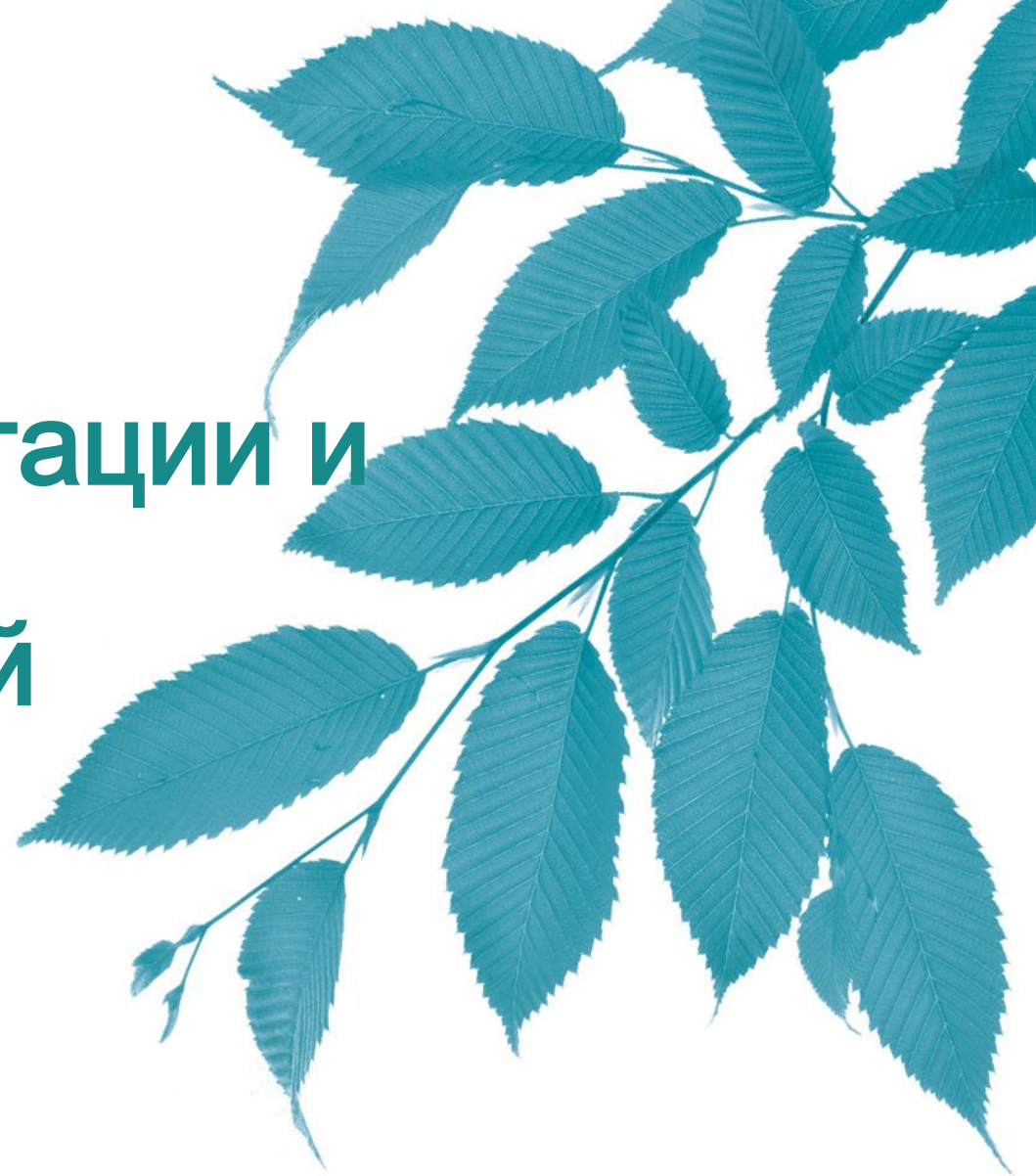




Технологии коммутации и маршрутизации современных сетей Ethernet

Базовый сертификационный курс



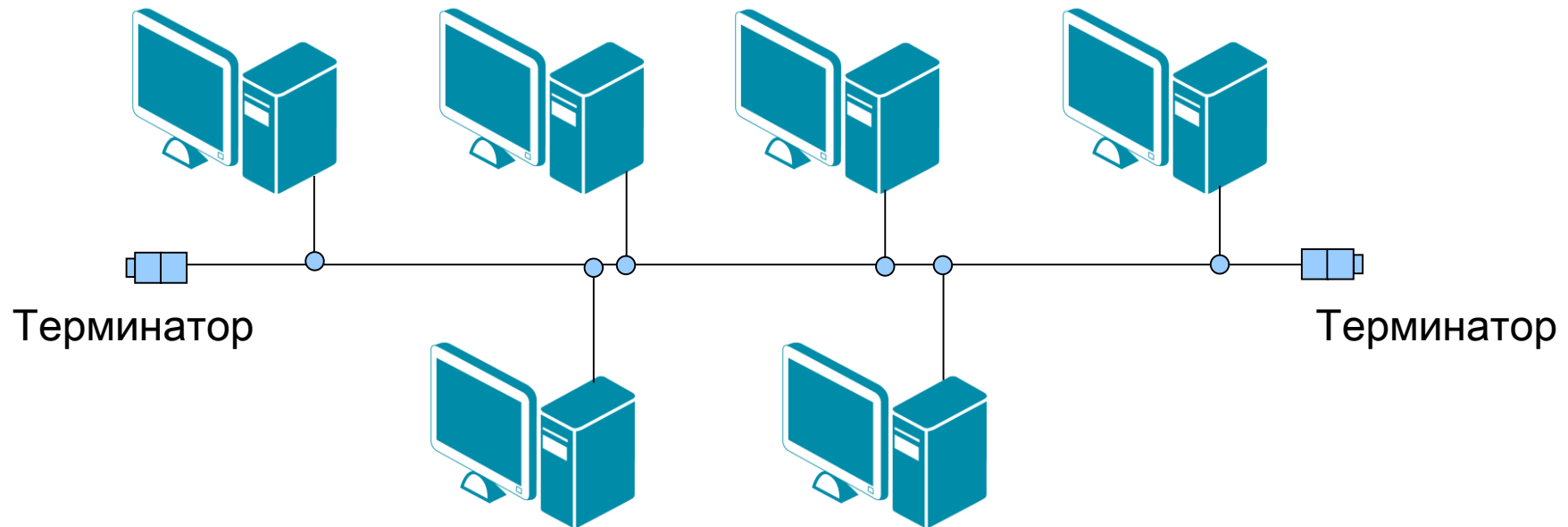
Часть 1

Введение в коммутацию

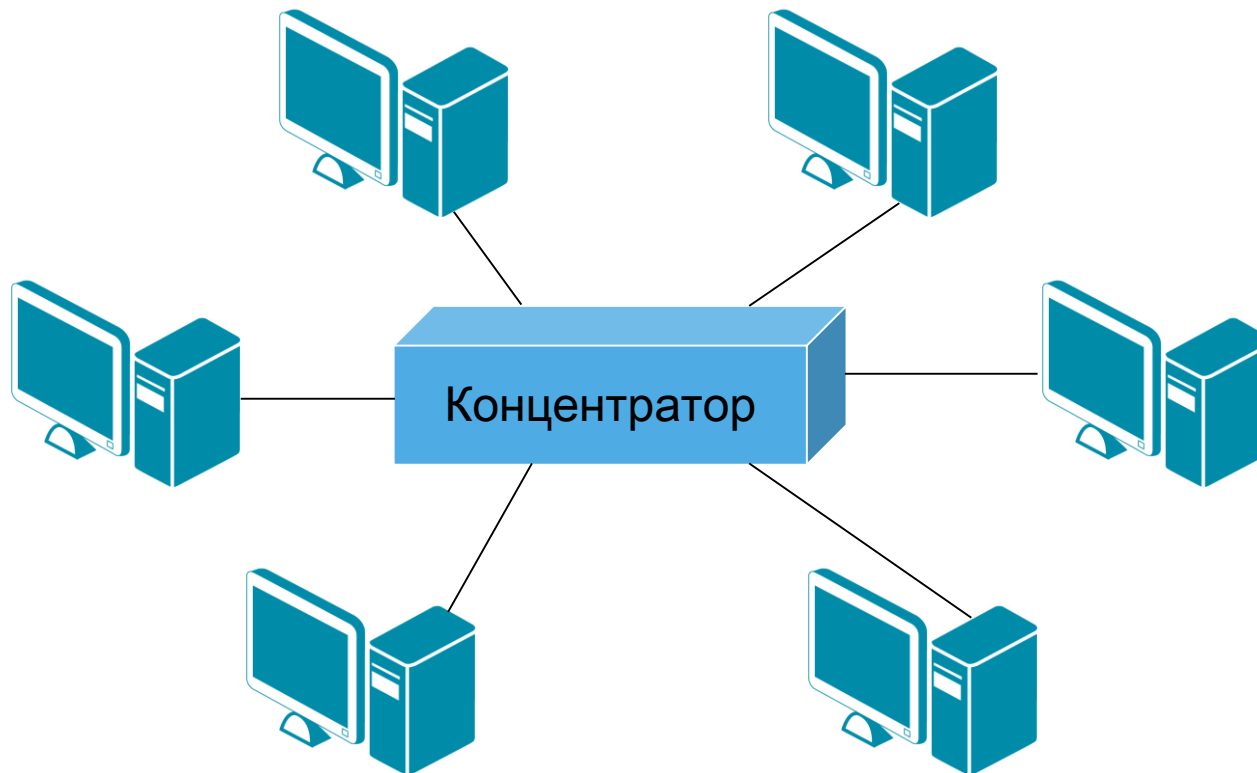
Часть 1. Введение в коммутацию

- Эволюция локальных сетей
- Функционирование коммутаторов локальной сети
- Конструктивное исполнение коммутаторов
- Типы интерфейсов коммутаторов
- Архитектура коммутаторов
- Характеристики, влияющие на производительность коммутаторов
- Управление потоком данных
- Технологии коммутации и модель OSI
- Программное обеспечение коммутаторов
- Общие принципы сетевого дизайна
- Трехуровневая иерархическая модель сети

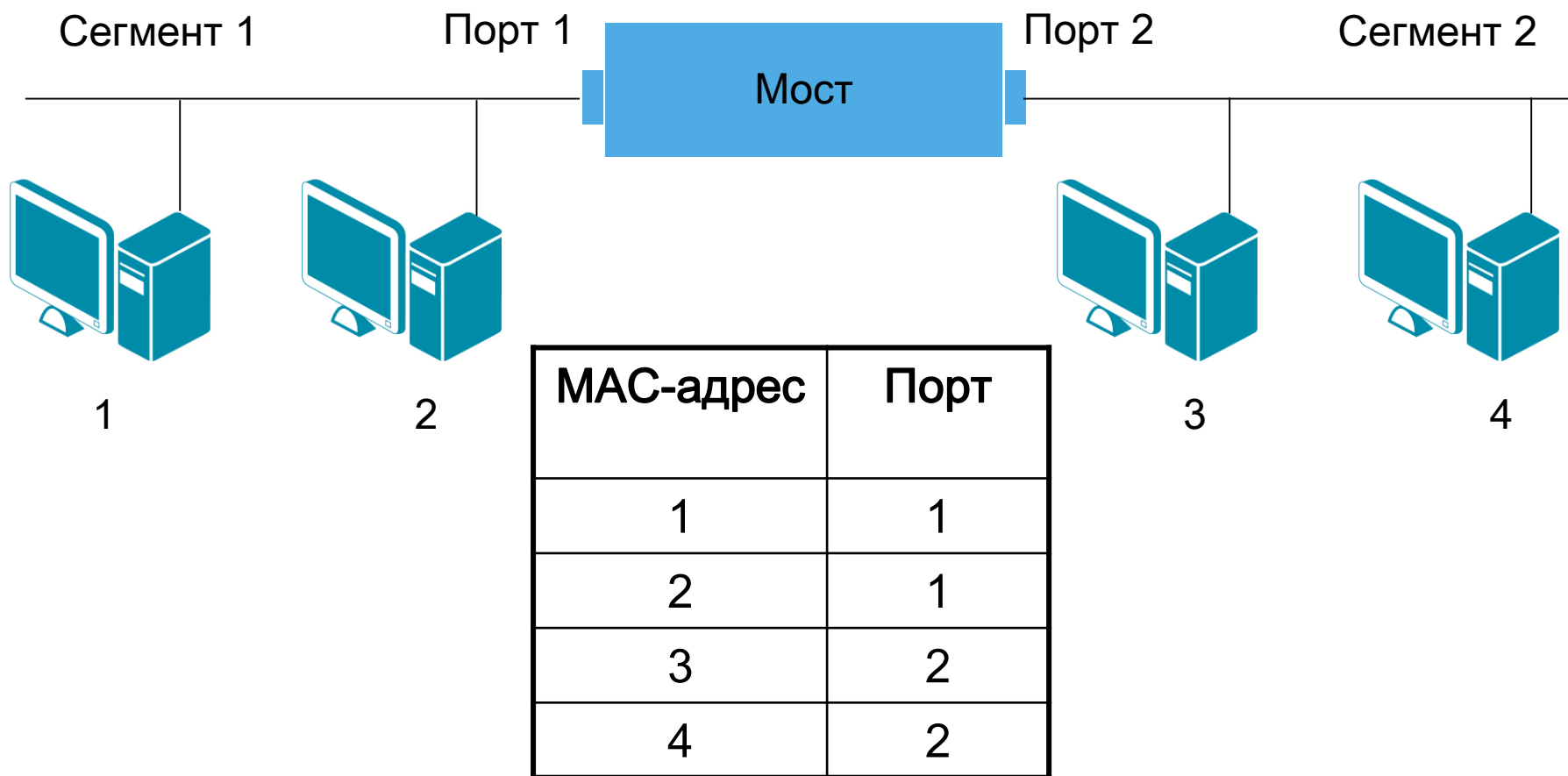
Стандарты 10Base-2 / 10Base-5. Шинная топология



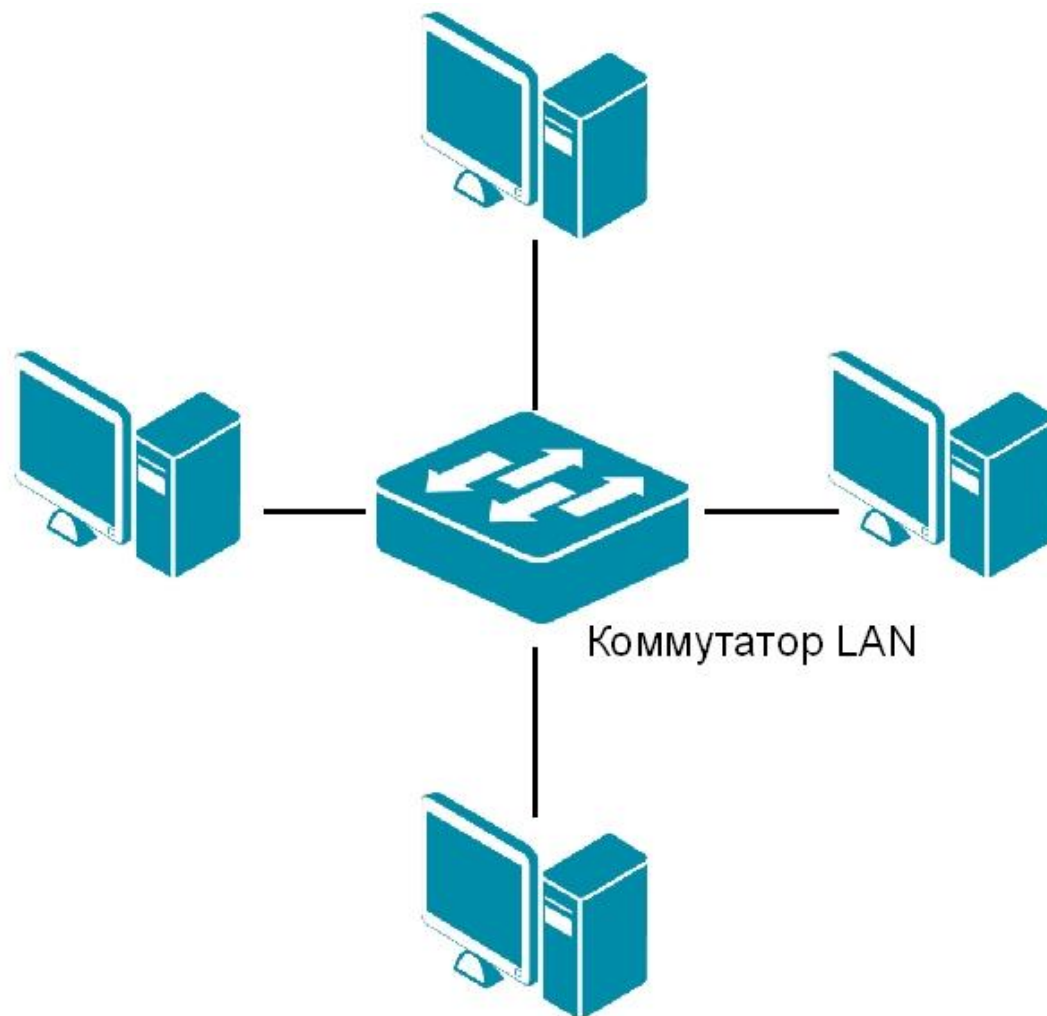
Стандарт 10Base-T. Топология «звезда»



Сегментация сети с помощью мостов (Bridge) на канальном уровне модели OSI



Коммутатор локальных сетей



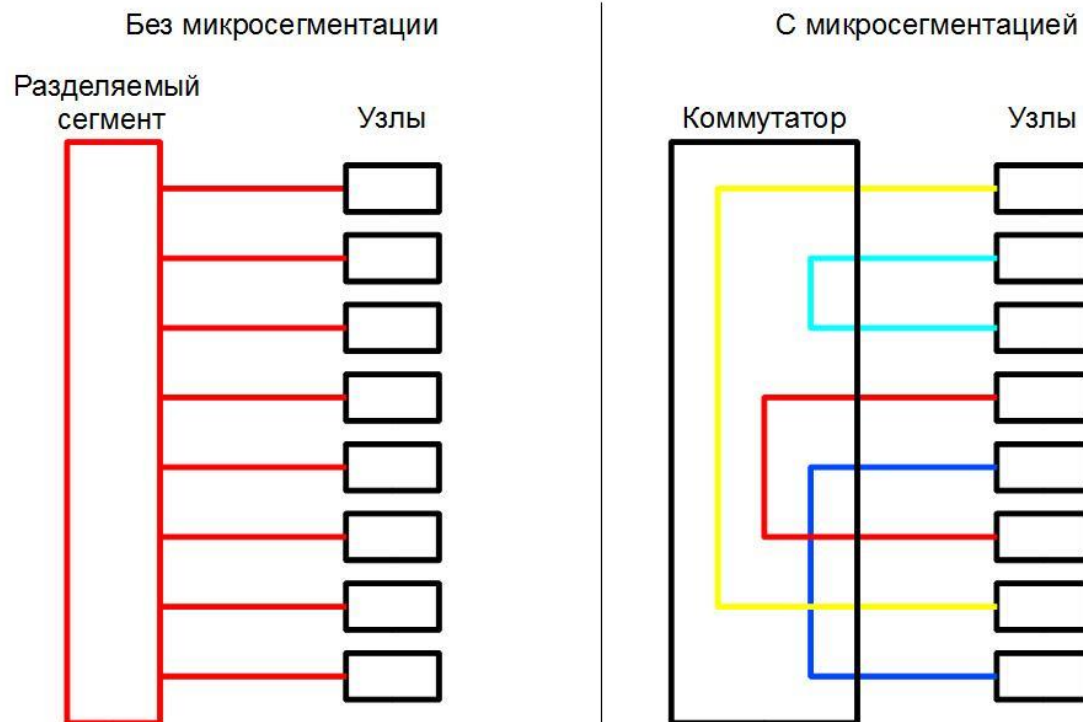
Модель OSI

Уровень приложений (Application)
Уровень представлений (Presentation)
Сеансовый уровень (Session)
Транспортный уровень (Transport)
Сетевой уровень (Network)
Канальный уровень (Data Link)
Физический уровень (Physical)

Коммутатор локальных сетей

- Функционирует на канальном уровне модели OSI.
- Одновременно устанавливает несколько соединений между разными парами портов (микросегментация).
- Обеспечивает возможность работы в режиме полного дуплекса (full duplex).

Микросегментация



При передаче кадра через коммутатор в нем создавался отдельный виртуальный (либо реальный, в зависимости от архитектуры) канал, по которому данные пересылались «напрямую» от порта-источника к порту-получателю с максимально возможной для используемой технологии скоростью. Благодаря микросегментации, коммутаторы получили возможность функционировать в режиме полного дуплекса (full duplex), что позволяло каждой рабочей станции одновременно передавать и принимать данные, используя всю полосу пропускания в обоих направлениях.

Функционирование коммутаторов локальной сети

Коммутаторы локальных сетей обрабатывают кадры на основе алгоритма **прозрачного моста** (*transparent bridge*), который определен стандартом IEEE 802.1D.

Модель работы прозрачного моста, описанная в IEEE 802.1D, определяет следующие процессы:

- продвижение кадров (Forwarding);
- изучение адресов (Learning);
- фильтрация кадров (Filtering).

Процесс работы алгоритма прозрачного моста начинается с построения **таблицы коммутации** (*Forwarding DataBase, FDB*).

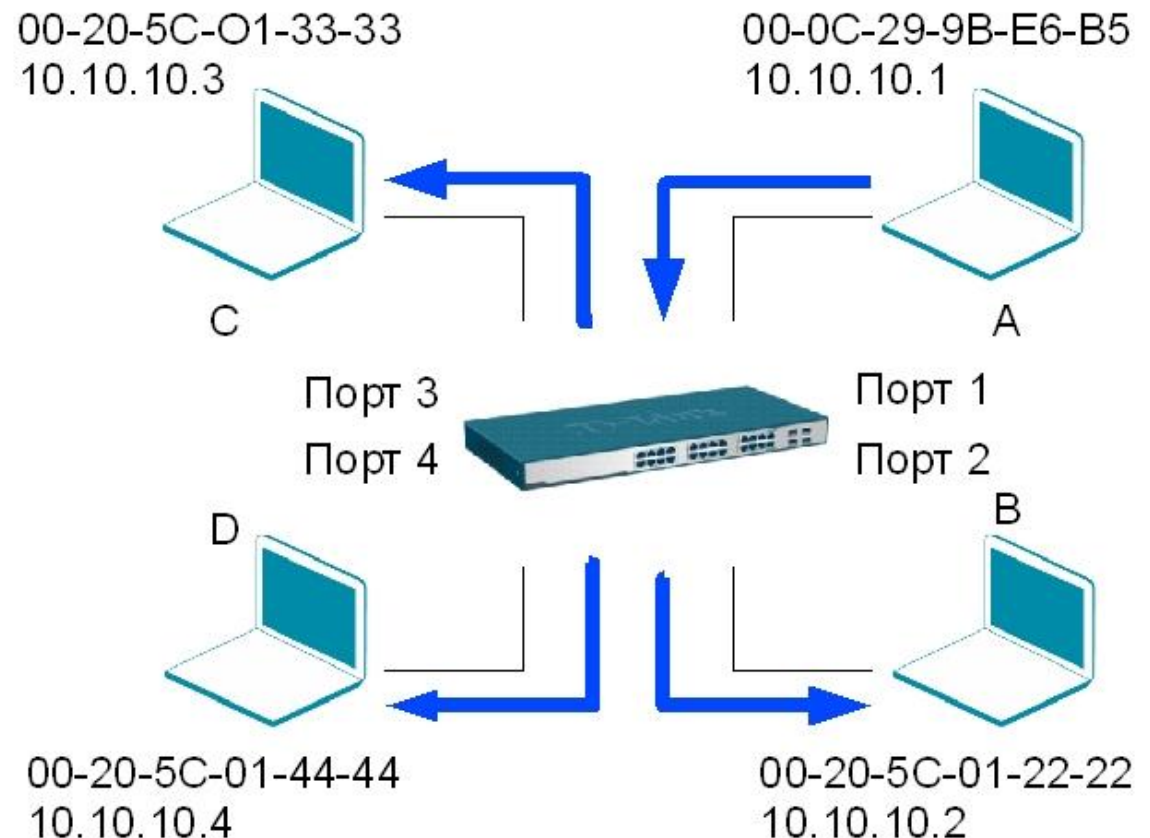
Функционирование коммутаторов локальной сети

Функционирование коммутаторов локальной сети

6 байт	6 байт	2 байта	4 байта	
Адрес назначения	Адрес источника	Тип Ethernet	ARP	
FF-FF-FF-FF-FF-FF	00-0C-29-9B-E6-B5	Ethernet	FCS	

Таблица коммутации
Порт 1 00-0C-29-9B-E6-B5

При включении питания, одновременно с передачей данных, коммутатор изучает расположение подключенных к нему сетевых устройств путем анализа MAC-адресов источников получаемых кадров

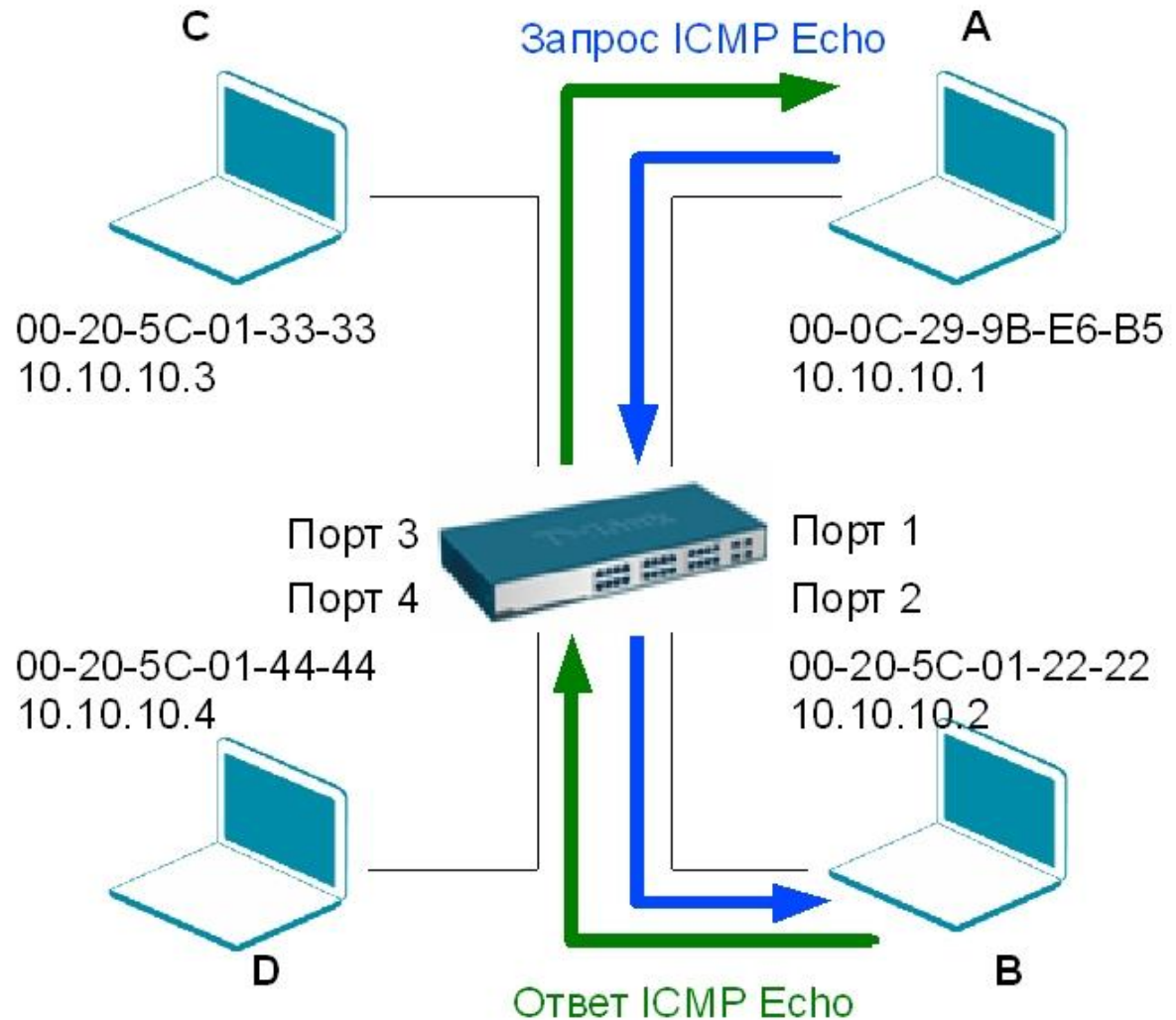


Функционирование коммутаторов локальной сети

Функционирование коммутаторов локальной сети

Таблица коммутации	
Порт 1	00-0C-29-9B-E6-B5
Порт 2	00-20-5C-01-22-22

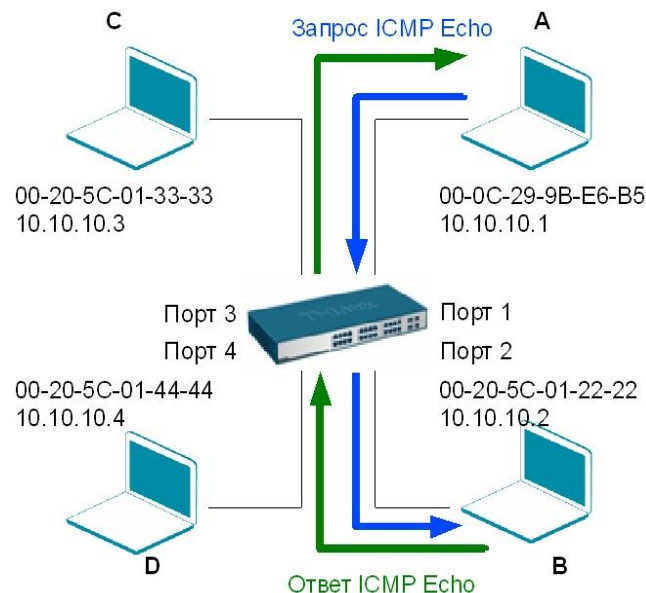
В процессе изучения в таблице коммутации создается запись, ассоциирующую MAC-адрес узла с номером входного порта. Записи в таблице коммутации создаются динамически, при чем каждой записи заносится время старения (aging time)



Как только в таблице коммутации появляется хотя бы одна запись, коммутатор начинает использовать ее для пересылки кадров.

Функционирование коммутаторов локальной сети

Таблица коммутации	
Порт 1	00-0C-29-9B-E6-B5
Порт 2	00-20-5C-01-22-22



Если в таблице коммутации появляется хотя бы одна запись, то коммутатор начинает использовать ее для пересылки кадров. Этот процесс называется продвижением (*forwarding*) кадра.

Если бы выходной порт и порт-источник совпали, то передаваемый кадр был бы отброшен коммутатором. Этот процесс называется фильтрацией (*filtering*).

В том случае, если MAC-адрес назначения в поступившем кадре неизвестен (в таблице коммутации отсутствует соответствующая запись), коммутатор создает множество копий этого кадра и передает их через все свои порты, за исключением того, на который он поступил. Этот процесс называется лавинной передачей (*flooding*), которая несмотря на то, что занимает полосу пропускания, позволяет коммутатору избежать потери кадров, когда MAC-адрес приемника неизвестен.

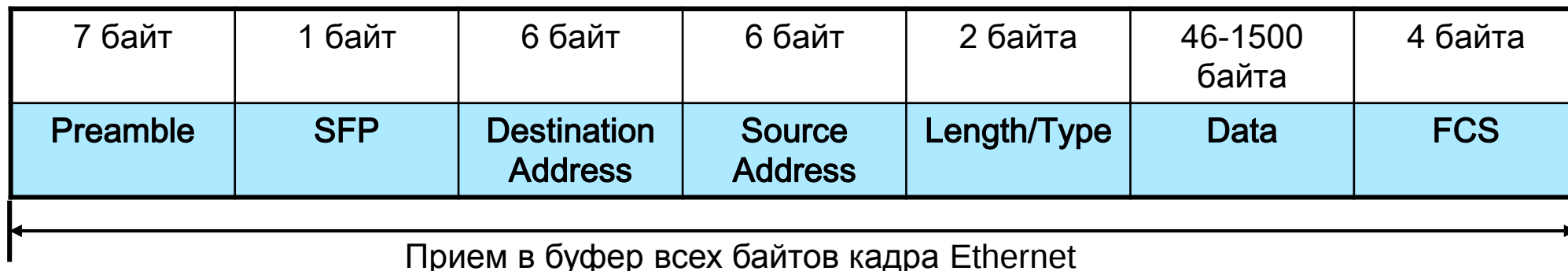
Методы коммутации

Первым шагом, который выполняет коммутатор, прежде чем принять решение о передаче кадра, является его получение и анализ содержимого. В коммутаторе может быть реализован один из двух режимов работы, определяющих его поведение при получении кадра:

- коммутация с промежуточным хранением (store-and-forward);
- коммутация без буферизации (cut-through).

Методы коммутации

Store-and-forward



Метод коммутации с промежуточным хранением (store-and-forward), который характеризуется тем, что коммутатор, прежде чем передать кадр, полностью копирует его в буфер и производит проверку на наличие ошибок. Если кадр содержит ошибки (не совпадает контрольная сумма, или кадр меньше 64 байт или больше 1518 байт), то он отбрасывается. Если кадр не содержит ошибок, то коммутатор находит MAC-адрес приемника в своей таблице коммутации и определяет выходной порт. Затем, если не определены никакие фильтры, коммутатор передает кадр через соответствующий порт устройству назначения.

Преимуществами данного метода являются:

- коммутатор может быть оснащен портами, поддерживающими разные технологии и скорости передачи, например, 10/100 Мбит/с, 1000 Мбит/с и 10 Гбит/с;
- коммутатор может проверять целостность кадра, благодаря чему поврежденные кадры не будут передаваться в соответствующие сегменты.

Cut-through

7 байт	1 байт	6 байт	6 байт	2 байта	46-1500 байта	4 байта
Preamble	SFP	Destination Address	Source Address	Length/Type	Data	FCS

← Прием в буфер 560 байт кадра Ethernet
(теоретически принимаются первые 6 байт после преамбулы)

При работе в этом режиме теоретически коммутатор копирует в буфер только MAC-адрес назначения (первые 6 байт после преамбулы) и сразу начинает передавать кадр, не дожидаясь его полного приема. В зависимости от реализации коммутатор дожидается приема в буфер определенного количества байтов кадра и, если на порте не определены никакие фильтры, принимает решение о его передаче. В режиме cut-through коммутатор не дожидается приема всего кадра, то он не выполняет проверку кадров на наличие ошибок. Проверка кадра на наличие ошибок возлагается на принимающий узел.

Основным преимуществом коммутация без буферизации по сравнению с коммутацией с промежуточным хранением является уменьшение времени передачи кадров большого размера.

Однако в некоторых случаях, метод cut-through теряет свои преимущества в скорости Передачи при перегрузке сети, использовании функций фильтрации, требующих обработки на ЦПУ, или когда порты коммутатора поддерживают разную скорость

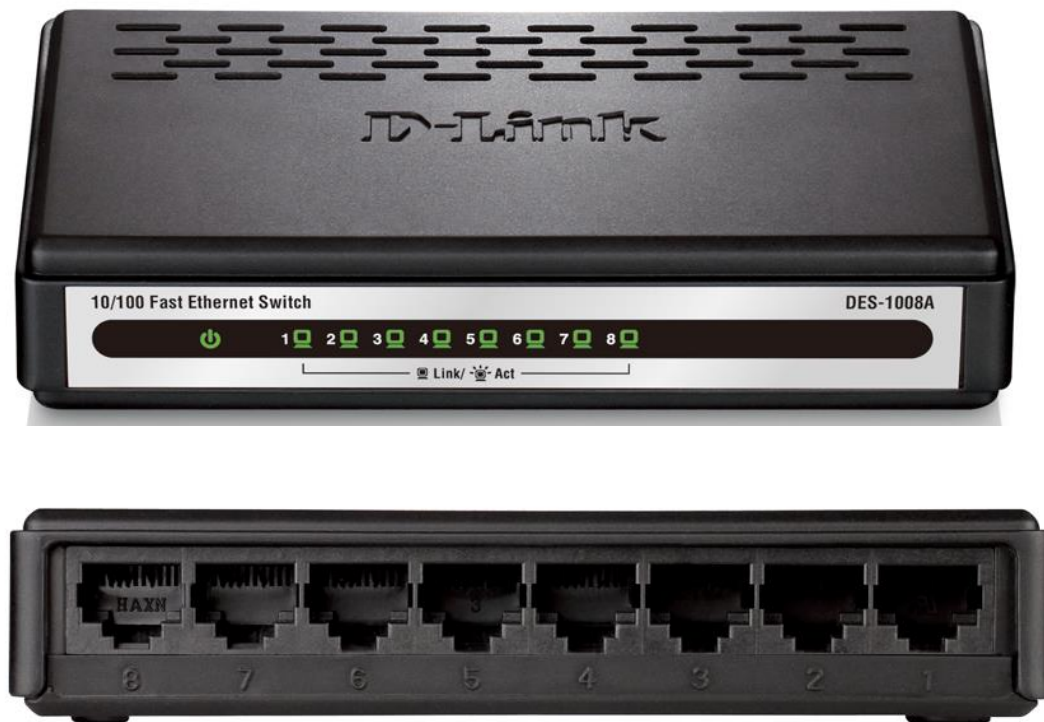
Конструктивное исполнение коммутаторов

В зависимости от конструктивного исполнения (габаритных размеров), можно выделить три группы коммутаторов:

- настольные коммутаторы (Desktop switch);
- автономные коммутаторы, монтируемые в телекоммуникационную стойку (Rack mounted switch);
- коммутаторы на основе шасси (Chassis switch).

Настольные коммутаторы

Обычно такие коммутаторы обладают корпусом обтекаемой формы с относительно небольшим количеством фиксированных портов, внешним или внутренним блоком питания и небольшими ножками для обеспечения вентиляции нижней поверхности устройства. Чаще всего коммутаторы настольного форм-фактора используются в сетях класса *SOHO*.



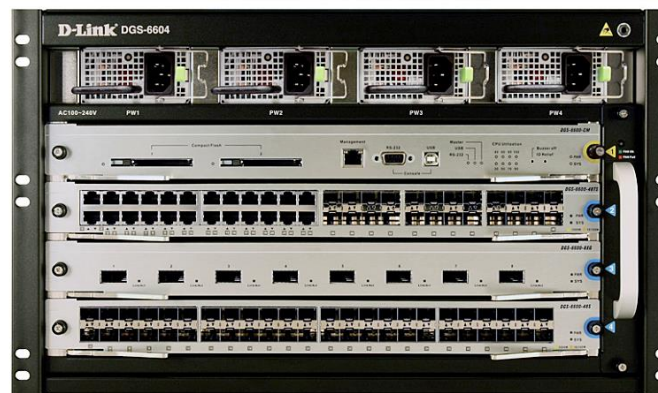
Автономные коммутаторы в стойечном исполнении

Высотой 1U обладают корпусом для монтажа в 19" стойку, встроенным блоком питания и фиксированным количеством портов. По сравнению с настольными коммутаторами, коммутаторы, монтируемые в стойку, обеспечивают более высокую производительность и надежность, а также предлагают широкий набор сетевых функций и интерфейсов.



Коммутаторы на основе шасси

Содержат слоты, которые могут быть использованы для установки интерфейсных модулей расширения, резервных источников питания и процессорных модулей. Модульное решение обеспечивает гибкость применения, высокую плотность портов и возможность резервирования критичных для функционирования коммутатора компонентов.



Стековые коммутаторы

Устройства представляют собой коммутаторы, которые могут работать как автономно, так как выполнены в отдельном корпусе, так и совместно, благодаря наличию специальных интерфейсов, позволяющих объединять коммутаторы в одно логическое устройство с целью увеличения количества портов, удобства управления и мониторинга. Говорится, что в этом случае отдельные коммутаторы образуют стек.



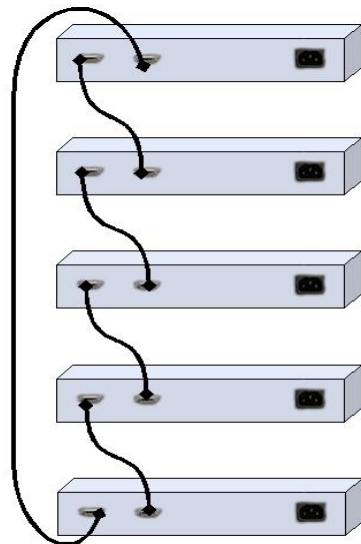
Физическое стекирование коммутаторов

➤ Стек типа «кольцо» (кольцевая топология)

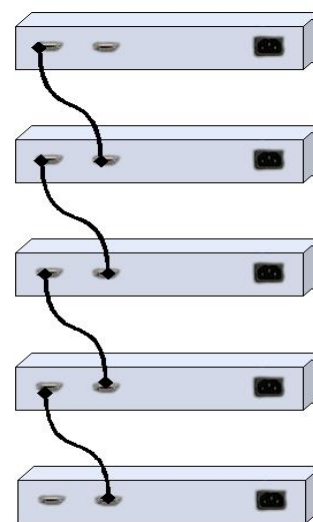
- При передаче данных пакет последовательно передается от одного устройства стека к другому до тех пор, пока не достигнет порта назначения.
- Система автоматически определяет оптимальный путь передачи трафика, что позволяет достичь полного использования полосы пропускания.
- Преимуществом топологии «кольцо» является то, что при выходе одного устройства из строя или обрыве связи, остальные устройства стека будут продолжать функционировать в обычном режиме.

➤ Стек типа «цепочка» (линейная топология)

- Каждое устройство соединено с вышележащим и нижележащим. Самый верхний и самый нижний коммутаторы не соединяются.



Топология стекирования «кольцо»



Топология стекирования «цепочка»

Типы интерфейсов коммутаторов

- Наиболее распространенными интерфейсами, реализуемыми в коммутаторах, являются фиксированные интерфейсы с разъемом RJ-45 на основе витой пары, поддерживающие технологию Fast или Gigabit Ethernet, автосогласование скоростей, полудуплексного или дуплексного режима работы и автоматического определения полярности витой пары MDI/MDIX.
- Для обеспечения большей гибкости в выборе типа подключения, многие коммутаторы оборудованы специальными слотами для установки компактных сменных интерфейсных модулей:
 - **GBIC** (Gigabit Interface Converter);
 - **SFP** (Small Form Factor Pluggable);
 - **SFP+** (Enhanced Small Form Factor Pluggable);
 - **XFP** (10 Gigabit Small Form Factor Pluggable).

Стандарт	Тип кабеля	Расстояние передачи (м)
10BASE-T	Кабель на основе витой пары категории 3 или 5	100
100BASE-TX	Кабель на основе витой пары категории 5	100
100BASE-FX	Многомодовый оптический кабель	412 (полудуплекс) 2000 (дуплекс)
100BASE-BX10	Одномодовый оптический кабель (длина волны: 1310 нм восходящий поток, 1550 нм нисходящий)	10 000
100BASE-LX10	Одномодовый оптический кабель (длина волны 1310 нм)	10 000
1000BASE-T	Кабель на основе витой пары категории 5, 5е, 6 или 7	100
1000BASE-SX	Многомодовый оптический кабель 62.5/125 мкм/ 50/125 мкм	220/550
1000BASE-LX	Одномодовый оптический кабель Многомодовый оптический кабель	5 000 550
1000BASE-LX10	Одномодовый оптический кабель (длина волны 1310 нм) Многомодовый оптический кабель (длина волны 1310 нм)	10 000 550
1000BASE-BX10	Одномодовый оптический кабель (длина волны: 1310 нм восходящий поток, 1550 нм нисходящий)	10 000
1000BASE-ZX	Одномодовый оптический кабель (длина волны 1550 нм)	80 000
1000BASE-LH (Long Haul)	Одномодовый оптический кабель	50 000
10GBASE-CX4	Экранированный сбалансированный медный кабель	15
10GBASE-SR	Многомодовый оптический кабель	300
10GBASE-LR	Одномодовый оптический кабель	10 000
10GBASE-ER	Одномодовый оптический кабель	40 000

Трансиверы GBIC

- GBIC (Gigabit Interface Converter) - самая первая спецификация комитета SFF (SFF-8053) на компактные сменные интерфейсные модули, описывающая конвертеры гигабитного интерфейса.
- Модули GBIC поддерживают стандарты Gigabit Ethernet или Fiber Channel для передачи данных, голоса и видео по медным или оптическим кабелям, но преимущественно представляют собой оптические трансиверы для приема или передачи сигнала по многомодовому или одномодовому волокну.



Трансиверы SFP

- Трансиверы SFP (Small Form Factor Pluggable) - компактная модификация сменного интерфейса.
- Посадочный размер SFP (форм-фактор) определяется величиной медного разъема RJ-45.
- Интерфейсы SFP поддерживают Ethernet (на 10, 100, 1000 Мбит/с), SONET/SDH (OC3/ 12/48 и STM 1/4/16), Fiber Channel (1 и 2 Гбит/с).
- Модули SFP работают на длинах волн 850 нм, 1310 нм и 1550 нм.
- Модули могут поддерживать систему цифровой диагностики для мониторинга состояния оптических линий.



Технология WDM (Wavelength Division Multiplexing)

Одновременная передача различных информационных сигналов по разным каналам одного волокна. Каждый канал передается на определенной длине волны, отличной от длины волны другого канала.



Трансиверы XFP

- Оптические трансиверы XFP (10 Gigabit Small Form Factor Pluggable) для волн 850, 1310 и 1550 нм поддерживают 10GE, 10 Gigabit SONET/SDH, Fibre Channel и еще некоторые высокоскоростные протоколы.
- XFP имеют несколько большие размеры, чем трансиверы SFP.
- Модули могут поддерживать систему цифровой диагностики для мониторинга состояния оптических линий.



Трансиверы SFP+

- Новое поколение оптических сменных интерфейсных модулей с поддержкой скоростей 10 Гбит/с - трансиверы SFP+.
- Требования к модулям SFP+, которые являются расширенной версией SFP, определены в спецификации SFF-8431.
- По сравнению с трансиверами XFP, модули SFP+ обладают меньшими габаритными размерами и тепловыделением, что позволяет повысить плотность размещения портов 10 Гбит/с на корпусе телекоммуникационных устройств.
- Модули могут поддерживать систему цифровой диагностики для мониторинга состояния оптических линий.

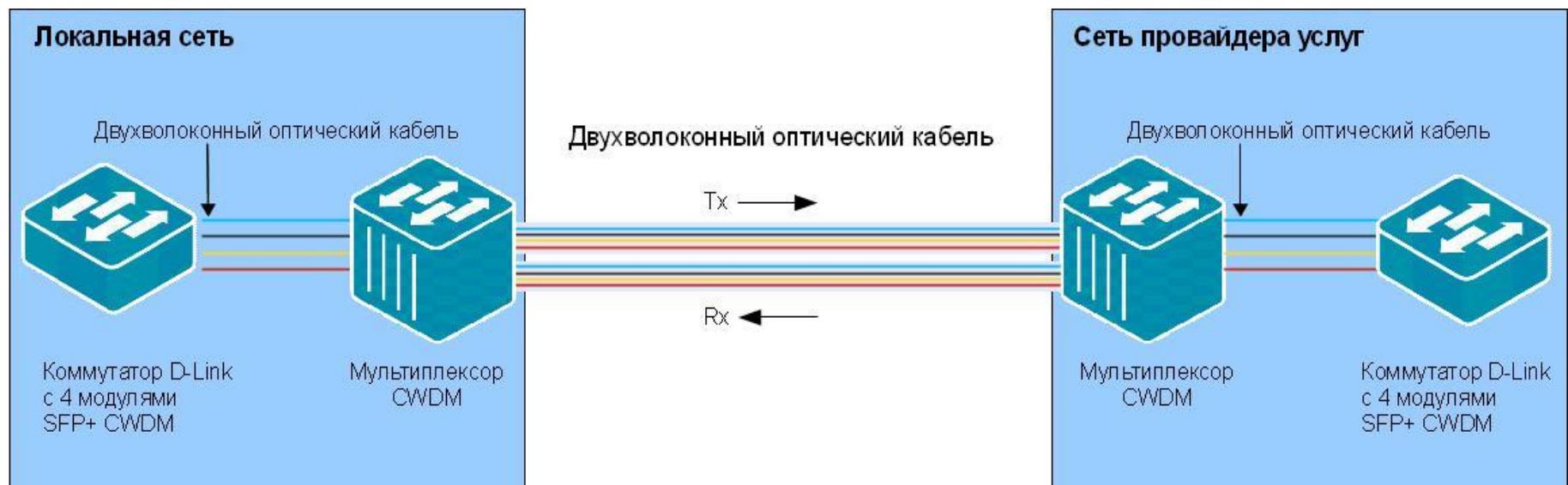


Технология CWDM (Coarse Wavelength Division Multiplexing) – мультиплексирование с разреженным спектральным разрежением позволяет использовать до 18 оптических каналов, отстоящих друг от друга на расстоянии 20 нм для передачи оптических сигналов.

- Оптические каналы лежат в диапазоне от 1271 до 1611 нм.

Номинальное значение центральных дин волн (нм) для расстояния между каналами 20 нм
1271
1291
1311
1331
1351
1371
1391
1411
1431
1451
1471
1491
1511
1531
1551
1571
1591
1611

- В отличие от модулей с поддержкой технологии WDM, модули SFP+ и XFP CWDM являются однонаправленными и требуют подключения к мультиплексору на другом конце линии связи.
- Модули SFP+ и XFP CWDM используются для подключения к двухволоконным мультиплексорам.



Понятие коммутирующей матрицы

- Одним из основных компонентов всего коммутационного оборудования является коммутирующая матрица (*Switch fabric*).
- Коммутирующая матрица представляет собой чипсет, соединяющий множество входов с множеством выходов на основе фундаментальных технологий и принципов коммутации.

Коммутирующая матрица выполняет три функции:

- переключает трафик с одного порта матрицы на другой, обеспечивая их равнозначность;
- предоставляет качество обслуживания (Quality of Service, QoS);
- обеспечивает отказоустойчивость.

Понятие коммутирующей матрицы

Производительность коммутирующей матрицы (*Switch capacity*) определяется как общая полоса пропускания (bandwidth), обеспечивающая коммутацию без отбрасывания пакетов трафика любого типа (одноадресного, многоадресного, широковещательного).

«Неблокирующей» коммутирующей матрицей (*non-blocking switch fabric*) является такая матрица, у которой производительность и QoS не зависят от типа трафика, коммутируемого через матрицу, и производительность равна сумме скоростей всех портов:

$$\sum_{1}^N C p_i \times 2 \text{ Мбит/с}^*$$

где N – количество портов, $C p_i$ - максимальная производительность протокола, поддерживаемого i -м портом коммутатора.

* Умножение на 2 для дуплексного режима работы.

Контроллеры ASIC

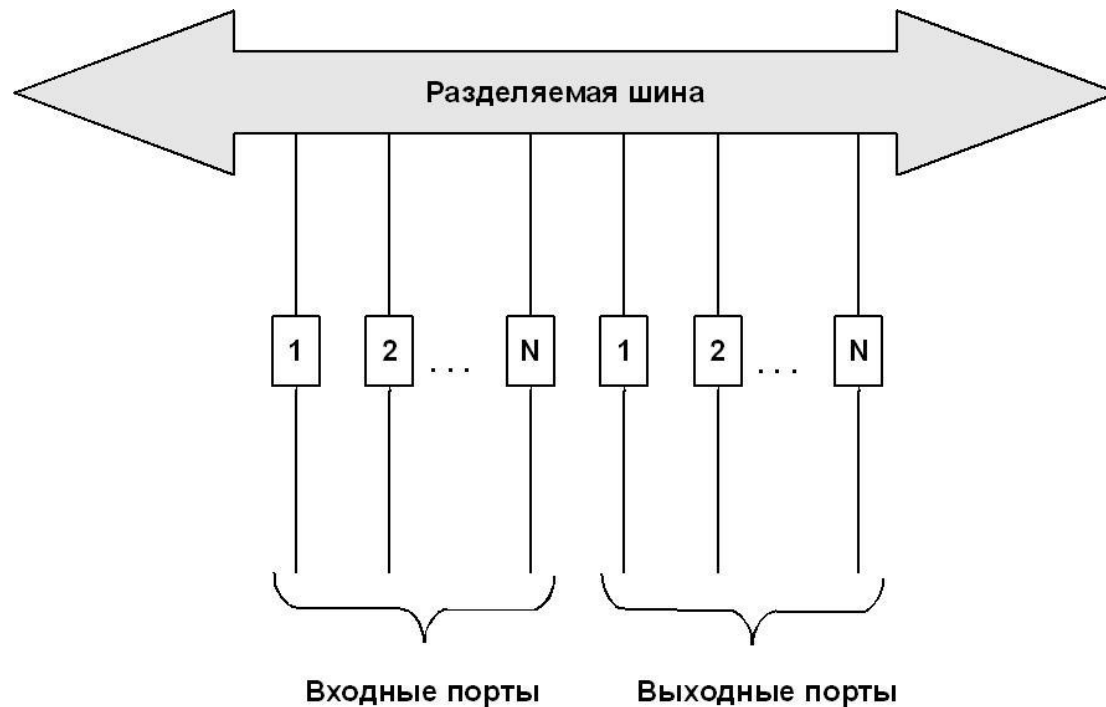
- Контроллеры ASIC (*Application Specific Integrated Circuit*) представляют собой быстродействующие и относительно недорогие кремниевые кристаллы, которые предназначены для выполнения определенных операций.
- Использование в архитектуре коммутаторов контроллеров ASIC повышает производительность системы, т.к. ASIC выполняет операции аппаратно.
- Современные контроллеры ASIC часто содержат на одном кристалле 32-битные процессоры, блоки памяти, включая ROM, RAM, EEPROM, Flash, и встроенное программное обеспечение. Такие ASIC получили название System-on-a-Chip (SoC).

Архитектура коммутирующих матриц

Самые распространенные типы архитектур коммутирующих матриц:

- архитектура с разделяемой шиной (Shared Bus);
- архитектура с разделяемой памятью (Shared Memory);
- архитектура на основе коммутационной матрицы (Crossbar architecture).

Архитектура с разделяемой шиной



Шина, которая обеспечивает связь подключенных к ней устройств ввода-вывода (портов), используется главным образом в режиме деления времени, т. е. в каждый момент времени только одному источнику разрешено передавать по ней данные.

Управление доступом к шине осуществляется через централизованный арбитр, который предоставляет источнику право передавать данные.

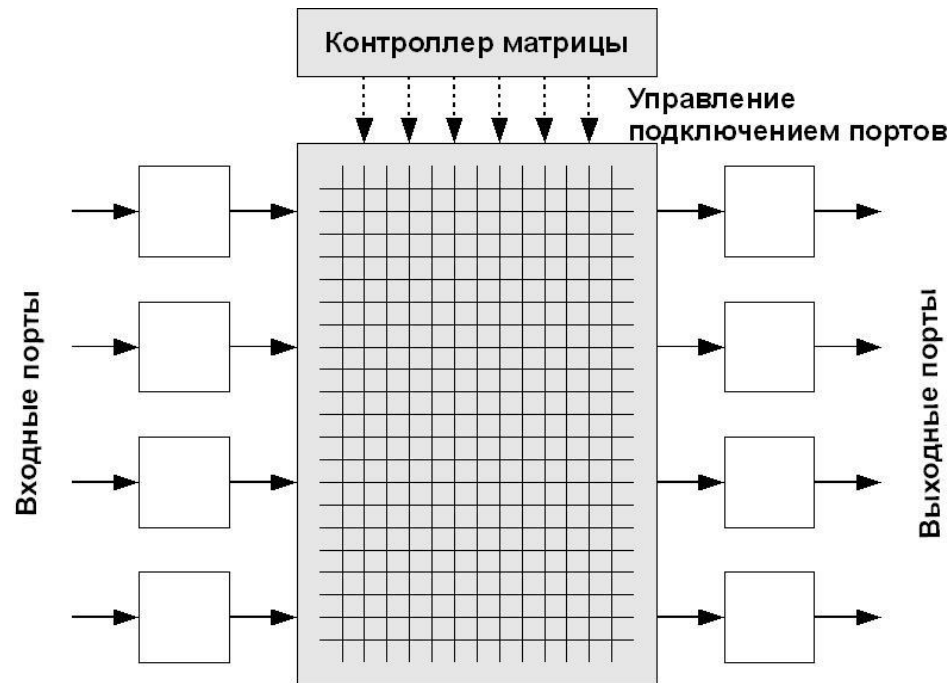
Архитектура с разделяемой памятью



Архитектура с разделяемой памятью обычно основана на использовании быстрой памяти RAM большой емкости в качестве общего буфера коммутационной системы, предназначенного для хранения входящих пакетов перед их передачей. Память обычно организуется в виде множества выходных очередей, ассоциирующихся с одним из устройств ввода-вывода или портом. Для обеспечения неблокирующей работы полоса пропускания памяти для операции «запись» и операции «чтение» должна быть равна максимальной суммарной полосе пропускания всех входных портов.

Порядок, в котором выходные кадры будут считываться из памяти, определяется контроллером памяти с помощью механизма арбитража. Считанные кадры отправляются на соответствующие выходные порты (выходные кадры демультиплексируются с разделением по времени таким образом, что только один выходной порт может получить доступ к разделяемой памяти), где они вновь преобразуются из параллельного формата в последовательный.

Архитектура на основе коммутационной матрицы



Базовая архитектура на основе коммутационной матрицы $N \times N$ непосредственно соединяет N входных портов с N выходными портами в виде матрицы. В местах пересечения проводников, соединяющих входы и выходы, находятся коммутирующие устройства, которыми управляет специальный контроллер. В каждый момент времени, анализируя адресную информацию, контроллер сообщает коммутирующим устройствам, какой выход должен быть подключен к какому входу.

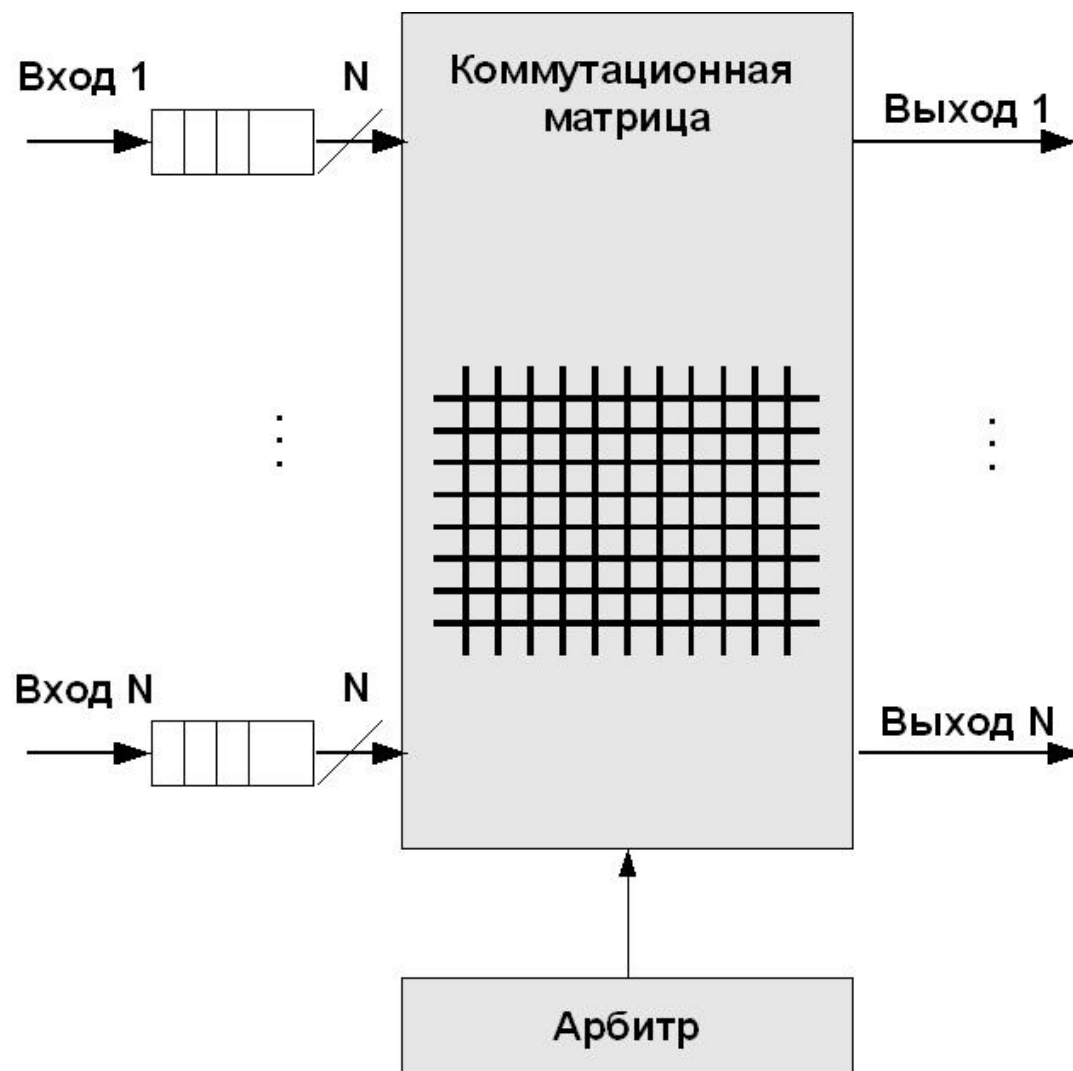
В том случае, если два входящих пакета от разных портов-источников будут переданы на один и тот же выходной порт, он будет заблокирован. Существуют различные подходы к решению этой проблемы: повышение производительности матрицы по сравнению с производительностью входных портов или использование буферов памяти и арбитров.

Архитектура на основе коммутационной матрицы

Можно выделить два типа коммутаторов на основе коммутационной матрицы:

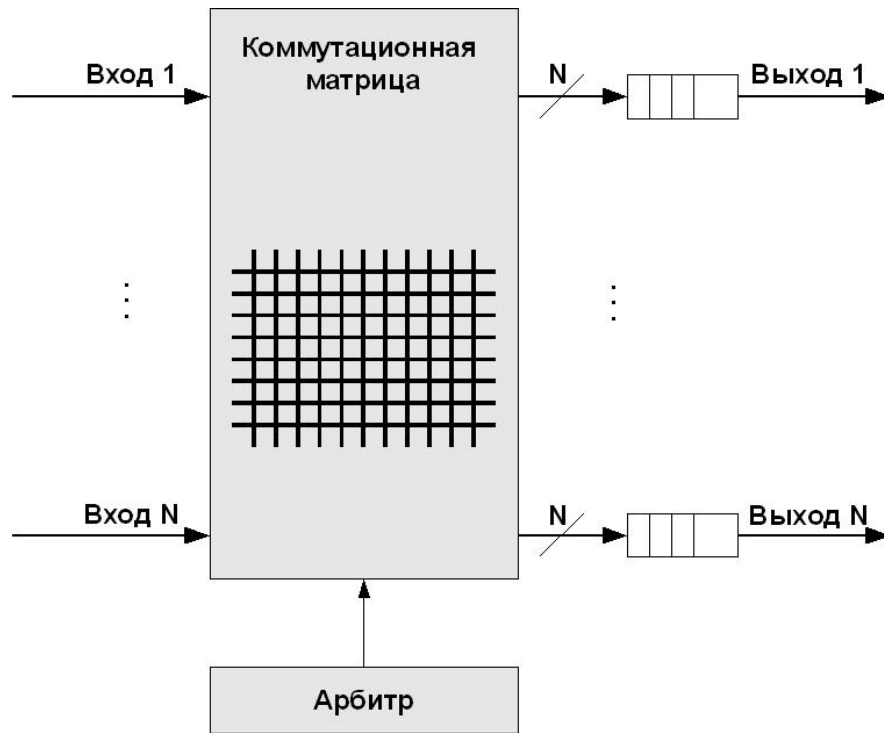
- коммутаторы на основе коммутационной матрицы с буферизацией (buffered crossbar);
- коммутаторы на основе коммутационной матрицы с арбитражем (arbitrated crossbar).

Архитектура на основе коммутационной матрицы с входными очередями



Благодаря наличию очередей на трех стадиях эта архитектура позволяет избежать сложностей, связанных с реализацией механизма централизованного арбитража. На выходе каждой из стадий осуществляется управление очередями с помощью одного из алгоритмов диспетчеризации. Недостатком такой архитектуры, является сложности с реализацией качества обслуживания (QoS) в пределах коммутатора.

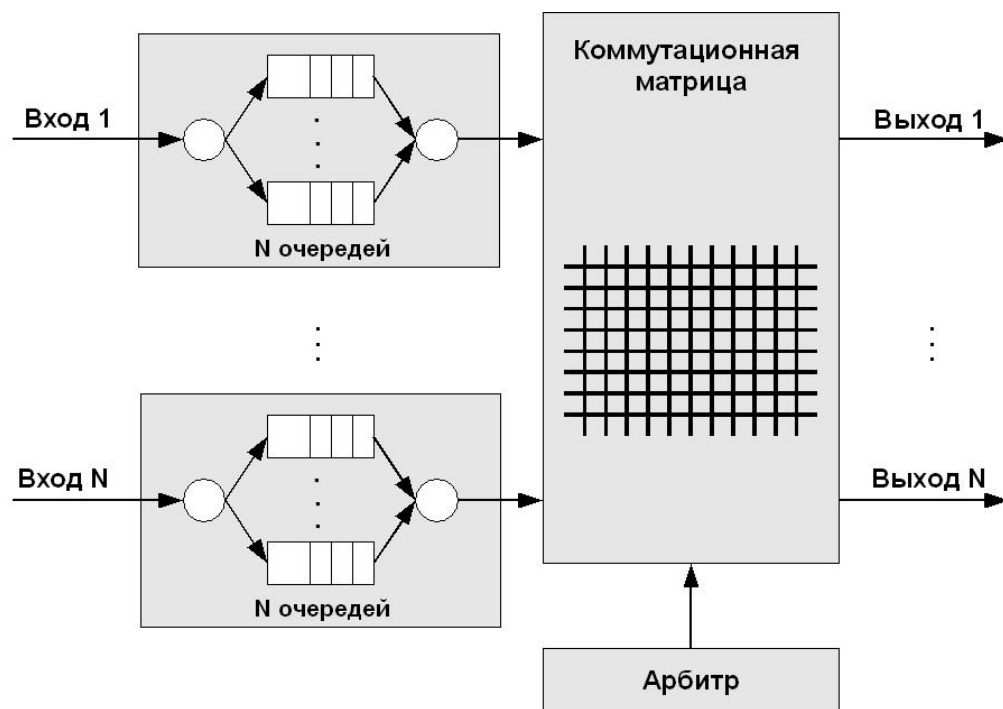
Архитектура на основе коммутационной матрицы с выходными очередями



В коммутаторах с входными очередями (Input-Queued Switch) память каждого входного порта организована в виде очереди типа FIFO (First Input First Output, «первым пришел, первым ушел»), которая используется для буферизации пакетов перед началом процесса коммутации. Одной из проблем этого типа коммутационной матрицы является блокировка первым в очереди (Head-Of-Line blocking, HOL), которая возникает в том случае, когда коммутатор пытается одновременно передать пакеты из нескольких входных очередей на один выходной порт. (в данном случае пути матрицы) и получают от него право на подключение.

При этом пакеты, находящиеся в начале этих очередей блокируют все остальные пакеты, находящиеся за ними. Для принятия решения о том, какой пакет и из какой очереди может получить доступ к матрице, используется арбитр. Перед передачей пакета входные порты направляют арбитру запросы на подключение к разделяемому ресурсу.

Архитектура на основе коммутационной матрицы с виртуальными очередями

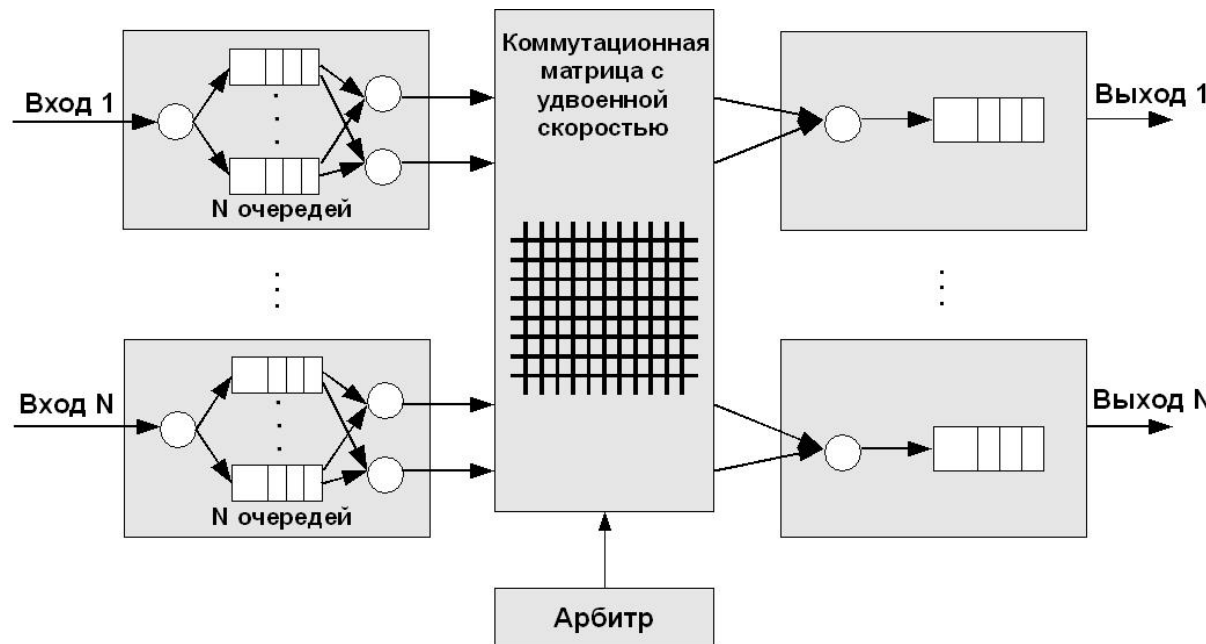


Коммутаторы с виртуальными очередями (Virtual Output Queues, VOQ) позволяют решить проблему блокировки очередей HOL, не внося издержек, по сравнению с коммутаторами с выходными очередями. В этой архитектуре память каждого входного порта организована в виде N (N – количество выходных портов) логических очередей типа FIFO, по одной для каждого выходного порта. Эти очереди используются для буферизации пакетов, поступающих на входной порт и предназначенных для выходного порта j ($j = 1, \dots, N$).

В том случае, если существует несколько виртуальных очередей, может возникнуть проблема, связанная с одновременным доступом к коммутационной матрице и блокировкой очередей.

Для решения этой проблемы используется арбитр, который на основе алгоритма диспетчеризации выбирает пакеты из разных очередей.

Архитектура на основе коммутационной матрицы с комбинированными ВХОДНЫМИ И ВЫХОДНЫМИ ОЧЕРЕДЯМИ



В коммутаторах с комбинированными входными и выходными очередями Combined Input and Output Queued, CIOQ) буферы памяти подключены как к входным, так и выходным портам. Память каждого из входных портов организована в виде N виртуальных выходных очередей типа FIFO, по одной для каждого выходного порта.

Каждый из N выходных портов также содержит очередь типа FIFO, которая используется для буферизации пакетов, ожидающих передачи через него. Система коммутации работает по принципу конвейера, каждая стадия которого называется временным слотом (time slot). В течение временного слота, который называется стадией прибытия, пакеты поступают на входные порты. Для передачи внутри коммутатора все пакеты сегментируются на ячейки фиксированного размера. Размер такой ячейки данных определяется производителем коммутатора. Каждая ячейка снабжается меткой с указанием размера, номера входного порта и порта назначения, и помещается в виртуальную выходную очередь соответствующего выходного порта.

Характеристики, влияющие на производительность коммутаторов

Производительность коммутатора – характеристика, на которую в первую очередь обращают внимание при выборе устройства.

Характеристики, влияющие на производительность коммутаторов

Основными показателями коммутатора, характеризующими его производительность, являются:

- скорость фильтрации кадров;
- скорость продвижения кадров;
- пропускная способность;
- задержка передачи кадра.

А также:

- тип коммутации;
- размер буфера (буферов) кадров;
- производительность коммутирующей матрицы;
- производительность процессора или процессоров;
- размер таблицы коммутации.

Скорость фильтрации (*filtering*) определяет скорость, с которой коммутатор выполняет следующие этапы обработки кадров:

- прием кадра в свой буфер;
- отбрасывание кадра, в случае обнаружения в нем ошибки (не совпадает контрольная сумма, или кадр меньше 64 байт или больше 1518 байт);
- отбрасывание кадра для исключения петель в сети;
- отбрасывание кадра в соответствии с настроенными на порте фильтрами;
- просмотр таблицы коммутации с целью поиска порта назначения на основе MAC-адреса приемника кадра и отбрасывание кадра, если узел-отправитель и получатель кадра подключены к одному порту.

Скорость продвижения (*forwarding*) определяет скорость, с которой коммутатор

выполняет следующие этапы обработки кадров:

- прием кадра в свой буфер;
- просмотр таблицы коммутации с целью нахождения порта назначения на основе MAC-адреса получателя кадра;
- передача кадра в сеть через найденный по таблице коммутации порт назначения.

Задержка передачи кадра (*forward delay*) измеряется как время, прошедшее с момента

прихода первого байта кадра на входной порт коммутатора до момента появления этого байта на его выходном порту. Задержка складывается из времени, затрачиваемого на буферизацию байт кадра, а также времени, затрачиваемого на обработку кадра коммутатором, а именно просмотра таблицы коммутации, принятия

Характеристики, влияющие на производительность коммутаторов

Размер таблицы коммутации

Максимальная емкость таблицы коммутации определяет предельное количество MAC-адресов, которыми может одновременно оперировать коммутатор. В таблице коммутации для каждого порта могут храниться как динамически изученные MAC-адреса, так и статические MAC-адреса, которые были созданы администратором сети. Недостаточная емкость таблицы коммутации может стать причиной замедления работы коммутатора и засорения сети избыточным трафиком.

Объем буфера кадров

Для обеспечения временного хранения кадров в тех случаях, когда их невозможно немедленно передать на выходной порт, коммутаторы, в зависимости от реализованной архитектуры, оснащаются буферами на входных, выходных портах или общим буфером для всех портов. Размер буфера влияет как на задержку передачи кадра, так и на скорость потери пакетов. Поэтому чем больше объем буферной памяти, тем менее вероятны потери кадров.

Коммутаторы, предназначенные для работы в ответственных частях сети, обладают буферной памятью в несколько десятков или сотен Кбайт на порт. Общий для всех портов буфер обычно имеет объем в несколько Мбайт.

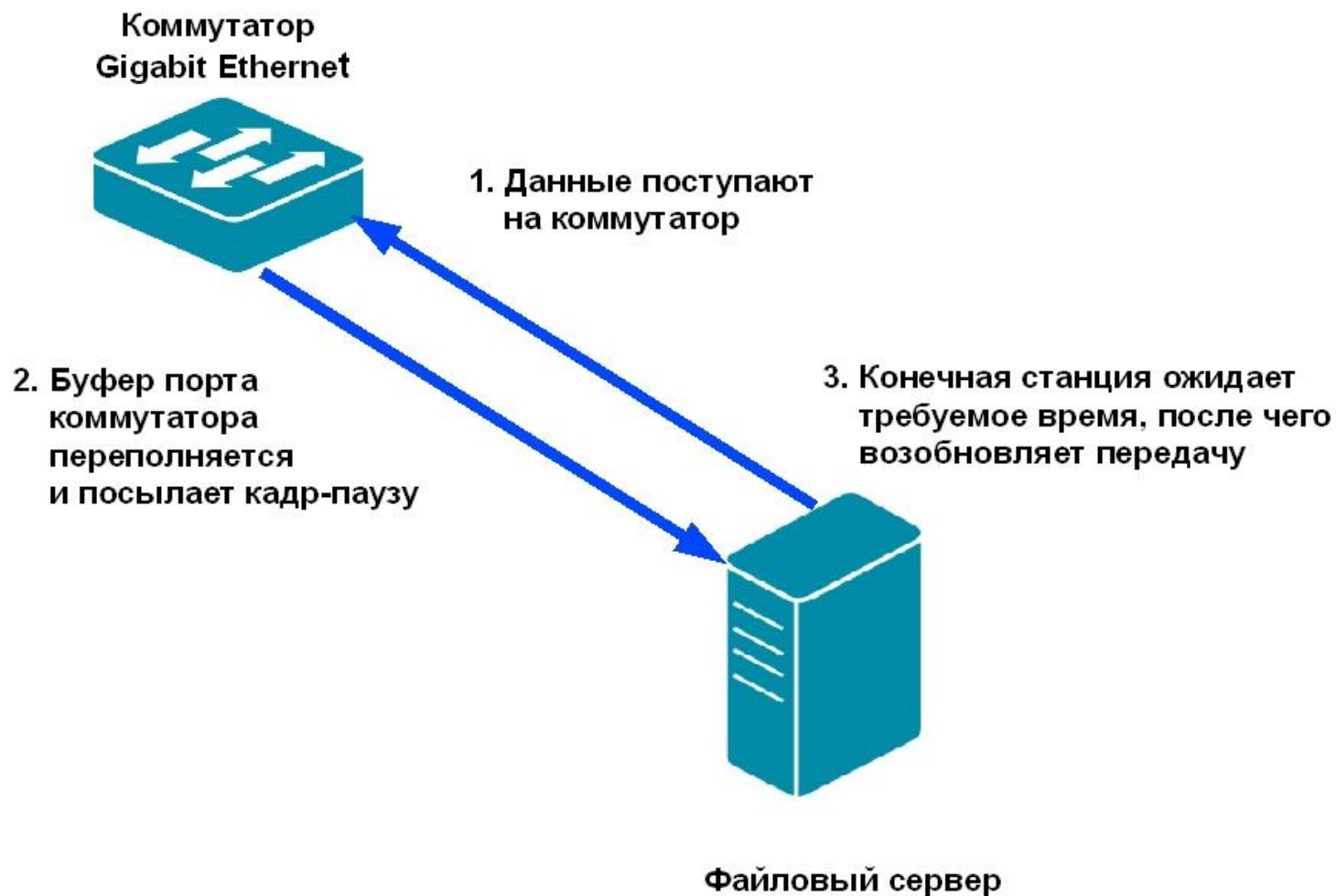
Понятие управления потоком

Механизм управления потоком (*Flow Control*) позволяет предотвратить потерю данных в случае переполнения буфера принимающего устройства.

- Для управления потоком в *полудуплексном режиме* обычно используется метод «Обратного давления» (Backpressure), т.е. принимающее устройство (порт коммутатора) в случае переполнения его буфера, посылает сигнал обнаружения коллизии или обратноотправляет устройству-отправителю его кадры.
- Для управления потоком в *дуплексном режиме* используется стандарт IEEE 802.3х.

Управление потоком 802.3x

Согласно стандарту IEEE 802.3x управление потоком осуществляется между MAC-уровнями с помощью специального кадра-паузы, который автоматически формируется MAC-уровнем принимающего устройства.



Настройки IEEE 802.3x в коммутаторах D-Link

Коммутаторы D-Link имеют разные настройки функции IEEE 802.3x по умолчанию:

- неуправляемые коммутаторы – управление потоком IEEE 802.3x включено;
- коммутаторы серии Smart – управление потоком IEEE 802.3x отключено;
- управляемые коммутаторы – управление потоком IEEE 802.3x отключено.

Технологии коммутации и модель OSI

Коммутаторы локальных сетей можно классифицировать в соответствии с уровнями модели OSI, на которых они передают, фильтруют и коммутируют кадры.

Различают:

- коммутаторы уровня 2 (Layer 2 (L2) switch);
- коммутаторы уровня 3 (Layer 3 (L3) switch).

Классификация коммутаторов по уровням модели OSI

- **Коммутаторы уровня 2** анализируют входящие кадры, принимают решение об их дальнейшей передаче и передают их пунктам назначения на основе MAC-адресов канального уровня модели OSI.
- **Коммутаторы уровня 3** осуществляют коммутацию и фильтрацию на основе адресов канального (уровень 2) и сетевого (уровень 3) уровней модели OSI. Коммутаторы 3-го уровня выполняют коммутацию в пределах рабочей группы и маршрутизацию между различными подсетями или виртуальными локальными сетями (VLAN).

Программное обеспечение коммутаторов

- Программное обеспечение коммутаторов предоставляет набор программных сервисов, предназначенных для выполнения различных функций.
- Системное программное обеспечение располагается во Flash-памяти коммутатора, размер которой, в зависимости от модели, может быть до 32 Мбайт.
- Компания D-Link предоставляет возможность бесплатного обновления программного обеспечения коммутаторов, по мере появления новых версий с обновленным функционалом.

Общие принципы сетевого дизайна

Грамотный сетевой проект основывается на многих принципах, базовыми из которых являются:

- Изучение возможных точек отказа сети;
- Определение типа трафика сети;
- Анализ доступной полосы пропускания;
- Создание сети на базе иерархической или модульной модели.

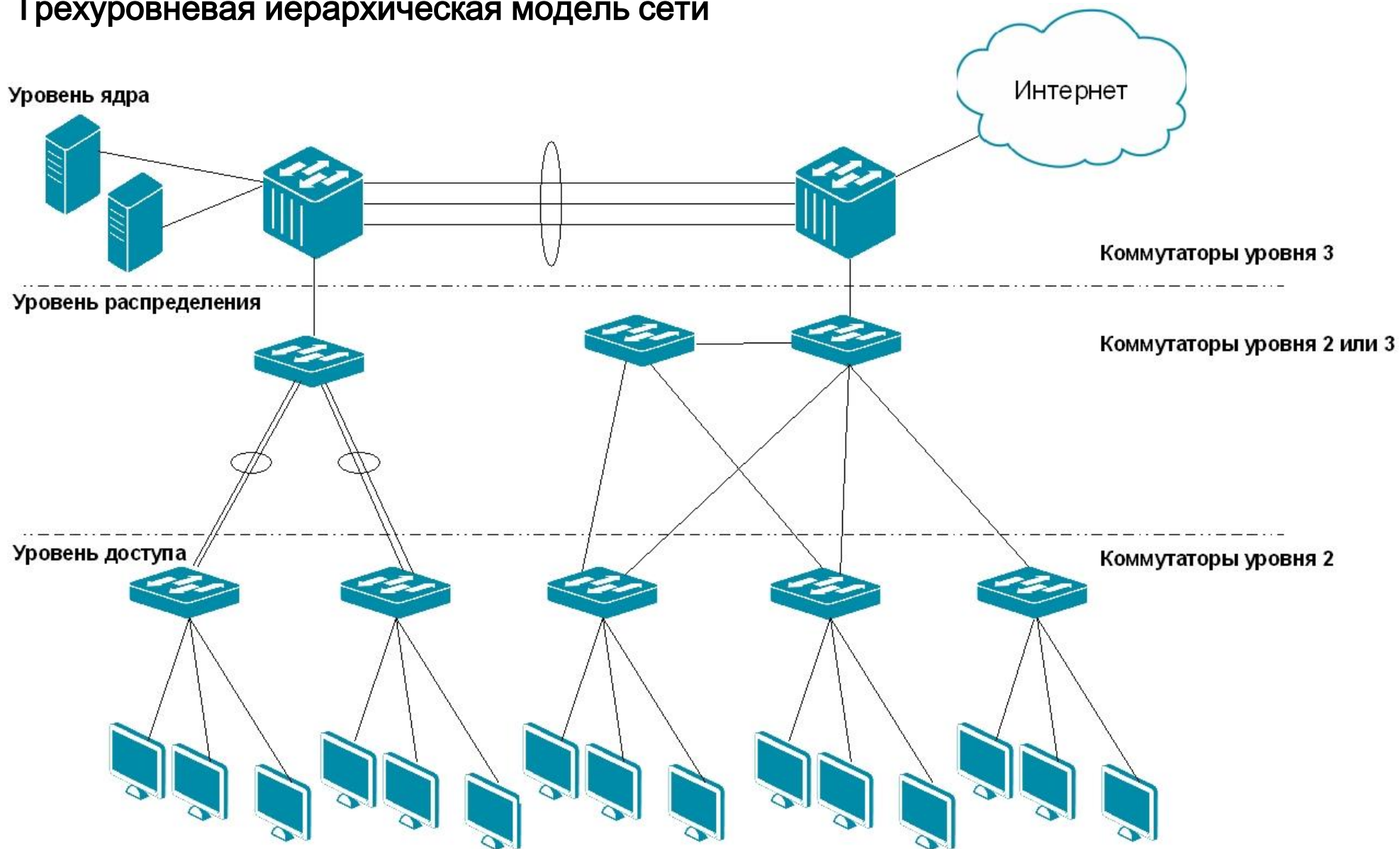
Трехуровневая иерархическая модель сети

Иерархическая модель определяет подход к проектированию сетей и включает в себя три логических уровня:

- уровень доступа (*access layer*);
- уровень распределения/агрегации (*distribution layer*);
- уровень ядра (*core layer*).

Трехуровневая иерархическая модель сети

Трехуровневая иерархическая модель сети



Трехуровневая иерархическая модель сети

- **Уровень ядра** находится на самом верху иерархии и отвечает за надежную и быструю передачу больших объемов данных. Трафик, передаваемый через ядро, является общим для большинства пользователей.
- **Уровень распределения** является связующим звеном между уровнями доступа и ядра. Уровень распределения может выполнять следующие функции:
 - обеспечение маршрутизации, качества обслуживания и безопасности сети;
 - агрегирование каналов;
 - переход от одной технологии к другой.
- **Уровень доступа** управляет доступом пользователей и рабочих групп к ресурсам объединенной сети. Уровень выполняет следующие функции:
 - управление доступом пользователей и политиками сети;
 - создание отдельных доменов коллизий (сегментация);
 - подключение рабочих групп к уровню распределения;
 - использование технологии коммутируемых локальных сетей.

- ❑ Большинство современных коммутаторов, независимо от производителя, поддерживают множество дополнительных возможностей, отвечающих общепринятым стандартам. Среди них самые распространенные и наиболее используемые сегодня это:
 - виртуальные локальные сети (VLAN);
 - семейство протоколов Spanning Tree – IEEE 802.1D, 802.1w, 802.1s;
 - статическое и динамическое по протоколу IEEE 802.3ad агрегирование каналов Ethernet;
 - сегментация трафика;
 - обеспечение качества обслуживания QoS;
 - функции обеспечения безопасности, включая аутентификацию 802.1X, функции Port Security, IP-MAC-Port Binding и т.д.;
 - протоколы поддержки Multicast-вещания;
 - SNMP-управление и др.

Спасибо за внимание!

