

**Министерство образования и науки Украины
Севастопольский национальный технический
университет**



**ИССЛЕДОВАНИЕ ЛОКАЛЬНОЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ
СЕТИ НА БАЗЕ КОММУТАТОРА**

**Методические указания
к лабораторной работе по дисциплине
«Компьютерные сети»**

**для студентов дневного и заочного отделения специальности 7.080401
«Информационные управляющие системы и технологии»**

**Севастополь
2004**



Исследование локальной вычислительной сети на базе коммутатора: метод. указания к лабораторным занятиям по дисциплине «Компьютерные сети» для студентов дневного и заочного отделения специальности 7.080401 «Информационные управляющие системы и технологии» /Сост. Ю.В.Коваленко. – Севастополь: Изд-во СевНТУ, 2004. – 24с.

Методические указания предназначены для проведения лабораторных занятий по дисциплине «Компьютерные сети». Целью методических указаний является исследование принципов устройства и технических характеристик коммутаторов, выработка у студентов практических навыков по созданию, настройке локальной вычислительной сети на базе коммутатора.

Методические указания составлены в соответствии с требованиями программы дисциплины «Компьютерные сети» для студентов специальности 7.080401 и утверждены на заседании кафедры информационных систем, протокол № 3 от 20 октября 2004 года.

Допущено учебно-методическим центром СевНТУ в качестве методических указаний.

Рецензент Карипанова Н. Л., канд. технических наук, доцент кафедры Кибернетики и вычислительной техники.

8. Выводы по результатам экспериментальных исследований.

7. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что такое локальная вычислительная сеть?
2. Каким образом коммутатор может управлять потоком пакетов, поступающих от сетевых адаптеров станций сети?
3. Какая информация содержится в адресных таблицах коммутаторов?
4. Каким образом коммутатор строит свою адресную таблицу?
5. О чём говорит размер внутренней адресной таблицы коммутатора?
6. Что такое скорость фильтрации, скорость продвижения, задержка передачи кадра?
7. Что представляет собой буфер кадров?
8. Что представляет собой способ коммутации «на лету» и способ коммутации с полной буферизацией?
9. Каковы отличия между магистральными коммутаторами и коммутаторами рабочих групп?
10. Что необходимо для поддержания неблокирующего режима работы коммутатора?
11. Какие параметры влияют на производительность коммутатора?
12. Рассказать о процедуре настройки сетевого окружения.
13. Что такое шлюз?
14. Чем объясняется увеличение временной задержки при использовании команды ring в начале межмашинного обмена?
15. Каковы основные преимущества использования коммутаторов?
16. Что может быть причиной замедления работы коммутатора?
17. Что делает коммутатор если адресная таблица порта полностью заполнена?

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Олифер В. Г., Олифер Н.А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы/ В. Г. Олифер, Н. А. Олифер. – СПб.: Питер, 2001. – 672 с.
2. Чернега В. С. Компьютерные сети. – Конспект лекций. СевНТУ – 2004.- 172с.

5. ПОРЯДОК РАБОТЫ

1. Изучить принципы работы коммутатора.
2. Согласно схеме лабораторной установки соединить компьютеры, сетевые карты и коммутатор. При исправном соединении светятся соответствующие индикаторы, как на сетевых картах так и на коммутаторе для каждого порта соответственно.
3. Определить типы встроенных сетевых карт участвующих в построении сети и их скоростные характеристики, а также скоростные характеристики рабочих станций. Полученные данные отразить в отчёте.
4. Произвести настройку сетевого окружения. Для каждой из машин локальной вычислительной сети установить Ip-адреса вида 192.168.0.1, 192.168.0.2, 192.168.0.3,...соответственно. Маска подсети для всех рабочих станций имеет вид 255. 255. 252.0.
5. Проверить работу сети, используя компонент рабочего стола «Сетевое окружение».
6. Изучить возможности команды ping, применяя её с ключом “/?”.
7. Используя команду `c:\WINDOWS\SYSTEM32\ping -t 192.168.0.2 -n 15 -l 20000` измерить среднее время прохождения пакета данных между указанными посредством команды ping станциями и построить график среднего времени прохождения пакета в зависимости от его длины (длину пакета изменять от 3000 с шагом 3000 до 30000 бит). Пакеты данных посылать с первой рабочей станции на вторую и с третьей на вторую независимо друг от друга. Построить соответствующие графики.
7. С первой и третьей станции сети, послать одновременно на вторую станцию пакеты данных. В одном случае длину пакета данных изменять от 3000 до 30000 как для первой так и для третьей станции, в другом - для первой станции от 3000 до 30000, для третьей, наоборот, от 30000 до 3000. Измерить среднее время прохождения пакета данных. Построить соответствующие графики.

6. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЁТА

1. Цель и программа работы.
2. Краткое описание работы коммутатора.
3. Схема движение пакета данных через коммутатор.
4. Внутренняя таблица MAC – адресов.
5. Технические характеристики, характеризующие быстродействие рабочих станций и применяемых сетевых карт.
6. Алгоритм настройки сети.
7. Результаты практических исследований, по пунктам 6 и 7 раздела 4 представить соответствующие графики.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Цель работы..	4
2. Теоретический раздел.	4
2.1. Принцип действия и основные параметры коммутатора.	4
2.1.1. Скорость фильтрации	7
2.1.2. Скорость продвижения	7
2.1.3. Задержка передачи кадра.	8
2.1.4. Коммутация на лету или с полной буферизацией.	8
2.1.5. Буфер кадров.	9
2.1.6. Размер адресной таблицы.	9
2.2. Коммутаторы для рабочих групп. Магистральные коммутаторы.	10
2.2.1. Коммутаторы для рабочих групп.	10
2.2.2. Магистральные коммутаторы.	11
2.3. Преимущества использования коммутаторов Ethernet	12
2.4. Выводы по теоретическому разделу.	13
3. Настройка сетевого окружения.	15
3.1. Клиент для сетей Microsoft.	16
3.2. Драйвер для сетевой карты.	17
3.3. Протоколы	17
3.4. Настройка шлюза.	18
3.5. Конфигурация DNS.	18
3.6. Опция “Привязка”	19
3.7. Настройка протокола NetBios.	20
3.8. Привязка к АТМ.	20
3.9. Закладка “Идентификация”	20
3.10. Закладка “Управление доступом”	20
4. Описание лабораторной установки.	21
5. Порядок работы	22
6. Содержание отчёта	22
7. Контрольные вопросы	23
Библиографический список	23

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Целью методических указаний является исследование принципов устройства и технических характеристик коммутаторов, выработка у студентов практических навыков по созданию, настройке локальной вычислительной сети на базе коммутатора.

2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Разработанный в 1973 стандарт Ethernet сегодня является наиболее популярным среди стандартов локальных вычислительных сетей (ЛВС). Как технология с разделяемой средой Ethernet обеспечивает скорость передачи 10 мегабит в секунду для всех пользователей, имеющих доступ к среде передачи и протокол разрешения доступа.

2.1. Принцип действия и основные параметры коммутатора

Коммутатор Ethernet - устройство для организации сетей большого размера, кроме того, подобно мостам и маршрутизаторам способен сегментировать сети Ethernet. Как и многопортовые мосты, коммутаторы передают пакеты между портами на основе адреса получателя, включенного в каждый пакет. Реализация коммутаторов обычно отличается от мостов в части возможности организации одновременных соединений между любыми парами портов устройства - это значительно расширяет суммарную пропускную способность сети. Более того, мосты в соответствии со стандартом IEEE 802.1d должны получить пакет целиком до того, как он будет передан адресату, а коммутаторы могут начать передачу пакета, не приняв его полностью, что уменьшает время задержки. Коммутатор Ethernet поддерживает внутреннюю таблицу, связывающую порты с адресами подключенных к ним устройств (рисунок 1). Эту таблицу MAC-адресов (Media Access Control-управление доступом к среде) администратор сети может создать самостоятельно или задать ее автоматическое создание средствами коммутатора. Используя таблицу адресов и содержащийся в передаваемом пакете адрес получателя, коммутатор организует виртуальное соединение порта отправителя с портом получателя и передает пакет через это соединение. На рисунке 1 узел А посылает пакет узлу D. Найдя адрес получателя в своей внутренней таблице, коммутатор передает пакет в порт 4. Виртуальное соединение между портами коммутатора сохраняется в течение передачи одного пакета, т.е. для каждого пакета виртуальное соединение организуется заново на основе содержащегося в этом пакете адреса получателя. Поскольку пакет передается только в тот порт, к которому подключен адресат, остальные пользователи (в нашем примере – В и С) не получают этот пакет. Таким образом, коммутаторы

В лабораторной работе тип управления доступом к ресурсам указать “на уровне ресурсов”.

На этом настройку локальной вычислительной сети можно считать завершённой. Доступ к соседним станциям осуществляется через объект “Сетевое окружение”.

4. ОПИСАНИЕ ЛАБОРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ

Лабораторная установка, представленная на рисунке 5 состоит из трёх персональных компьютеров (ПК1, ПК2, ПК3), оснащённых встроенными сетевыми картами (СК1, СК2, СК3) и одного непрограммируемого коммутатора (К). Номера компьютеров указаны на их корпусах. Любой пользователь, после соответствующей настройки сети может воспользоваться доступными для него ресурсами на другой рабочей станции.

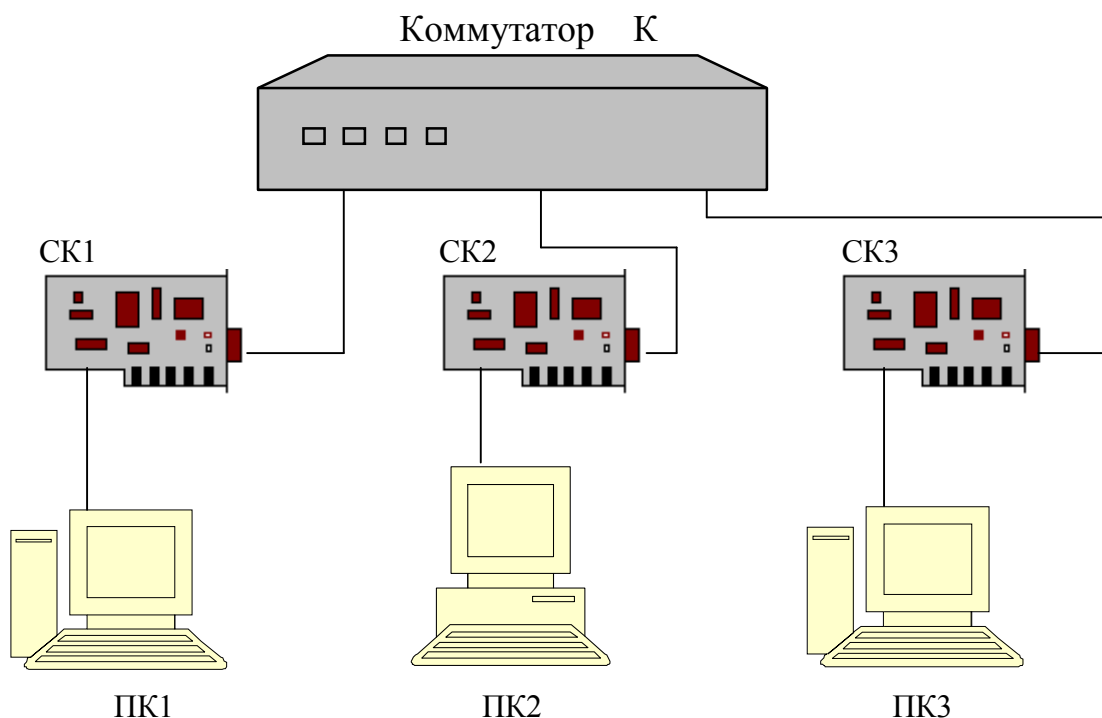


Рисунок 5 – Схема лабораторной установки

3.7. Настройка протокола NetBios

Настройка протокола NetBios для использования его через протокол TCP/IP позволяет запускать приложения NetBios через TCP/IP. В случае наличия протокола NetBios данная опция включается по умолчанию и изменение ее невозможно. Настройка протокола “NetBios” производится на закладке “NetBIOS” свойства меню “TCP/IP”.

3.8. Привязка к ATM

В закладке “Дополнительно”, окна настройки протокола TCP/IP, имеется возможность настройки единственного параметра “Привязка к ATM”. ATM (Asynchronous Transfer Mode) - это технология асинхронного режима передачи данных, разработанная как единый универсальный транспорт для нового поколения сетей с интеграцией услуг, которые называются широкополосными сетями ISDN (Broadband-ISDN, B-ISDN). На закладке “Дополнительно” необходимо выбрать нужный параметр в списке слева, а затем установить его значение. В лабораторной работе привязку к ATM запретить.

3.9. Закладка “Идентификация”

На этой закладке свойства “службы доступа к файлам и принтерам сетей Microsoft” необходимо задать символьное имя компьютера в сети (имя может быть произвольным, но должно быть уникальным), также требуется задать имя рабочей группы и, наконец, описание компьютера. Последнее вводить не обязательно, но желательно - это может облегчить ориентацию пользователей в сети. Например: имя компьютера-URGO, рабочая группа-Univer_group, описание компьютера-Мэйнфрейм!!!

3.10. Закладка “Управление доступом”

Здесь можно указать тип управления доступом к ресурсам. В случае, если управление доступом осуществляется на уровне ресурсов, то ресурс, на который дан доступ, виден всем пользователям сети и все могут его использовать. Ограничение доступа осуществляется путем установления отдельного пароля на каждый “открытый” ресурс. Если же выбрано управление доступом на уровне пользователей, то для каждого ресурса указывается список пользователей, которые имеют к нему доступ. Для остальных пользователей ресурс закрыт. При управлении доступом на уровне пользователей имеется возможность брать список “разрешенных” пользователей ресурса с сервера. Для этого необходимо указать имя этого сервера.

обеспечивают средства безопасности, недоступные для стандартных повторителей Ethernet.

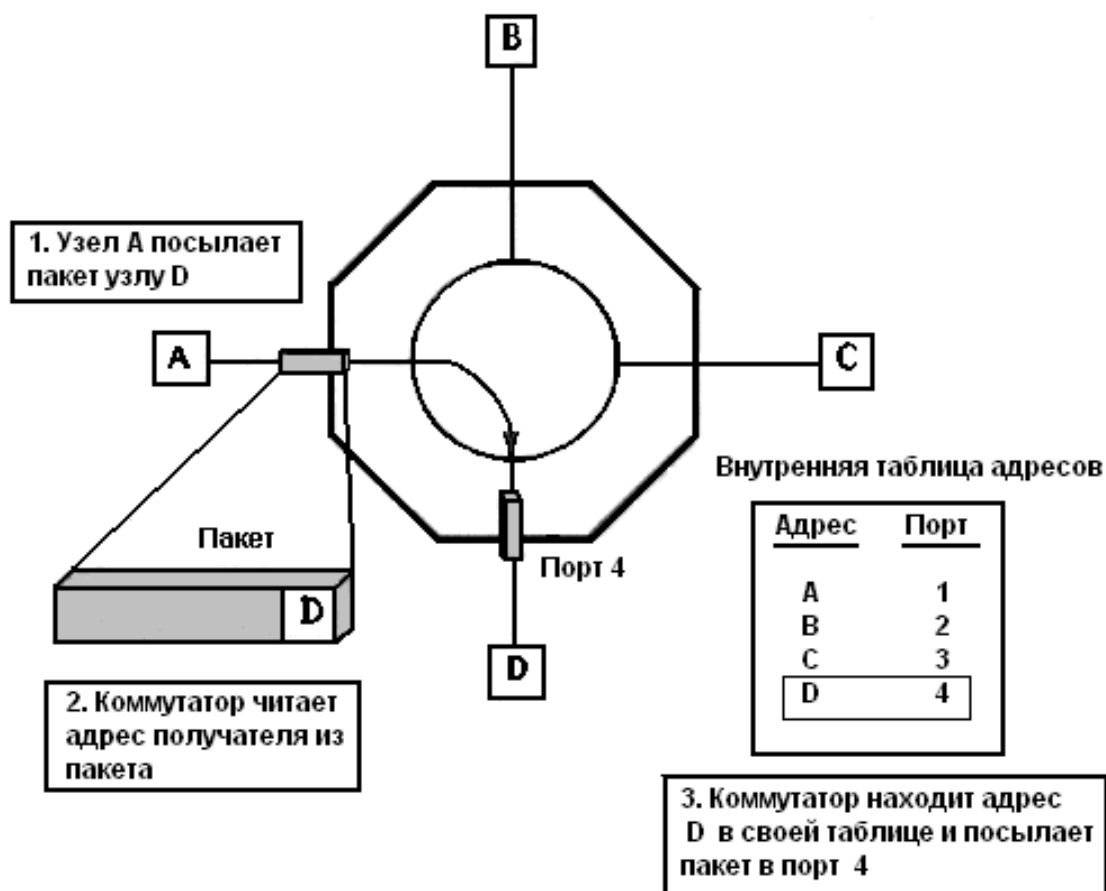


Рисунок 1 - Движение пакета данных через коммутатор, внутренняя таблица MAC – адресов

Вообще говоря, технология коммутации сегментов Ethernet была предложена фирмой Kalpana в 1990 году. Структурная схема коммутатора EtherSwich компании Kalpana представлена на рисунке 2.

Каждый из 8 портов 10BASE-T обслуживается одним процессором пакетов Ethernet-EPP (Ethernet Packet Processor). Кроме того, коммутатор имеет системный модуль, который координирует работу всех процессоров EPP. Этот системный модуль ведёт общую адресную таблицу коммутатора и обеспечивает управление коммутатором по протоколу SNMP (кадры этого протокола могут иметь неопределённое количество полей, каждое из которых может иметь переменную длину). Для передачи кадров между портами используется коммутационная матрица, подобная тем, которые работают в телефонных коммутаторах или мультипроцессорных компьютерах, соединяя несколько процессоров с несколькими модулями памяти.

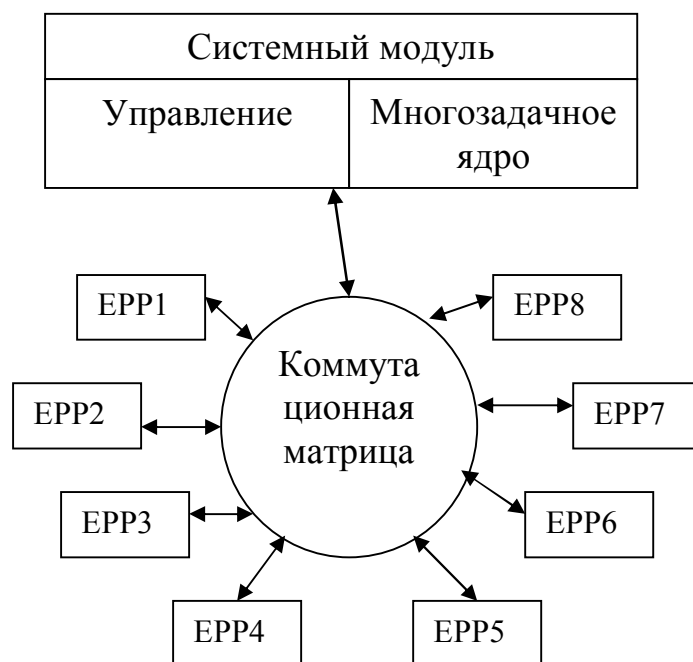


Рисунок 2 – Структура коммутатора EtherSwitch компании Kalpana

Коммутационная матрица работает по принципу коммутации каналов. Для 8 портов матрица может обеспечить 8 одновременных внутренних каналов при полудуплексном режиме работы портов и 16 при полнодуплексном, когда передатчик и приёмник каждого порта работают независимо друг от друга.

При поступлении кадра в какой-либо порт, процессор ЕРР буферизует несколько первых байт кадра, чтобы прочитать адрес назначения. После получения адреса назначения процессор сразу принимает решение о передаче пакета, не дожидаясь прихода остальных байт кадра. Для этого он просматривает свой собственный кэш адресной таблицы, а если не находит там нужного адреса, обращается к системному модулю, который работает в многозадачном режиме, параллельно обслуживая запросы всех процессоров ЕРР. Системный модуль производит просмотр общей адресной таблицы и возвращает процессору найденную строку, которую тот буферизирует в своём Кеше для последующего использования.

После нахождения адреса назначения процессор ЕРР знает что дальше делать с поступающим кадром (во время просмотра адресной таблицы процессор продолжал буферизацию поступающих в порт байтов кадра). Если кадр нужно отфильтровать, процессор просто прекращает записывать в буфер байты кадра, очищает буфер и ждёт поступления нового кадра.

Если же кадр нужно передать на другой порт, то процессор обращается к коммутационной матрице и пытается установить в ней путь, связывающий его порт, через который идёт маршрут к адресу назначения. Коммутационная матрица может это сделать только в том случае, когда порт адреса назначения в этот момент свободен, т. е. не соединён с другим портом.

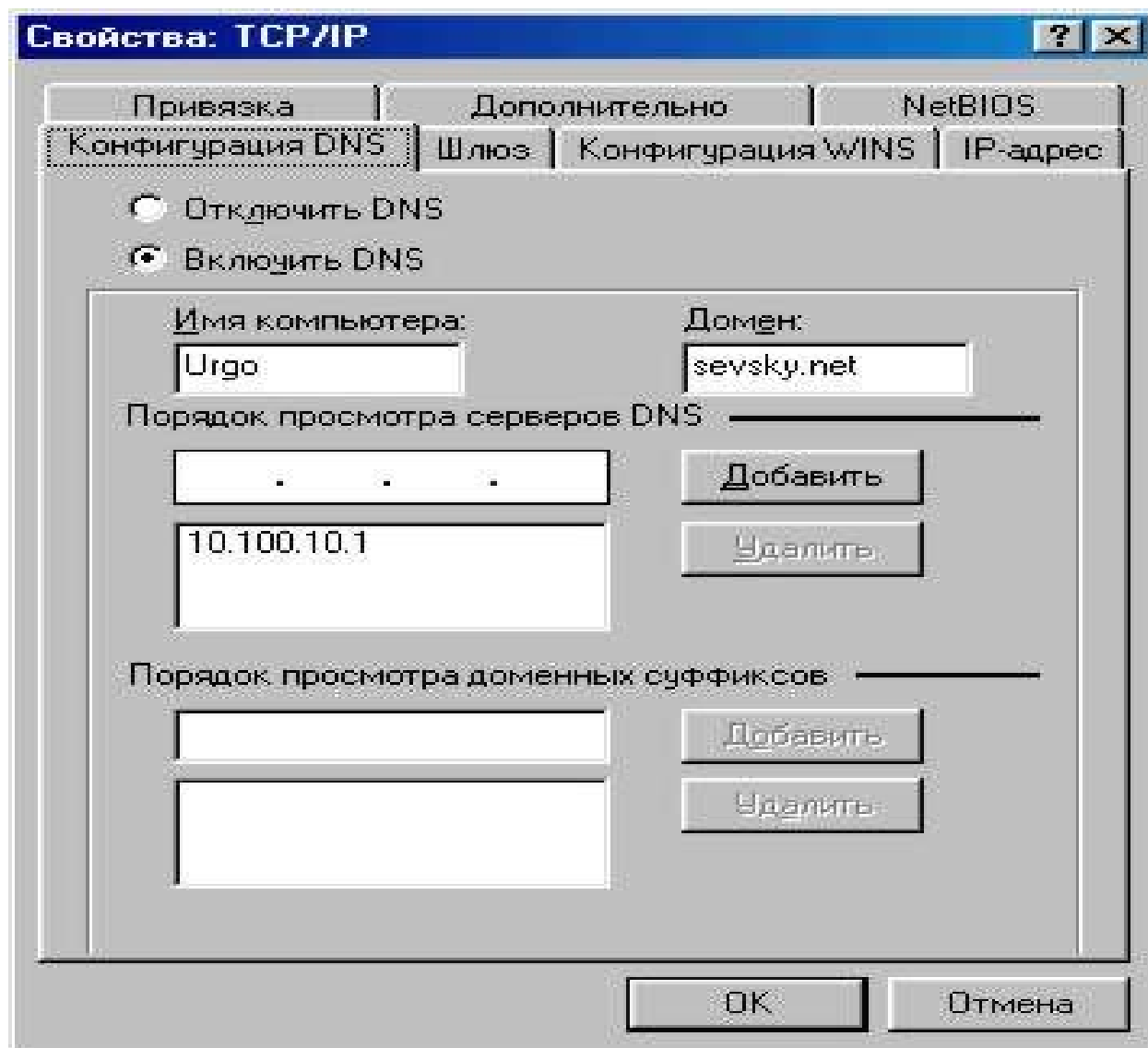


Рисунок 4 – настройка DNS

3.6. Опция "Привязка"

Опция "Привязка" позволяет настроить те службы, клиенты и другие объекты, которые будут взаимодействовать с данным протоколом. Не следует привязывать протокол к компонентам, которые его не используют - это может привести к замедлению работы компьютера или даже сбоям. Настройку опции "Привязка" произвести на закладке "Привязка" свойства меню "TCP/IP", например, выбрать "Клиент для сетей Microsoft".

придется указывать IP-адрес самому. В этом случае необходимо заполнить строки IP-адреса и маски подсети в соответствии с правилами, указанными выше.

Настройку IP-адреса произвести на закладке “IP-адрес” свойства меню “TCP/IP”. Например, для рабочей станции под номером 1 можно выбрать IP-адрес 198.162.0.1, для рабочей станции под номером 2 соответственно 198.162.0.2 и т.д. Маска подсети для всех рабочих станций будет одна и та же, например: 255.255.255.0.

3.4. Настройка шлюза

В случае, если локальная сеть большая, т.е. состоит из большого количества сегментов, использующих различные протоколы и технические средства передачи данных, то для взаимодействия этих частей сети используют специальные технические и программные средства. Одним из таких средств является шлюз (gateway). В случае, если пакет не находит адресата в текущем сегменте сети, он попадает в шлюз, а затем в другой сегмент сети. Для настройки шлюза в Windows необходимо указать IP-адрес компьютера, исполняющего роль шлюза. Настройку шлюза произвести на закладке “Шлюз” свойства меню “TCP/IP”. Первый шлюз в списке будет использоваться по умолчанию. Порядок адресов в списке будет определять порядок использования компьютеров.

3.5. Конфигурация DNS

В случае наличия подключения к Интернету на компьютере необходимо включить DNS (рисунок 4). DNS (Domain Name Service - служба доменных имен) предназначена для отображения множества символьных имен на множество IP-адресов. Например, адресу <http://mail.ru> соответствует IP-адрес 194.67.57.51. Для работы DNS необходимо указать имя компьютера, домен, в котором находится сервер с DNS, IP-адрес этого сервера. В случае наличия нескольких DNS-серверов нужно указать их IP-адреса в порядке просмотра. Настройку конфигурации DNS произвести на закладке “Конфигурации DNS” свойства меню “TCP/IP”. В настоящей лабораторной работе DNS можно отключить.

Если же порт занят, то, как в любом устройстве с коммутацией каналов, матрица в соединении отказывает. В этом случае кадр полностью буферизируется процессором входного порта, после чего процессор ожидает освобождение выходного порта и образования коммутационной матрицей нужного пути.

После того как нужный путь установлен, в него направляются буферизированные байты кадра, которые принимаются процессором выходного порта. Как только процессор выходного порта получает доступ к подключенному к нему сегменту Ethernet по алгоритму CSMA/CD, байты кадра сразу же начинают передаваться в сеть. Процессор входного порта постоянно хранит несколько байт принимаемого кадра в своём буфере, что позволяет ему независимо и асинхронно принимать и передавать байты кадра [1].

Очень важным параметром коммутатора является его производительность. Для того чтобы охарактеризовать её используются несколько параметров (все показатели даются для протоколов Ethernet и кадров минимального размера, то есть кадров длиной 64 байт с полем данных 46 байт):

1. Скорость фильтрации кадров.
2. Скорость продвижения кадров.
3. Пропускная способность.
4. Задержка передачи кадра.
5. Тип коммутации – «на лету» или с полной буферизацией.
6. Размер буфера кадров.
7. Размер внутренней адресной таблицы.
8. Производительность внутренней шины.
9. Производительность процессоров EPP портов.

Рассмотрим их подробнее.

2.1.1. Скорость фильтрации

Скорость фильтрации определяет скорость, с которой коммутатор (здесь речь идёт о программируемом коммутаторе) принимает кадры в свой буфер, просматривает адресную таблицу с целью нахождения порта для адреса назначения кадра, уничтожает кадр, так как его порт назначения и порт источника принадлежат одному логическому сегменту. Скорость фильтрации практически у всех коммутаторов является неблокирующей, т.е. коммутатор успевает передавать кадры в темпе их поступления.

2.1.2. Скорость продвижения

Скорость продвижения определяет скорость, с которой коммутатор выполняет прием кадра в свой буфер памяти, просматривает адресную

таблицу с целью нахождения порта для адреса назначения кадра, передаёт кадр в сеть через найденный по адресной таблице порт назначения.

Пропускная способность коммутатора измеряется количеством пользовательских данных (в мегабитах 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, Token Ring, FDDI и т.п. 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.

2.1.3. Задержка передачи кадра

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 фильтрации или продвижении и получении доступа к среде выходного порта.

Величина вносимой коммутатором задержки зависит от режима работы. Если коммутация осуществляется «на лету», 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).

2.1.4. Коммутация на лету или с полной буферизацией

Коммутация на лету или с полной буферизацией – это способы передачи пакетов. Коммутаторы, передающие «на лету», вносят меньше задержки передачи кадров на каждом промежуточном коммутаторе, поэтому общее уменьшение задержки доставки данных может быть значительным, что важно для мультимедийного трафика.

Некоторая величина задержки, коммутаторов работающих «на лету», при высокой нагрузке объясняется тем, что в этом случае выходной порт часто бывает, занят приемом другого пакета, поэтому вновь поступивший пакет для данного порта всё равно приходится буферизировать.

Коммутатор, работающий «на лету», может выполнять проверку корректности передаваемых кадров, но не может изъять плохой кадр из сети, так как часть его байт уже переданы в сеть.

3.2. Драйвер для сетевой карты

Драйвер для сетевой карты – это программное обеспечение, осуществляющее непосредственное управление сетевой картой. Настройки драйвера позволяют указать протоколы, с которыми будет работать сетевая плата (в случае наличия в компьютере нескольких сетевых плат каждой можно назначить свой набор протоколов). По умолчанию выбраны все протоколы. Кроме того, драйвер позволяет указать режим работы сетевой платы: дуплексный или полудуплексный. В закладке “Тип драйвера” (свойства меню “Realtek RTL8029(AS) PCI Ethernet NIC”) предусмотрена возможность переключения типа драйвера для разных режимов работы процессора, однако в реальной практике это не используется и потому эти опции недоступны.

В закладке “привязка” выберите протоколы, которые будет использовать плата. Данный компьютер должен использовать те же протоколы, что и компьютеры, с которыми предполагается обмен данными. В закладке “дополнительно” выберите нужный параметр в списке слева, а затем установите его значение. Например: “Свойство:” установить в “Duplex Mode”, а “Значение:” в “Half Duplex”.

3.3. Протоколы

Сетевое окружение компьютера, для примера, настроено для работы с тремя протоколами: NetBEUI, IPX/SPX, TCP/IP. Более подробно остановимся на настройке самого популярного в настоящее время сетевого протокола TCP/IP. В Windows предусмотрены довольно широкие возможности его настройки.

Первое, с чего следует начать настройку TCP/IP протокола - задание IP-адреса компьютера. IP-адрес - это логический 32-битный адрес, используемый для идентификации TCP/IP - хоста. Каждый IP-адрес состоит из двух частей: идентификатора (ID) сети и ID конкретного компьютера (хоста). ID сети идентифицирует все компьютеры, которые находятся в одной физической сети. ID хоста идентифицирует конкретный хост в сети. Каждый компьютер, на котором установлен протокол TCP/IP, должен иметь уникальный IP-адрес, например 192.168.2.3. Существуют IP-адреса, рекомендованные для использования в локальных сетях (например 198.162.xxx.xxx или 172.25.xxx.xxx). Затем следует указать Маску подсети (subnet mask). Она используется для выделения частей IP-адреса так, чтобы TCP/IP мог отличать ID сети от ID хоста. TCP/IP-хосты могут связываться, используя маску подсети для того, чтобы определить, где находится хост назначения: в локальной или удаленной сети. Вот пример корректной маски подсети: 255.255.255.0. В данном случае (см рис. 4) пользователю предлагается выбрать между автоматическим получением адреса и явным его указанием. В случае если в сети имеется сервер и настроена служба DHCP (динамическая выдача IP-адресов), то необходимо выбрать автоматическое получение адреса. Иначе

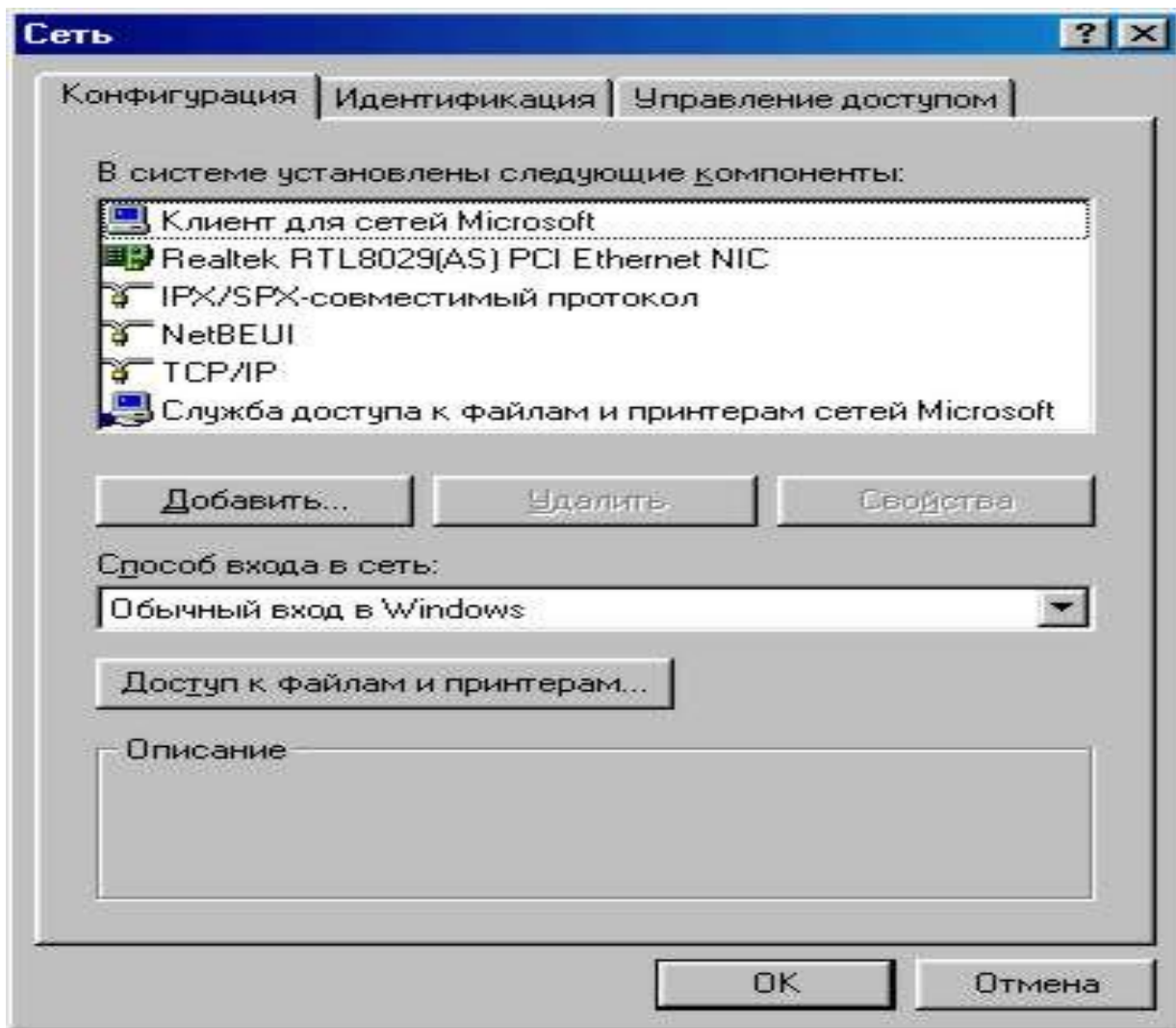


Рисунок 3 - Главное окно настройки сетевого окружения

3.1. Клиент для сетей Microsoft

Клиент для сетей Microsoft - небольшая служебная программа, осуществляющая взаимодействие компьютера с сетевыми сервисами. В зависимости от типа ОС, на которой построена сеть, необходимо устанавливать различных клиентов (в данном случае используется сеть Microsoft и соответствующий клиент, например, для сети, построенной на ОС Netware, нужно устанавливать клиент для сетей Netware). Настройки клиента для сетей Microsoft весьма просты. В случае если в локальной сети имеется сервер с ОС Windows NT, то необходимо указать, что компьютер должен входить в домен Windows NT и ввести имя этого домена. Далее следует выбрать параметры входа в сеть. Если сеть одноранговая (сервер отсутствует), то выбирайте "Быстрый вход". В случае наличия сервера, предоставляющего доступ к сетевым дискам, следует выбирать "Вход с восстановлением сетевых подключений". Эти установки выполняются на вкладке "Общие" для свойств "Клиент для сетей Microsoft".

2.1.5. Буфер кадров

Буфер кадров – внутренняя память коммутатора необходимая 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.

Для предотвращения потерь кадров при кратковременном многократном превышении среднего значения интенсивности трафика единственным средством служит буфер большого объёма. Каждый процессорный модуль порта обычно имеет свою буферную память для хранения кадров. Чем больше объём этой памяти, тем менее вероятны потери кадров при перегрузках, хотя при несбалансированности средних значений трафика буфер всё равно рано или поздно переполнится.

2.1.6. Размер адресной таблицы

Размер адресной таблицы определяет предельное количество MAC – адресов (управление доступом к среде – Media Access Control), с которыми может одновременно оперировать коммутатор. Так как коммутаторы чаще всего используют для выполнения операций каждого порта, выделяется процессорный блок со своей памятью для хранения экземпляра адресной таблицы, то размер адресной таблицы для коммутаторов обычно приводится в расчёте на один порт. Экземпляры адресной таблицы разных процессорных модулей не обязательно содержат одну и ту же адресную информацию – скорее всего, повторяющихся адресов, будет не так много, если только распределение трафика каждого порта между остальными портами не полностью равновероятно. Каждый порт хранит только те наборы адресов, с которыми он работал последнее время.

Значение максимального числа MAC – адресов, которое может запомнить процессор порта, зависит от области применения коммутатора. Коммутаторы рабочих групп обычно поддерживают всего несколько адресов на порт, так как они предназначены для образования микросегментов. Коммутаторы отделов должны поддерживать несколько сотен адресов, а коммутаторы магистралей сетей – до нескольких тысяч, обычно 4000-8000 адресов.

Недостаточная ёмкость адресной таблицы может служить причиной замедления работы коммутатора и засорения сети избыточным трафиком.

Если адресная таблица порта полностью заполнена, а он встречает новый адрес источника в поступившем пакете, процессор должен вытеснить из таблицы какой-либо старый адрес и поместить на его место новый. Эта операция сама по себе отнимает у процессора 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 не известен, 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.

Некоторые производители коммутаторов решают эту проблему за счёт изменения алгоритма обработки кадров с неизвестным адресом назначения. Один из портов коммутатора конфигурируется как магистральный порт, на который по умолчанию передаются все кадры с неизвестным адресом. В маршрутизаторах такой приём применяется давно, позволяя сократить размеры адресных таблиц в сетях организованных по иерархическому принципу.

Передача кадра на магистральный порт производится в расчёте на то, что этот порт подключён к вышестоящему коммутатору при иерархическом соединении коммутаторов в крупной сети, который имеет достаточную ёмкость адресной таблицы и знает, куда нужно передать любой кадр.

2.2. Коммутаторы для рабочих групп. Магистральные коммутаторы

Все коммутаторы имеют много общего, но, не смотря на это их целесообразно разделить на два класса, предназначенных для решения разных задач.

2.2.1. Коммутаторы для рабочих групп

Коммутаторы для рабочих групп обеспечивают выделенную полосу при соединении любой пары узлов, подключенных к портам коммутатора. Если порты имеют одинаковую скорость, получатель пакета должен быть свободен, чтобы не возникло блокировки. Поддерживая на каждый порт, по крайней мере, то число адресов, которые могут присутствовать в сегменте, коммутатор обеспечивает для каждого порта выделенную полосу 10 мегабит в секунду. Каждый порт коммутатора связан с уникальным адресом подключенного к данному порту устройства Ethernet. Физическое соединение "точка-точка" между коммутаторами рабочих групп и узлами 10Base-T обычно выполняется неэкранированным кабелем на основе скрученных пар, а в узлах сети устанавливается оборудование, соответствующее стандарту 10Base-T.

Коммутаторы рабочих групп могут работать со скоростью 10 или 100 мегабит в секунду для различных портов. Такая возможность снижает уровень блокировки при попытке организации нескольких соединений клиентов

10. Существует две основные схемы применения коммутаторов: со стянутой в точку магистралью и распределённой магистралью. В больших сетях эти схемы применяют комбинированно.

Благодаря своим техническим возможностям коммутаторы практически вытеснили концентраторы с нижних уровней крупных сетей.

Данный теоретический раздел, по понятным причинам не может охватить всех аспектов касающихся коммутаторов. Более подробные сведения можно найти в [1,2] или в другой специализированной литературе.

3. НАСТРОЙКА СЕТЕВОГО ОКРУЖЕНИЯ

Для настройки сети компьютера, на котором установлена операционная система Windows 95/98/Me, пользователю необходимо зайти в пункт меню “Свойства” (на рабочем столе). При этом перед Вами предстанет окно, показанное на рисунке 3. Так выглядят стандартные настройки для сети, построенной на основе операционной системы Microsoft Windows. Однако, следует заметить, что по умолчанию Windows устанавливает только клиент для сетей Microsoft, драйвер сетевой карты и протокол TCP/IP. Перейдем к подробному описанию каждого из отмеченных на рисунке элементов.

1. Коммутаторы связывают процессоры портов по трём основным схемам – коммутационная матрица, общая шина и разделяемая память. В коммутаторах с фиксированным количеством портов обычно используется коммутационная матрица, а в модульных коммутаторах – сочетание коммутационной матрицы в отдельных модулях с общей шиной и разделяемой памятью для связи модулей.
2. Для поддержания неблокирующего режима работы коммутатора общая шина или разделяемая память должны обладать производительностью, превышающей сумму производительностей всех портов максимально высокоскоростного набора модулей, которые устанавливаются на шасси.
3. Основными характеристиками производительности коммутатора являются: скорость фильтрации кадров, скорость продвижения кадров, общая пропускная способность по всем портам в мегабитах в секунду, задержка передачи кадра.
4. На характеристики производительности коммутатора влияют: тип коммутации – «на лету» или с полной буферизацией, размер адресной таблицы, размер буфера кадров.
5. Для полноты картины здесь целесообразно указать на не рассматривавшийся здесь алгоритм покрывающего дерева – Spanning Tree Algorithm (STA), предназначенный для автоматического поддержания резервных связей в сложных сетях реализуемых на коммутаторах. Этот алгоритм основан на периодической генерации служебных кадров, с помощью которых выявляются и блокируются петлевидные связи в сети.
6. Коммутаторы могут объединять сегменты разных технологий локальных сетей, транслируя протоколы канального уровня в соответствии со спецификацией IEEE 802.1Н.
7. Коммутаторы поддерживают разнообразные пользовательские фильтры, основанные на MAC – адресах, а также на содержимом полей протоколов верхних уровней. В последнем случае администратор должен выполнить большой объём ручной работы по заданию положения поля относительно начала кадра и его требуемому значению. Обычно фильтры допускают комбинацию нескольких условий с помощью логических операторов AND и OR.
8. Коммутаторы обеспечивают поддержку качества обслуживания с помощью приоритетной обработки кадров. Стандарт 802.1p определяет дополнительное поле, состоящее из трех бит, для хранения приоритета кадра независимо от технологии сети.
9. Технология локальных виртуальных сетей (VLAN) позволяет в сети, построенной на коммутаторах, создать изолированные группы узлов, между которыми не передаётся любой тип трафика, в том числе и широковещательный. Виртуальные сети являются основой для создания крупных маршрутизируемых сетей и имеют преимущество перед физически изолированными сегментами гибкостью состава, изменяемого программным путем.

10 мегабит в секунду с одним скоростным портом. В рабочих группах с архитектурой клиент-сервер несколько клиентов 10 мегабит в секунду могут обращаться к серверу, подключенному к порту 100 мегабит в секунду.

Основным преимуществом коммутаторов для рабочих групп является высокая производительность сети на уровне рабочей группы за счет предоставления каждому пользователю выделенной полосы канала (10 мегабит в секунду). Кроме того, коммутаторы снижают (в пределах до нуля) количество коллизий - в отличие от магистральных коммутаторов, описанных ниже, коммутаторы рабочих групп, не будут передавать коллизионные фрагменты адресатам. Коммутаторы для рабочих групп позволяют полностью сохранить сетевую инфраструктуру со стороны клиентов, включая программы, сетевые адаптеры, кабели.

2.2.2. Магистральные коммутаторы

Магистральные коммутаторы обеспечивают соединение со скоростью передачи среды между парой незанятых сегментов Ethernet. Если скорость портов для отправителя и получателя совпадают, сегмент получателя должен быть свободен во избежание блокировки.

Магистральный коммутатор обеспечивает одновременную передачу пакетов со скоростью среды между любыми парами своих портов. Подобно коммутаторам для рабочих групп, магистральные коммутаторы могут поддерживать различную скорость для своих портов. Магистральные коммутаторы могут работать с сегментами 10Base-T и сегментами на основе коаксиального кабеля. В большинстве случаев использование магистральных коммутаторов обеспечивает более простой и эффективный способ повышения производительности сети по сравнению с маршрутизаторами и мостами.

Основным недостатком при работе с магистральными коммутаторами является то, что на уровне рабочих групп пользователи работают с разделяемой средой, если они подключены к сегментам, организованным на основе повторителей или коаксиального кабеля. Более того, время отклика на уровне рабочей группы может быть достаточно большим. В отличие от узлов, подключенных к портам коммутатора, для узлов, находящихся в сегментах 10Base-T или сегментах на основе коаксиального кабеля полоса 10 мегабит в секунду не гарантируется, и они зачастую вынуждены ждать, пока другие узлы не закончат передачу своих пакетов. На уровне рабочей группы по-прежнему сохраняются коллизии, а фрагменты пакетов с ошибками будут пересылаться во все сети, подключенные к магистрали. Перечисленных недостатков можно избежать, если на уровне рабочих групп использовать коммутаторы взамен «хабов» 10Base-T. В большинстве ресурсоемких приложений коммутатор 100 мегабит в секунду может исполнять роль скоростной магистрали для коммутаторов рабочих групп с портами 10 и 100 мегабит в секунду, концентраторами 100 мегабит в секунду и серверами, в которых установлены адаптеры Ethernet 100 мегабит в секунду.

2.3. Преимущества использования коммутаторов Ethernet

Приведём основные преимущества использования коммутаторов Ethernet:

1. Повышение производительности за счет высокоскоростных соединений между сегментами Ethernet (магистральные коммутаторы) или узлами сети (коммутаторы для рабочих групп). В отличие от разделяемой среды Ethernet коммутаторы позволяют обеспечить рост интегральной производительности при добавлении в сеть пользователей или сегментов.
2. Снижение числа коллизий, особенно в тех случаях, когда каждый пользователь подключен к отдельному порту коммутатора.
3. Незначительные расходы при переходе от разделяемой среды к коммутируемой за счет сохранения существующей инфраструктуры 10 мегабит в секунду Ethernet (кабели, адаптеры, ...).
4. Повышение безопасности за счет передачи пакетов только в тот порт, к которому подключен адресат.
5. Малое и предсказуемое время задержки за счет того, что полосу разделяет небольшое число пользователей (в идеале - один).

Магистральные коммутаторы, прежде всего, используются в качестве недорогой альтернативы многопротокольным маршрутизаторам для сегментирования сети. Например, при добавлении в сеть, уже содержащую 100 узлов, некоторого количества производительных станций, работа этих станций в сети будет казаться замедленной. Выходом из положения может быть деление сети на несколько сегментов с использованием магистрального коммутатора для связи этих сегментов.

В такой ситуации можно использовать для сегментирования и мультипротокольный маршрутизатор, однако это будет дороже и сложнее. Если основной задачей является повышение производительности сети, установка коммутатора обеспечит наиболее простое и эффективное решение.

Магистральные коммутаторы обеспечивают эффективное сегментирование сети, а коммутаторы для рабочих групп способны предоставить каждому пользователю всю полосу среды. Следовательно, коммутаторы для рабочих групп позволяют значительно повысить производительность работы каждого пользователя в группе и избавиться от коллизий. Повышение производительности и снижение времени отклика обеспечивают значительные преимущества по сравнению с использованием разделяемой среды.

Если все узлы подключены к концентратору 10Base-T производительность будет невысокой за счет частых случаев одновременного обращения нескольких пользователей к одному серверу. Замена «хаба» 10Base-T коммутатором для рабочей группы может существенно повысить производительность работы группы.

Для рабочих групп, где большая часть трафика связана с одним узлом (сервер) существенно повысить производительность можно за счет использования коммутатора, имеющего порты, работающие с более высокой

скоростью, нежели скорость клиентов. В таком случае сервер подключается к порту 100 мегабит в секунду, что позволяет избавиться от пробок при одновременном обращении к серверу нескольких пользователей. Используя порт 100 мегабит в секунду для подключения сервера, можно обеспечить десять одновременных подключений со скоростью 10 мегабит в секунду. Порт 100 мегабит в секунду можно также использовать для подключения к магистральному коммутатору или концентратору 100 мегабит в секунду.

Создание больших сетей Ethernet на базе коммутаторов для рабочих групп требует организации скоростного соединения коммутаторов между собой. Кроме того, целесообразно организовать скоростную магистраль для доступа к серверам, используемым всеми рабочими группами сети. Для организации такой магистрали можно использовать коммутаторы или «хабы» 100 мегабит в секунду Ethernet, к портам которых подключаются коммутаторы рабочих групп. Концентратор 100Base-T и корпоративные серверы обычно располагаются в одном помещении, а коммутаторы рабочих групп устанавливаются вблизи этих групп и соединяются с «хабом» стандартными кабелями.

Коммутация Ethernet является недорогой высокопроизводительной технологией модернизации существующих сетей 10 мегабит в секунду Ethernet. Коммутатор является достойной альтернативой многопротокольным маршрутизаторам для деления больших сетей на несколько сегментов.

Коммутаторы для рабочих групп предоставляют выделенную полосу каждому пользователю и, по сути, являются эффективным единственным способом модернизации сетей 10Base-T. Стоимость таких коммутаторов в расчете на один порт сегодня сравнима с ценой порта в сегментируемом наращиваемом концентраторе. При использовании вместе с магистралями 100 мегабит в секунду коммутаторы для рабочих групп позволяют организовать большие высокопроизводительные сети. Для организации эффективных магистралей 100 мегабит в секунду следует использовать коммутаторы 100 мегабит в секунду Ethernet, известные также как Fast Ethernet и 100Base-T. Коммутаторы можно использовать без внесения каких-либо изменений в существующие кабельные системы 10Base-T, оборудование рабочих станций и т.п., что позволяет значительно снизить расходы на модернизацию сетей.

2.4. Выводы по теоретическому разделу

В заключении теоретического раздела целесообразно сделать некоторые выводы подводящие итоги о назначении и технических возможностях коммутаторов: