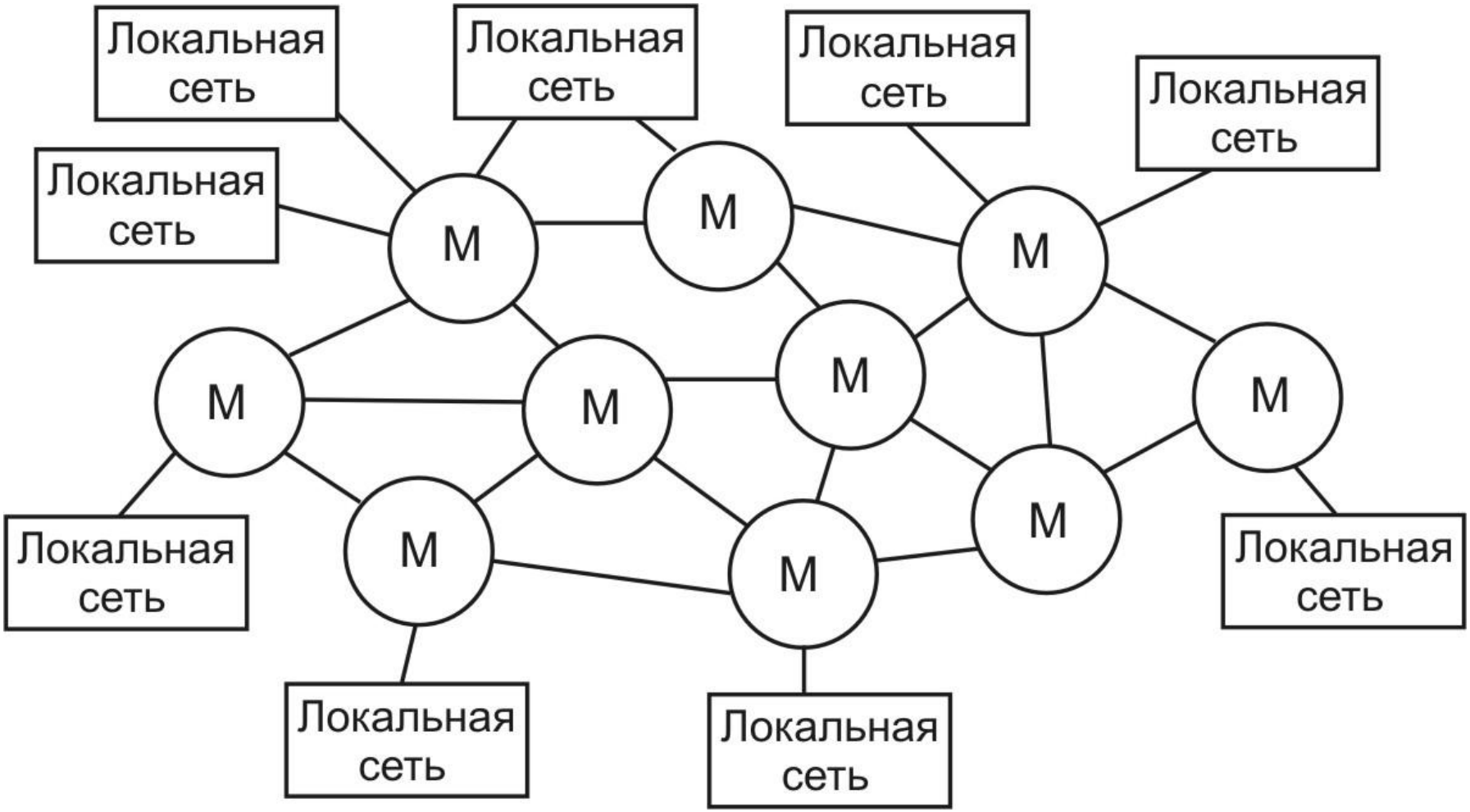
Ячеистая сеть с маршрутизаторами



Маршрутизируемая сеть на основе FDDI



Маршрутизируемое облако



Тенденции развития локальных сетей Ethernet

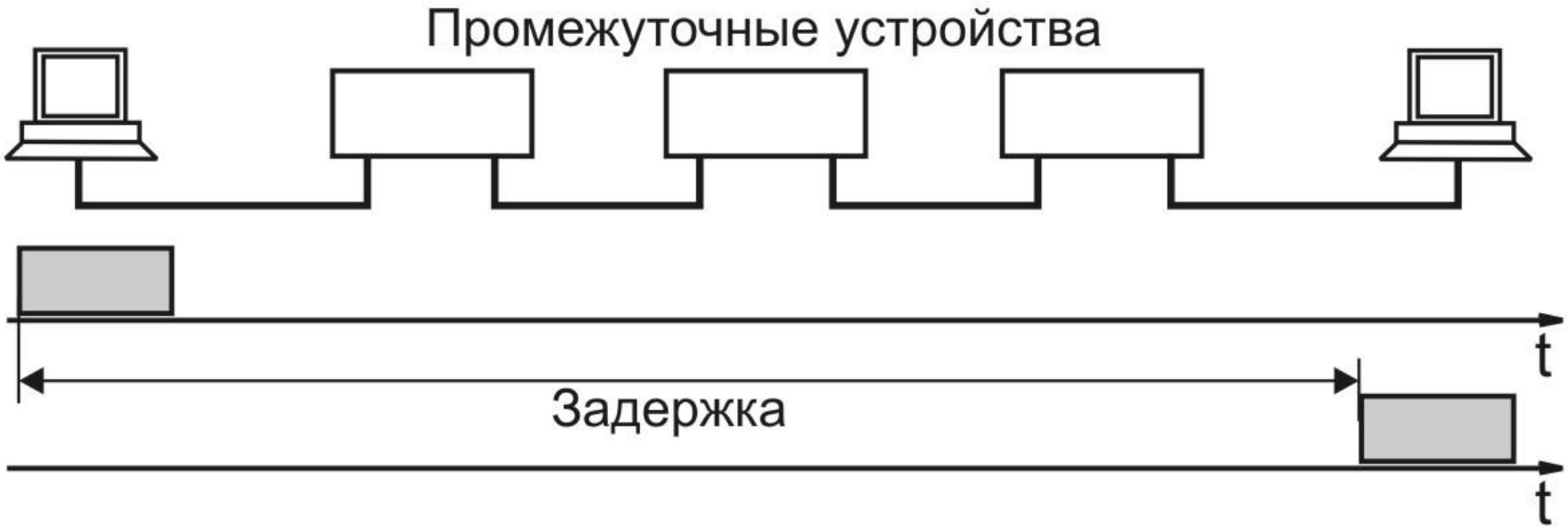
Основные тенденции развития Ethernet

Параметр	Тенденция развития
Скорость, Мбит/с	10 ⟶ 100 ⟶ 1000 ⟶ 10000
Среда передачи	Коаксиальный кабель ⟶ витая пара UTP ⟶ оптоволоконный кабель
Топология	Шина ⟶ пассивная звезда (дерево) ⟶ «активная» звезда (дерево и облако)
Промежуточное устройство	Репитер ⟶ концентратор ⟶ коммутатор ⟶ маршрутизатор (?)
Метод управления	CSMA/CD ⟶ полудуплексное коммутирование ⟶ полный дуплекс
Код передачи	Манчестерский ⟶ 4B/5B ⟶ 8B/10B и PAM5

Увеличение скорости сети Ethernet

- Для большинства задач вполне хватает скорости 10 Мбит/с, тем более, 100 Мбит/с;
- На интегральную скорость передачи информации влияют ещё время обмена информацией с компьютером, задержка в кабеле, задержка в промежуточных устройствах, скорость компьютера и его устройств и т.д.;
- Увеличение скорости сети повышает пропускную способность сети, снижает нагрузку на сеть и количество коллизий;
- Увеличение скорости сети снижает вероятность передачи ошибочных пакетов, так как уменьшается длительность каждого пакета.

Время доставки пакета при разных скоростях

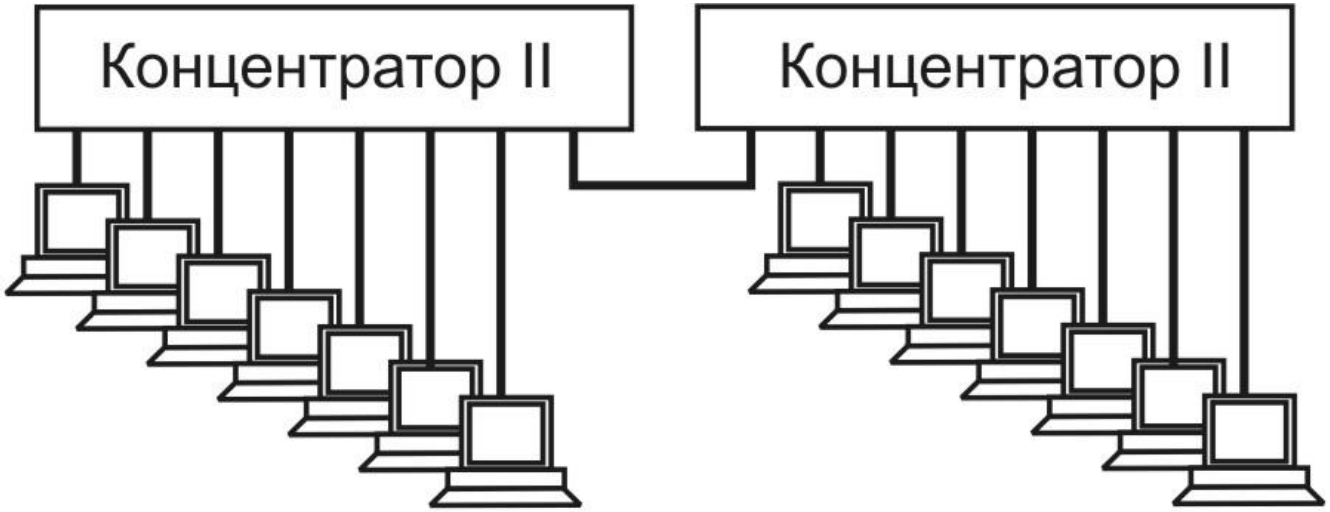


Длительность пакета	100 мкс (10 Мбит/с)	10 мкс (100 Мбит/с)	1 мкс (1000 Мбит/с)
Время доставки пакета при задержке 10 мкс	110 мкс	20 мкс (ускорение в 5,5 раза)	11 мкс (ускорение в 1,8 раза)

Причины перехода на оптоволоконный кабель

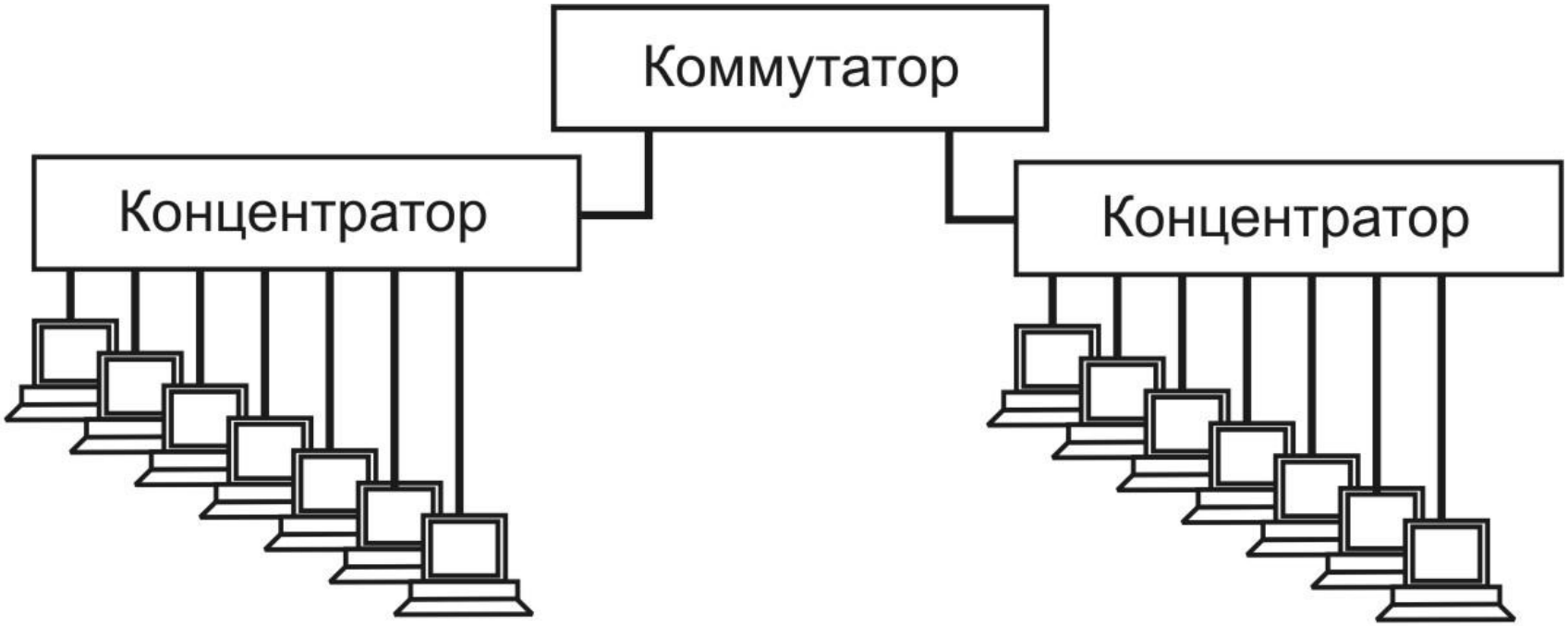
- Необходимость увеличения размера сети (для полного дуплекса длина кабеля до 2—10 км);
- Необходимость увеличения помехозащищённости и секретности (уровень помех всё время возрастает);
- Полная гальваническая развязка, не нужно согласование и заземление;
- Снижение стоимости оптоволоконного кабеля (для больших скоростей — дешевле витой пары категории 7);
- Снижение стоимости оптоволоконных трансиверов, сетевых адаптеров, коммутаторов;
- Для скорости выше 10 000 Мбит/с — единственный возможный вариант.

Малая сеть на концентраторах



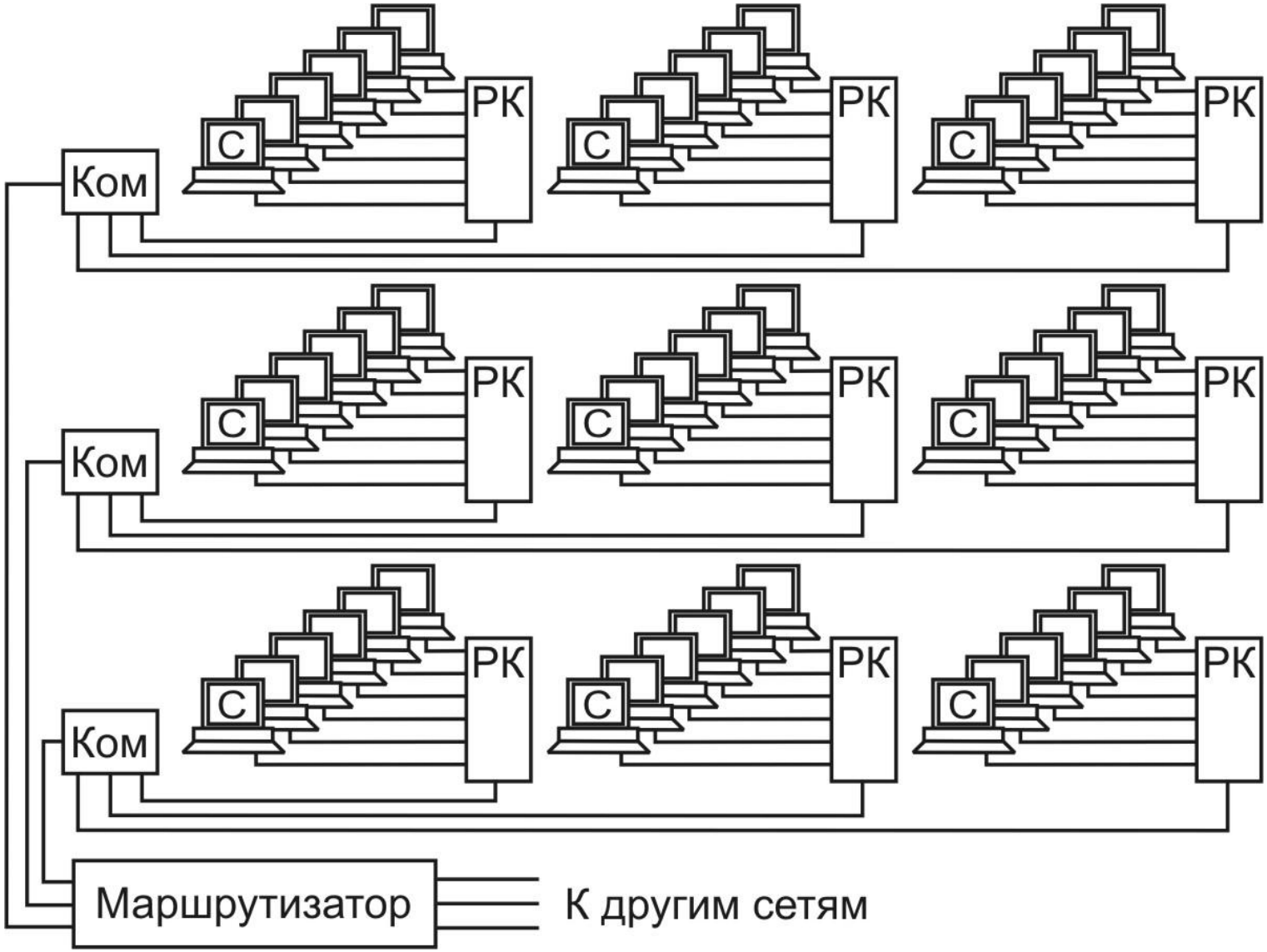
До 30 компьютеров, до 200 метров

Малая сеть на концентраторах и коммутаторе

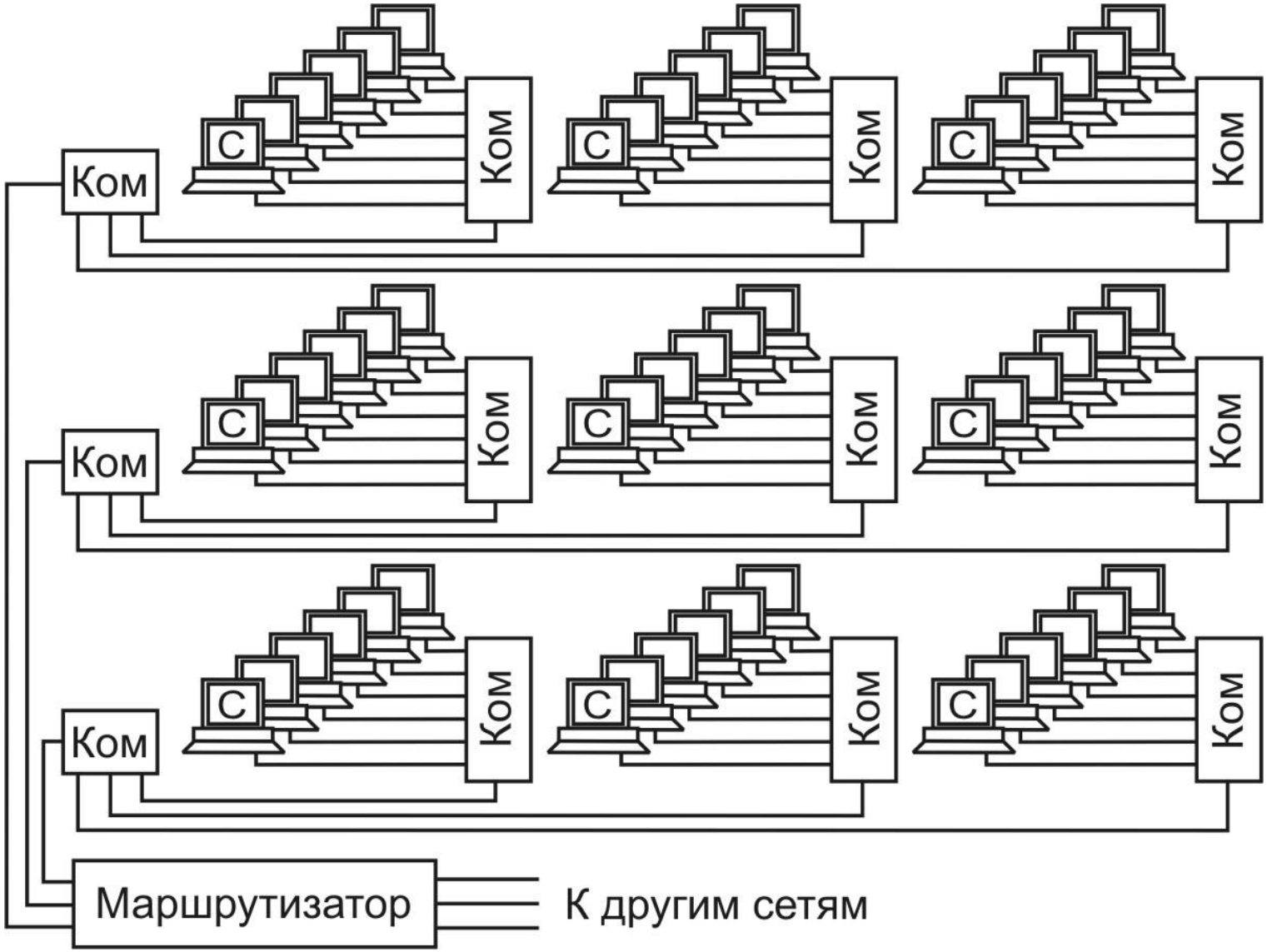


От 50 компьютеров, от 200 метров

Сеть на основе концентраторов, коммутаторов и маршрутизатора



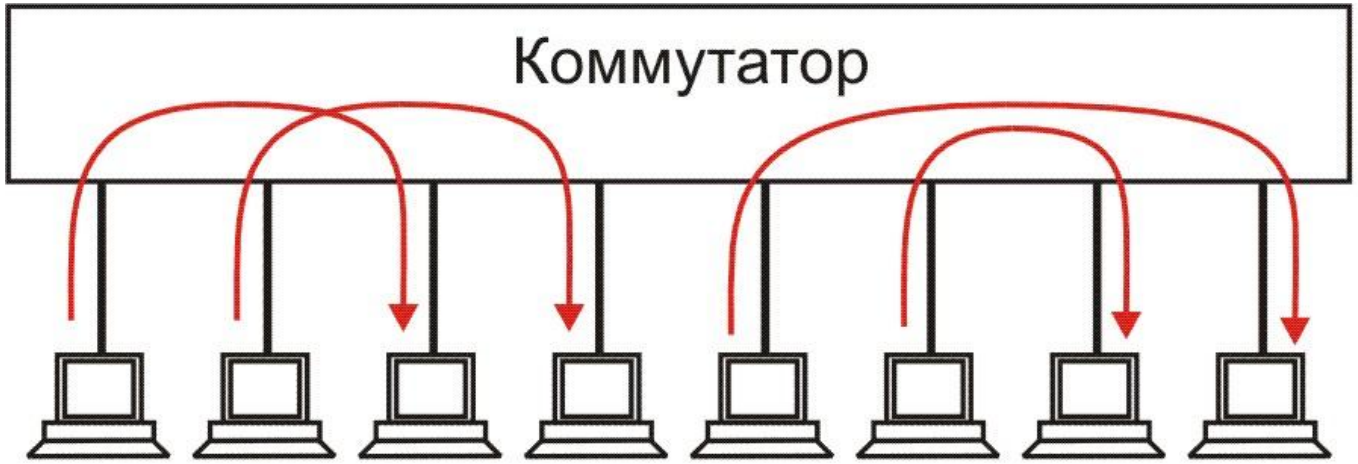
Сеть на основе коммутаторов и маршрутизатора



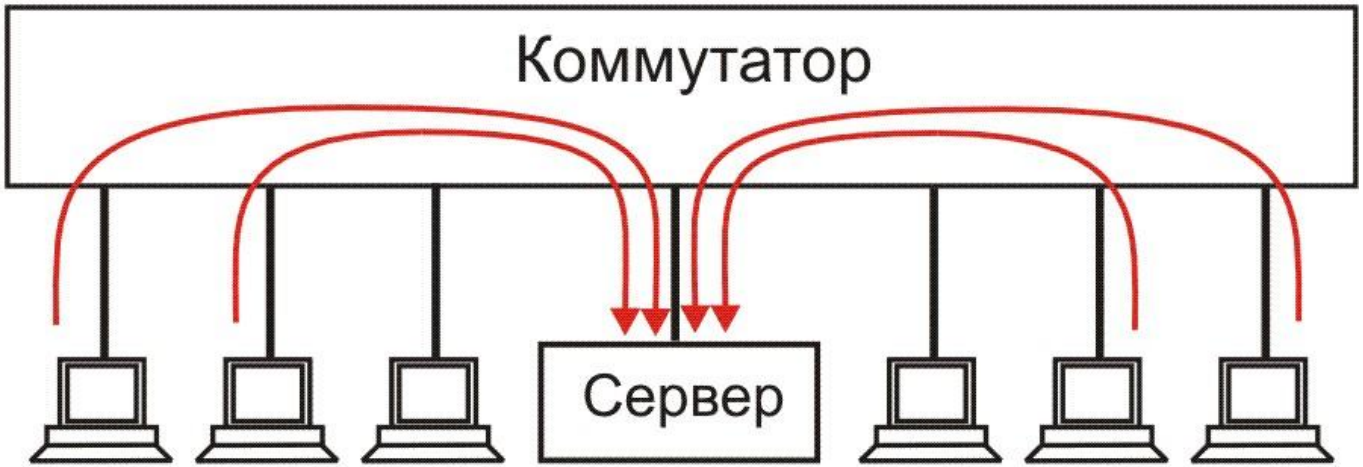
Сравнение концентратора и коммутатора

Параметр	Концентратор	Коммутатор
Размер сети	Область коллизии	Широковещательная область
Задержка	Малая	Большая
Пересылка пакетов	По одному пакету	Несколько пакетов одновременно
Сетевая нагрузка	Не разделяется	Разделяется
Полный дуплекс	Не поддерживается	Поддерживается
Стоимость	Меньше	Больше

Использование коммутаторов на нижнем уровне



Одноранговая сеть



Сеть на основе сервера

Направления развития коммутаторов и маршрутизаторов

Направления развития коммутаторов

- Увеличение количества портов и возможностей наращивания (стекирования);
- Увеличение скорости коммутирования и объёма внутренней памяти;
- Поддержка разных стандартных сегментов, разных сред передачи на разных скоростях, а также полного дуплекса;
- Поддержка функций моста (связь разнородных сетей и алгоритм связующего дерева — Spanning Tree);
- Увеличение возможностей управления (протокол SNMP, определение предельных скоростей портов, контроль трафика, повышение безопасности, поддержка VLAN и т. д.)
- Поддержка функций маршрутизатора — коммутаторы третьего уровня.

Направления развития маршрутизаторов

- Встраивание коммутаторов Ethernet — замена коммутаторов для небольших локальных сетей;
- Поддержка выхода в глобальную сеть с помощью разнообразных интерфейсов — многопортовые шлюзы Интернет;
- Поддержка беспроводных сетей WLAN (IEEE 802.11) и других типов локальных сетей;
- Увеличение возможностей управления и программной реконфигурации;
- Увеличения возможностей объединения и наращивания;
- Увеличение скорости маршрутизации и безопасности маршрутизации.

Проектирование сети

- Требуемый размер сети (сейчас и на перспективу);
- Требуемая структура сети (по подразделениям, комнатам, этажам и зданиям);
- Направления и интенсивность информационных потоков в сети, характер передаваемой информации;
- Характеристики оборудования (компьютеров, адаптеров, кабелей, промежуточных устройств) и его стоимость;
- Возможности прокладки кабельной системы и меры обеспечения целостности кабеля;
- Обеспечение обслуживания сети и контроля за её безотказностью и безопасностью;
- Требования к программным средствам по размеру сети, скорости, гибкости, разграничению прав доступа, возможностям контроля, по стоимости и т.д.;
- Необходимость подключения к глобальным сетям или к другим локальным сетям.

Правило «80/20»

Уровень	80 процентов	20 процентов
Компьютер	Собственные ресурсы	Сетевые ресурсы
Рабочая группа	Внутри группы	Вне группы
Сегмент локальной сети	Внутри сегмента	Другие сегменты
Локальная сеть	Внутри локальной сети	Глобальная сеть или другие локальные сети

Выбор аппаратуры сети

- **Сетевые адаптеры**: стоимость, поддерживаемые скорости, режимы обмена по сети (полный дуплекс), режимы обмена с компьютером, кабели и разъёмы;
- **Промежуточные сетевые устройства**: количество портов, стоимость, функциональность, возможности наращивания, возможности управления, поддерживаемые скорости, кабели и разъёмы;
- **Серверы**: стоимость, скорость процессора, объём памяти, объём дисков, скорость дисков, возможности наращивания, бесперебойное питание;
- **Кабели**: стоимость, тип кабеля и его виды (оболочки, упрочнение и т.д.), длины кусков, разъёмы, устройства прокладки кабеля (шкафы, короба и т.д.), требуемые работы по прокладке кабеля.

Функции сетевого администратора

- Создание пользователей и групп пользователей различного назначения;
- Определение прав доступа пользователей;
- Обучение новых пользователей и оперативная помощь пользователям в случае необходимости;
- Контроль за дисковым пространством всех серверов данной сети;
- Защита и резервное копирование данных, борьба с компьютерными вирусами и вредоносными программами;
- Модернизация программного обеспечения и сетевой аппаратуры;
- Настройка сети для получения максимальной производительности.

Стандартные сегменты Gigabit Ethernet (IEEE 802.3z и IEEE 802.3ab)

- **1000BASE-T** (IEEE 802.3ab) — витая пара категорий 5е или 6 длиной до 100 м. Двунаправленная передача по всем 4 парам (250 Мбит/с по каждой паре), код PAM5;
- **1000BASE-TX** — витая пара категории 6 длиной до 100 м. Две пары на передачу, две — на приём (500 Мбит/с по каждой паре). Код 8B/10B. Вытесняется сегментом 1000BASE-T.
- **1000BASE-CX —** экранированная витая пара длиной до 25 м. Не используется.
- **1000BASE-SX** — многомодовый оптоволоконный кабель длиной до 500 м;
- **1000BASE-LX** — одномодовое оптоволоконный кабель длиной до 2000 м.

Отличия Gigabit Ethernet

- Увеличение минимального размера пакета до 512 байт для увеличения размера области коллизии при полудуплексном режиме;
- Новые методы кодирования (8B/10B и PAM5);
- Возможность блочного режима передачи (абонент передаёт несколько пакетов подряд суммарной длиной до 8192 байт, до 512 байт расширяется только первый пакет)
- Основной режим передачи — полнодуплексный, применяются коммутаторы и маршрутизаторы;
- Основная среда передачи — оптоволоконный кабель;
- Основное применение — опорные сети, связь с быстрыми серверами.