

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, МЕХАНИКИ И ОПТИКИ**

С.М. Платунова

**ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА КОММУТАЦИИ
ZYXEL**

Учебное пособие



Санкт-Петербург

2012

Платунова С.М. Технические средства коммутации ZyXEL. Учебное пособие по дисциплине «Корпоративные сети». – СПб: НИУ ИТМО, 2012. – 59 с.

В учебном пособии описаны: терминология, технологии коммутации, технологическая реализация коммутаторов, характеристики коммутаторов, модели сетевого взаимодействия, обзор технических средств коммутации второго и третьего уровней, основные, дополнительные функции коммутаторов.

Пособие адресовано специалистам с высшим и средним профессиональным образованием, имеющим опыт работы в области IT технологий, обучающихся по направлению 230100 Информатика и вычислительная техника.

Рекомендовано к печати Ученым советом факультета Академии ЛИМТУ, протокол № 6 от 23.12.2011



В 2009 году Университет стал победителем многоэтапного конкурса, в результате которого определены 12 ведущих университетов России, которым присвоена категория «Национальный исследовательский университет». Министерством образования и науки Российской Федерации была утверждена программа его развития на 2009–2018 годы. В 2011 году Университет получил наименование «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики»

© Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, 2012
© С.М. Платунова, 2012

Содержание

Тема 1. Введение в технические средства коммутации	5
1.1. Терминология и определения	7
1.2. Маршрутизаторы	7
1.3. Коммутаторы	12
1.4. Преимущества использования коммутаторов LAN в сетях.....	13
1.5. Технологии коммутации и модель OSI.....	14
1.6. Технологическая реализация коммутаторов	16
1.7. Коммутаторы на основе коммутационной матрицы	17
1.8. Коммутаторы с разделяемой памятью	18
1.9. Коммутаторы с общей шиной.....	18
1.10. Характеристики, влияющие на производительность коммутаторов.....	19
1.11. Скорость фильтрации и скорость продвижения	20
1.12. Размер адресной таблицы	21
1.13. Объём буфера кадров	22
1.14. Трехуровневая иерархическая модель сети.....	22
1.15. Сетевые модели OSI и IEEE Project 802	23
1.16. Модель OSI	24
1.17. Взаимодействие уровней модели OSI.....	25
Прикладной уровень	26
Представительский уровень	27
Сеансовый уровень.....	27
Транспортный уровень	27
Сетевой уровень	28
Канальный уровень	28
Физический уровень.....	29
1.18. Модель IEEE Project 802.....	29
1.19. Расширения модели OSI.....	30
Тема 2. Обзор технических средств коммутации фирмы ZyXEL.....	32
2.1. Ethernet-коммутаторы L3+	32
2.2. Ethernet-коммутаторы L2+	34
2.3. Ethernet-коммутаторы L2.....	37
2.4. Ethernet-коммутаторы с возможностью монтажа в стойку.....	40
2.5. Настольные Ethernet-коммутаторы	41
Тема 3. Дополнительные функции коммутаторов.....	42
3.1. Объединение портов и создание высокоскоростных сетевых магистралей.....	43
3.2. Ограничение доступа к сети.....	45
3.3. Сегментация трафика.....	45
3.4. Протокол IEEE 802.1x.....	46
3.5. Состояние портов коммутатора.....	47

3.6. Смена программного обеспечения (микропрограммы) на коммутаторах Zyxel.....	48
3. 7. Технические средства коммутации фирмы ZyXEL.....	49
Коммутатор MES-3528	49
Коммутатор MES-3728	50
Коммутатор MGS-3712	51
Коммутатор MGS-3712F.....	51
Коммутатор XGS-4526.....	52
Коммутатор XGS-4728F	54
Вопросы для самоконтроля	56
Литература	56

Тема 1. Введение в технические средства коммутации

Сегодняшний мир невозможно представить без персональных компьютеров и систем автоматизации на их основе. Большинство из компьютеров во всём мире объединено в различные информационно-вычислительные сети, начиная от малых локальных сетей в офисах до глобальных сетей типа Интернет. Всемирная тенденция к объединению компьютеров в сети обусловлена рядом важных потребностей, таких как ускорение передачи информационных сообщений, возможность быстрого обмена информацией между пользователями, получение и передача факсов, электронной почты и т. п., возможность, не отходя от рабочего места, мгновенно получить любую информацию из любой точки земного шара, а также обмен информацией между компьютерами разных производителей, работающих под управлением специализированного программного обеспечения.

Информация, передаваемая в любой вычислительной сети от одной машины другой, должна быть полной, достоверной, актуальной и защищённой. Стоит отметить, что сама сеть должна иметь возможности к расширению, модернизации или оптимизации. Успешность выполнения всех этих непростых задач и требований зависит от технических средств коммутации, используемых для объединения вычислительных машин в сеть.

На современном рынке высоких технологий можно найти множество решений для реализации самых сложных идей по созданию вычислительных сетей. Для того, чтобы сделать правильный выбор того или иного продукта, нужно хорошо разбираться в особенностях и параметрах сетевых устройств, а также, представлять сами задачи, для решения которых, собственно, этот выбор необходимо сделать.

Еще десять лет назад для создания кампусных сетей у разработчиков имелось ограниченное количество аппаратных средств. В серверных комнатах устанавливались концентраторы, а в центрах обработки данных и на магистралях сети использовались маршрутизаторы. Увеличивающаяся мощность процессоров рабочих станций, появление мультимедийных приложений и приложений клиент-сервер требовали большей полосы пропускания, чем могла обеспечить традиционная сеть с разделяемой средой передачи. Эти требования подтолкнули проектировщиков к замене концентраторов, установленных в коммутационных отсеках на коммутаторы.

Эта стратегия позволила защитить инвестиции, вложенные в кабельную систему и увеличить производительность сети, благодаря предоставлению каждому пользователю выделенной полосы пропускания.

Создание таких технологий, как коммутация 3-го уровня, виртуальные локальные сети VLAN и др. сделало построение кампусных сетей более сложным процессом, чем ранее.

Большинство проектировщиков сетей начали интегрировать коммутирующие устройства в сети с разделяемой средой передачи для достижения следующих целей:

- увеличения полосы пропускания доступной каждому пользователю сети, уменьшая при этом перегрузку в сетях с разделяемой полосой пропускания;
- создания виртуальных локальных сетей VLAN (Virtual Local Area Network) путем организации пользователей в логические группы, независимые от физической топологии с целью уменьшения расходов на перемещение, добавление и изменение и повышения гибкости сети;
- развертывания новых мультимедийных приложений на коммутаторах различных платформ и технологий, делая их доступными различным пользователям.
- обеспечения простого перехода к новым высокоскоростным технологиям, таким как Fast Ethernet, Gigabit Ethernet.

В 1990-х годах традиционные кампусные сети появились в виде единой локальной вычислительной сети и разрастались до тех пор, пока для поддержания их функциональности не понадобилась сегментация. Сегментация позволила делить пользователей сети на несколько групп (сегментов) в соответствии с их физическим размещением, уменьшая количество клиентов соперничающих за полосу пропускания в каждой из них. Сегменты локальной сети объединялись с помощью межсетевых устройств, которые передавали межсегментный трафик и блокировали весь остальной.

Коммутаторы локальных сетей разрабатывались с учётом этой тенденции. Они используют микросегментацию, которая позволяет создать частные или выделенные сегменты локальной сети – по одной рабочей станции на сегмент (к порту коммутатора подключается не сегмент, а только рабочая станция). При этом каждая рабочая станция получает доступ сразу ко всей полосе пропускания, и ей не приходится конкурировать с другими станциями.

Коммутаторы объединяют различные сегменты локальной сети и выполняют интеллектуальное управление трафиком. Помимо этого, коммутаторы, обычно, обеспечивают неблокирующие сервисы, что позволяет выполнять одновременную передачу потока данных от всех портов устройства.

Технология коммутации быстро стала предпочтительным решением для повышения гибкости управления трафиком локальной сети по следующим причинам:

- в отличие от концентраторов и повторителей, коммутаторы позволяют одновременную передачу множества потоков данных;
- благодаря микросегментации коммутаторы поддерживают высокую скорость передачи и имеют возможность предоставлять выделенную полосу пропускания приложениям, чувствительным к задержкам;
- коммутаторы обеспечивают пользователям выделенную полосу пропускания.
- Коммутируемая сеть состоит из следующих основных компонентов:
 - коммутаторов локальной сети
 - программного обеспечения коммутаторов
 - средств сетевого управления.

Такие компании как D-Link и ZyXEL предоставляют сетевым проектировщикам полный набор средств для создания и управления масштабируемой, надёжной коммутируемой сети.

В данной дипломной работе сделан краткий аналитический обзор технических средств коммутации обоих производителей, а также рассмотрен пример настройки протокола OSPF на коммутаторах 3-го уровня фирмы ZyXEL.

1.1. Терминология и определения

Сеть – взаимодействующая совокупность объектов, образуемых устройствами передачи и обработки данных.[1]

Кадр – фрагмент данных сетевого протокола канального уровня модели OSI, передаваемый по линии связи.

Ethernet (*эзернет*, от англ. *ether* – эфир) – пакетная технология передачи данных преимущественно локальных компьютерных сетей.

Коммутаторы – это устройства канального уровня, которые позволяют соединить несколько физических сегментов локальной сети в одну большую сеть. Коммутация локальных сетей обеспечивает взаимодействие сетевых устройств по выделенной линии без возникновения коллизий, с параллельной передачей нескольких потоков данных.

Дуплексный режим – это режим работы, который обеспечивает одновременную двухстороннюю передачу данных между станцией-отправителем и станцией-получателем на MAC - подуровне.[2]

Маршрутизатор – это устройство, которое собирает информацию о топологии межсетевых соединений и на её основании пересылает пакеты сетевого уровня в сеть назначения.[3]

1.2. Маршрутизаторы

Довольно часто в компьютерной литературе дается следующее обобщенное определение маршрутизатора: “Маршрутизатор – это устройство сетевого уровня эталонной модели OSI, использующее одну

или более метрик для определения оптимального пути передачи сетевого трафика на основании информации сетевого уровня”. Из этого определения вытекает, что маршрутизатор, прежде всего, необходим для определения дальнейшего пути данных, посланных в большую и сложную сеть. Пользователь такой сети отправляет свои данные в сеть и указывает адрес своего абонента. Данные проходят по сети и в точках с разветвлением маршрутов поступают на маршрутизаторы, которые как раз и устанавливаются в таких точках.

Маршрутизатор выбирает дальнейший наилучший путь. То, какой путь лучше, определяется количественными показателями, которые называются метриками. Лучший путь – это путь с наименьшей метрикой. В метрике может учитываться несколько показателей, например, длина пути, время прохождения и т.д. Маршрутизаторы реализуются по-разному.

Маршрутизаторы делят на устройства верхнего, среднего и нижнего классов. Высокопроизводительные маршрутизаторы верхнего класса служат для объединения сетей предприятия. Они поддерживают множество протоколов и интерфейсов, причем не только стандартных, но, подчас, и весьма экзотических. Устройства данного типа могут иметь до 50 портов локальных или глобальных сетей.

С помощью маршрутизаторов среднего класса формируются менее крупные сетевые объединения масштаба предприятия. Стандартная конфигурация включает два-три порта локальных сетей и от четырех до восьми портов глобальной сети. Такие маршрутизаторы поддерживают наиболее распространенные протоколы маршрутизации и транспортные протоколы.

Маршрутизаторы нижнего класса предназначены для локальных сетей подразделений; они связывают небольшие офисы с сетью предприятия. Типичная конфигурация: один порт локальной сети (Ethernet или Token Ring) и два порта глобальной сети, рассчитанные на низкоскоростные выделенные линии или коммутируемые соединения. Тем не менее, подобные маршрутизаторы пользуются большим спросом у администраторов, которым необходимо расширить имеющиеся межсетевые объединения.

Маршрутизаторы для базовых сетей и удаленных офисов имеют разную архитектуру, поскольку к ним предъявляются разные функциональные и операционные требования. Маршрутизаторы базовых сетей обязательно должны быть расширяемыми.

Маршрутизаторы локальных сетей подразделения, для которых, как правило, заранее устанавливается фиксированная конфигурация портов, содержат только один процессор, управляющий работой трех или четырех интерфейсов. В них используются примерно те же протоколы, что и в маршрутизаторах базовых сетей, однако программное обеспечение больше направлено на облегчение инсталляции и эксплуатации, поскольку в

большинстве удаленных офисов отсутствуют достаточно квалифицированные специалисты по сетевому обслуживанию.

Маршрутизатор базовой сети состоит из следующих основных компонентов: сетевых адаптеров, зависящих от протоколов и служащих интерфейсами с локальными и глобальными сетями; управляющего процессора, определяющего маршрут и обновляющего информацию о топологии; основной магистрали. После поступления пакета на интерфейсный модуль он анализирует адрес назначения и принимает команды управляющего процессора для определения выходного порта. Затем пакет по основной магистрали маршрутизатора передается в интерфейсный модуль, служащий для связи с адресуемым сегментом локальной или глобальной сети.

В роли маршрутизатора может выступать рабочая станция или сервер, имеющие несколько сетевых интерфейсов и снабженные специальным программным обеспечением. Маршрутизаторы верхнего класса – это, как правило, специализированные устройства, объединяющие в отдельном корпусе множество маршрутизирующих модулей. По определению, основное назначение маршрутизаторов – это маршрутизация трафика сети. Процесс маршрутизации можно разделить на два иерархически связанных уровня:

1. Уровень маршрутизации. На этом уровне происходит работа с таблицей маршрутизации. Таблица маршрутизации служит для определения адреса (сетевого уровня) следующего маршрутизатора или непосредственно получателя по имеющемуся адресу (сетевого уровня) и получателя после определения адреса передачи выбирается определенный выходной физический порт маршрутизатора. Этот процесс называется определением маршрута перемещения пакета. Настройка таблицы маршрутизации ведется протоколами маршрутизации. На этом же уровне определяется перечень необходимых предоставляемых сервисов;

2. Уровень передачи пакетов. Перед тем как передать пакет, необходимо: проверить контрольную сумму заголовка пакета, определить адрес (канального уровня) получателя пакета и произвести непосредственно отправку пакета с учетом очередности, фрагментации, фильтрации и т.д. Эти действия выполняются на основании команд, поступающих с уровня маршрутизации.

Определение маршрута передачи данных происходит программно. Соответствующие программные средства носят названия протоколов маршрутизации. Логика их работы основана на алгоритмах маршрутизации. Алгоритмы маршрутизации вычисляют стоимость доставки и выбирают путь с меньшей стоимостью.

Простейшие алгоритмы маршрутизации определяют маршрут на основании наименьшего числа промежуточных (транзитных) узлов на пути к адресату. Более сложные алгоритмы в понятие “стоимость” закладывают

несколько показателей, например, задержку при передаче пакетов, пропускную способность каналов связи или денежную стоимость связи.

Основным результатом работы алгоритма маршрутизации является создание и поддержка таблицы маршрутизации, в которую записывается вся маршрутная информация. Содержание таблицы маршрутизации зависит от используемого протокола маршрутизации. В общем случае таблица маршрутизации содержит следующую информацию:

- Действительные адреса устройств в сети;
- Служебную информацию протокола маршрутизации;
- Адреса ближайших маршрутизаторов.
- Основными требованиями, предъявляемыми к алгоритму маршрутизации являются:
 - Оптимальность выбора маршрута;
 - Простота реализации;
 - Устойчивость;
 - Быстрая сходимость
 - Гибкость реализации.
- Оптимальность выбора маршрута является основным параметром алгоритма, что не требует пояснений.
- Алгоритмы маршрутизации должны быть просты в реализации и использовать как можно меньше ресурсов
- Алгоритмы должны быть устойчивыми к отказам оборудования на первоначально выбранном маршруте, высоким нагрузкам и ошибкам в построении сети.

Сходимость – это процесс согласования между маршрутизаторами информации о топологии сети. Если определенное событие в сети приводит к тому, что некоторые маршруты становятся недоступны или возникают новые маршруты, маршрутизаторы рассылают сообщения об этом друг другу по всей сети. После получения этих сообщений маршрутизаторы производят переназначение оптимальных маршрутов, что в свою очередь может породить новый поток сообщений. Этот процесс должен завершиться, причем достаточно быстро, иначе в сетевой топологии могут появиться петли, или сеть вообще может перестать функционировать. Алгоритмы маршрутизации должны быстро и правильно учитывать изменения в состоянии сети (например, отказ узла или сегмента сети).

Достоинства гибкой реализации не требуют комментариев. Алгоритмы маршрутизации могут быть: Статическими или динамическими; Одномаршрутными или многомаршрутными; Одноуровневыми или многоуровневыми; Внутридоменными или междоменными; Одноадресными или групповыми. Для статических (неадаптивных) алгоритмов маршруты выбираются заранее и заносятся вручную в таблицу маршрутизации, где хранится информация о том, на

какой порт отправить пакет с соответствующим адресом.

Протоколы, разработанные на базе статических алгоритмов, называют немаршрутизируемыми. Примерами немаршрутизируемых протоколов могут служить LAT (Local Area Transport, транспортный протокол для канальных областей) фирмы DEC, протокол подключения терминала и NetBIOS. Обычно с этими протоколами работают мосты, так как они не различают протоколы сетевого уровня.

При использовании динамических алгоритмов таблица маршрутизации автоматически обновляется при изменении топологии сети или трафика в ней. Динамические алгоритмы различаются по способу получения информации о состоянии сети, времени изменения маршрутов и используемым показателям оценки маршрута.

Одномаршрутные протоколы определяют только один маршрут. Он не всегда оказывается оптимальным. Многомаршрутные алгоритмы предлагают несколько маршрутов к одному и тому же получателю. Такие алгоритмы позволяют передавать информацию по нескольким каналам одновременно, что означает повышение пропускной способности сети.

Алгоритмы маршрутизации могут работать в сетях с одноуровневой или иерархической архитектурой. В одноуровневой сети все ее фрагменты имеют одинаковый приоритет, что, как правило, обусловлено схожестью их функционального назначения. Иерархическая сеть содержит подсети (фрагменты сети). Маршрутизаторы нижнего уровня служат для связи фрагментов сети. Маршрутизаторы верхнего уровня образуют особую часть сети, называемую магистралью (опорная часть). Маршрутизаторы магистральной сети передают пакеты между сетями нижнего уровня.

Иерархическая структура в больших и сложных сетях позволяет значительно упростить процесс управления сетью, облегчает изоляцию сегментов сети и т.д. Например, логическая изоляция сегментов сети допускает установку брандмауэров.

Некоторые алгоритмы маршрутизации действуют только в пределах своих доменов (внутридоменная маршрутизация), а другие – как в пределах своих доменов, так и в смежных с ними (междоменная маршрутизация). В данном случае домен означает область маршрутизации, в которой работает один или несколько протоколов. В разных доменах работают разные протоколы. Если необходима связь доменов, используется междоменная маршрутизация.

Одноадресные алгоритмы маршрутизации предназначены для передачи конкретной информации (по одному или нескольким маршрутам) только одному получателю. Многоадресные (или групповые) алгоритмы способны передавать информацию многим получателям одновременно. Когда маршрутизатор получает пакет, он считывает адрес назначения и определяет, по какому маршруту отправить пакет. Обычно маршрутизаторы хранят данные о нескольких возможных маршрутах.

Выбор маршрута зависит от нескольких факторов, в том числе: Применяемой системы измерения длины маршрута (его метрики); Маршрутизируемого протокола высокого уровня;

1.3. Коммутаторы

Когда появились первые устройства, позволяющие разъединять сеть на несколько доменов коллизий (по сути фрагменты ЛВС, построенные на hub-ах), они были двух портовыми и получили название мостов (bridge-ей). По мере развития данного типа оборудования, они стали многопортовыми и получили название коммутаторов (switch-ей).

Некоторое время оба понятия существовали одновременно, а позднее вместо термина "мост" стали применять "коммутатор". Обычно, проектируя сеть, с помощью коммутаторов соединяют несколько доменов коллизий локальной сети между собой. В реальной жизни в качестве доменов коллизий выступают, как правило, этажи здания, в котором создается сеть. Их обычно более 2-х, а в результате обеспечивается гораздо более эффективное управление трафиком, чем у прародителя коммутатора - моста. По меньшей мере, он может поддерживать резервные связи между узлами сети.

Благодаря тому, что коммутаторы могут управлять трафиком на основе протокола канального уровня (Уровня 2) модели OSI, он в состоянии контролировать MAC адреса подключенных к нему устройств и даже обеспечивать трансляцию пакетов из стандарта в стандарт (например Ethernet в FDDI и обратно). Особенно удачно результаты этой возможности представлены в коммутаторах Уровня 3, т.е. устройствах, возможности которых приближаются к возможностям маршрутизаторов.

Коммутатор позволяет пересылать пакеты между несколькими сегментами сети. Он является обучающимся устройством и действует по аналогичной технологии. В отличие от мостов, ряд коммутаторов не помещает все приходящие пакеты в буфер. Это происходит лишь тогда, когда надо согласовать скорости передачи, или адрес назначения не содержится в адресной таблице, или когда порт, куда должен быть направлен пакет, занят, а коммутатор пересылает пакеты "на лету".

Коммутатор лишь анализирует адрес назначения в заголовке пакета и, сверившись с адресной таблицей, тут же (время задержки около 30-40 микросекунд) направляет этот пакет в соответствующий порт. Таким образом, когда пакет еще целиком не прошел через входной порт, его заголовок уже передается через выходной. К сожалению, типичные коммутаторы работают по алгоритму "устаревания адресов". Это означает, что, если по истечении определенного промежутка времени, не было обращений по этому адресу, то он удаляется из адресной таблицы.

Коммутаторы поддерживают при соединении друг с другом режим полного дуплекса. В таком режиме данные передаются и принимаются

одновременно, что невозможно в обычных сетях Ethernet. При этом скорость передачи данных повышается в два раза, а при соединении нескольких коммутаторов можно добиться и большей пиковой производительности.

1.4. Преимущества использования коммутаторов LAN в сетях

В большинстве первых локальных сетей использовались концентраторы для организации соединения между рабочими станциями сети. По мере роста сети, появлялись следующие проблемы:

- **Масштабируемость сети (Scalability)** – в сети, построенной на концентраторах, ограниченная совместно используемая полоса пропускания сильно затрудняет рост сети без потери производительности, а современные приложения требуют большую полосу пропускания, чем раньше.
- **Задержка (Latency)** – количество времени, которое требуется пакету, чтобы достичь пункта назначения. Т.к. каждый узел в сети, построенной на концентраторах должен ждать появления возможности передачи данных во избежание коллизий, то задержка может значительно увеличиться при наращивании количества узлов в сети. Сбой в сети (Network failure) – в обычной сети, одно устройство, подключенное к концентратору, может вызвать проблемы у остальных устройств, подключенных к нему из-за несоответствия скоростей работы (100 Мбит/с сетевой адаптер и 10 Мбит/с концентратор) или большого числа широковещательных сообщений (broadcast). Коммутаторы могут быть сконфигурированы для ограничения количества широковещательных пакетов.
- **Коллизии (Collisions)** – в полудуплексном Ethernet используется метод Carrier Sense Multiple Access /Collision Detection (CSMA/CD) для доступа к разделяемой среде передачи данных. При этом способе доступа, узел не сможет отправить свой пакет до тех пор, пока не убедится, что среда передачи свободна. Если два узла обнаружили, что среда передачи свободна и начали передачу в одно и тоже время, возникает коллизия и пакет теряется.

Часть сети Ethernet, все узлы которой распознают коллизию независимо от того, в какой части сети эта коллизия возникла, называется доменом коллизий (collision domain). Сеть Ethernet, построенная на концентраторах, всегда образует один домен коллизий.

Простая замена концентраторов на коммутаторы позволяет значительно повысить эффективность локальных сетей, при этом не требуется замена кабельной проводки или сетевых адаптеров. Коммутаторы делят сеть на отдельные логические сегменты, создавая при этом отдельные небольшие по размеру домены коллизий на каждом порту. Разделение большой сети на несколько автономных сегментов при помощи

коммутаторов имеет несколько преимуществ. Поскольку перенаправлению подвергается только часть трафика, коммутаторы уменьшают трафик, принимаемый устройствами во всех сегментах сети.

Коммутаторы увеличивают фактический размер сети, позволяя подключать к ней удаленные станции, которые иначе подключить нельзя. Это достигается возможностью работы коммутатора в режиме полного дуплекса, благодаря которому нет необходимости определять коллизию в сети. Еще одно существенное преимущество коммутаторов над концентраторами следующее. Все узлы, подключенные к концентратору, делят между собой всю полосу пропускания. Коммутаторы предоставляют каждому узлу (если он подключен непосредственно к порту коммутатора) отдельную полосу пропускания, чем уменьшают вероятность коллизий в сетевых сегментах. Например, если к 10 Мбит/с концентратору подключено 10 устройств, то каждый узел получит пропускную способность равную менее 1 Мбит/с ($10/N$ Мбит/с, где N-количество рабочих станций), даже если не все устройства будут передавать данные. Если вместо концентратора поставить коммутатор, то каждый узел сможет функционировать на скорости 10 Мбит/с.

До появления коммутаторов, сети Ethernet были полудуплексными, т.е. только одно устройство могло передавать данные в любой момент времени в одном домене коллизий. Коммутация позволила сети Ethernet работать в полнодуплексном режиме.

Полнодуплексный режим – это дополнительная возможность одновременной двухсторонней передачи по линии связи "точка – точка" на MAC - подуровне.

Функционально дуплексная передача намного проще полудуплексной, т.к. она не вызывает в среде передачи коллизий, не требует составления расписания повторных передач и добавления битов расширения в конец коротких кадров. В результате не только увеличивается время, доступное для передачи данных, но и удваивается полезная полоса пропускания канала, поскольку каждый канал обеспечивает полноскоростную одновременную двустороннюю передачу. Технология коммутации представляет новый шаг в развитии локальных сетей. В данный момент коммутаторы являются идеальным решением для увеличения пропускной способности локальной сети

1.5. 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 Switch), коммутаторы уровня 2 со свойствами уровня 3 (Layer 3 Switch) и многоуровневые коммутаторы.

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. Основное преимущество коммутаторов уровня 2 – прозрачность для протоколов верхнего уровня. Т.к. коммутатор функционирует на 2-м уровне, ему нет необходимости анализировать информацию верхних уровней модели OSI.

Коммутация 2-го уровня – аппаратная. Она обладает высокой производительностью, поскольку пакет данных не претерпевает изменений. Передача кадра в коммутаторе может осуществляться специализированным контроллером, называемым Application-Specific Integrated Circuits (ASIC). Эта технология, разработанная для коммутаторов, позволяет поддерживать гигабитные скорости с небольшой задержкой.

Существуют две основные причины использования коммутаторов 2-го уровня – сегментация сети и объединение рабочих групп. Высокая производительность коммутаторов позволяет разработчикам сетей значительно уменьшить количество узлов в физическом сегменте. Деление крупной сети на логические сегменты повышает производительность сети (за счет уменьшения объема передаваемых данных в отдельных сегментах), а также гибкость построения сети, увеличивая степень защиты данных, и облегчает управление сетью.

Несмотря на преимущества коммутации 2-го уровня, она все же имеет некоторые ограничения. Наличие коммутаторов в сети не препятствует распространению широковещательных кадров (broadcast) по всем сегментам сети, сохраняя ее прозрачность.

Таким образом, очевидно, что для повышения производительности сети необходима функциональность 3-го уровня OSI модели.

Коммутатор локальной сети уровня 2 с функциями уровня 3 (или коммутатор 3-го уровня) принимает решение о коммутации на основании большего количества информации, чем просто MAC-адрес. Коммутаторы 3-го уровня осуществляют коммутацию и фильтрацию на основе адресов канального (уровень 2) и сетевого (уровень 3) уровней OSI модели. Такие коммутаторы динамически решают, коммутировать (уровень 2) или маршрутизировать (уровень 3) входящий трафик. Коммутаторы 3 уровня выполняет коммутацию в пределах рабочей группы и маршрутизацию между рабочими группами.

Коммутаторы 3-го уровня функционально практически ничем не отличаются от традиционных маршрутизаторов и выполняют те же функции:

- определение оптимальных путей передачи данных на основе логических адресов (адресов сетевого уровня, традиционно IP-адресов)
- управление широковещательным и многоадресным трафиком

- фильтрация трафика на основе информации 3-го уровня
- IP- фрагментация.

Основное отличие между маршрутизаторами и коммутаторами 3-го уровня заключается в том, что в маршрутизаторах общего назначения принятие решения о пересылке пакетов обычно выполняется программным образом, а в коммутаторах обрабатывается специализированными контроллерами ASIC. Это позволяет коммутаторам выполнять маршрутизацию пакетов на скорости канала связи.

Коммутация 4-го уровня считается технологией аппаратной коммутации уровня 3, которая может учитывать используемое приложение (например, Telnet или FTP). Коммутаторы используют информацию 4-го уровня (номера портов, находящиеся в заголовке транспортного уровня) при создании списков доступа для фильтрации данных протоколов верхнего уровня, программ и приложений.

Многоуровневые коммутаторы сочетают в себе технологии коммутации уровней 2, 3 и 4. Принятие решения о передаче данных осуществляется в таких коммутаторах на основе следующей информации:

- MAC - адресе источника/приемника кадра данных
- IP-адресе источника/приемника из заголовка сетевого (3-го) уровня
- типа протокола в заголовке сетевого уровня
- номера порта источника/приемника в заголовке транспортного уровня.

1.6. Технологическая реализация коммутаторов

Коммутаторы ЛВС отличаются большим разнообразием возможностей и, следовательно, цен. Одной из причин столь больших различий является то, что они предназначены для решения различных классов задач. Коммутаторы высокого класса должны обеспечивать высокую производительность и плотность портов, а также поддерживать широкий спектр функций управления. Такие устройства зачастую кроме традиционной коммутации на MAC-уровне выполняют функции маршрутизации. Простые и дешевые коммутаторы имеют обычно небольшое число портов и не способны поддерживать функции управления.

Одним из основных различий является используемая в коммутаторе архитектура. Поскольку большинство современных коммутаторов работают на основе патентованных контроллеров ASIC, устройство этих микросхем и их интеграция с остальными модулями коммутатора (включая буферы ввода-вывода) играет важнейшую роль. Коммутаторы, реализующие также функции сетевого уровня (маршрутизацию), оснащены, как правило, RISC-процессорами для выполнения ресурсоемких программ маршрутизации.

Контроллеры ASIC для коммутаторов ЛВС делятся на 2 класса - большие ASIC, способные обслуживать множество коммутируемых портов (один контроллер на устройство) и небольшие контроллеры ASIC, обслуживающие несколько портов и объединяемые в матрицы коммутации. Вопросы масштабирования и стратегия разработчиков коммутаторов в области организации магистралей и/или рабочих групп определяет выбор ASIC и, следовательно, - скорость продвижения коммутаторов на рынок.

Существует 3 варианта архитектуры коммутаторов:

- На основе коммутационной матрицы (cross-bar);
- С разделяемой многовходовой памятью (shared memory);
- На основе общей высокоскоростной шины.

Часто эти три способа взаимодействия комбинируются в одном коммутаторе.

1.7. Коммутаторы на основе коммутационной матрицы

Коммутационная матрица (cross-bar) – основной и самый быстрый способ взаимодействия процессоров портов, именно он был реализован в первом промышленном коммутаторе локальных сетей. Однако, реализация матрицы возможна только для определенного числа портов, причем сложность схемы возрастает пропорционально квадрату количества портов коммутатора.

На рис. 1.1 показана блок-схема коммутатора с архитектурой, используемой для поочередного соединения пар портов. В любой момент такой коммутатор может обеспечить организацию только одного соединения (пара портов). При невысоком уровне трафика не требуется хранение данных в памяти перед отправкой в порт назначения. Однако, коммутаторы cross-bar требуют буферизации на входе от каждого порта, поскольку в случае использования единственного возможного соединения коммутатор блокируется. Несмотря на малую стоимость и высокую скорость продвижения на рынок, коммутаторы класса cross-bar слишком примитивны для эффективной трансляции между низкоскоростными и высокоскоростными интерфейсами.

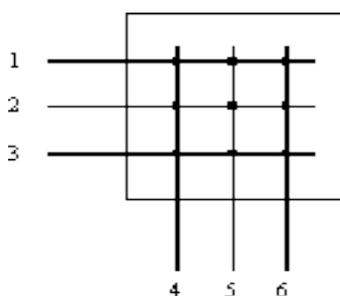


Рис. 1.1. Коммутационная матрица

1.8. Коммутаторы с разделяемой памятью

Коммутаторы с разделяемой памятью (shared memory switch) имеют общий входной буфер для всех портов. Буферизация данных перед их рассылкой приводит к возникновению задержки. Однако, коммутаторы с разделяемой памятью, как показано на рис. 1.2 не требуют организации специальной внутренней магистрали для передачи данных между портами, что обеспечивает им более низкую цену по сравнению с коммутаторами на базе высокоскоростной внутренней шины.

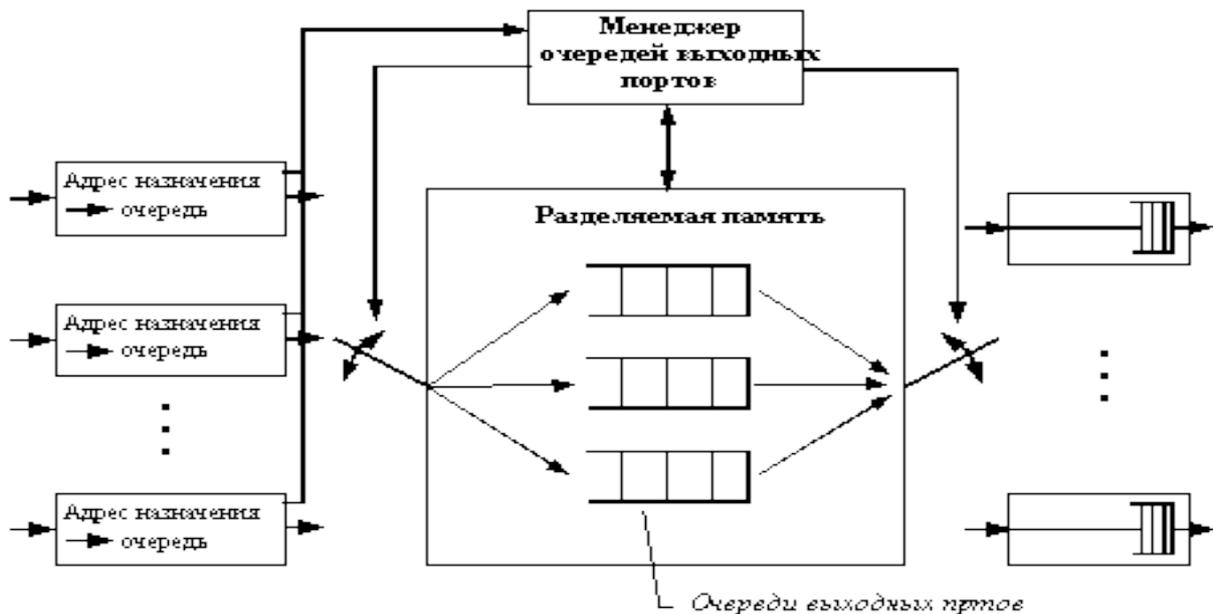


Рис. 1.2. Архитектура разделяемой памяти

1.9. Коммутаторы с общей шиной

Коммутаторы с общей шиной (backplane) используют для связи процессоров портов высокоскоростную шину, используемую в режиме разделения времени.

На рис. 1.3 показана блок-схема коммутатора с высокоскоростной шиной, связывающей контроллеры ASIC. После того, как данные преобразуются в приемлемый для передачи по шине формат, они помещаются на шину и далее передаются в порт назначения.

Для того, чтобы шина не была узким местом коммутатора, ее производительность должна быть, по крайней мере, в

$$\sum_1^N C_{p_i} / 2 \frac{\text{Мбит}}{c},$$

(где N – количество портов, C_{p_i} – максимальная производительность протокола, поддерживаемого i-м портом коммутатора) раз выше скорости поступления данных во входные блоки процессоров портов. Кроме этого, кадр должен передаваться по шине небольшими частями, по несколько

байт, чтобы передача кадров между несколькими портами происходила в псевдопараллельном режиме, не внося задержек в передачу кадра в целом.

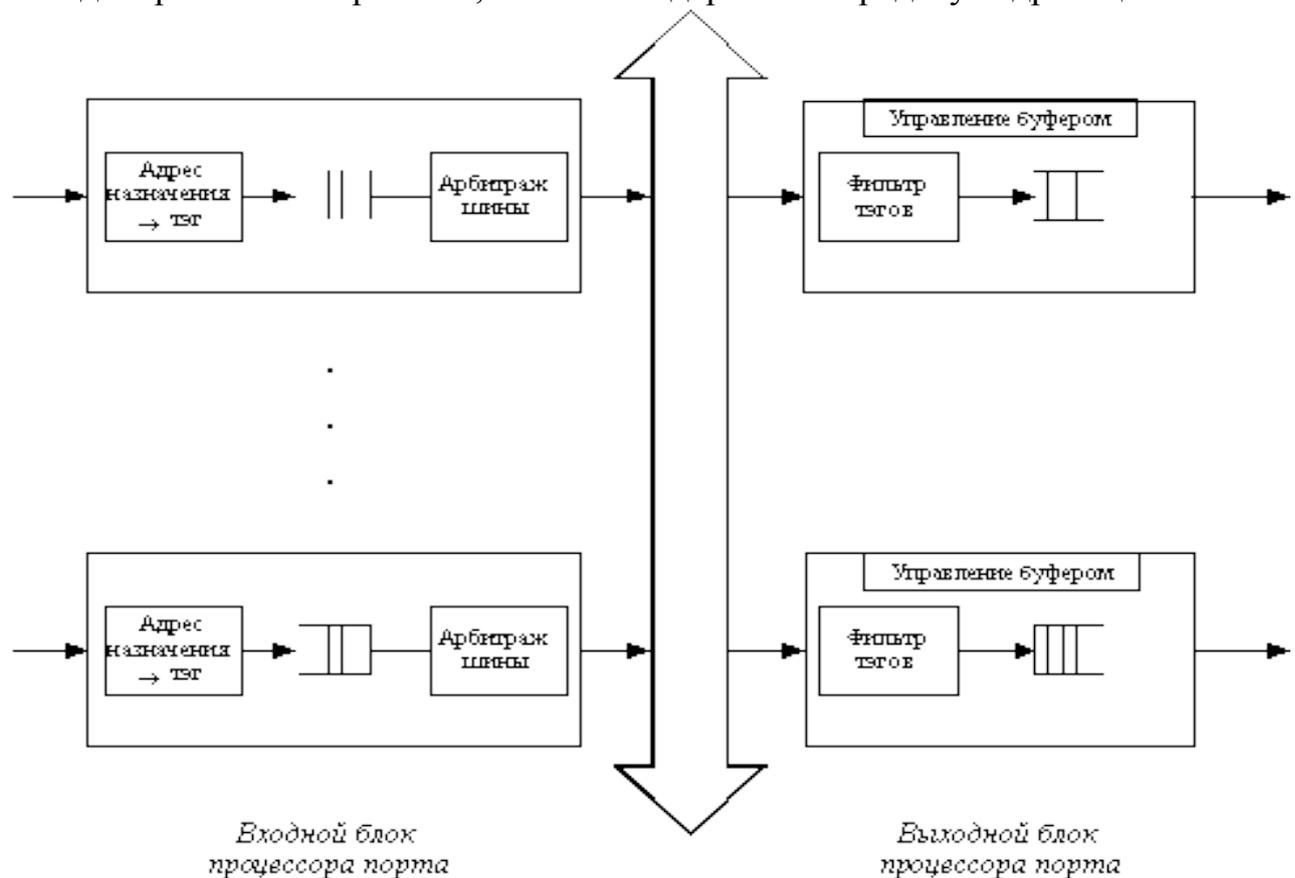


Рис. 1.3. Архитектура общей шины

Размер такой ячейки данных определяется производителем коммутатора. Поскольку шина может обеспечивать одновременную передачу потока данных от всех портов, такие коммутаторы часто называют «неблокируемыми» (non-blocking), т. е. они не создают пробок на пути передачи данных.

1.10. Характеристики, влияющие на производительность коммутаторов

Производительность коммутатора – характеристика, на которую сетевые интеграторы и опытные администраторы обращают внимание в первую очередь при выборе устройства.

Основными показателями коммутатора, характеризующими его производительность, являются:

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

Кроме того, существует несколько характеристик коммутатора, которые в наибольшей степени влияют на указанные характеристики производительности. К ним относятся:

- тип коммутации;
- размер буфера (буферов) кадров;
- производительность внутренней шины;
- производительность процессора или процессоров;
- размер внутренней адресной таблицы.

1.11. Скорость фильтрации и скорость продвижения

Скорость фильтрации и продвижения кадров – это две основные характеристики производительности коммутатора. Эти характеристики являются интегральными показателями и не зависят от того, каким образом технически реализован коммутатор.

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

- прием кадра в свой буфер;
- просмотр адресной таблицы с целью нахождения порта для адреса назначения кадра;
- уничтожение кадра, если его порт назначения и порт источника принадлежат одному логическому сегменту.

Скорость фильтрации практически у всех коммутаторов является неблокирующей – коммутатор успевает отбрасывать кадры в темпе их поступления.

Скорость продвижения (forwarding) определяет скорость, с которой коммутатор выполняет следующие этапы обработки кадров.

- прием кадра в свой буфер;
- просмотр адресной таблицы с целью нахождения порта для адреса назначения кадра;
- передача кадра в сеть через найденный по адресной таблице порт назначения.

Как скорость фильтрации, так и скорость продвижения измеряется обычно в кадрах в секунду. Если в характеристиках коммутатора не уточняется, для какого протокола и для какого размера кадра приведены значения скоростей фильтрации и продвижения, то по умолчанию считается, что эти показатели даются для протокола Ethernet и кадров минимального размера, то есть кадров длиной 64 байт (без преамбулы) с полем данных в 46 байт.

Применение в качестве основного показателя скорости обработки коммутатором кадров минимальной длины объясняется тем, что такие кадры всегда создают для коммутатора наиболее тяжелый режим работы по сравнению с кадрами другого формата при равной пропускной способности передаваемых пользовательских данных. Поэтому при

проведении тестирования коммутатора режим передачи кадров минимальной длины используется как наиболее сложный тест, который должен проверить способность коммутатора работать при наихудшем сочетании параметров трафика.

Пропускная способность коммутатора измеряется количеством пользовательских данных (в мегабитах или гигабитах в секунду), переданных в единицу времени через его порты. Так как коммутатор работает на канальном уровне, для него пользовательскими данными являются те данные, которые переносятся в поле данных кадров протоколов канального уровня – Ethernet, Fast Ethernet и т. д.

Максимальное значение пропускной способности коммутатора всегда достигается на кадрах максимальной длины, так как при этом доля накладных расходов на служебную информацию кадра гораздо ниже, чем для кадров минимальной длины, а время выполнения коммутатором операций по обработке кадра, приходящееся на один байт пользовательской информации, существенно меньше. Поэтому коммутатор может быть блокирующим для кадров минимальной длины, но при этом иметь очень хорошие показатели пропускной способности.

Задержка передачи кадра 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, просмотра адресной таблицы, принятия решения о продвижении и получения доступа к среде выходного порта.

Величина вносимой коммутатором задержки зависит от режима его работы. Если коммутация осуществляется без буферизации, то задержки обычно невелики и составляют от 5 до 40 мкс, а при полной буферизации кадров – от 50 до 200 мкс (для кадров минимальной длины).

1.12. Размер адресной таблицы

Максимальная ёмкость адресной таблицы определяет предельное количество MAC-адресов, с которыми может одновременно оперировать коммутатор. В таблице коммутации для каждого порта хранятся только те наборы адресов, с которыми он работал в последнее время.

Значение максимального числа MAC-адресов, которое может храниться в таблице коммутации, зависит от области применения коммутатора.

Недостаточная ёмкость адресной таблицы может служить причиной замедления работы коммутатора и засорения сети избыточным трафиком. Если адресная таблица коммутации полностью заполнена, а порт встречает новый адрес источника в поступившем пакете, коммутатор должен вытеснить из таблицы какой-либо старый адрес и поместить на его место

новый. Эта операция сама по себе отнимет часть времени, но главные потери производительности будут наблюдаться при поступлении кадра с адресом назначения, который пришлось удалить из адресной таблицы. Так как адрес назначения кадра неизвестен, то коммутатор должен передать этот кадр на все остальные порты. Эта операция будет создавать лишнюю работу для многих процессоров портов, кроме того, копии этого кадра будут попадать и на те сегменты сети, где они совсем не обязательны.

1.13. Объём буфера кадров

Внутренняя буферная память коммутатора нужна для временного хранения кадров данных в тех случаях, когда их невозможно немедленно передать на выходной порт. Буфер предназначен для сглаживания кратковременных пульсаций трафика. Ведь даже если трафик хорошо сбалансирован и производительность процессоров портов, а также других обрабатывающих элементов коммутатора достаточна для передачи средних значений трафика, это не гарантирует, что их производительности хватит при пиковых значениях нагрузок.

Например, трафик может в течение нескольких десятков миллисекунд поступать одновременно на все входы коммутатора, не давая ему возможности передавать принимаемые кадры на выходные порты.

При кратковременном многократном превышении среднего значения интенсивности трафика (а для локальных сетей часто встречаются значения коэффициента пульсации трафика в диапазоне 50-100) возможны потери кадров. Одним из методов борьбы с этим служит буфер большого объема. Чем больше объем этой памяти, тем менее вероятны потери кадров при перегрузках, хотя при несбалансированности средних значений трафика буфер все равно рано или поздно переполнится. Другой метод – управление потоком (Flow control).

Обычно, коммутаторы, предназначенные для работы в ответственных частях сети, имеют буферную память в несколько десятков или сотен килобайт на порт. Дополнительным средством защиты может служить общий для всех портов буфер в модуле управления коммутатором. Такой буфер обычно имеет объём в несколько мегабайт.

1.14. Трехуровневая иерархическая модель сети

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

- уровень доступа;
- уровень распределения;
- уровень ядра.

Для каждого уровня определены свои функции. Три уровня не обязательно предполагают наличия трех различных устройств. Если провести аналогию с иерархической моделью OSI, то в ней отдельный

протокол не всегда соответствует одному из семи уровней. Иногда протокол соответствует более чем одному уровню OSI модели, а иногда несколько протоколов реализованы в рамках одного уровня. Так и при построении иерархических сетей, на одном уровне может быть как несколько устройств, так и одно устройство, выполняющее все функции, определенные на двух соседних уровнях.

Уровень ядра находится на самом вершине иерархии и отвечает за надежную и быструю передачу больших объемов данных. Трафик, передаваемый через ядро, является общим для большинства пользователей. Сами пользовательские данные обрабатываются на уровне распределения, который, при необходимости, пересылает запросы к ядру.

Для уровня ядра большое значение имеет его отказоустойчивость, поскольку сбой на этом уровне может привести к потере связности между уровнями распределения сети.

Уровень распределения, который иногда называют уровнем рабочих групп, является связующим звеном между уровнями доступа и ядра. В зависимости от способа реализации, уровень распределения может выполнять следующие функции:

- обеспечение маршрутизации, качества обслуживания и безопасности сети;
- агрегирование каналов;
- переход от одной технологии к другой (например, от 100Base-TX к 1000Base-T);
- объединение полос пропускания низкоскоростных каналов доступа в высокоскоростные магистральные каналы.

Уровень доступа управляет доступом пользователей и рабочих групп к ресурсам объединенной сети. Основной задачей уровня доступа является создание точек входа/выхода пользователей в сеть. Уровень выполняет следующие функции:

- продолжение (начиная с уровня распределения) управления доступом и политиками сети;
- создание отдельных доменов коллизий (сегментация);
- подключение рабочих групп к уровню распределения;
- уровень доступа использует технологию коммутируемых локальных сетей.

1.15. Сетевые модели OSI и IEEE Project 802

Работа сети заключается в передаче данных от одного компьютера к другому. В этом процессе можно выделить несколько отдельных задач:

- распознать данные;
- разбить данные на управляемые блоки;
- добавить информацию к каждому блоку, чтобы:
- указать местонахождение данных;

- указать получателя;
- добавить информацию синхронизации и информацию для проверки ошибок;
- поместить данные в сеть и отправить их по заданному адресу.

Сетевая операционная система при выполнении всех задач следует строгому набору процедур. Эти процедуры называются протоколами или правилами поведения. Протоколы регламентируют каждую сетевую операцию. Стандартные протоколы позволяют программному и аппаратному обеспечению различных производителей нормально взаимодействовать.

Существует два главных набора стандартов: модель OSI и ее модификация, называемая Project 802. Чтобы изучить техническую сторону функционирования сетей, необходимо иметь четкое представление об этих моделях.

1.16. Модель OSI

В 1978 году International Standards Organization (ISO) выпустила набор спецификаций, описывающих архитектуру сети с неоднородными устройствами. Исходный документ относился к открытым системам, чтобы все они могли использовать одинаковые протоколы и стандарты для обмена информацией. Каждый профессионал в области компьютерных сетей должен знать основные организации, разрабатывающие сетевые стандарты, и их вклад в развитие сетей.

В 1984 году ISO выпустила новую версию своей модели, названную эталонной моделью взаимодействия открытых систем (Open System Interconnection reference model, OSI). Версия 1984 года стала международным стандартом: именно ее спецификации используют производители при разработке сетевых продуктов, именно ее придерживаются при построении сетей.

Эта модель — широко распространенный метод описания сетевых сред. Являясь многоуровневой системой, она отражает взаимодействие программного и аппаратного обеспечения при осуществлении сеанса связи, а также помогает решить разнообразные проблемы.

В модели OSI сетевые функции распределены между семью уровнями. Каждому уровню соответствуют различные сетевые операции, оборудование и протоколы.

- Прикладной уровень
- Представительский уровень
- Сеансовый уровень
- Транспортный уровень
- Сетевой уровень
- Канальный уровень
- Физический уровень

Это и есть многоуровневая архитектура модели OSI. На каждом уровне выполняются определенные сетевые функции, которые взаимодействуют с функциями соседних уровней, вышележащего и нижележащего. Например, Сеансовый уровень должен взаимодействовать только с Представительским и Транспортным уровнем и т.п. Все эти функции подробно описаны.

Нижние уровни — **Физический** и **Канальный** — определяют физическую среду передачи данных и сопутствующие задачи (такие, как передача битов данных через плату сетевого адаптера и кабель). Самые верхние уровни определяют, каким способом осуществляется доступ приложений к услугам связи. Чем выше уровень, тем более сложную задачу он решает.

Каждый уровень предоставляет несколько услуг (т.е. выполняет несколько операций), подготавливающих данные для доставки по сети на другой компьютер. Уровни отделяются друг от друга границами — интерфейсами. Все запросы от одного уровня к другому передаются через интерфейс. Каждый уровень использует услуги нижележащего уровня.

1.17. Взаимодействие уровней модели OSI

Задача каждого уровня - предоставление услуг вышележащему уровню, «маскируя» детали реализации этих услуг. При этом каждый уровень на одном компьютере работает так, будто он напрямую связан с таким же уровнем на другом компьютере. Эта логическая, или виртуальная, связь между одинаковыми уровнями показана на рисунке ниже.

Однако в действительности связь осуществляется между смежными уровнями одного компьютера — программное обеспечение, работающее на каждом уровне, реализует определенные сетевые функции в соответствии с набором протоколов.

Компьютер А	<----->	Компьютер В
Прикладной	<----->	Прикладной
Представительский	<----->	Представительский
Сеансовый	<----->	Сеансовый
Транспортный	<----->	Транспортный
Сетевой	<----->	Сетевой
Канальный	<----->	Канальный
Физический	<----->	Физический

Перед подачей в сеть данные разбиваются на пакеты. Пакет (packet) — это единица информации, передаваемая между устройствами сети как единое целое. Пакет проходит последовательно через все уровни программного обеспечения. На каждом уровне к пакету добавляется

некоторая информация, форматирующая или адресная, которая необходима для успешной передачи данных по сети.

На принимающей стороне пакет проходит через все уровни в обратном порядке. Программное обеспечение на каждом уровне читает информацию пакета, затем удаляет информацию, добавленную к пакету на этом же уровне отправляющей стороной, и передает пакет следующему уровню.

Когда пакет дойдет до Прикладного уровня, вся адресная информация будет удалена и данные примут свой первоначальный вид.

Таким образом, за исключением самого нижнего уровня сетевой модели, никакой иной уровень не может непосредственно послать информацию соответствующему уровню другого компьютера.

Информация на компьютере-отправителе должна пройти через все уровни. Затем она передается по сетевому кабелю на компьютер-получатель и опять проходит сквозь все слои, пока не достигнет того же уровня, с которого она была послана на компьютере-отправителе.

Например, если Сетевой уровень передает информацию с компьютера А, она спускается через Канальный и Физический уровни в сетевой кабель, далее по нему попадает в компьютер В, где поднимается через Физический и Канальный уровни и достигает Сетевого уровня.

В клиент-серверной среде примером информации, переданной Сетевым уровнем компьютера А Сетевому уровню компьютера В, мог бы служить адрес и, очевидно, информация контроля ошибок, добавленные к пакету.

Взаимодействие смежных уровней осуществляется через интерфейс. Интерфейс определяет услуги, которые нижний уровень предоставляет верхнему, и способ доступа к ним.

Поэтому каждому уровню одного компьютера «кажется», что он непосредственно взаимодействует с таким же уровнем другого компьютера.

Далее описывается каждый из семи уровней модели OSI и определяются услуги, которые они предоставляют смежным уровням.

Прикладной уровень

Уровень 7, Прикладной (Application), — самый верхний уровень модели OSI. Он представляет собой окно для доступа прикладных процессов к сетевым услугам.

Этот уровень обеспечивает услуги, напрямую поддерживающие приложения пользователя, такие, как программное обеспечение для передачи файлов, доступа к базам данных и электронная почта.

Нижележащие уровни поддерживают задачи, выполняемые на Прикладном уровне. Прикладной уровень управляет общим доступом к сети, потоком данных и обработкой ошибок.

Представительский уровень

Уровень 6, Представительский (Presentation), определяет формат, используемый для обмена данными между сетевыми компьютерами. Этот уровень можно назвать переводчиком. На компьютере-отправителе данные, поступившие от Прикладного уровня, на этом уровне переводятся в общепонятный промежуточный формат. На компьютере-получателе на этом уровне происходит перевод из промежуточного формата в тот, который используется Прикладным уровнем данного компьютера.

Представительский уровень отвечает за преобразование протоколов, трансляцию данных, их шифрование, смену или преобразование применяемого набора символов (кодовой таблицы) и расширение графических команд. Представительский уровень, кроме того, управляет сжатием данных для уменьшения передаваемых битов. На этом уровне работает утилита, называемая редиректором (redirector). Ее назначение — переадресовать операции ввода/вывода к ресурсам сервера.

Сеансовый уровень

Уровень 5, Сеансовый (Session), позволяет двум приложениям на разных компьютерах устанавливать, использовать и завершать соединение, называемое сеансом. На этом уровне выполняются такие функции, как распознавание имен и защита, необходимые для связи двух приложений в сети. Сеансовый уровень обеспечивает синхронизацию между пользовательскими задачами посредством расстановки в потоке данных контрольных точек (checkpoints).

Таким образом, в случае сетевой ошибки, потребуется заново передать только данные, следующие за последней контрольной точкой. На этом уровне выполняется управление диалогом между взаимодействующими процессами, т.е. регулируется, какая из сторон осуществляет передачу, когда, как долго и т.д.

Транспортный уровень

Уровень 4, Транспортный (Transport), обеспечивает дополнительный уровень соединения — ниже Сеансового уровня. Транспортный уровень гарантирует доставку пакетов без ошибок, в той же последовательности, без потерь и дублирования. На этом уровне сообщения переупаковываются: длинные разбиваются на несколько пакетов, а короткие объединяются в один.

Это увеличивает эффективность передачи пакетов по сети. На Транспортном уровне компьютера-получателя сообщения распаковываются, восстанавливаются в первоначальном виде, и обычно посылается сигнал подтверждения приема. Транспортный уровень управляет потоком, проверяет ошибки и участвует в решении проблем, связанных с отправкой и получением пакетов.

Сетевой уровень

Уровень 3, Сетевой (Network), отвечает за адресацию сообщений и перевод логических адресов и имен в физические адреса. Одним словом, исходя из конкретных сетевых условий, приоритета услуги и других факторов здесь определяется маршрут от компьютера-отправителя к компьютеру-получателю. На этом уровне решаются также такие задачи и проблемы, связанные с сетевым трафиком, как коммутация пакетов, маршрутизация и перегрузки. Если сетевой адаптер маршрутизатора не может передавать большие блоки данных, посланные компьютером-отправителем, на Сетевом уровне эти блоки разбиваются на меньшие. А Сетевой уровень компьютера-получателя собирает эти данные в исходное состояние.

Канальный уровень

Уровень 2, Канальный, осуществляет передачу кадров (frames) данных от Сетевого уровня к Физическому. Кадры — это логически организованная структура, в которую можно помещать данные. Канальный уровень компьютера-получателя упаковывает «сырой» поток битов, поступающих от Физического уровня, в кадры данных.

На рисунке 1.4 представлен простой кадр данных, где идентификатор отправителя - адрес компьютера-отправителя, а идентификатор получателя — адрес компьютера-получателя. Управляющая информация используется для маршрутизации, а также указывает на тип пакета и сегментацию. Данные - собственно передаваемая информация. CRC (остаток избыточной циклической суммы) — это сведения, которые помогут выявить ошибки, что, в свою очередь, гарантирует правильный прием информации.

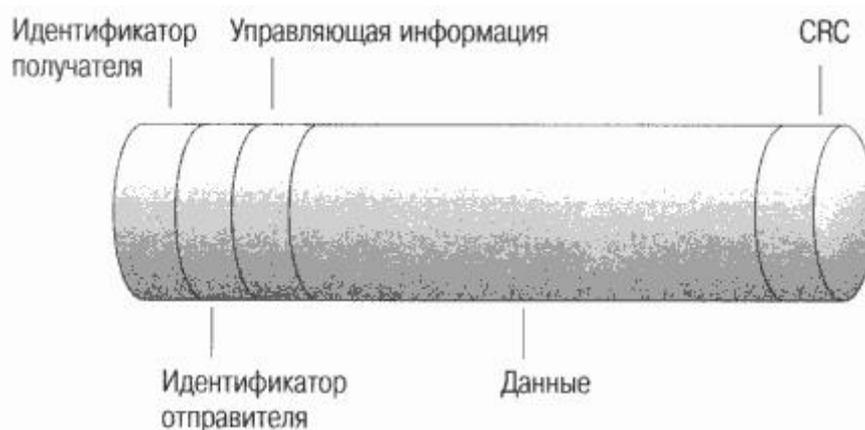


Рис. 1.4. Схема кадра данных

Канальный уровень (Data link) обеспечивает точность передачи кадров между компьютерами через Физический уровень. Это позволяет

Сетевому уровню считать передачу данных по сетевому соединению фактически безошибочной.

Обычно, когда Канальный уровень посылает кадр, он ожидает со стороны получателя подтверждения приема. Канальный уровень получателя проверяет наличие возможных ошибок передачи. Кадры, поврежденные при передаче, или кадры, получение которых не подтверждено, посылаются вторично.

Физический уровень

Уровень 1, Физический, — самый нижний в модели OSI. Этот уровень осуществляет передачу неструктурированного, «сырого» потока битов по физической среде (например, по сетевому кабелю). Здесь реализуются электрический, оптический, механический и функциональный интерфейсы с кабелем. Физический уровень также формирует сигналы, которые переносят данные, поступившие от всех вышележащих уровней. На этом уровне определяется способ соединения сетевого кабеля с платой сетевого адаптера, в частности, количество контактов в разъемах и их функции. Кроме того, здесь определяется способ передачи данных по сетевому кабелю.

Физический (Physical) уровень предназначен для передачи битов (нулей и единиц) от одного компьютера к другому. Содержание самих битов на данном уровне значения не имеет. Этот уровень отвечает за кодирование данных и синхронизацию битов, гарантируя, что переданная единица будет воспринята именно как единица, а не как ноль. Наконец, Физический уровень устанавливает длительность каждого бита и способ перевода бита в соответствующие электрические или оптические импульсы, передаваемые по сетевому кабелю.

1.18. Модель IEEE Project 802

В конце 70-х годов, когда ЛВС стали восприниматься в качестве потенциального инструмента для ведения бизнеса, IEEE пришел к выводу: необходимо определить для них стандарты. В результате был выпущен Project 802, названный в соответствии с годом и месяцем своего издания (1980 год, февраль). Хотя публикация стандартов IEEE опередила публикацию стандартов ISO, оба проекта велись приблизительно в одно время и при полном обмене информацией, что и привело к рождению двух совместимых моделей.

Project 802 установил стандарты для физических компонентов сети — интерфейсных плат и кабельной системы, — с которыми имеют дело Физический и Канальный уровни модели OSI. Итак, эти стандарты, называемые 802-спецификациями, распространяются:

- на платы сетевых адаптеров;
- компоненты глобальных вычислительных сетей;

- компоненты сетей, при построении которых используют коаксиальный кабель и витую пару.

802 - спецификации определяют способы, в соответствии с которыми платы сетевых адаптеров осуществляют доступ к физической среде и передают по ней данные. Сюда относятся соединение, поддержка и разъединение сетевых устройств.

Категории

Стандарты ЛВС, определенные Project 802, делятся на 12 категорий, каждая из которых имеет свой номер.

- 802.1 — объединение сетей.
- 802.2 — Управление логической связью.
- 802.3 — ЛВС с множественным доступом, контролем несущей и обнаружением коллизий (Ethernet).
- 802.4 — ЛВС топологии «шина» с передачей маркера.
- 802.5 — ЛВС топологии «кольцо» с передачей маркера.
- 802.6 — сеть масштаба города (Metropolitan Area Network, MAN).
- 802.7 — Консультативный совет по широковещательной технологии (Broadcast Technical Advisory Group).
- 802.8 -- Консультативный совет по оптоволоконной технологии (Fiber-Optic Technical Advisory Group).
- 802.9 — Интегрированные сети с передачей речи и данных (Integrated Voice/Data Networks).
- 802.10 — Безопасность сетей.
- 802.11 — Беспроводная сеть.
- 802.12 — ЛВС с доступом по приоритету запроса (Demand Priority Access LAN, IOObaseVG-AnyLan).

1.19. Расширения модели OSI

Два нижних уровня модели OSI, Физический и Канальный, устанавливают, каким образом несколько компьютеров могут одновременно использовать сеть, чтобы при этом не мешать друг другу. IEEE Project 802 относился именно к этим двум уровням и привел к созданию спецификаций, определивших доминирующие среды ЛВС. IEEE, подробно описывая Канальный уровень, разделил его на два подуровня:

- Управление логической связью (Logical Link Control, LLC) — контроль ошибок и управление потоком данных;
- Управление доступом к среде (Media Access Control, MAC).
- Прикладной уровень
- Представительский уровень
- Сеансовый уровень
- Транспортный уровень
- Сетевой уровень
- Канальный уровень

- Управление логической связью (LLC)
- Управление доступом к среде (MAC)
- Физический уровень

Управление логической связью

Подуровень Управление логической связью устанавливает канал связи и определяет использование логических точек интерфейса, называемых точками доступа к услугам (service access points, SAP). Другие компьютеры, ссылаясь на точки доступа к услугам, могут передавать информацию с подуровня Управления логической связью на верхние уровни OSI. Эти стандарты определены в категории 802.2.

Управление доступом к среде

Как показано ниже, подуровень **Управление доступом к среде** — нижний из двух подуровней. Он обеспечивает совместный доступ плат сетевого адаптера к **Физическому уровню**. Подуровень **Управление доступом к среде** напрямую связан с платой сетевого адаптера и отвечает за безошибочную передачу данных между двумя компьютерами сети.

Категории 802.3, 802.4, 802.5 и 802.12 определяют стандарты как для этого подуровня, так и для первого уровня модели OSI, Физического.

Несмотря на то что эталонная модель OSI в настоящее время является общепризнанной, исторически и технически открытым стандартом сети **Internet** являются протокол управления передачей (Transmission Control Protocol — TCP) и Internet-протокол (IP), которые обычно рассматриваются как одно целое и обозначаются TCP/IP (рис.1.5). Эталонная модель TCP/IP и стек протоколов TCP/IP позволяют организовать связь между двумя компьютерами, расположенными в любых точках земного шара, со скоростью, близкой к скорости света (теоретически).

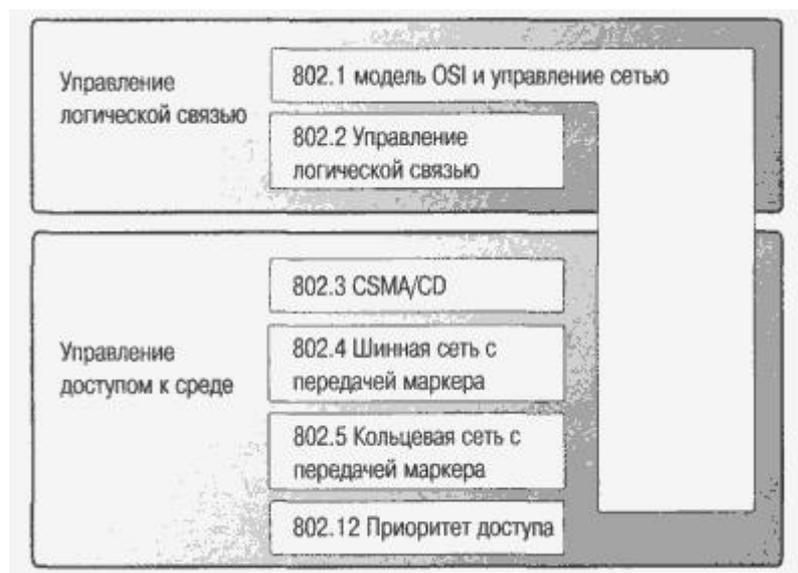


Рис. 1.5. Модель TCP/IP

Модель TCP/IP имеет также большое историческое значение, подобное тому, какое имели стандарты, которые привели к широчайшему распространению телефонной связи, электросетей, железных дорог, телевидения и видеозаписи.

Тема 2. Обзор технических средств коммутации фирмы ZyXEL

ZyXEL производит Ethernet-коммутаторы для построения сетей любых масштабов – от домашнего офиса до территориальных сетей, объединяющих десятки тысяч пользователей. Продукция представлена коммутаторами второго и третьего уровня Fast, Gigabit и 10G Ethernet для уровней доступа, агрегации и ядра сети.

Сетевая ОС ZyNOS и широкий спектр оборудования ZyXEL позволяют реализовать единый подход к построению сетей любых масштабов.

2.1. Ethernet-коммутаторы L3+

Коммутаторы уровня агрегации и ядра представлены шестью моделями, обеспечивающими оптимальное решение задач коммутации и обработку трафика на уровнях L2–L4 и полных скоростях интерфейсов Fast, Gigabit и 10G Ethernet.

Основные преимущества:

- неблокируемая коммутация и маршрутизация данных и многоадресных рассылок на полной скорости интерфейсов Fast, Gigabit и 10G Ethernet;
- классификация и фильтрация трафика на уровнях L2–L4 для безупречной работы сетевых сервисов и приложений;
- расширенная поддержка многоадресных рассылок (включая IGMP, мультикаст-маршрутизацию DVMRP, MVR, быстрое переключение каналов и т.д.) для снижения нагрузки на сеть;
- поддержка двух типов маркеров VLAN (QinQ) для стекирования виртуальных локальных сетей и предоставления абонентам высокоскоростных защищенных сегментов в пределах региональной операторской или корпоративной сети;
- развитые средства обеспечения сетевой безопасности и защиты сети – от изоляции трафика, фильтрации MAC-адресов и VLAN до задания списков контроля доступа (ACL) на уровнях L2/L3/L4;
- многоуровневые средства классификации и приоритизации трафика – восемь очередей приоритетов на порт 802.1p, DiffServ, DSCP (Differential Service Code Point field), Two Rate Three Colors, приоритизация трафика и ограничения пропускной способности приложений и абонентов на уровне IP- и MAC-адресов, TCP/UDP-портов для обеспечения своевременной доставки критически важных

и мультимедийных данных вне зависимости от уровня загрузки сети;

- высокая надежность, обеспечиваемая резервированием магистралей (RSTP, MSTP), коммутаторов (с использованием протокола VRRP) и их блоков питания (один внешний источник BPS-120 обеспечивает безаварийную работу от одного до шести коммутаторов) для быстрого восстановления работоспособности сети после аварий.

Коммутатор **XGS-4728F**

Коммутатор L3+ Gigabit Ethernet с 24 разъемами RJ-45, совмещёнными с SFP-слотами, 2 портами 12G для стекирования и слотом расширения.

Модуль EM-422 на 2 XFP-трансивера обеспечит построение высокоскоростных магистралей 10G Ethernet, стекируемая архитектура позволяет объединить в скоростной кластер до 240 портов Gigabit Ethernet.

Основные преимущества:

- маршрутизация, коммутация и фильтрация трафика L2–L4 на полной скорости на всех портах Gigabit, 10G Ethernet и портах стекирования 12 Гбит/с;
- возможность апгрейда пропускной способности магистралей до 4 портов 10G Ethernet;
- объединение в высокопроизводительный стек до 10 XGS-4728F (два встроенных порта 12 Гбит/с, комплектные кабели для стекирования, двухразрядный индикатор номера в стеке на лицевой панели).

Возможности:

- уровень ядра и агрегации корпоративных сетей с высокими требованиями по надежности и скорости обработки данных;
- кампусные сети и серверные фабрики;
- высокопроизводительные стеки коммутаторов.

Коммутатор **GS-4012F**

12-портовый коммутатор L3+ Gigabit Ethernet с 12 SFP-слотами, из которых 4 совмещены с разъёмами RJ-45.

GS-4012F – это магистральный маршрутизирующий коммутатор GE с гибким выбором оптических интерфейсов для распределенных сетей, выносов и серверных комнат.

Основные преимущества:

- 12 слотов для SFP-трансиверов, рассчитанных на разные типы и число волокон, длину волны и дальность до 80 км;
- маршрутизация и коммутация на полной скорости интерфейсов на всех портах GE.

Возможности:

- агрегация трафика и сегментирование сетей Gigabit Ethernet;
- построение ядра в небольших операторских сетях;
- оптимизация пропускной способности сети.

Коммутатор **GS-4024**

24-портовый коммутатор L3+ Gigabit Ethernet с 24 разъемами RJ-45, из которых 4 совмещены с SFP-слотами.

GS-4024 – это магистральный маршрутизирующий коммутатор для скоростных корпоративных сетей, хранилищ данных и серверных комнат.

Основные преимущества:

- динамическая и статическая маршрутизация на полной скорости интерфейсов Gigabit Ethernet, неблокируемое продвижение IP- и Ethernet-трафика для построения мультисервисной сети с высоким уровнем защиты данных и трафика пользователей;
- высокая плотность портов Gigabit Ethernet.

Возможности:

- мультисервисные корпоративные и операторские сети;
- агрегация трафика в серверных комнатах филиалов и сетевых сегментов. В больших центрах коммутации трафика рекомендуется использовать коммутаторы GS-4024.

Коммутатор **ES-4124**

24-портовый коммутатор L3+ Fast Ethernet с 4 портами Gigabit Ethernet, из которых 2 совмещены с SFP-слотами.

ES-4124 – это коммутатор третьего уровня для использования на уровне ядра небольших корпоративных Ethernet-сетей.

Основные преимущества:

- маршрутизация и коммутация на полной скорости интерфейсов Fast и Gigabit Ethernet;
- гибкие средства для подключения к сетевой инфраструктуре – до 4 медных и оптических портов Gigabit Ethernet для стекирования и подключения к магистральям.

Возможности:

- агрегация и коммутация трафика, разбиение сети на сегменты, оптимизация пропускной способности сети и отдельных видов трафика;
- модернизация имеющихся сетей Fast Ethernet с целью повышения пропускной способности и обеспечения высочайшего уровня защиты данных.

2.2. Ethernet-коммутаторы L2+

Основные преимущества:

- поддержка функций фильтрации и приоритизации трафика, характерных для коммутаторов третьего и четвертого уровня;
- фильтрация IP-адресов, UDP- и TCP-пакетов на полной скорости интерфейса для устранения нежелательного трафика, повышения пропускной способности сети и уровня защиты данных;

- поддержка до 4094 VLAN на уровне маркеров 802.1Q и портов для работы в больших сетях;
- восьмиуровневые очереди приоритетов, классы обслуживания (DiffServ), средства классификации и фильтрации трафика L2–L4;
- многоуровневое резервирование и высокая производительность для построения широкополосных сетей передачи видео, голоса и данных и обеспечения бесперебойной работы критичных приложений.

Коммутатор **GS-3012F**

12-портовый управляемый коммутатор L2+ Gigabit Ethernet с 12 SFP-слотами, из которых 4 совмещены с разъемами RJ-45.

GS-3012F – это магистральный коммутатор Gigabit Ethernet с гибким выбором интерфейсов и превосходными возможностями приоритизации и фильтрации трафика.

Основные преимущества:

- 12 слотов для SFP-трансиверов Gigabit Ethernet для агрегации трафика в распределенных сетях.

Возможности:

- агрегация трафика рабочих групп, коммутаторов доступа и серверов;
- территориальные и кампусные сети.

Коммутатор **GS-3012**

112-портовый управляемый коммутатор L2+ Gigabit Ethernet с 12 разъемами RJ-45, из которых 4 совмещены с SFP-слотами.

GS-3012 – это магистральный коммутатор Gigabit Ethernet с превосходными возможностями приоритизации и фильтрации трафика.

Основные преимущества

- 12 интерфейсов Gigabit Ethernet для агрегации и трафика локальных устройств, 4 SFP-слота для подключения магистралей, серверных комнат и удаленных подразделений.

Возможности:

- агрегация трафика локальных устройств;
- подключение к оптическим магистралям серверных комнат и рабочих групп с большим объемом мультимедийного трафика.

Серия ES-3100

Управляемые коммутаторы L2+ с 24 или 48 портами Fast Ethernet и 4 портами Gigabit Ethernet и/или SFP-слотами (ES-3124, ES-3124-4F, ES-3124PWR, ES-3124F, ES-3148;).

Серия ES-3100 – это коммутаторы доступа для сетей со специальными требованиями по обеспечению качественной работы мультимедийных приложений, надежности, безопасности и защите данных и трафика абонентов на уровнях L2–L4.

Коммутаторы ES-3124 предлагают для подключения к магистрали и каскадирования 2 порта Dual Personality GE (SFP|RJ-45) и 2 порта 1000Base-T.

ES-3124-4F отличают 4 слота для SFP-трансиверов.

ES-3124PWR. Одновременное питание 24 клиентов PoE 802.3af.

24 слота для SFP-трансиверов Fast Ethernet делают коммутатор ES-3124F оптимальным выбором для оптических сетей доступа.

Благодаря высокой плотности портов ES-3148 идеален для компактных подразделений с большим числом сотрудников.

Основные преимущества:

- бескомпромиссные возможности сетевой безопасности и управления трафиком пользователей и приложений;
- выбор моделей с магистральными и клиентскими оптическими интерфейсами, поддержкой PoE и требуемой плотностью портов;
- гибкие средства приоритизации трафика (CIR/PIR (2-Rate 3-Color), WFQ и 8-уровневые очереди приоритетов);
- защита данных и трафика пользователей на уровнях L2–L4;
- два маркера VLAN (QinQ) для стекирования виртуальных локальных сетей и услуг L2 VPN;
- высочайшая надежность, резервирование блоков питания (BPS-120) и магистралей;
- сертифицированы Metro Ethernet Forum.

Возможности:

- защищенное подключение пользователей с уровнем безопасности, характерным для DSL-сетей, предоставлением мультимедийных сервисов и IP-телефонии бизнес-качества;
- большие локальные и территориальные сети, распределенные рабочие группы L2 VPN (QinQ);
- территориальные сети доступа с резервированием оптических магистралей и бескомпромиссной пропускной способностью (ES-3124-4F);
- сети с высочайшими требованиями по безопасности (волокно на рабочее место, ES-3124F);
- территориальные сети с небольшими подразделениями (ES-3124F, выносы ES-2108-F/LC);
- компактные подразделения с большим числом сотрудников (ES-3148);
- подключение беспроводных точек доступа и IP-телефонов (большое количество PoE-клиентов, ES-3124PWR).

Отличительные характеристики коммутаторов серии ES-3100 сведены в таблицу 2.1.

Таблица 2.1

Отличия моделей серии ES-3100

Характеристики/ модель	ES-3124	ES-3124- 4F	ES-3124F	ES- 3124PWR	ES-3148
Порты RJ-45	24	24		24	48

10/100Base-TX					
SFP-слоты (FE)			24		
Порты Dual personality GE (1000Base-T SFP)	2	2	2	2	2
SFP-слоты (GE)		2	2		
Порты 10/100/1000Base-T	2			2	2
Число PoE-портов/активных PoE-клиентов				24/24	

2.3. Ethernet-коммутаторы L2

Коммутатор GS-2024

24-портовый управляемый коммутатор Gigabit Ethernet с 24 разъемами RJ-45, из которых 2 совмещены с SFP-слотами.

Благодаря высоким рабочим характеристикам, гибким настройкам качества обслуживания и простому интерфейсу управления коммутатор GS-2024 может быть эффективно использован для перехода от сетей Fast Ethernet к Gigabit Ethernet.

Основные преимущества:

- 24 порта Gigabit Ethernet для неблокируемой агрегации и коммутации трафика;
- объединение в транк до 8 Ethernet-каналов, до 4 транков на один коммутатор для распределения нагрузки, резервирования магистралей и агрегации трафика;
- мощная система управления трафиком для предоставления мультимедийных услуг и обеспечения высокого качества обслуживания;
- 4 очереди приоритетов на каждом порту и установка скорости по портам позволяют контролировать полосу пропускания и повысить эффективность работы всей сети.

Возможности:

- уровень доступа в рабочих группах и задачах, требующих передачи больших объемов информации;
- приложения с большими объемами мультимедийных данных;
- подключение серверов, агрегация трафика рабочих групп.

Серия ES-2024

Управляемые коммутаторы L2 с 24 портами Fast Ethernet и 2 портами Gigabit Ethernet, совмещенными с SFP-слотами (ES-2024A, ES-2024PWR);

Специальные меры по обеспечению эффективного теплообмена позволили отказаться от использования вентиляторов и сделать коммутаторы ES-2024A практически бесшумными.

Коммутатор ES-2024PWR содержит встроенную PoE-станцию, обеспечивающую одновременное питание до 12 клиентских устройств, подключенных к любым из 24 портов.

Основные преимущества:

- 24 порта Fast Ethernet, бесшумная (ES-2024A) и надежная работа;
- два порта Dual Personality для подключения к оптическим и медным магистралям;
- одновременное питание до 12 клиентских устройств PoE 802.3af (ES-2024PWR).

Возможности:

- уровень доступа, обычные и активные СКС (бесшумная работа ES-2024A);
- интеллектуальные здания;
- кампусные и территориальные сети;
- подключение беспроводных точек доступа и IP-телефонов (большое количество PoE-клиентов, ES-2024PWR).

Отличительные характеристики коммутаторов серии ES-2024 сведены в таблицу 2.2.

Коммутатор **ES-2048**

48-портовый управляемый коммутатор Fast Ethernet с 2 портами Gigabit Ethernet, совмещенными с SFP-слотами.

Таблица 2.2

Отличия моделей серии ES-2024

Характеристики/ модель	<i>ES-2024A</i>	ES-2024PWR
Порты Dual personality (1000Base-T SFP-слот)	2	2
Число портов PoE 802.3af		24
Максимальное число активных клиентов PoE		12

Высокая плотность портов и приоритизация трафика с гарантированной полосой пропускания делают коммутатор идеальным выбором для больших корпоративных сетей и мультимедийных приложений.

Основные преимущества:

- высокая плотность портов;
- переключаемые файлы конфигурации (Dual Config);

- приоритизация трафика с гарантированной полосой пропускания (WFQ).

Возможности:

- корпоративные сети с высокой плотностью рабочих мест;
- кампусные и территориальные сети;
- интеллектуальные здания, мультимедийные сети. Высокая плотность портов, разделение трафика групп устройств по разным VLAN и гарантированная полоса пропускания обеспечивают надежную защиту и доставку данных.

Серия ES-2108

Серия 8-портовых управляемых коммутаторов Fast Ethernet (ES-2108, ES-2108-F, ES-2108-G, ES-2108-LC, ES-2108PWR).

Компактные управляемые малопортовые коммутаторы L2 серии ES-2108 отличаются магистральными интерфейсами и поддержкой PoE 802.3af (см. табл. 2.3). Источники питания встроенные. Охлаждение пассивное, безвентиляторное (за исключением ES-2108PWR). Комплект поставки коммутаторов серии включает 19" скобы для установки в стойку.

Таблица 2.3

- Отличия моделей серии ES-2108

Характеристики/ модель	ES-2108	ES-2108- F	ES-2108- G	ES-2108- LC	ES- 2108PWR
Порты 100Base- TX	8	8	8	8	8
Порт Dual personality GE (RJ-45 SFP-слот)			+		+
SFP-слот FE		+			
SFP-слот GE				+	
Порт 100Base- FX (разъем SC)				+	
Число PoE- портов/активных PoE-клиентов					8/8

Основные преимущества:

- компактный дизайн, небольшое число портов;
- бесшумная и надежная работа;
- надежная защита данных и трафика пользователей;
- широкий выбор моделей для оптимального решения практических задач;
- питание клиентских устройств по Ethernet-кабелю (PoE, ES-2108PWR).

Возможности:

- небольшие офисы и рабочие группы (ES-2108);

- активные ККС (ES-2108G);
- территориальные сети с оптическими магистралями (ES-3124F и ES-2108-F/LC; GS-3012F и ES-2108G);
- подключение беспроводных точек доступа и IP-телефонов (PoE-клиенты, ES-2108PWR).

2.4. Ethernet-коммутаторы с возможностью монтажа в стойку

Коммутатор GS-1116A

16-портовый коммутатор Gigabit Ethernet с 16 разъемами RJ-45, из которых 2 совмещены с SFP-слотами. Коммутатор GS-1116A.

Коммутатор GS-1124A

24-портовый коммутатор Gigabit Ethernet с 24 разъемами RJ-45, из которых 2 совмещены с SFP-слотами. Коммутатор GS-1124A.

GS-1116A и GS-1124A – это неблокируемые коммутаторы Gigabit Ethernet с двумя портами Dual Personality.

Основные преимущества:

- гигабитные скорости передачи данных на всех портах;
- возможность подключения к оптическим магистралям;
- продвижение кадров виртуальных локальных сетей 802.1Q;
- поддержка качества обслуживания с двумя очередями приоритетов 802.1p.

Возможности:

- скоростная коммутация данных, например в небольших телестудиях и конструкторских бюро;
- подключение серверных комнат и хранилищ данных, не требующих дистанционного мониторинга;
- повышение производительности имеющейся сети, гальваническая развязка сегментов.

Коммутатор ES-1124

24-портовый коммутатор Fast Ethernet с 2 портами Gigabit Ethernet, совмещенными с SFP-слотами. Коммутатор ES-1124.

ES-1124 – коммутатор второго уровня с двумя портами Dual Personality. Большая таблица MAC-адресов и возможность установки гигабитных оптических SFP-трансиверов делают его оптимальным выбором для подключения удаленных подразделений.

Основные преимущества:

- Gigabit Ethernet для магистралей, каскадирования коммутаторов и резервирования каналов;
- поддержка качества обслуживания с двумя очередями приоритетов IEEE 802.1p;
- большая таблица MAC-адресов, продвижение кадров виртуальных локальных сетей 802.1Q;

- пассивная безвентиляторная система охлаждения позволяет размещать ES-1124 в непосредственной близости от рабочих мест.

Рекомендации по применению:

- агрегация трафика рабочих групп, компактные территориальные сети;
- подключение удаленных серверов и хранилищ данных, не требующих дистанционного мониторинга.

2.5. Настольные Ethernet-коммутаторы

Коммутатор ES-116P

16-портовый коммутатор Fast Ethernet в компактном корпусе.

Коммутатор ES-124P

24-портовый коммутатор Fast Ethernet в компактном корпусе.

Коммутаторы ES-116P и ES-124P имеют компактные металлические корпуса, низкое энергопотребление и эффективное пассивное охлаждение. Источник питания встроенный.

Основные преимущества:

- металлический корпус, настольный и стоечный монтаж, «уши» в комплекте поставки;
- встроенный источник питания.

Возможности:

- небольшие локальные сети. Отличные возможности самонастройки и высокая надежность позволяют минимизировать затраты на установку и поддержку небольшой сети.

Коммутатор ES-105S

Пятипортовый коммутатор Fast Ethernet.

Коммутатор ES-108S

Восьмипортовый коммутатор Fast Ethernet.

Коммутатор ES-116S

16-портовый коммутатор Fast Ethernet в компактном корпусе.

Коммутаторы серии ES-100S выполнены в компактных пластмассовых корпусах, имеют низкое энергопотребление и оптимальное соотношение цены и производительности. Источник питания – внешний.

Основные преимущества:

- компактный дизайн, высокая производительность, низкое энергопотребление;
- большая таблица MAC-адресов (ES-116S);
- настольный и настенный монтаж.

Возможности:

- небольшие локальные сети.

Коммутатор ES-105A

Пятипортовый коммутатор Fast Ethernet с двумя приоритетными портами.

Коммутатор ES-108A

Коммутаторы ES-105A и ES-108A выполнены в компактных металлических корпусах эффектного классического дизайна. Источник питания – внешний.

Коммутаторы ES-105A/108A обеспечивают первоочередную обработку и передачу трафика приоритетных портов.

Основные преимущества:

- приоритетные порты для критичных приложений и пакетной телефонии;
- компактный прочный металлический корпус, эффектный классический дизайн.

Возможности:

- небольшие локальные сети с требованиями по приоритизации трафика, например IP-телефонией.

Тема 3. Дополнительные функции коммутаторов

Так как коммутатор представляет собой довольно сложное вычислительное устройство, имеющее несколько процессорных модулей, то помимо выполнения основной функции передачи кадров с порта на порт по алгоритму моста, вполне логично включить в него дополнительные функции, полезные при построении современных, расширяемых, надежных и гибких сетей. Большинство современных коммутаторов, независимо от производителя, поддерживают несколько дополнительных возможностей, отвечающих общепринятым стандартам. Среди них самые распространенные и наиболее используемые сегодня это:

1. Технологии Виртуальных Сетей – VLAN
2. Поддержка протокола Spanning Tree IEEE 802.1d и Rapid Spanning Tree IEEE 802.1w
3. Объединение каналов Ethernet
4. Поддержка SNMP – управления
5. Обеспечение функции Port Security, или привязка MAC-адреса к определенному порту
6. Поддержка 802.1x
7. Протоколы группового вещания
8. Управление потоком и др.

В настоящее время одной из самых важных характеристик любой компьютерной сети помимо производительности является надежность каналов связи — в связи с развитием электронного бизнеса и повышения роли компьютерной связи при ведении практически уже любого рода коммерческой деятельности, даже в небольшой сети может стать причиной колоссальных убытков компании. Поэтому следует обратить особое внимание на те функции сетевого оборудования, которые позволяют

обеспечивать отказоустойчивость сети, ее надежность и защищенность от несанкционированного доступа.

3.1. Объединение портов и создание высокоскоростных сетевых магистралей

В настоящее время для повышения надежности и производительности каналов связи в распоряжении интеграторов и сетевых администраторов имеется целый набор протоколов и функций. Наиболее распространенным является создание резервных связей между коммутаторами на основе двух технологий:

1. Режим резервирования, когда одно из них функционирует, а остальные находятся в "горячем" резерве для замены отказавшего соединения – это протокол Spanning Tree.
2. Режим баланса нагрузки; при этом данные передаются параллельно по всем альтернативным соединениям.

Объединение портов (Port Trunking) - это объединение нескольких физических каналов (Link Aggregation) в одну логическую магистраль. Используется для объединения нескольких портов вместе для образования высокоскоростного канала передачи данных и позволяет активно задействовать избыточные альтернативные связи в локальных сетях.

В отличие от протокола STP (Spanning Tree – протокол покрывающего дерева), при агрегировании физических каналов все избыточные связи остаются в рабочем состоянии, а имеющийся трафик распределяется между ними для достижения баланса нагрузки. При отказе одной из линий, входящих в такой логический канал, трафик распределяется между оставшимися линиями.

Включенные в агрегированный канал порты называются членами группы. Один из портов в группе выступает в качестве “связывающего”. Поскольку все члены группы в агрегированном канале должны быть настроены для работы в одинаковом режиме, все изменения настроек, произведенные по отношению к “связывающему” порту, относятся ко всем членам группы.

Таким образом, для настройки портов в группе необходимо настроить “связывающий” порт. Важным моментом при реализации объединения портов в агрегированный канал является распределение трафика по ним. Если пакеты одного сеанса будут передаваться по разным портам агрегированного канала, то может возникнуть проблема на более высоком уровне протокола OSI.

Например, если два или более смежных кадра одного сеанса станут передаваться через разные порты агрегированного канала, то из-за неодинаковой длины очередей в их буферах может возникнуть ситуация, когда из-за неравномерной задержки передачи кадра, более поздний кадр обгонит своего предшественника. Поэтому в большинстве реализаций

механизмов агрегирования используются методы статического, а не динамического распределения кадров по портам, т.е. закрепление за определенным портом агрегированного канала потока кадров определенного сеанса между двумя узлами.

В этом случае все кадры будут проходить через одну и ту же очередь и последовательность их не изменится. Обычно при статическом распределении выбор порта для конкретного сеанса выполняется на основании некоторых признаков поступающих пакетов (на основе выбранного алгоритма агрегирования портов). Как правило, это MAC-адреса источника или назначения, либо оба вместе.

Агрегированные линии связи можно организовать с любым другим коммутатором, поддерживающим потоки данных точка-точка по одному порту агрегированного канала. Объединение каналов следует рассматривать как вариант настройки сети, используемый преимущественно для соединений «коммутатор-коммутатор» или «коммутатор – файл-сервер», требующих более высоких скорости передачи, чем может обеспечить одиночная линия связи.

Также эту функцию можно применять для повышения надежности важных линий. В случае повреждения линии связи объединенный канал быстро перенастраивается (не более, чем за 1 с), а риск дублирования и изменения порядка кадров незначителен.

Программное обеспечение коммутаторов часто поддерживает два типа агрегирования каналов связи: статическое и динамическое. При статическом агрегировании каналов (установлено по умолчанию), все настройки на коммутаторах выполняются вручную. Динамическое агрегирование каналов основано на спецификации IEEE 802.3ad, которая использует протокол контроля агрегированных линий связи (Link Aggregation Control Protocol) для того, чтобы проверять конфигурацию каналов и направлять пакеты в каждую из физических линий. Кроме этого, протокол LACP описывает механизм добавления и изъятия каналов из единой линии связи.

Для этого, при настройке на коммутаторах агрегированного канала связи, соответствующие порты одного коммутатора должны быть сконфигурированы как «активные», а другого коммутатора как «пассивные». «Активные» порты LACP выполняют обработку и рассылку его управляющих кадров. Это позволяет устройствам, поддерживающим LACP, договориться о настройках агрегированного канала и иметь возможность динамически изменять группу портов, т.е. добавлять или исключать из нее порты. «Пассивные» порты обработки управляющих кадров LACP не выполняют. Стандарт IEEE 802.3ad применим для всех типов Ethernet-каналов, и с его помощью поэтому можно строить даже многогигабитные линии связи, состоящие из нескольких каналов Gigabit Ethernet.

3.2. Ограничение доступа к сети

В коммутаторах, помимо стандартной функции динамического построения таблицы MAC-адресов на основе адресов входящих пакетов, реализована функция настройки статической таблицы MAC-адресов. Это позволяет в полной мере контролировать прохождение пакетов через коммутатор, блокируя доступ к сети компьютерам с неизвестными коммутатору MAC-адресами.

Во-первых, можно заблокировать дальнейшее обновление таблицы коммутатора – если конфигурация вашей сети более не изменяется, вы блокируете таблицу MAC-адресов, и т.о. коммутатор будет просто отбрасывать все пакеты, которые поступают с неизвестного адреса. Во-вторых, можно вручную привязать определенный MAC-адрес к порту коммутатора, и тем самым коммутатор будет постоянно хранить соответствие MAC-адрес-порт, даже при длительной неактивности устройства или при перегрузках сети.

Коммутаторы позволяют создавать статические таблицы MAC-адресов, хранящие до 256 записей. Коммутаторы имеют возможность настроить таблицу фильтрации MAC-адресов, указав MAC-адрес устройства, и входящие и исходящие пакеты с указанным адресом будут ими отбрасываться. Таким образом, используя вышеперечисленные функции или их комбинации, можно обеспечить защиту сети от несанкционированного доступа. Например, если привязать MAC-адреса рабочих станций сети (при условии, что структура сети не изменится в течении определенного времени) к портам коммутатора, а затем заблокировать таблицу коммутатора, можно запретить таким образом прохождение пакетов от неизвестных адресов.

Данная функция оказывается весьма полезной при построении домовых сетей, сетей провайдера Интернет и локальных сетей с повышенным требованием по безопасности, т.к. исключает доступ незарегистрированных рабочих станций. Подделка MAC-адреса, хотя и возможна, но остается более трудной задачей, чем подделка IP-адреса, следовательно, вы можете обеспечить весьма приемлемый уровень безопасности.

3.3. Сегментация трафика

Сегментация трафика служит для разграничения доменов на уровне 2. Данная функция позволяет настраивать порты таким образом, чтобы они были изолированы друг от друга, но в то же время имели доступ к разделяемым портам, используемым для подключения серверов и магистрали сети провайдера. Данная функция может быть использована при построении сетей провайдеров.

Все компьютеры имеют доступ к порту *uplink*, но не имеют доступа друг к другу на канальном уровне. Это решение можно использовать:

1. В проектах ЕТТН для изоляции портов

2. Для предоставления доступа к общему серверу

Протокол IEEE 802.1x определяет доступ на основе модели Клиент/Сервер и протокол аутентификации, который не позволяет неавторизованным устройствам подключаться к локальной сети через порты коммутатора. Сервер аутентификации (RADIUS) проверяет права доступа каждого клиента, подключаемого к порту коммутатора прежде, чем разрешить доступ к любому из сервисов, предоставляемых коммутатором или локальной сетью. До тех пор, пока клиент не будет аутентифицирован, управление доступом протокола 802.1x позволит только трафику протокола Extensible Authentication Protocol over LAN (EAPOL) проходить через порт, к которому подключен клиент. После успешной аутентификации, обычный трафик может передаваться через порт.

3.4. Протокол IEEE 802.1x

Роли устройств

При 802.1x аутентификации на основе портов, устройства в сети выполняют определенные роли, как показано на рис.3.4.

Сервер аутентификации – выполняет фактическую аутентификацию клиента. Сервер аутентификации проверяет подлинность клиента и информирует коммутатор предоставлять или нет клиенту доступ к локальной сети. RADIUS работает в модели клиент/сервер, в которой информация об аутентификации передается между сервером и клиентами RADIUS. Т.к. коммутатор работает как прокси, сервис аутентификации прозрачен для клиента.

Коммутатор (также называется аутентификатор (authenticator)) – управляет физическим доступом к сети, основываясь на статусе аутентификации клиента. Коммутатор работает как посредник между клиентом и сервером аутентификации, получая запрос на проверку подлинности от клиента, проверяя данную информацию при помощи сервера аутентификации, и пересылая ответ клиенту. Коммутатор включает клиент RADIUS, который отвечает за инкапсуляцию и деинкапсуляцию кадров EAP и взаимодействие с сервером аутентификации.

Инициировать процесс аутентификации может или коммутатор или клиент. Клиент иницирует аутентификацию, посылая кадр EAPOL-start, который вынуждает коммутатор отправить ему запрос на идентификацию.

Когда клиент отправляет EAP – ответ со своей идентификацией, коммутатор начинает играть роль посредника, предающего кадры EAP между клиентом и сервером аутентификации до успешной или неуспешной аутентификации.

Если аутентификация завершилась успешно, порт коммутатора становится авторизованным. Схема обмена EAP кадрами зависит от используемого метода аутентификации.

Аутентификация 802.1x может быть выполнена как на основе MAC-адресов, так и на основе портов:

- При аутентификации 802.1x на основе MAC-адресов сервер проверяет не только имя пользователя/пароль, но и максимальное количество MAC-адресов, доступных для работы. Если предел достигнут, то он блокирует новый MAC-адрес.
- При аутентификации 802.1x на основе портов, после того, как порт был авторизован, любой пользователь, подключенный к порту, может получить доступ к локальной сети.

3.5. Состояние портов коммутатора

Состояние порта коммутатора определяется тем, получил или не получил клиент право доступа к сети. Первоначально порт находится в неавторизованном состоянии. В этом состоянии он запрещает прохождение всего входящего и исходящего трафика за исключением пакетов протокола 802.1x. Когда клиент аутентифицирован, порт переходит в авторизованное состояние, позволяя передачу любого трафика от него. Возможны варианты, когда клиент или коммутатор не поддерживают 802.1x. Если клиент, который не поддерживает 802.1x, подключается к неавторизованному порту 802.1x, коммутатор посылает клиенту запрос на авторизацию. Поскольку в этом случае, клиент не ответит на запрос, порт останется в неавторизованном состоянии и клиент не получит доступ к сети.

В другом случае, когда клиент с поддержкой 802.1x подключается к порту, на котором не запущен протокол 802.1x, клиент начинает процесс аутентификации, посылая кадр EAPOLstart. Не получив ответа, клиент посылает запрос определенное количество раз. Если после этого ответ не получен, клиент, считая, что порт находится в авторизованном состоянии, начинает посылать кадры. В случае, когда и клиент и коммутатор поддерживают 802.1x, при успешной аутентификации клиента, порт переходит в авторизованное состояние и начинает передавать все кадры клиента. Если в процессе аутентификации возникли ошибки, порт остается в неавторизованном состоянии, но аутентификация может быть восстановлена.

Если сервер аутентификации не может быть достигнут, коммутатор может повторно передать запрос. Если от сервера не получен ответ после определенного количества попыток, в доступе к сети будет отказано из-за ошибок аутентификации. Когда клиент завершает сеанс работы, он посылает сообщение EAPOL-logoff, переводящее порт коммутатора в неавторизованное состояние. Если состояние канала связи порта переходит

из активного (up) в неактивное (down), или получен кадр EAPOL-logoff, порт возвращается в неавторизованное состояние.

3.6. Смена программного обеспечения (микропрограммы) на коммутаторах Zyxel

Замену микропрограммы нужно производить по приведенной ниже схеме.

Открыть терминальную программу HyperTerminal из состава Windows, установив работу через COM-порт (например, прямое соединение COM1).

Скорость последовательного порта установить равной 9600 бит/с и отключим управление потоком.

Включить коммутатор или перезагрузить его, если он ранее уже был включен. Когда коммутатор при загрузке напишет сообщение: Press any key to enter Debug Mode within 3 seconds нажать любую клавишу, чтобы перейти в режим отладки (Debug Mode);

- дать команду ATBA5, чтобы установить скорость порта 115200;

- поменять скорость порта в терминальной программе;

- дать команду ATLC и подождать, пока коммутатор ответит "Starting XMODEM upload", чтобы начать передачу файла с заводскими настройками (*.rom);

В программе HyperTerminal обратиться к меню "Передача" (Transfer) и выбрать "Отправить файл" (Send file).

В открывшемся окне выбрать протокол передачи файлов X-модем и указать программе, в каком месте на жестком диске находится требуемый файл.

Затем нажать кнопку "Отправить" (Send);

- затем дать команду ATUR и подождать пока коммутатор ответит "Starting XMODEM upload", чтобы начать передачу файла с микропрограммным обеспечением (*.bin);

после успешной загрузки микропрограммы коммутатор должен автоматически перезагрузиться;

изменить скорость порта в коммуникационной программе на 9600 бит/с.

При обновлении микропрограммного обеспечения до версии 3.80 и выше обязательно перезаписывать файл конфигурации, идущий в архиве к данной конкретной микропрограмме.

В режиме отладки (Debug Mode) следует сначала обязательно записать файл с настройками по умолчанию (*.rom), а затем записать файл с микропрограммой (*.bin). При этом настройки коммутатора будут сброшены на настройки по умолчанию.

3. 7. Технические средства коммутации фирмы ZyxEL

Коммутатор MES-3528

24-портовый управляемый коммутатор L2+ Metro Fast Ethernet с 4 портами Gigabit Ethernet совмещенными с SFP-слотами.

MES-3528 представляет собой коммутатор доступа для применения в крупных операторских сетях Metro Ethernet, где требуется обеспечить качественную передачу видео, голоса и данных, высокий уровень безопасности защиты абонентского трафика и широкие возможности управления.

Коммутатор имеет 24 порта 10/100 Мбит/с Ethernet и 4 SFP-слота для подключения к магистрали, каждый из которых совмещен с медными портами 1000BASE-T. MES-3528 относится к линейке Metro Ethernet и имеет расширенный диапазон рабочих температур (от 0 до 50) оС. Порты, выключатели и контактные группы коммутаторов размещены на передней панели, что обеспечивает быстрый и удобный доступ, установку и обслуживание в ограниченном пространстве монтажных шкафов. Встроенный блок сигнализации обеспечивает централизованный контроль критичных параметров и локальных событий, например, открытия дверцы коммутационного шкафа.

Основные преимущества

- Сквозной мониторинг каналов и соединений операторской сети на втором уровне (EFM 802.3ah OAM, 802.3ag CFM)
- Применена безвентиляторная система охлаждения
- Сетевая ОС ZyNOS и отличный опыт эксплуатации в крупных операторских сетях
- Высокий уровень безопасности защиты абонентского трафика и управления коммутатором
- Обеспечение гарантированного качества передаваемого видео, голоса и данных
- Возможность разграничения прав доступа системных администраторов с авторизацией на Radius сервере

Рекомендации к применению

- В широкополосных сетях провайдеров для предоставления абонентам услуг доступа в Интернет, IPTV и пакетной телефонии VoIP
- Для подключения операторских распределенных сегментов сети доступа с неблагоприятными условиями окружающей среды и необходимостью оповещения о несанкционированном доступе в коммутационный шкаф
- В городских проектах подключения наружных видеокамер, датчиков слежения и измерительных приборов электросети

Коммутатор MES-3728

24-портовый управляемый коммутатор L2+ Metro Fast Ethernet с 4 SFP-слотами из которых 2 совмещены с портами Gigabit Ethernet.

MES-3728 представляет собой коммутатор доступа для применения в крупных операторских сетях Metro Ethernet где требуется обеспечить качественную передачу видео, голоса и данных, высокий уровень безопасности защиты абонентского трафика и широкие возможности управления.

Коммутатор имеет 24 порта 10/100 Мбит/с Ethernet и 4 SFP-слота для подключения к магистрали два из которых совмещены с медными портами 1000BASE-T. MES-3728 относится к линейке Metro Ethernet и имеет гибкий выбор напряжений питания (220 вольт AC, 48 или 12 вольт DC), расширенный диапазон рабочих температур (от 0 до 65 Co), съемный фильтр для защиты от пыли и автоматический контроль скорости вращения вентиляторов.

Порты, выключатели и контактные группы коммутаторов размещены на передней панели, что обеспечивает быстрый и удобный доступ, установку и обслуживание в ограниченном пространстве монтажных шкафов. Встроенный блок сигнализации обеспечивает централизованный контроль критичных параметров и локальных событий, например, открытия дверцы коммутационного шкафа.

Основные преимущества

- Два встроенных блока питания AC и DC обеспечивают резервирование питания и непрерывную работу коммутатора при выходе из строя одного из блоков питания
- Сквозной мониторинг каналов и соединений операторской сети на втором уровне (EFM 802.3ah OAM, 802.3ag CFM)
- Одновременная обработка двух маркеров виртуальных локальных сетей QinQ – внутреннего, на уровне LAN (до 4094 виртуальных локальных сетей, максимально возможное число VLAN по стандарту 802.1Q), и внешнего, используемого на уровне региональной сети, позволяет обойти традиционные ограничения на число виртуальных сетей и предложить корпоративным пользователям высокоскоростные услуги L2 VPN. Функция Selective QinQ реализует анализ трафика на уровне отдельных портов коммутатора и его разнесение по отдельным VLAN и гарантирует защищенное предоставление широкополосных услуг связи домашним и корпоративным абонентам
- Сетевая ОС ZyNOS и отличный опыт эксплуатации в крупных операторских сетях
- Высокий уровень безопасности защиты абонентского трафика и управления коммутатором

- Обеспечение гарантированного качества передаваемого видео, голоса и данных
- Возможность разграничения прав доступа системных администраторов с авторизацией на Radius сервере

Возможности:

- В широкополосных сетях провайдеров для предоставления абонентам услуг доступа в Интернет, IPTV и пакетной телефонии VoIP
- Для подключения операторских распределенных сегментов сети доступа с неблагоприятными условиями окружающей среды и необходимостью оповещения о несанкционированном доступе в коммутационный шкаф В городских проектах подключения наружных видеокамер, датчиков слежения и измерительных приборов электросети

Коммутатор MGS-3712

12-портовый управляемый коммутатор L2+ Metro Gigabit Ethernet с 12 разъемами RJ-45 из которых 4 совмещены с SFP-слотами.

Коммутатор MGS-3712F

12-портовый управляемый коммутатор L2+ Metro Gigabit Ethernet с 12 SFP-слотами из которых 4 совмещены с разъемами RJ-45.

MGS-3712 и MGS-3712F – управляемые коммутаторы Metro Ethernet для применения на уровне агрегации распределенных сетей операторов связи и Интернет провайдеров. Коммутатор MGS-3712 имеет 12 медных портов 1000BASE-T, из которых 4 совмещены с SFP-слотами и наоборот, коммутатор MGS-3712F имеет 12 SFP-слотов из которых 4 совмещены с медными портами 1000BASE-T.

Коммутаторы имеют гибкий выбор напряжений питания (220 вольт AC, 48 или 12 вольт DC), расширенный диапазон рабочих температур (от 0 до 65 оС), съемный фильтр для защиты от пыли и автоматический контроль скорости вращения вентиляторов. Порты, выключатели и контактные группы коммутаторов размещены на передней панели, что обеспечивает быстрый и удобный доступ, установку и обслуживание в ограниченном пространстве монтажных шкафов. Встроенный блок сигнализации обеспечивает централизованный контроль критичных параметров и локальных событий, например, открытия дверцы коммутационного шкафа.

Основные преимущества

- Два встроенных блока питания AC и DC обеспечивают резервирование питания и непрерывную работу коммутатора при выходе из строя одного из блоков питания

- Сквозной мониторинг каналов и соединений операторской сети на втором уровне (EFM 802.3ah OAM, 802.3ag CFM)
- Поддержка 2048 статических VLAN для преднастройки пользовательских профилей
- Неблокируемая архитектура обеспечивает обработку трафика на полной скорости интерфейсов
- Широкий набор протоколов связующего дерева RSTP, MSTP, MRSTP
- Одновременная обработка двух маркеров виртуальных локальных сетей QinQ – внутреннего, на уровне LAN (до 4094 виртуальных локальных сетей, максимально возможное число VLAN по стандарту 802.1Q), и внешнего, используемого на уровне региональной сети, позволяет обойти традиционные ограничения на число виртуальных сетей и предложить корпоративным пользователям высокоскоростные услуги L2 VPN. Функция Selective QinQ реализует анализ трафика на уровне отдельных портов коммутатора и его разнесение по отдельным VLAN и гарантирует защищенное предоставление широкополосных услуг связи домашним и корпоративным абонентам
- Сетевая ОС ZynOS и отличный опыт эксплуатации в крупных операторских сетях

Возможности:

- Для объединения групп серверов в центрах обработки данных
- Для агрегации и коммутации трафика на локальных и распределенных магистралях
- Для агрегации трафика в операторских сетях на расстояниях до 80 км

Коммутатор XGS-4526

24-портовый коммутатор L3+ Gigabit Ethernet с 24 разъемами RJ-45 из которых 4 совмещены с SFP-слотами и слотом расширения 10G.

Коммутатор XGS-4526 обеспечивает агрегацию трафика или построение ядра корпоративной или операторской сети на скоростях 10G Ethernet. XGS-4526, оснащен 24 гигабитными медными интерфейсами, четыре из которых Dual Personality (RJ-45/SFP-слот Gigabit Ethernet), слотом для установки модуля с 2-мя медными или оптическими интерфейсами 10G.

Коммутирующая матрица имеет пропускную способность 96 Гбит/с и реализует маршрутизацию и коммутацию на полной скорости интерфейсов на всех портах. Высокая производительность обеспечивает непосредственное подключение серверов к коммутатору для передачи большого объема трафика для пользователей или организацию магистральных каналов сети предприятия.

Коммутация уровня L3+, расширенная поддержка многоадресных рассылок (включая мультикаст-маршрутизацию DVMRP), классы обслуживания (DiffServ), многоуровневое резервирование и высокая производительность позволяют построить широкополосную сеть для передачи видео, голоса, данных и обеспечения бесперебойной работы критичных приложений.

Основные преимущества

- Возможность организации высокопроизводительного стека из нескольких коммутаторов для увеличения емкости портов по мере роста сети предприятия, как по медным интерфейсам, так и по оптическим каналам связи для удаленных объектов
- Одновременная обработка двух маркеров виртуальных локальных сетей QinQ – внутреннего, на уровне LAN (до 4094 виртуальных локальных сетей, максимально возможное число VLAN по стандарту 802.1Q), и внешнего, используемого на уровне региональной сети, позволяет обойти традиционные ограничения на число виртуальных сетей и предложить корпоративным пользователям высокоскоростные услуги L2 VPN
- Общая высокая надежность сети гарантируется резервированием коммутаторов (VRRP), магистралей (транки, STP, RSTP, MSTP, MRSTP) и блоков питания (Backup Power System, опциональное внешнее устройство BPS-120)
- Контроль всех пользовательских подключений к сети посредством Port Security, IP Source Guard и блокировка несанкционированных подключений с подменой MAC- и IP-адреса для защиты сети от кражи информации и отказа в обслуживании
- Коммутатор предлагает набор команд, сходный с используемым в Cisco IOS, защищенное управление по протоколам SSH v1/v2 и SSL/TLS и внесетевое (out-of-band) – по интерфейсам RS-232 и Fast Ethernet, текстовые файлы конфигурации, iStacking и гибкие возможности централизованного управления с разграничением прав доступа для администраторов. Для мониторинга линий можно воспользоваться протоколом 802.3ah OAM (Operations, Administration & Management), осуществляющим проверку состояния Ethernet-каналов непосредственно на втором уровне, без использования традиционных запросов ICMP и SNMP. Все это создает дополнительные удобства для интернет-провайдеров и системных администраторов, имеющих единый центр управления сетью, и значительно увеличивает оперативность предоставления услуг
- Разграничение прав доступа администраторов с аутентификацией на RADIUS – сервере создают уровни ответственности при изменении

конфигурации и мониторинга, а также предотвратят внесение несанкционированных изменений в настройки

Возможности:

- На уровне ядра и агрегации в корпоративной сети с подключением коммутаторов доступа как по оптическим SFP-трансиверам так и по медным гигабитным интерфейсам
- Для объединения удаленных офисов и хранилищ данных по магистральным 10G интерфейсам
- Для расширения существующей сети с организацией высокопроизводительного стека внутри одного сегмента сети

Коммутатор XGS-4728F

Коммутатор L3+ Gigabit Ethernet с 24 разъемами RJ-45 совмещенными с SFP-слотами, 2 портами 12G для стекирования и слотом расширения.

XGS-4728F обеспечивает агрегацию трафика и построение ядра корпоративной или операторской сети на скоростях 10G Ethernet. XGS-4728F – это коммутатор L3+ с 24 гигабитными интерфейсами Dual Personality (RJ-45/SFP-слот Gigabit Ethernet), 2 встроенными интерфейсами 12 Гбит/с для стекирования, слотом для установки модуля на 2 XFP-трансивера 10G Ethernet и системой резервирования питания BPS.

Уникальная особенность коммутатора - 24 универсальных порта GE, предоставляющих исключительную гибкость модернизации (медь/оптика) сети. Два встроенных порта на 12 Гбит/с без дополнительных затрат обеспечивают построение стека, который может объединять до 10 коммутаторов XGS-4728F. Для индикации номера коммутатора в стеке на лицевой панели предусмотрен двухразрядный индикатор.

Дополнительно в коммутатор может быть установлен модуль EM-422 на 2 XFP-трансивера, обеспечивающий подключение к магистралям 10G и построение двойных оптических колец.

Коммутирующая матрица имеет пропускную способность 144 Гбит/с и реализует маршрутизацию и коммутацию на полной скорости интерфейсов на всех портах GE в пределах стека и на опциональных портах 10G. Вместе с восьмиуровневой очередью приоритетов по каждому из портов и многоуровневыми средствами классификации и фильтрации трафика L2-L4 это делает возможным бескомпромиссное предоставление услуг Triple Play и надежно защищает данные пользователей и саму сеть от перехвата и внутренних и внешних атак

Коммутация уровня L3+, расширенная поддержка многоадресных рассылок (включая мультикаст-маршрутизацию DVMRP), классы обслуживания (DiffServ), многоуровневое резервирование и высокая производительность позволяют построить широкополосную сеть для

передачи видео, голоса, данных и обеспечения бесперебойной работы критичных приложений

Основные преимущества

- Одновременная обработка двух маркеров виртуальных локальных сетей QinQ – внутреннего, на уровне LAN (до 4094 виртуальных локальных сетей, максимально возможное число VLAN по стандарту 802.1Q), и внешнего, используемого на уровне региональной сети, позволяет обойти традиционные ограничения на число виртуальных сетей и предложить корпоративным пользователям высокоскоростные услуги L2 VPN
- Общая высокая надежность сети гарантируется резервированием коммутаторов (VRRP), магистралей (транки, STP, RSTP, MSTP, MRSTP) и блоков питания (Backup Power System, опциональное внешнее устройство BPS-120)
- Коммутатор предлагает набор команд, сходный с используемым в Cisco IOS, защищенное управление по протоколам SSH v1/v2 и SSL/TLS и внесетевое (out-of-band) – по интерфейсам RS-232 и Fast Ethernet, текстовые файлы конфигурации, iStacking и гибкие возможности централизованного управления с разграничением прав доступа для администраторов. Для мониторинга линий можно воспользоваться протоколом 802.3ah OAM (Operations, Administration & Management), осуществляющим проверку состояния Ethernet-каналов непосредственно на втором уровне, без использования традиционных запросов ICMP и SNMP. Все это создает дополнительные удобства для интернет-провайдеров и системных администраторов, имеющих единый центр управления сетью, и значительно увеличивает оперативность предоставления услуг
- Разграничение прав доступа администраторов с аутентификацией на RADIUS –сервере создают уровни ответственности при изменении конфигурации и мониторинга, а также предотвратят внесение несанкционированных изменений в настройки

Возможности:

- В операторских сетях на уровне агрегации с магистральными интерфейсами 10G для подключения к ядру
- На уровне ядра в корпоративной сети с подключением коммутаторов доступа как по оптическим SFP-трансиверам так и по медным гигабитным интерфейсам. Создание масштабируемого стека коммутаторов с подключением по 2 встроенным портам со скоростью передачи данных до 12 Гбит/с
- Для объединения удаленных офисов и хранилищ данных по магистральным 10G интерфейсам.

Вопросы для самоконтроля

1. Объяснить технологии коммутации.
2. Описать модель ISO/OSI.
3. В чем заключается технологическая реализация коммутаторов?
4. Что такое коммутаторы на основе коммутационной матрицы?
5. Что такое коммутаторы с разделяемой памятью?
6. Что такое коммутаторы с общей шиной?
7. Назвать характеристики, влияющие на производительность коммутаторов?
8. Что такое скорость фильтрации и скорость продвижения?
9. Что такое размер адресной таблицы?
10. Что такое объём буфера кадров?
11. Что такое трехуровневая иерархическая модель сети?
12. Что такое Ethernet-коммутаторы L3+?
13. Что такое Ethernet-коммутаторы L2+?
14. Что такое Ethernet-коммутаторы L2?
15. Что такое Ethernet-коммутаторы с возможностью монтажа в стойку?
16. Что такое настольные Ethernet-коммутаторы?
17. В чем заключается ограничение полосы пропускания?
18. В чем заключается агрегирование каналов?
19. Что такое Loop Guard?
20. В чем заключается резервирование линий с помощью RSTP?
21. В чем заключается настройка IP-доменов в коммутаторе 3-го уровня?
22. Как используется классификатор?
23. Как используются и какие бывают политики?
24. Что такое IP Source Guard (DHCP Snooping)?
25. Назначение OSPF?

Литература

1. Олифер В. Г., Олифер Н. А., Компьютерные сети. Принципы, технологии, — 4-е изд. — СПб. [и др.]: Питер, 2010. — 943, [1] с.: ил. — (Учебник для вузов). — Библиогр.: с. 917.- Алф. указ.: с. 918-943. — ISBN 978-5-49807-389-7((в пер.)).
2. Бройдо В. Л., Ильина О. П., Вычислительные системы, сети и телекоммуникации: Учебник для вузов. 4-е изд, 2011 год, 560 стр., Издательский дом «Питер», ISBN 978-5-49807-875-5
3. Каталог продукции ZyXEL. 2009. – 94 с.: ил.
4. <http://ru.wikipedia.org/>
5. <http://zyxel.ru/>



В 2009 году Университет стал победителем многоэтапного конкурса, в результате которого определены 12 ведущих университетов России, которым присвоена категория «Национальный исследовательский университет». Министерством образования и науки Российской Федерации была утверждена программа его развития на 2009–2018 годы. В 2011 году Университет получил наименование «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики»

КАФЕДРА АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫХ КОМПЛЕКСОВ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

Кафедра Аппаратно-программных комплексов вычислительной техники осуществляет переподготовку и повышение квалификации специалистов с широким спектром образовательных программ по следующим направлениям:

- Системный инженер - специалист по эксплуатации аппаратно-программных комплексов вычислительной техники
- Системный администратор - специалист по эксплуатации компьютерных сетей и сопровождению программ 1С:Предприятие
- Обслуживание, диагностика и ремонт персональных компьютеров
- Администрирование вычислительных сетей
- Конфигурирование, администрирование и программирование в среде 1С:

На кафедре ведется подготовка магистров по направлению 230100 «Информатика и вычислительная техника»:

магистерская программа – «Системное администрирование аппаратно-программных комплексов и сетей» - 230100.68.13.

Кафедра является выпускающей по направлению 230100 «Информатика и вычислительная техника» на факультете ВиЗО.

Светлана Михайловна Платунова

Технические средства коммутации ZyXEL

Учебное пособие по курсу
«Корпоративные сети»

В авторской редакции

Редакционно-издательский отдел Санкт-Петербургского национального
исследовательского университета информационных технологий, механики
и оптики

Зав. РИО

Н.Ф. Гусарова

Лицензия ИД № 00408 от 05.11.99

Подписано к печати

Заказ №

Тираж 100 экз.

Отпечатано на ризографе

Редакционно-издательский отдел
Санкт-Петербургского национального
исследовательского университета
информационных технологий, механики
и оптики
197101, Санкт-Петербург, Кронверкский пр., 49

