

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна

Должность: проректор по учебной работе

Дата подписания: 16.12.2020 18:58:48

Уникальный программный ключ:

0b817ca911e6668abb13a5d426d39e5f111eabbf73e943df4a4851fda56d089

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Юго-Западный государственный университет»
(ЮЗГУ)

Кафедра космического приборостроения и систем связи

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
О.Г. Локтионова
« 16 » 12 2020 г.



ИЗУЧЕНИЕ СПОСОБОВ КОНФИГУРАЦИИ МАРШРУТИЗАТОРОВ

Методические указания
по выполнению лабораторной работы №6
по дисциплине «Системы коммутации»

Курск 2017

УДК 654:004.7 (075.8)

Составители: Н.П. Павлюченков, И.Г. Бабанин, Д.С. Коптев

Рецензент

Кандидат технических наук, старший научный сотрудник,
профессор кафедры *В.Г. Андронов*

Изучение способов конфигурации маршрутизаторов:
методические указания по выполнению лабораторной работы №6 /
Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: Н.П. Павлюченков, И.Г. Бабанин, Д. С.
Коптев. – Курск, 2017. - 34 с.: ил. 13., табл. 8., прилож. 1 -
Библиогр.: с. 34.

Методические указания по выполнению лабораторной работы №6 содержат краткие теоретические сведения о способах подключения к сетевым устройствам и их конфигурированию, задания по выполнению работы, а также перечень вопросов для самопроверки изучаемого материала. Полученные знания в результате выполнения работы дадут возможность сформировать целостную картину информационного взаимодействия в современных сетях, что является фундаментом для изучения остальных дисциплин профессионального цикла учебного плана, а также могут быть использованы в будущей профессиональной деятельности выпускника, связанной с сетевыми технологиями.

Методические указания соответствуют требованиям рабочей программы дисциплины «Системы коммутации», утверждённой методическими комиссиями по специальности 10.05.02 «Информационная безопасность телекоммуникационных систем» и направлению подготовки 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи».

Предназначены для студентов специальности 10.05.02 и направления подготовки 11.03.02 очной формы обучения. Представляют интерес для студентов всех специальностей технических направлений.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать 20.11.17. Формат 60x84/16.

Усл. печ. л. 17. Уч.-изд. л. 16 Тираж 100 экз. Заказ 2013 Бесплатно

Юго-Западный государственный университет.

305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94

1 Цель работы

- изучение способов конфигурирования маршрутизаторов и соединений их через магистральные порты SERIAL (протоколы PPP и Frame Relay) и протоколы LAN.

2 Протокол Frame Relay

2.1 Основы технологии

Frame Relay обеспечивает возможность передачи данных с коммутацией пакетов через интерфейс между пользовательскими устройствами (маршрутизаторами, мостами, компьютерами) и сетевым оборудованием. В литературе пользовательское оборудование обычно называется терминальным оборудованием (DTE – data terminal equipment), а сетевое – оборудованием передачи данных (DCE – data communication equipment). Интерфейс Frame Relay может быть использован как в сети общего пользования, так и в корпоративной сети.

Как сетевой интерфейс, Frame Relay – это протокол того же типа, что и X.25. Однако Frame Relay значительно отличается от X.25 по своим функциональным возможностям и по формату. В частности, Frame Relay обеспечивает более высокую производительность и эффективность.

Как интерфейс между пользователем и сетевым оборудованием, Frame Relay предоставляет средства статистического мультиплексирования большого числа логических каналов (виртуальных цепей) по одному физическому каналу передачи. Это отличает его от систем, использующих для поддержания нескольких информационных потоков технику временного мультиплексирования (TDM – time-division-multiplexing). Статистическое мультиплексирование Frame Relay обеспечивает более гибкое и эффективное использование доступной полосы пропускания. Оно может использоваться без применения техники TDM или как дополнительное средство для каналов, уже снабженных системами TDM.

Другой важной характеристикой Frame Relay является то, что он использует новейшие достижения технологии передачи данных в глобальных сетях. Более ранние протоколы глобальных сетей, такие как X.25, были разработаны в то время, когда преобладали

аналоговые системы передачи данных и медные носители. Эти каналы менее надежны, чем доступные сегодня каналы с волоконно-оптическим носителем и цифровой передачей данных. В таких каналах протоколы канального уровня не занимаются исправлением ошибок (что требует много времени), оставляя это протоколам более высоких уровней. При этом повышается производительность и эффективность передачи без ущерба для целостности информации. Именно эта цель преследовалась при разработке Frame Relay. Он включает в себя алгоритм проверки при помощи циклического избыточного кода (CRC) для обнаружения испорченных битов (из-за чего данные могут быть проигнорированы), но в нем отсутствуют какие-либо механизмы коррекции испорченных данных средствами протокола (например, путем повторной их передачи на данном уровне протокола).

Еще одно отличие между Frame Relay и X.25 заключается в отсутствии явно выраженного управления потоком данных для каждой виртуальной цепи. В настоящее время, большинство протоколов высших уровней эффективно реализуют собственные алгоритмы управления потоком данных, поэтому делать это на канальном уровне нет необходимости. Вместо этого предусмотрены очень простые механизмы уведомления о перегрузках в сети. В определенный момент пользовательское устройство информируется о том, что ресурсы сети находятся близко к состоянию перегрузки. Подобное уведомление извещает протоколы высших уровней о необходимости использовать управление потоком данных.

В настоящее время при адресации с применением технологии Frame Relay используются постоянные виртуальные соединения (PVC - permanent virtual circuit), которые устанавливаются при конфигурации сети Frame Relay. Возможно также использование коммутируемых виртуальных цепей (SVC - switched virtual circuit).

Сеть FR состоит из переключателей (switches) FR, объединенных цифровой средой передачи. Конечное оборудование, к примеру, маршрутизаторы, связываются через FR сеть в одном или нескольких направлениях. В стандартной терминологии, переключатели FR принадлежат к классу устройств DCE (Data Communications Equipment), а конечное оборудование пользователя – к классу DTE (Data Terminal Equipment).

DTE объединяются по спецификациям протокола FR UNI (FR User-to-Network Interface). Переключатель FR, представляющий UNI, читает адреса входящих кадров и маршрутизирует в соответствующем направлении.

Физически сети FR образуют ячеистую структуру коммутаторов. Общая топология сети приведена на (рисунке 1).

Протокол FR может интегрироваться с многими протоколами, такими как ATM, X.25, IP, SNA, IPX и т.д.

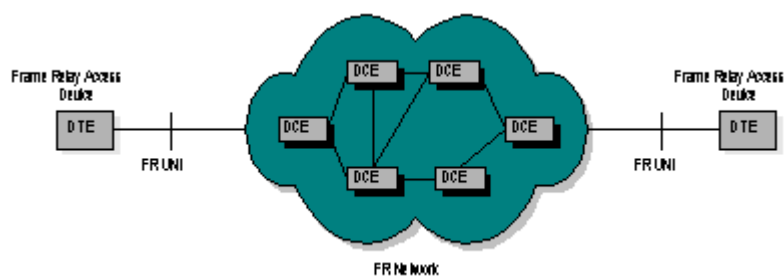


Рисунок 1 – Топология сети Frame Relay.

FR позволяет передавать кадры размером до 4096 байт, а этого достаточно для пакетов Ethernet и Token Ring, максимальная длина которых составляет 1500 и 4096 байт соответственно. Благодаря этому FR не предусматривает накладные расходы на сегментацию и сборку.

2.2 Формат кадра

Для транспортировки по сети FR, данные сегментируются в кадры. Формат кадра FR приведен на (рисунке 2). Один или несколько однобайтовых флагов служат для разделения кадров.

Кадр имеет различную длину, а заголовок коммутируемого кадра содержит 10-битовый номер, идентификатор соединения канала данных (Data Link Connection Identifier – DLCI).

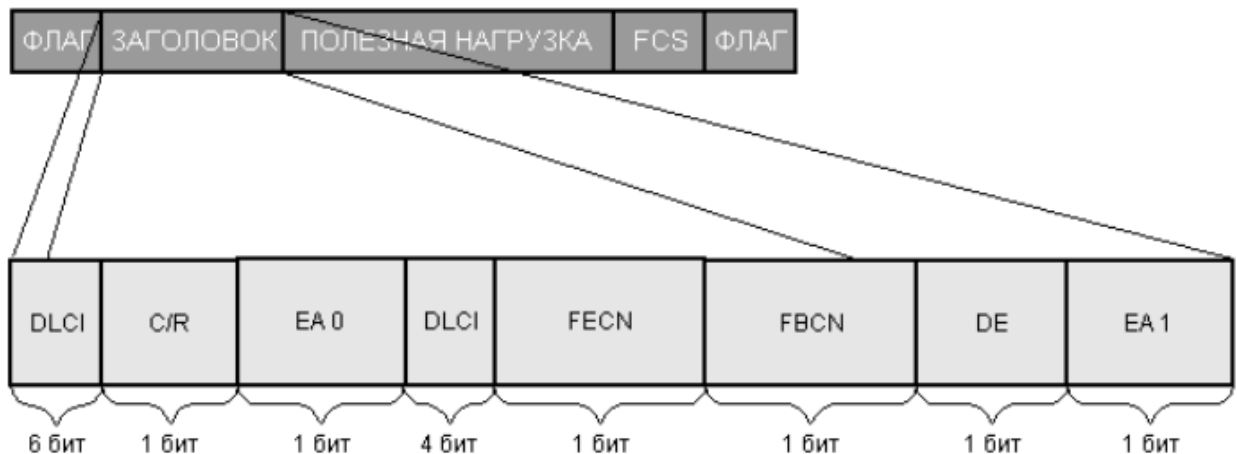


Рисунок 2 – Формат кадра Frame Relay

Приведем назначение полей заголовка кадра FR:

- DLCI - идентификатор соединения;
- C/R - поле прикладного назначения, не используется протоколом FR и передается по сети прозрачно;
- EA - определяет 2-х, 3-х или 4-х байтовое поле адреса;
- FECN - информирует узел назначения о заторе;
- BECN - информирует узел-источник о заторе;
- DE - идентифицирует кадры, которые могут быть сброшены в случае затора.

Каждое соединение PVC имеет 10-битовый идентификатор, включаемый в заголовок кадра FR, называемый DLCI. Это число присваивается порту узла FR. При установке PVC, соединению назначается один уникальный номер DLCI для порта-источника и другой для порта назначения (удаленного порта).

Таким образом сфера действия DLCI ограничивается только локальным участком сети, что позволяет сети поддерживать большое число виртуальных каналов. Благодаря этому разные маршрутизаторы в сети могут повторно использовать тот же самый DLCI; это позволяет сети использовать большее число виртуальных каналов. Таблицы перекрестных соединений (Cross-Connect Tables), распространяемые между всеми коммутаторами FR в сети, устанавливают соответствие между входящими и исходящими DLCI.

2.3 Сквозная коммутация

По сравнению со своим предшественником, X.25, FR имеет значительные преимущества в производительности. Во время разработки X.25 соединения в глобальных сетях создавались по большей части на основе менее надежной аналоговой технологии. Поэтому, чтобы пакеты прибывали к получателю без ошибок и по порядку, X.25 требует от каждого промежуточного узла между отправителем и получателем подтверждения целостности пакета и исправления любой обнаруженной ошибки. Связь с промежуточным хранением замедляет передачу пакетов, так как каждый узел проверяет FCS каждого поступающего пакета и только затем передает его дальше. Таким образом, в сети с каналами низкого качества возникают нерегламентированные непостоянные по величине задержки передаваемых данных. Поэтому невозможно передавать по сетям X.25 чувствительный к задержкам трафик (например оцифрованную речь) с удовлетворительным качеством.

С появлением высоконадежных цифровых каналов такая проверка стала излишней. Поэтому в FR, использование которого подразумевает наличие цифровой инфраструктуры, не включены функции поиска и коррекции ошибок. Коммутаторы FR используют технологию сквозной коммутации, при которой каждый пакет направляется на следующий транзитный узел сразу же по прочтении адресной информации, что исключает неравномерные задержки. Если случается какая-либо ошибка, коммутаторы FR отбраковывают кадры. Функция исправления ошибок возлагается на межконцевой протокол более высокого уровня (например TCP или SPX). При таком подходе накладные расходы по обработке в расчете на кадр снижаются, что значительно повышает пропускную способность и делает ее регламентируемой.

2.4 Механизм управления потоком

Технология FR имеет специальный механизм управления потоками, позволяющий обеспечивать более гибкое мультиплексирование разнородного трафика.

Управление потоком – это процедура регулирования скорости, с которой маршрутизатор подает пакеты на коммутатор. Если принимающий коммутатор не в состоянии принять еще какие-либо пакеты (например, из-за перегрузки), то при помощи данного протокола можно потребовать приостановить отправку пакетов с маршрутизатора и, после разгрузки, продолжить ее. Этот процесс гарантирует, что принимающему коммутатору не надо отбраковывать кадры. FR не поддерживает этот протокол в полной мере; если у коммутатора FR нет достаточно буферного пространства для приема поступающих кадров, то он отбраковывает кадры с установленным флагом DE – разрешение на отбраковку (рисунок 3). Однако, маршрутизатор может инициализировать процедуру восстановления данных, что может привести к еще большему затору.

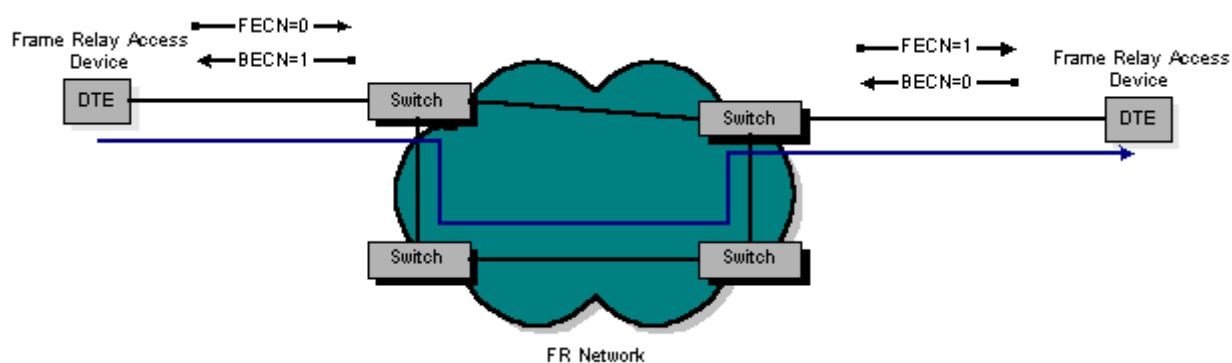


Рисунок 3 – Извещения о перегрузке в прямом и обратном направлениях FECN и BECN.

Решение этой проблемы возлагается частично на протоколы верх лежащего уровня, например, - TCP/IP, который поддерживает некоторую степень механизма управления потоками, а также на использование битов FECN, BECN – флагов явного извещения о перегрузке в прямом и обратном направлениях (см. рис. 4), причем последние являются особенностями FR.

Информационные биты FECN и BECN выставляются в момент попадания кадра в затор трафика. Маршрутизаторы с интерфейсом FR могут расшифровать значения этих битов и активизировать управление потоком на базе протокола верх лежащего уровня, например, - TCP/IP.

Надо отметить, что представленный механизм не вписался бы в концепцию регламентирования пропускной способности сети,

поддерживаемую FR, без введения соглашения о согласованной скорости передачи информации (Committed Information Rate, CIR).

2.5 Концепция согласованной скорости передачи информации

CIR— минимальная пропускная способность, гарантированная каждому PVC или SVC. Эта скорость (измеряется в битах в секунду) выбирается клиентом сети FR в соответствии с объемом данных, которые он собирается передавать по сети, и гарантируется она оператором сети FR или администратором. На текущий момент скорость варьируется от 16 Кбит/с до 44,8 Мбит/с. Если пакетные посылки не превосходят скорость порта подключения клиента и пропускная способность сети FR в данный момент имеет свободные ресурсы, то клиент может превысить согласованное значение CIR. Скорость, с которой клиент посылает данные при наличии достаточной пропускной способности, называется *overscription rate*.

В случае перегруженности сети, коммутаторы отбрасывают избыточные (выходящие за пределы CIR) кадры. Поле разрешения на отбраковку (DE) в кадре FR позволяет регулировать этот процесс. Для каждого кадра, пересылаемого по сети, коммутатор FR устанавливает бит DE, если данный кадр превышает спецификацию CIR клиента. В случае затора кадры, с установленным флагом DE могут быть отбракованы.

Реально, в сетях FR, наряду с CIR используется усредненная за определенный промежуток времени T_c (скажем, за одну секунду) скорость, которую сеть «обязуется» поддерживать по соединению PVC или SVC.

Усреднение по времени играет здесь важную роль. Предположим, что через линию доступа с пропускной способностью 64 Кбит/с пользователь определяет одно виртуальное соединение с CIR, равной 32 Кбит/с. Это значит, что приняв, например, в первые полсекунды 32 Кбит, коммутатор вправе отвергнуть все остальные биты, пришедшие за остальные полсекунды. Поэтому вводится понятие согласованного импульсного объема передаваемой информации (Committed Burst Size – B_c) – максимального объема данных, который сеть «обязуется» передавать за время T_c . Это время вычисляют

следующим образом: $T_c = B_c / CIR$, а по своей сути оно пропорционально неравномерности трафика.

Если кадры не укладываются в рамки, задаваемые параметрами CIR и B_c , то они передаются с установленным битом DE. При этом часто используют еще один параметр – избыточный импульсный объем передаваемой информации (Excess Burst Size – B_e). Он определяет максимальный объем данных сверх B_c (избыточные данные), который коммутатор попытается передать в течение времени T_c (рисунок 4). Вероятность доставки данных B_e , передающихся с установленным флагом DE, очевидно, ниже вероятности доставки данных B_c . Все данные, превышающие объем B_e , коммутатор отбраковывает. Как видно из рисунка 7, пропускная способность линии доступа делится на три зоны:

- согласованные данные, с гарантированной передачей;
- избыточные данные (с установленным битом DE), которые передаются в зависимости от доступных сети ресурсов;
- все данные сверх избыточных, которые коммутатор автоматически отбрасывает.

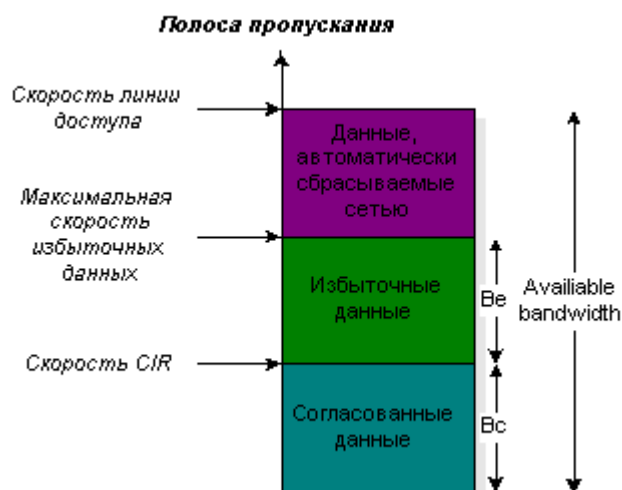


Рисунок 4 – Распределение пропускной способности линии доступа, при организации через нее виртуального соединения с определенными CIR и максимальной скоростью избыточных данных.

Реализация этих правил может существенно различаться как в оборудовании FR различных производителей, так и в сетях компаний – поставщиков услуг FR. Широко используется случай предоставления пользователю выбора только одного параметра

соединения – скорости CIR. При этом граница избыточных данных передвигается «вверх» и приравнивается скорости порта доступа. Таким образом устраняется «мертвая зона», при попадании в которую данные автоматически сбрасываются.

Изменить CIR не сложно – достаточно обратиться к оператору или администратору сети, который в свою очередь программным образом переконфигурирует систему. Никакого дополнительного оборудования не требуется (при достаточном значении скорости порта установленного у пользователя оборудования).

Итак, подведем итог. Концепция согласованной скорости передачи – это механизм согласования со стандартом FR (предлагающим регламентированную пропускную способность), предназначенный для разрешения заторов в сети, посредством определения класса сервиса для FR DTE и контроля доступа оборудования пользователя к пропускной способности сети. Для этого, при конфигурировании соединения PVC определяются следующие параметры CIR:

- B_c (Committed Burst Size) - объем данных, передаваемый гарантированно за время T_c ;
- B_e (Excess Burst Size) - объем данных над B_c , передаваемый в случае достаточности ресурсов полосы пропускания;
- DE (Discard Eligibility) - флаг разрешения на отбраковку;
- T_c (sampling interval) временной интервал для измерения B_c и B_e , равный B_c/CIR .

Приведем пример конфигурации PVC:

$CIR=128000$ bits per second

$B_c=128000$ bits

$B_e=64000$ bits

$T_c=1$ second

В приведенном примере, DTE может передавать данные со средней скоростью 128 kbps, которая может возрасти до 192 kbps (B_c+B_e). Кадры передаваемые над 128 kbps помечаются флагом DE. Кадры над 192 kbps будут сброшены при входе в сеть FR.

2.6 Интеграция речи

Как уже было отмечено, технология FR позволяет использовать для передачи чувствительного к задержкам трафика

(речь и т. п.) статистическое приоритетное мультиплексирование. Все это в совокупности с некоторыми другими механизмами (описанными в предыдущих пунктах) позволяет обеспечить постоянный темп передачи речевых пакетов.

Современное оборудование FR, помимо компрессии речи (в 10-15 раз), обычно реализует ряд специальных алгоритмов ее обработки, которые позволяют в еще большей степени использовать особенности трансляции кадров.

Одним из механизмов является подавление пауз. Как правило, телефонные собеседники говорят по очереди. При разговоре по обычному телефону с «молчащей» стороны передается специальный шумовой сигнал. Кроме того, существуют паузы между словами и предложениями. По статистике во время телефонных переговоров более 60% полосы пропускания канала используется на передачу тишины. При автоматическом определении отсутствия полезного сигнала всю полосу канала можно использовать для передачи данных. На приемной стороне в это время генерируется «розовый» шум, для того чтобы у пользователя не создавалось впечатления «мертвой» линии.

Еще одним интересным механизмом является «переменная скорость оцифровки». Определяется наименьшая (базовая) скорость оцифровки, которая обеспечивает минимально приемлемое качество передачи речи, и формируется поток «базовых» кадров, а при наличии свободной полосы канала — «дополнительные» пакеты, улучшающие качество речи. Такой алгоритм обработки телефонного трафика легко реализуется (подробно рассмотренными выше) средствами FR (использование флага DE в кадрах, передающих «дополнительную» информацию, что дает возможность сети сбросить эти кадры в случае перегрузки).

Пример архитектуры сети FR с интеграцией речи и данных приведен на (рисунке 5). Телефонный трафик передается непосредственно через уровни FR, обеспечивающие ему приоритетную передачу без задержек, но не гарантирующие 100%-ной доставки до узла назначения (искаженные кадры сбрасываются).

2.7 Принципы маршрутизации

Маршрутизатор оценивает доступные пути к адресату назначения и выбирает наиболее рациональный маршрут на основе некоторого критерия – метрики. При оценке возможных путей маршрутизаторы используют информацию о топологии сети. Эта информация может быть сконфигурирована сетевым администратором или собрана в ходе динамического процесса обмена информацией между маршрутизаторами, который выполняется в сети протоколами маршрутизации.

Процесс передачи данных рассмотрен на примере сети (рисунок 5) от узла Host X до узла Host Y через маршрутизаторы A, B, C. Маршрутизаторы соединены между собой через порты Fast Ethernet, номера которых также приведены на рисунке. Интерфейсы Fast Ethernet характеризуются физическими MAC-адресами и логическими IP-адресами. Адреса узлов и интерфейсов маршрутизаторов, задействованных в процессе передачи, приведены в (таблице 1). Сетевая маска во всех сетях задана одинаковой и равной 255.255.255.0.

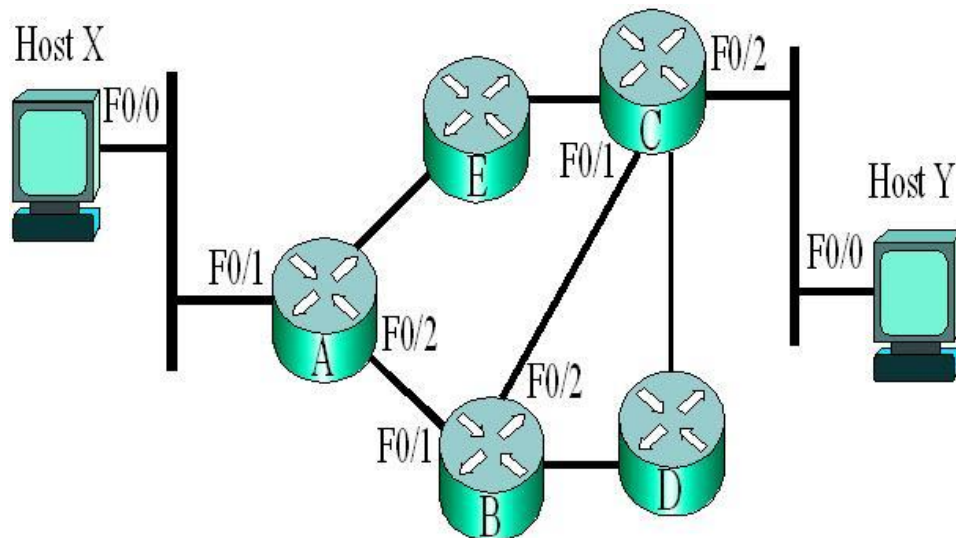


Рисунок 5 – Передача данных по сети

Таблица 1 – Адреса узлов и интерфейсов маршрутизаторов

Устройство	Интерфейс	IP-адрес	MAC-адрес
Host X	F0/0	172.16.10.11	011ABC12345
Router A	F0/1	172.16.10.11	0001AAAA11
	F0/2	198.20.20	0002AAAA222
Router B	F0/1	198.20.20	0001BBBB111
	F0/2	198.30.30	0002BBBB222

Продолжение таблицы 1

Router C	F0/1	198.30.30	0001CCCC111
	F0/2	200.40.40	0002CCCC222
Host Y	F0/0	200.40.40	022DEF123456

Сообщение, сформированное протоколами верхних уровней компьютера Host X, поступает на сетевой уровень, где IP-протокол формирует пакет данных. Поскольку адрес назначения 200.40.40.7 не относится к сети 172.16.10.0, в которой находится Host X, необходима маршрутизация (таблица 2).

Таблица 2 – Пакеты данных

Заголовок пакета	Поле данных
Первый IP-адрес поля назначения 200.40.40.7 заголовка пакета	IP-адрес узла назначения 172.16.10.11

На канальном уровне узел Host X инкапсулирует сформированный пакет в кадр соответствующей технологии, например, Fast Ethernet. В заголовке кадра наряду с другой информацией указываются MAC-адреса источника и назначения. MAC-адрес источника в данном примере будет 011ABC123456. Поскольку MAC-адрес узла-получателя Host Y компьютеру Host X неизвестен, узел Host X обращается к таблице ARP. Узел не находит соответствующей записи в таблице ARP, поэтому он посылает в локальную сеть широковещательный ARP-запрос, в котором задает сетевой логический IP-адрес устройства назначения – 200.40.40.7. Адресат назначения находится за пределами локальной сети 172.16.10.0. Поскольку маршрутизаторы не транслируют широковещательные запросы в другие сегменты сети, в этом случае маршрутизатор в ответ на запрос посылает ARP-ответ с MAC-адресом своего входного интерфейса, на который поступил запрос. Входной интерфейс играет роль основного шлюза по умолчанию. ARP-протокол обращается к соответствующей строке таблицы и отвечает MAC-адресом 0001AAAA1111.

Таблица 3 – IP и MAC – адрес

IP-адрес	MAC-адрес
172.16.10.1	0001AAAA1111

В соответствии с полученным MAC-адресом 0001AAAA1111 формируется кадр, который по физической среде передается в маршрутизатор Router A (таблица 4).

Таблица 4 – Кадр данных в соответствии с MAC-адресом 0001AAAA1111

Заголовок кадра		Заголовок пакета		Поле данных
MAC-адрес узла назначения 0001AAA A1111	MAC-адрес узла источника 011ABC123 456	IP-адрес узла назначения 200. 40.40.7	IP-адрес узла источника 17 2.16.10.11	Data
Кадр данных				

В маршрутизаторе Router A из кадра извлекается (декапсулируется) пакет данных. Производится логическое умножение IP-адреса назначения на маску и определяется сеть назначения. Затем происходит обращение к таблице маршрутизации, в соответствии с которой определяется адрес входного порта следующего маршрутизатора Router B (адрес следующего перехода) и выходной интерфейс маршрутизатора Router A. При этом формируется новый пакет, который продвигается к выходному FastEthernet порту F0/2 маршрутизатора Router A (таблица 5). В новом пакете изменяются некоторые поля заголовка, но IP-адреса источника и узла назначения остаются неизменными:

Таблица 5 – Сформированный пакет продвигаемый к выходу маршрутизатора A

Заголовок пакета			Поле данных
Первые поля заголовка пакета	IP-адрес узла назначения 200.40.40.7	IP адрес узла источника 172.16.10.11	Data
Пакет данных			

Затем пакет инкапсулируется в новый кадр, в качестве MAC-адреса узла источника будет использоваться физический адрес выходного интерфейса F0/2 – 0002AAAA2222. MAC-адрес узла назначения определяется с помощью ARP-протокола, как было описано выше. MAC-адресом узла назначения будет физический

адрес входного интерфейса маршрутизатора Router_B – 0001BВВВ1111.

Новый кадр передается на входной порт маршрутизатора Router В (таблица 6).

Таблица 6 – Передача кадра на входной порт маршрутизатора В

Заголовок кадра		Заголовок пакета		Поле данных
MAC-адрес узла назначения 0001BВВВ B1111	MAC-адрес узла источника 0002АААА A2222	IP-адрес узла назначения 200.4 0.40.7	IP-адрес узла источника 172.16. 10.11	Data
Кадр данных				

Приняв кадр, маршрутизатор Router В извлекает из него пакет данных и с применением маски и таблицы маршрутизации определяет выходной интерфейс. Пакет инкапсулируется в новый кадр, который передается с новыми MAC-адресами источника и назначения в маршрутизатор Router С (Таблица 7):

Таблица 7 – Передача кадра с новым MAC-адресом в маршрутизатор С

Заголовок кадра		Заголовок пакета		Поле данных
MAC-адрес узла назначения 0001ССС C1111	MAC-адрес узла источника 0002ВВВВ BВ2222	IP-адрес узла назначения 200.40. 40.7	IP-адрес узла источника 172.16. 10.11	Data
Кадр данных				

В маршрутизаторе Router С, так же как в Router А и Router В, формируются новый пакет и кадр. Поскольку адресат назначения находится в сети, непосредственно присоединенной к интерфейсу F0/2 маршрутизатора Router С, кадр передается узлу назначения Host Y:

Таблица 8 – Передача кадра узлу назначения Host Y

Заголовок кадра	Заголовок пакета	Поле данных

Продолжение таблицы 8

MAC-адрес узла назначения 022DEF123456	MAC-адрес узла источника 0002CCS C2222	IP-адрес узла назначения 200.40.7	IP-адрес узла источника 172.16.10.11	Data
Кадр данных				

Протокол сетевого уровня узла Host Y извлекает из кадра пакет данных. Если пакет при передаче был фрагментирован, из фрагментов формируется целый пакет и через соответствующий интерфейс направляется на транспортный уровень, где из пакетов извлекаются сегменты данных, а из сегментов формируется сообщение.

3 Перечень ресурсов, необходимых для выполнения работы

- персональный компьютер с конфигурацией не ниже Pentium IV, ОЗУ 256 Мб;
- маршрутизатор Cisco 2911.

4 Задание на практическую работу

Воспользуемся фрагментом сети из двух маршрутизаторов CISCO 2911, построенным на предыдущем практическом занятии. Напомним, что упомянутые маршрутизаторы соединены через порты SERIAL посредством протокола point-to-point. Компьютер имеет IP-адрес 10.7.130.10 и подключен через свой LAN порт к порту gigabitEthernet 0/0 первого маршрутизатора TELECOM1. Соединим два маршрутизатора каналом Ethernet, соединив LAN кабелем порты gigabitEthernet 0/2 маршрутизаторов. Воспользуемся терминальной программой CRT. Создадим две сессии: CISCO2911_1 с IP-адресом 10.7.130.1 и CISCO2911_2 с IP-адресом 10.29.131.1.

1) Запустим сессию CISCO2911_2 и следуем следующей процедуре:

TELECOM2>en

TELECOM2#conf term

Зададим IP-адрес на интерфейсе gigabitEthernet 0/2

TELECOM2(config)#interface gigabitEthernet 0/2

TELECOM2(config-if)#ip address 10.72.130.5 255.255.255.0

И включим интерфейс

TELECOM2(config-if)#no shutdown

TELECOM2(config-if)#exit

2) Создаем интерфейс loopback2 для маршрута через созданный канал Ethernet.

TELECOM2(config)#interface loopback2

TELECOM2(config-if)#ip address 10.30.131.1 255.255.255.0

3) Включаем интерфейс.

TELECOM2(config-if)#no shutdown

TELECOM2(config-if)#exit

4) Создаем интерфейс loopback3 для маршрута через канал Frame Relay, который создадим позднее.

TELECOM2(config)#interface loopback3

TELECOM2(config-if)#ip address 10.31.131.1 255.255.255.0

TELECOM2(config-if)#no shutdown

TELECOM2(config-if)#exit

5) Интерфейс SERIAL0 сконфигурируем как работающий по протоколу Frame Relay. Конфигурируем интерфейс serial 0/3/0 как Frame Relay.

TELECOM2(config)#interface serial 0/3/0

TELECOM2(config-if)#description connect f/r

TELECOM2(config-if)#no ip address

TELECOM2(config-if)#encapsulation frame-relay ietf

TELECOM2(config-if)# no shutdown

TELECOM2(config-if)#frame-relay lmi-type cisco

TELECOM2(config-if)#exit

6) Создаем первый виртуальный канал Frame Relay с номером 300.

TELECOM2(config)#interface serial 0/3/0.1 point-to-point

TELECOM2(config-subif)#description circuit1 f/r

TELECOM2(config-subif)#ip address 10.7.191.10 255.255.255.252

TELECOM2(config-subif)#ip accounting output-packets

TELECOM2(config-subif)#no cdp enable

TELECOM2(config-subif)#frame-relay interface-dlci 300

TELECOM2(config-if)#exit

TELECOM2(config-if)#exit

7) Создаем второй виртуальный канал Frame Relay с номером 500.

TELECOM2(config)#interface serial 0/3/0.2 point-to-point

```

TELECOM2(config-subif)#description circuit2 f/r
TELECOM2(config-subif)#ip address 10.7.191.2 255.255.255.252
TELECOM2(config-subif)#ip accounting output-packets
TELECOM2(config-subif)#no cdp enable
TELECOM2(config-subif)#frame-relay interface-dlci 500
TELECOM2(config-fr-dlci)#exit
TELECOM2(config-subif)#exit
TELECOM2(config)# exit
TELECOM2# exit

```

8) Сохраняем конфигурацию.

```
TELECOM2#wr mem
```

9) Выйдем из сессии CISCO2911_2, запустим сессию CISCO2911_1 и следуем следующей процедуре:

```

TELECOM1>en
TELECOM1#conf term
TELECOM1(config)#interface gigabitEthernet 0/2
TELECOM1(config-if)#ip address 10.72.130.1 255.255.255.0
TELECOM1(config-if)#no shutdown

```

10) Интерфейс SERIAL0 сконфигурируем как работающий по протоколу Frame Relay. Конфигурируем интерфейс serial 0/3/0 как Frame Relay.

```

TELECOM1(config)#interface serial 0/3/0
TELECOM1(config-if)#description connect f/r
TELECOM1(config-if)#no ip address
TELECOM1(config-if)#encapsulation frame-relay ietf
TELECOM1(config-if)# no shutdown

```

11) Задаем тип процедуры handshake (рукопожатие).

```

TELECOM1(config-if)#frame-relay lmi-type cisco
TELECOM1(config-if)#exit

```

12) Создаем первый виртуальный канал Frame Relay с номером 300.

```

TELECOM1(config)#interface serial 0/3/0.1 point-to-point
TELECOM1(config-subif)#description circuit1 f/r
TELECOM1(config-subif)#ip address 10.7.191.10 255.255.255.252
TELECOM1(config-subif)#ip accounting output-packets
TELECOM1(config-subif)#no cdp enable
TELECOM1(config-subif)#frame-relay interface-dlci 300
TELECOM1(config-if)#exit
TELECOM1(config-if)#exit

```

13) Создаем второй виртуальный канал Frame Relay с номером 500.

```
TELECOM1(config)#interface serial 0/3/0.2 point-to-point  
TELECOM1(config-subif)#description circuit2 f/r
```

14) Задаем ему адрес.

```
TELECOM1(config-subif)#ip address 10.7.191.1 255.255.255.252  
TELECOM1(config-subif)#ip accounting output-packets  
TELECOM1(config-subif)#no cdp enable  
TELECOM1(config-subif)#frame-relay interface-dlci 500  
TELECOM1(config-fr-dlci)#exit  
TELECOM1(config-subif)#exit
```

15) Из таблицы маршрутизации исключим маршрут по умолчанию(default routing).

```
TELECOM1(config)#no ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 10.7.191.29
```

16) Создаем таблицу маршрутизации, обеспечивающую доступ к каждому, созданному на маршрутизаторе TELECOM2 интерфейсу Loopback, через разные построенные нами каналы: доступ к Loopback1 через порт SERIAL1, работающий по протоколу rrr, доступ к Loopback3 через порт gigabitEthernet 0/2, доступ к Loopback2 через порт SERIAL0, работающий по протоколу Frame Relay.

```
TELECOM1(config)#ip route 10.29.131.0 255.255.255.0  
10.7.191.29  
TELECOM1(config)# ip route 10.31.131.0 255.255.255.0  
10.72.130.5  
TELECOM1(config)# ip route 10.30.131.0 255.255.255.0  
10.7.191.9  
TELECOM1# exit
```

17) Сохраняем конфигурацию.

```
TELECOM2#wr mem
```

18) И проверяем ее.

```
TELECOM1# show running-config
```

19) Соединяем кабелем LAN порты gigabitEthernet 0/2 обоим маршрутизаторов (рисунок 6). В результате получаем конструкцию, показанную на рисунке 6.

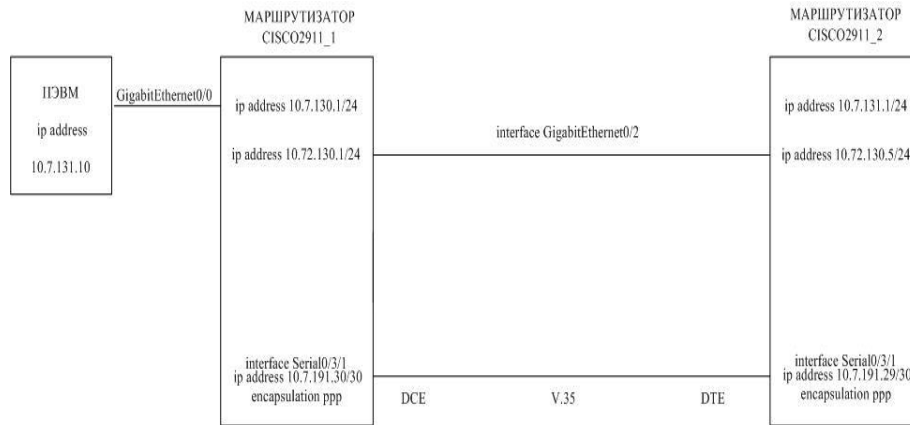


Рисунок 6 – Подключение маршрутизаторов CISCO2911_1 и CISCO2911_2

20) Загружаем командный процессор и выполняем команды ping 10.29.131.1, ping 10.31.131.1, pathping 10.29.131.1, pathping 10.31.131.1 (Рисунок 7).

```

Обмен пакетами с 10.29.131.1 по 32 байт(ам) данных:
Ответ от 10.29.131.1: число байт=32 время=10мс TTL=254
Ответ от 10.29.131.1: число байт=32 время=9мс TTL=254
Ответ от 10.29.131.1: число байт=32 время=9мс TTL=254
Ответ от 10.29.131.1: число байт=32 время=9мс TTL=254

Статистика Ping для 10.29.131.1:
  Пакетов: отправлено = 4, получено = 4, потеряно = 0
  (0% потерь)
  Приблизительное время приема-передачи в мс:
  Минимальное = 9мсек, Максимальное = 10 мсек, Среднее = 9 мсек

C:\Users\Николай>ping 10.31.131.1

Обмен пакетами с 10.31.131.1 по 32 байт(ам) данных:
Ответ от 10.31.131.1: число байт=32 время=5мс TTL=254
Ответ от 10.31.131.1: число байт=32 время=5мс TTL=254
Ответ от 10.31.131.1: число байт=32 время=5мс TTL=254
Ответ от 10.31.131.1: число байт=32 время=5мс TTL=254

Статистика Ping для 10.31.131.1:
  Пакетов: отправлено = 4, получено = 4, потеряно = 0
  (0% потерь)
  Приблизительное время приема-передачи в мс:
  Минимальное = 5мсек, Максимальное = 5 мсек, Среднее = 5 мсек

C:\Users\Николай>pathping 10.29.131.1

Трассировка маршрута к 10.29.131.1 с максимальным числом прыжков 30
 0  Николай-ПК [10.7.130.1]
 1  10.7.130.1
 2  10.29.131.1

Подсчет статистики за: 50 сек. ---
Прыжок RTT Исходный узел Маршрутный узел                               Адрес
0 0 0/100 = 0% 0/100 = 0% Николай-ПК [10.7.130.1]
1 0мс 0/100 = 0% 0/100 = 0% 10.7.130.1
2 13мс 0/100 = 0% 0/100 = 0% 10.29.131.1

Трассировка завершена.

C:\Users\Николай>pathping 10.31.131.1

Трассировка маршрута к 10.31.131.1 с максимальным числом прыжков 30
 0  Николай-ПК [10.7.130.1]
 1  10.7.130.1
 2  10.31.131.1

Подсчет статистики за: 50 сек. ---
Прыжок RTT Исходный узел Маршрутный узел                               Адрес

```

Рисунок 7 – Выполнение команд ping 10.29.131.1, ping 10.31.131.1, pathping 10.29.131.1, pathping 10.31.131.1

21) Для создания канала, работающего по протоколу Frame Relay, воспользуемся мультиплексором CX900 компании MEMOTEC (Канада).

Соединим оборудование согласно схеме, показанной на рисунке 8.

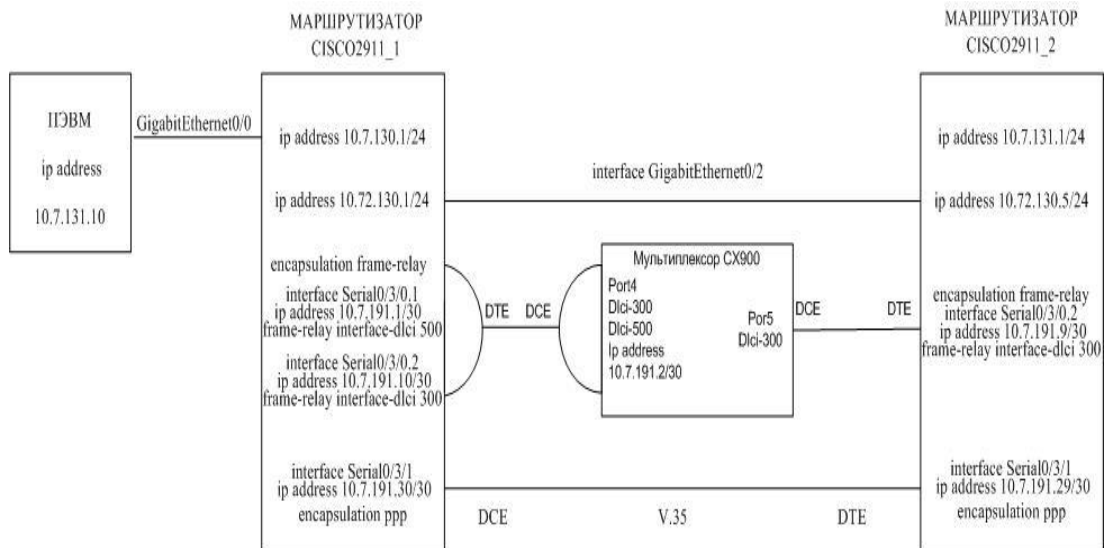


Рисунок 8 – Канал, работающий по протоколу Frame Relay

22) Предварительно мультиплексор необходимо сконфигурировать под наши цели. Для этого создадим текстовый файл, который будет загружен в мультиплексор как скрипт, определяющий конфигурацию.

23) Загружаемый скрипт:

```
# CX900e
#
# generated by Nikola Pavluchenkov "uzgu, ltd" 7.2013
# Software version: 2.9
#
#####
# Slot    Port Channel
#-----
# 1 1    Ethernet (future)
# 2 1    V.35 - (DTE)
# 2 2    V.35 - (DCE)
# 2 3    V.35 - (DCE)
# 2 4    V.24 - (DCE) направление на TELECOM1
# 2 5    V.24 - (DCE) направление на TELECOM2
# 4 1    BRI S/T
# 5 1    DAV - FXS (C54)
# 5 2    DAV - FXS (C54)
#####
```

```

# Disable PnP
frircuit:2.1022 rowst=1
ipcfgtbl:0.0.0.0 rowst=1
wantbl:1 rowst=1
convtbl:1 rowst=1
pmcfg:21 type=1
#
module alias="cx900"
system:0 sysName="telecom"
#
#Setup Frame Relay Ports
#
#Конфигурируем порты как Frame Relay
pmcfg:[21,22,23,24,25] type=32
#

```

24) Задаем физические параметры портов.

```

#
bopadmsap:210 alias=bopsap210,txwin=3,clksrc=2
bopadmsap:220 alias=bopsap220,txwin=3,clksrc=2
bopadmsap:230 alias=bopsap230,speed=64000,txwin=3,clksrc=1
bopadmsap:240 alias=bopsap240,speed=64000,txwin=3,clksrc=1
bopadmsap:250 alias=bopsap250,speed=64000,txwin=3,clksrc=1
#

```

25) Поднимаем на портах протокол Frame Relay.

```

#
#Setup Frsap as LMI=FRF
frsap:1 alias=frsap1,link=bopsap210,type=1,lmgt=2,iftype=2,cmgt=2
frsap:2 alias=frsap2,link=bopsap220,type=1,lmgt=2,iftype=2,cmgt=2
frsap:3 alias=frsap3,link=bopsap230,type=1,lmgt=2,iftype=2,cmgt=2
frsap:4 alias=frsap4,link=bopsap240,type=1,lmgt=2,iftype=2,cmgt=2
frsap:5 alias=frsap5,link=bopsap250,type=1,lmgt=2,iftype=2,cmgt=2
#

```

26) Создаем на портах, которые будут подключены к маршрутизаторам (port4-TELECOM1, port5-TELECOM2) виртуальные каналы(private virtual circuit) с номерами 300 и 500.

```

#Setup Frame Relay Circuits
#
frircuit:[4.300,4.500,5.300,5.500,41.2,41.3,41.4,41.5] rowst=2
frircuit:4.300 lsap=41,ldlci=1,fragsz=64,alias=TELECOM_1_1

```

```

frircuit:4.500 lsap=41,ldlci=2,fragsz=64,alias=TELECOM_1_2
frircuit:5.300 lsap=41,ldlci=3,fragsz=64,alias=TELECOM_2_1
frircuit:5.500 lsap=41,ldlci=4,fragsz=64,alias=TELECOM_2_2
#

```

27) Задаем маршрут между каналами.

```

#
sr:4.300.2.3 dest=TELECOM_2_1
#
#Setup IP WAN Ports
#

```

28) Создаем конвергенсный порт и задаем ему IP-адрес для удаленного доступа.

```

#
convtbl:1 alias=CNV_PORT1
wantbl:1 dstalias=TELECOM_1_2,ref=1
#
#Setup IP Addresses
#
ipcfgtbl:10.7.191.2
prt=1,alias=CNV_PORT1,mask=255.255.255.252,peer=10.7.191.1
#

```

29) Сохраняем конфигурацию.

```

sysmgt restart=1

```

30) Созданный текстовый файл сохраняем под именем SKRIPT LAB3.

Подключаем консольный порт мультиплексора CX900 к COM-порту компьютера, загружаем программу CXAccess, выбираем номер COM-порт согласно диспетчера устройств и подключаемся к мультиплексору. Вводим пароль по умолчанию supervisor и получаем доступ к мультиплексору (рисунок 9).

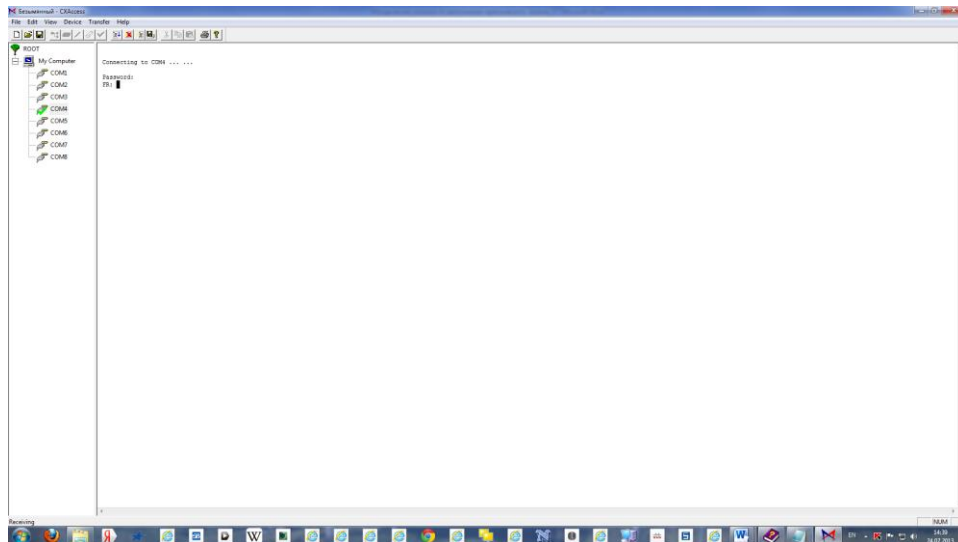


Рисунок 9 – Получение доступа к мультиплексу

31) Выбираем закладку Transfer, Send Script, Run и выбираем для загрузки, созданный и сохраненный файл (рисунок 10).

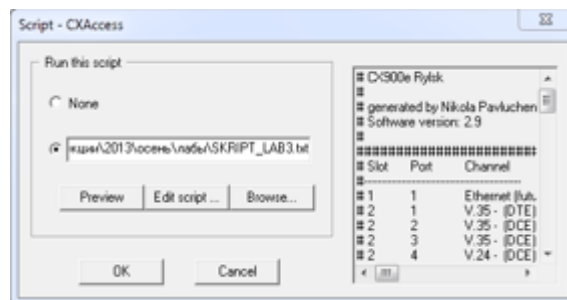


Рисунок 10 – Процесс загрузки скрипта.

32) Кабелями RS-232 DTE подключаем: порт SERIAL0 маршрутизатора TELECOM1 к порту 4 мультиплексора, порт SERIAL0 маршрутизатора TELECOM2 к порту 5 мультиплексора.

33) Убеждаемся, что порты 4 и 5 мультиплексора настроены как DCE и физический уровень в состоянии up.

FR: bopoprsap:240

```
[240] sap = 240 alias = bopsap240 protocol = 1 clksrc = 1
speed = 64000 duplex = 2 fsize = 2048 encod = 1 idle = 1
preamb = 0 dtrtmr = 0 txwin = 3 dmode = 3 lpb = 1 sgnlsmp =
5 dcdtrssmp = 3 ctsrtssmp = 3 dsrdrssmp = 3 tmllsmp = 3
rirlsmp = 3 stattmr = 0 carractn = 2 gen = 1 genframes = 1
gensize = 128 genhdr = 1 bandw = 0 actspeed = 0 codeset = 0
parity = 0 prttrp = 2 clktrp = 1 prttype = 3 prtftype = 2
prtstate = 1 clkstate = 2 dcdstate = 3 dtrstate = 3 rtsstate = 3
```

```

ctsstate = 3   dsrstate = 3   drsstate = 2   tmstate = 3   llstate = 2
ristate = 3   rlstate = 2   txfrm = 994   rxfrm = 972   llpbfm = 0
txbps = 0   rxbps = 0   txbpsmax = 0   rxbpsmax = 0   txfps = 0   rxfps
= 0   txfpsmax = 0   rxfpsmax = 0   txundfrm = 0   txctslst = 0
txbaddsc = 0   txrstdsc = 0   txcdsc = 0   txwindsc = 0   txlpbdsc = 0
rxcrefrm = 0   rxabrfrm = 0   rxnibfrm = 0   rxlngfrm = 0   rxovrfrm
= 0   rxcddrop = 0   rxbaddsc = 0   rxbusy = 0   prtchg = 5   clkchg =
0   dcdchg = 1   dtrchg = 5   rtschg = 5   ctschg = 1   dsrchg = 0
drschg = 0   tmchg = 0   llchg = 0   richg = 0   rlchg = 0   prtrsts = 0
generr = 0

```

FR: bopoprsap:250

```

[250] sap = 250   alias = bopsap250   protocol = 1   clksrc = 1
speed = 64000   duplex = 2   fsize = 2048   encod = 1   idle = 1
preamb = 0   dtrtmr = 0   txwin = 3   dmode = 3   lpb = 1   sgnlsmp =
5   dcdtrssmp = 3   ctsrtssmp = 3   dsrdrssmp = 3   tmllsmp = 3
rirlsmp = 3   stattmr = 0   carractn = 2   gen = 1   genframes = 1
gensize = 128   genhdr = 1   bandw = 0   actspeed = 0   codeset = 0
parity = 0   prttrp = 1   clktrp = 1   prttype = 3   prtitype = 2
prtstate = 1   clkstate = 2   dcdstate = 3   dtrstate = 3   rtsstate = 3
ctsstate = 3   dsrstate = 3   drsstate = 2   tmstate = 3   llstate = 2
ristate = 3   rlstate = 2   txfrm = 955   rxfrm = 950   llpbfm = 0
txbps = 0   rxbps = 0   txbpsmax = 0   rxbpsmax = 0   txfps = 0   rxfps
= 0   txfpsmax = 0   rxfpsmax = 0   txundfrm = 0   txctslst = 0
txbaddsc = 0   txrstdsc = 0   txcdsc = 0   txwindsc = 0   txlpbdsc = 0
rxcrefrm = 0   rxabrfrm = 0   rxnibfrm = 0   rxlngfrm = 0   rxovrfrm
= 0   rxcddrop = 0   rxbaddsc = 0   rxbusy = 0   prtchg = 1   clkchg =
0   dcdchg = 1   dtrchg = 1   rtschg = 1   ctschg = 1   dsrchg = 0
drschg = 0   tmchg = 0   llchg = 0   richg = 0   rlchg = 0   prtrsts = 0
generr = 0

```

34) В терминальной программе CRT загружаем сессию CISCO2911_2 и убеждаемся, что состояние порта SERIAL0-up.

```
TELECOM2#sh interfaces serial 0/3/0
```

```
Serial0/3/0 is up, line protocol is up
```

```
Hardware is WIC MBRD Serial
```

```
Description: connect f/r
```

```
MTU 1500 bytes, BW 128 Kbit/sec, DLY 20000 usec,
reliability 255/255, txload 1/255, rxload 1/255
```

```
Encapsulation FRAME-RELAY IETF, loopback not set
```

Keepalive set (10 sec)
LMI enq sent 1032, LMI stat recvd 1032, LMI upd recvd 0, DTE
LMI up
LMI enq recvd 0, LMI stat sent 0, LMI upd sent 0
LMI DLCI 1023 LMI type is CISCO frame relay DTE
FR SVC disabled, LAPF state down
Broadcast queue 0/64, broadcasts sent/dropped 0/0, interface
broadcasts 0
Last input 00:00:09, output 00:00:09, output hang never
Last clearing of "show interface" counters 02:52:27
Input queue: 0/75/0/0 (size/max/drops/flushes); Total output drops:
0
Queueing strategy: weighted fair
Output queue: 0/1000/64/0 (size/max total/threshold/drops)
Conversations 0/1/32 (active/max active/max total)
Reserved Conversations 0/0 (allocated/max allocated)
Available Bandwidth 96 kilobits/sec
5 minute input rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
5 minute output rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
1042 packets input, 17023 bytes, 0 no buffer
Received 0 broadcasts (0 IP multicasts)
0 runts, 0 giants, 0 throttles
0 input errors, 0 CRC, 0 frame, 0 overrun, 0 ignored, 0 abort
1037 packets output, 13936 bytes, 0 underruns
0 output errors, 0 collisions, 4 interface resets
0 unknown protocol drops
0 output buffer failures, 0 output buffers swapped out
2 carrier transitions
DCD=up DSR=up DTR=up RTS=up CTS=up
 35) В терминальной программе CRT загружаем сессию
 CISCO2911_1 и убеждаемся, что состояние порта SERIAL0-**up**.
TTELECOM1#sh interfaces serial 0/3/0
Serial0/3/0 is up, line protocol is up
Hardware is WIC MBRD Serial
Description: connect f/r
MTU 1500 bytes, BW 128 Kbit/sec, DLY 20000 usec,
reliability 255/255, txload 1/255, rxload 1/255
Encapsulation FRAME-RELAY IETF, loopback not set
Keepalive set (10 sec)

```

LMI enq sent 1033, LMI stat recvd 1033, LMI upd recvd 0, DTE
LMI up
LMI enq recvd 0, LMI stat sent 0, LMI upd sent 0
LMI DLCI 1023 LMI type is CISCO frame relay DTE
FR SVC disabled, LAPF state down
Broadcast queue 0/64, broadcasts sent/dropped 0/0, interface
broadcasts 0
Last input 00:00:07, output 00:00:07, output hang never
Last clearing of "show interface" counters 03:37:29
Input queue: 0/75/0/0 (size/max/drops/flushes); Total output drops:
0
Queueing strategy: fifo
Output queue: 0/40 (size/max)
5 minute input rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
5 minute output rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
1088 packets input, 19886 bytes, 0 no buffer
Received 0 broadcasts (0 IP multicasts)
0 runts, 0 giants, 0 throttles
0 input errors, 0 CRC, 0 frame, 0 overrun, 0 ignored, 0 abort
1069 packets output, 15500 bytes, 0 underruns
0 output errors, 0 collisions, 19 interface resets
0 carrier transitions
DCD=up DSR=up DTR=up RTS=up CTS=up

```

36) В командном процессоре cmd проверяем наличие всех 3 каналов и сравниваем параметры отклика.

Удаленный доступ к маршрутизаторам уже осуществлялся в рамках настоящей практической работы (рисунок 11).

37) Для проверки удаленного доступа к мультиплексу SX900 воспользуемся программой SXAccess (протокол TELNET (порт. TCP-23) не подходит, т.к. TCP-сессия на мультиплексе работает с другим портом). Создадим сессию с адресом 10.7.191.2 и паролем supervisor и проверяем наличие удаленного доступа (рисунок 12).

5 Требования к оформлению отчёта по выполнению практической работы

Отчёт должен быть оформлен с помощью редактора MS Word, версии 97 и выше (.doc, .rtf).

Параметры страницы:

- верхнее поле- 2 см;
- нижнее поле- 2 см;
- левое поле- 3 см;
- правое поле- 1 см;
- переплет- 0 см;
- размер бумаги А4;
- различать колонтитулы первой страницы.

Шрифт текста Times New Roman, 14 пунктов, через 1,5 интервала, выравнивание по ширине, первая строка с отступом 1,5 см. Номер страницы внизу, по центру, 14 пунктов.

Несложные формулы должны быть набраны с клавиатуры и с использованием команды «Вставка→Символ». Сложные формулы должны быть набраны в редакторе MathType 6.0 Equation.

Отчёт по практической работе должен содержать:

- название предмета, номер и название практической работы;
- фамилию и инициалы автора, номер группы;
- фамилию и инициалы преподавателя;
- цель работы;
- перечень используемого оборудования;
- последовательность действий проведения исследований;
- вывод о проделанной работе;
- дату выполнения и личную подпись.

Результаты различных измерений необходимо представить в виде нескольких самостоятельных таблиц и графиков. Каждая таблица и каждый график должны иметь свой заголовок и исходные данные эксперимента.

При выполнении численных расчетов надо записать формулу определяемой величины, сделать соответственную численную подстановку и произвести вычисления.

Пример оформления отчёта представлен в приложении 1.

6 Список вопросов для самоконтроля

- 1) В чем заключается особенность протокола Frame Relay?
- 2) Приведите назначение полей заголовка кадра Frame Relay.
- 3) Охарактеризуйте механизм сквозной коммутации.
- 4) В чем заключается процедура регулирования скорости в сетях Frame Relay?
- 5) Опишите концепцию согласования скорости передачи.
- 6) Какой командой осуществляется включение интерфейса?
- 7) Какой процесс запускает команда login на сетевых устройствах?
- 8) Опишите интерфейс V.24?

7 Список использованных источников

- 1) Андрончик А.Н., Коллеров А.С., Синадский А.С., Щербаков М.Ю. Сетевая защита на базе технологий фирмы Cisco Systems. Практический курс: учеб. пособие; под общ. ред. Синадского Н.И.- Екатеринбург: изд-во Урал. ун-та, 2014. – 180 с.
- 2) Соболев Б.В., Манин А.А., Герасименко М.С. Сети и телекоммуникации : учеб. пособие. – Ростов н/Д : Феникс, 2015. – 191 с.
- 3) Олифер В.Г., Олифер Н.А. Компьютерные сети Принципы, технологии, протоколы: учеб. для вузов. 4-е изд. – СПб.: Питер, 2010. – 944 с.

Приложение 1

Пример оформления отчёта по практической работе

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное

учреждение высшего образования

«Юго-Западный государственный университет»

(ЮЗГУ)

Кафедра космического приборостроения и систем связи

Отчёт по выполнению практической работы

по курсу «Радиопередающие и радиоприёмные устройства»

на тему «Изучение принципа работы супергетеродинного приёмника»

Выполнил:

студент группы ИТ-116

Иванов И.И.

«__» _____ 2012

(подпись)

Проверил:

д.т.н., профессор кафедры

Петров П.П.

«__» _____ 2012

(подпись)

1 Цель работы

Ознакомиться ...

2 Структурная схема макета и перечень используемого оборудования

Структурная схема лабораторного макета для проведения исследований спектров сигналов представлена на рисунке 2.1.

Рисунок 2.1 – Структурная схема лабораторного макета

Перечень используемого оборудования:

- лабораторный стенд «Радиоприёмные устройства» (1 к-т);
- сменный блок «Изучение принципа работы супергетеродинного радиоприёмника АМ сигналов» (1 к-т);
- осциллограф типа С1-96 (1 к-т);
- милливольтметр переменного напряжения типа ДТ-820В (1 к-т).

3 Последовательность проведения и результаты исследований

3.1 Снятие амплитудно-частотной характеристики входной цепи

Результаты снятия зависимости напряжения на выходе входной цепи от частоты генератора, при фиксированном напряжении на входе, представлены в таблице 1.

Таблица 1 – АЧХ входной цепи

Частота генератора, кГц				
Напряжение на выходе входной цепи $U_{\text{ВЫХ}}$, мВ при $U_{\text{ВХ}} = 500$ мВ				

Продолжение таблицы 1

Нормированное напряжение на выходе входной цепи, $U_{\text{ВЫХ}}/U_{\text{ВЫХ.МАКС}}$.				
---	--	--	--	--

4 Ответы на контрольные вопросы

Вопрос №1. Какие основные функции радиоприёмных устройств?

Ответ:

Вопрос №2. Перечислите основные электрические характеристики радиоприемников.

Ответ:

5 Вывод о проделанной работе

В ходе выполнения практической работы ознакомился с ...