

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна

Должность: проректор по учебной работе

Дата подписания: 21.12.2021 19:46:48

Уникальный программный ключ:

0b817ca911e6668abb13a5d426d39e5f1c11eabbf73e943df4a4851fda56d089

## 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  
« 15 » 12 2020 г.



## ОРГАНИЗАЦИЯ IP-ТЕЛЕФОНИИ

Методические указания по выполнению лабораторных работ  
для студентов направления подготовки  
11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

УДК 004.71

Составитель: И. Г. Бабанин

Рецензент

Кандидат технических наук, доцент кафедры *Е.О. Брежнева*

**Организация IP-телефонии:** методические указания по выполнению лабораторных работ / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: И. Г. Бабанин.– Курск, 2020.– 71 с.

Содержат сведения о способах доступа к сетевому оборудованию, конфигурации маршрутизаторов и их соединения через магистральные порты SERIAL, конфигурировании IP – телефонии на оборудовании компании CISCO, организации локальных сетей для небольших компаний в которых реализовывается технология Voice over IP.

Методическое указание соответствуют требованиям ФГОС ВО по направлению подготовки 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, рабочим учебным планам по направлению подготовки 11.03.02.

Предназначено для студентов по направлениям подготовки 11.03.02.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать 15.09.2020 . . . Формат 60×84 1/16.  
Усл.печ.л. 4,48. Уч.-изд.л. 4,05 . . . Тираж 100 экз. Заказ 283. Бесплатно.  
Юго-Западный государственный университет.  
305040, г.Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

# **1 Лабораторная работа №1 «Терминальный доступ к оборудованию, доступ по протоколу telnet на примере первоначальной конфигурации маршрутизатора Cisco 2911»**

## **1.1 Цель работы**

- изучение способов доступа к сетевому оборудованию: терминального, по протоколу Telnet.

## **1.2 Краткие теоретические сведения**

### **1.2.1 СОМ-порт персонального компьютера**

СОМ-порт ПК (персонального компьютера) (консольный порт) сленговое название интерфейса стандарта RS-232, которым массово оснащались персональные компьютеры. Последовательным данный порт называется потому, что информация через него передаётся по одному биту, бит за битом (в отличие от параллельного порта). СОМ-порты в операционной системе Windows – это именованные каналы для передачи данных, называемые обычно СОМ1, СОМ2 и т. д. по порядку обнаружения драйверов соответствующих устройств. Максимально возможная скорость на интерфейсе 115 кбит/с. На настоящий момент интерфейс считается устаревшим и отсутствует в большинстве ПК, тем не менее огромное количество сетевого оборудования (модемы, мультиплексоры, маршрутизаторы и т.д.) для первоначальной конфигурации имеют консольный порт, являющийся удаленным окончанием СОМ-порта.

Для работы с оборудованием посредством СОМ-порта с ПК, не имеющего такового применяется кабель-адаптер USB-СОМ, с помощью которого эмулируется работа консольного порта. Номер эмулируемого порта отображается в диспетчере устройств. Интерфейсы стандарта RS-232 бывают асинхронными и синхронными. СОМ-порт ПК является асинхронным интерфейсом.

### **1.2.2 Асинхронная передача**

Суть асинхронного принципа управления состоит в независимой (полностью или частично) работе (по времени) передатчика и приемника.

Наибольшее применение получили стартстопные принципы синхронизации по битам и знакам. Суть стартстопного принципа управления состоит в том, что стартовый импульс в сообщении запускает местный синхрогенератор приемника, который работает на частоте передатчика, и линия стробируется в соответствии с частотой местного синхронизатора, а стоповый импульс в сообщении останавливает синхрогенератор.

Передача данных осуществляется порциями (кадрами). Начало и конец каждой порции информации отмечаются специальными метками.

Стандартный формат кадра последовательной асинхронной передачи данных изображен на рис. Уровень логической единицы в линии называют маркером, уровень логического нуля - пробелом. При отсутствии данных в линии действует сигнал маркера. Передача кадра начинается с посылки стартового бита пробела. После этого передаются биты данных, число которых в кадре может устанавливаться от 5 до 8. За битами данных может следовать бит паритета, который также называется битом контроля четности (или нечетности). Этот бит выбирается в каждом кадре данных таким образом, чтобы общее число единиц в битах данных и бите паритета было четным (или нечетным). Конечно же, приёмник и передатчик должны иметь согласованные схемы контроля паритета. С помощью паритетных схем контроля ошибок нельзя обнаружить искажений символа, связанных с множественной инверсией битов, не приводящей к нарушению четности. Кадр заканчивается стоп-битом, имеющим уровень маркера. Может устанавливаться один, полтора или два стоповых бита. После этого в линии может поддерживаться состояние отсутствия данных (уровень маркера) либо начинаться следующий кадр (стартовым битом пробела) (Рисунок 1.1).

Преимущества:

- устоявшаяся, несложная технология;
- недорогое оборудование (по сравнению с синхронным типом передачи), поскольку для взаимодействия приёмника и передатчика не требуется отдельных управляющих сигналов.

Недостатки:

- накладные расходы на передачу каждого символа составляют 20-30% (старт-стопное обрамление и бит паритета);

- множественное искажение битов символа может сделать бесполезным применение паритетной схемы контроля ошибок;
- низкая скорость передачи (по сравнению с возможностями синхронной передачи).

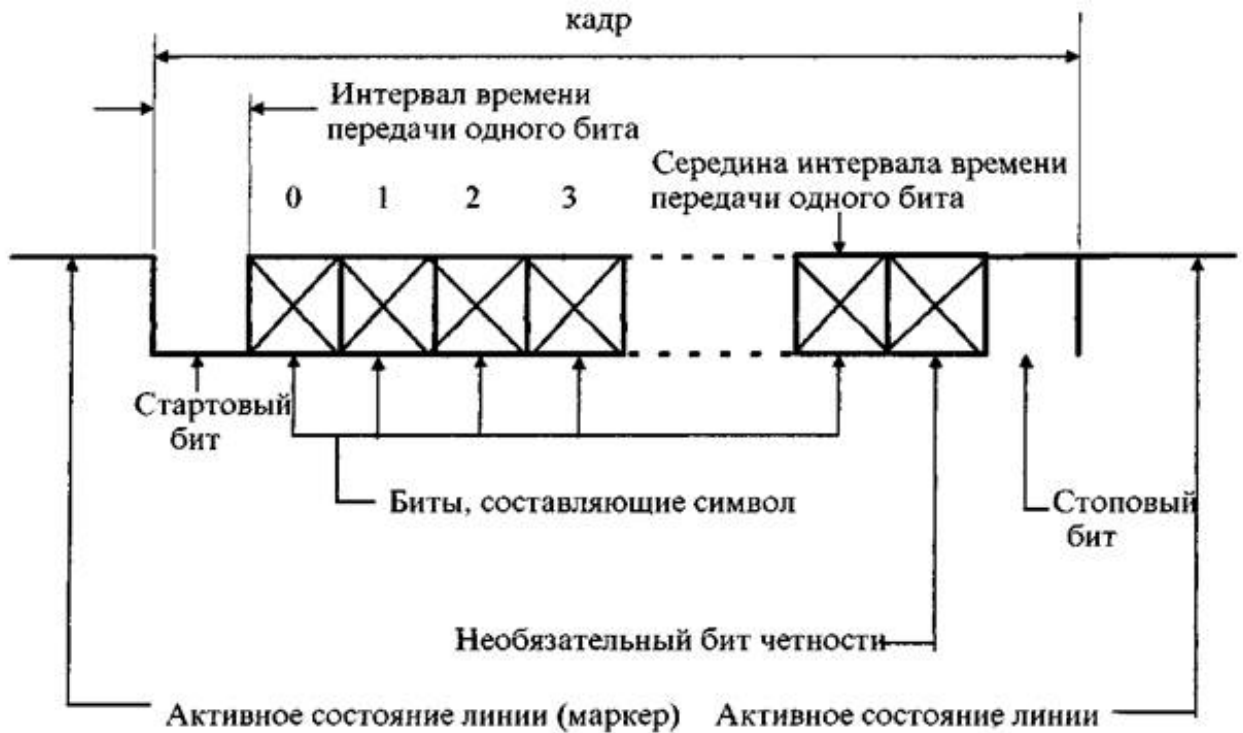


Рисунок 1.1 – Формат кадра при асинхронной последовательной передаче

### 1.2.3 Синхронная передача

Для некоторых приложений, таких как передача содержимого дисковых файлов, необходимым является обеспечение возможности транспортировать большие блоки данных. Передача больших блоков данных более эффективно осуществляется методом синхронной передачи. Синхронная передача может выполняться как в бит-ориентированном режиме, так и в байт-ориентированном (символьном) режиме. Обычно данные буферизируются и передаются в виде сообщения (кадра) в отличие от асинхронного типа передачи, когда осуществляется транспортировка отдельно каждого символа. Поскольку сообщение передается в виде блока, на приёмной и передающей сторонах синхросчетчики должны поддерживаться в синхронном состоянии. Это достигается двумя способами:

- постоянной передачей отдельного синхронизирующего сигнала;
- применением самосинхронизирующего сигнала.

Каждый блок данных начинается с одного или более контрольных символов (обычно называемых СИН), имеющих типичный размер 8 бит. Контрольные символы распознаются приёмником и воспринимаются как сигнал к началу приёма данных. Хотя все это похоже на асинхронный тип передачи, напомним, что контрольные символы входят в обрамление целого блока данных.

Широко распространенным методом синхронной передачи является двоичная синхронная передача в режиме полудуплекса в символьном виде, реализованная фирмой IBM в синхронном протоколе передачи данных. Этот протокол имеет ссылочное название протокол двоичной синхронной передачи и двоичного синхронного управления, сокращенно - *visync* или BSC. Бит-ориентированная синхронная схема передачи данных является более эффективной, чем байт-ориентированная. Протоколы HDLC (High Level Data Link Control) и SDLC (Synchronous Data Link Control) являются двумя наиболее известными методами бит-ориентированной синхронной передачи данных. Оба протокола подробно обсуждаются в последующих разделах.

Как и в случае асинхронной передачи, синхронный метод передачи может осуществлять обнаружение ошибок. Для этого часто используется метод CRC (Cyclic-Redundancy Check). В методе CRC блок данных обрабатывается в соответствии с некоторым алгоритмом, результат вычислений зависит от содержимого блока данных. Результат вычислений (контрольная сумма, называемая CRC) пристыковывается к блоку данных до момента его передачи в линию. На приёмной стороне с помощью того же алгоритма получается результат, который сравнивается с принятой контрольной суммой CRC. При несовпадении результата с контрольной суммой считается, что кадр был искажен в ходе передачи. Метод CRC менее уязвим в случае множественной инверсии битов, чем большинство методов фиксации ошибок при асинхронном типе передачи данных (Рисунок 1.2).

Преимущества:

- более эффективный;

- большие возможности организации передачи на высоких скоростях;
  - улучшенный метод контроля ошибок.
- Недостаток:
- требуется более сложное и дорогое оборудование.

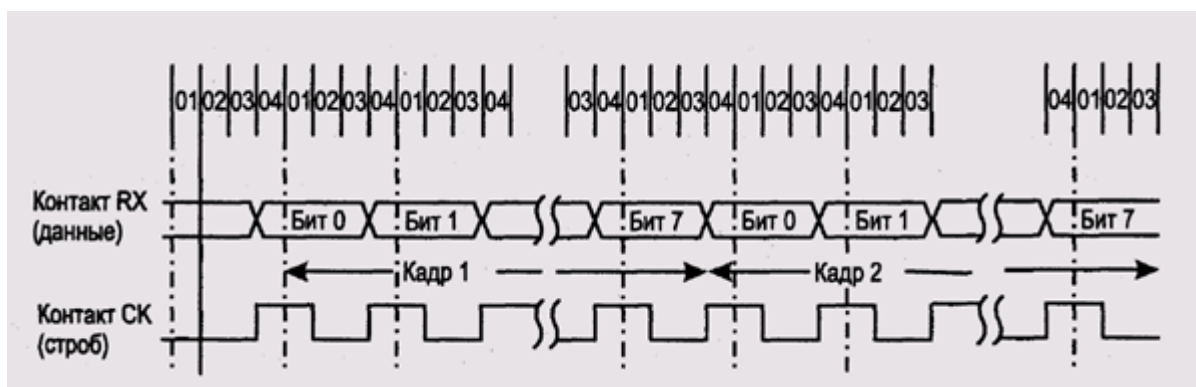


Рисунок 1.2 –Иллюстрация синхронной последовательной передачи

При построении сетей, два соединяемые устройства, как правило являются устройствами DTE и DCE. Причем устройство DCE находится на стороне сети общего пользования. Важной функцией устройства DCE является синхронизация передачи и приема данных на стороне устройства DTE.

#### 1.2.4 Интерфейс V.24(RS-232)

Рекомендация V.24 определяет функциональное назначение всех цепей стыка ООД/АПД. При использовании 25-контактного разъема механические характеристики V.24 и RS-232 определяются стандартом ISO 2110 – «Передача данных. 25-контактный соединитель интерфейса ООД/АПД и распределение номеров его контактов», принятом в 1972 г. В стандарте RS-232 также регламентируется использование контактов разъема для организации логических (функциональных) цепей. Цепи серии 100 делятся на четыре функциональных группы (для стандарта RS эти группы имеют буквенное обозначение):

- заземление, общий обратный провод (A);
- передача данных (B);
- управление (C);
- синхронизация (D).

COM-порты реализуются при помощи стандартных разъемов: 25-контактный (ISO 2110) и 9-контактный DB9 (Рисунок 1.3).

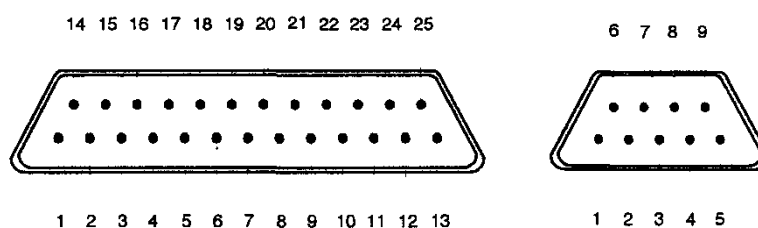


Рисунок 1.3 – Механические контактные разъемы RS-232

Цепи стыка и соответствующие им контакты представлены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Цепи стыка и соответствующие им контакты

DB-25	DB-9	ITU-T (V.24)	Описание сигнала	Обозначение	ОтDCE	ОтDTE
1			Защитное заземление	GND		
2	3	103	Передаваемые данные	TxD		×
3	2	104	Принимаемые данные	RxD	×	
4	7	105	Запрос передачи	RTS		×
5	8	106	Готовность к передаче	CTS	×	
6	6	107	Готовность DCE	DSR	×	
7	5	102	Сигнальное заземление	SG	×	×
8	1	109	Обнаружение несущей	DCD	×	
9					×	
13		121	Готовность к передаче по дополнительному каналу	CTS	×	
15		114	Синхронизация передачи (DCE)	SCT	×	
17		115	Синхронизация приема (DCE)	SCR	×	
20	4	108.1	Готовность DCE	DTR		×

Сигнал DTR «Присоединить АПД К линии»

Источником сигнала DTR (DataTerminalReady) является устройство DTE. Назначение сигнала - представить DCE информацию о том, что аппаратура DTE готова к тому, чтобы начать процесс передачи данных.

Сигнал DSR «DCE готова»

Источником сигнала DSR (DataSetReady) является устройство DCE. DSR формируется DCE в ответ на сигнал DTR,



полученный от DTE. Назначение сигнала — представить DTE информацию о том, что аппаратура DCE готова к тому, чтобы участвовать в процессе передачи данных.

Сигнал RTS «Запрос передачи»

Источником сигнала RTS (RequestToSend) является устройство DTE. Назначение сигнала — перевести DCE непосредственно в режим передачи данных.

Сигнал CTS «Готов к передаче»

Источником сигнала RTS (ClearToSend) является устройство DCE. CTS формируется DCE в ответ на сигнал RTS, полученный от DTE. Назначение сигнала — представить DTE информацию о том, что аппаратура DCE готова к тому, чтобы начать процесс непосредственной передачи данных.

Сигналы RTS и CTS используются для выполнения аппаратного управления темпом передачи данных. Следует различать скорость, с которой производится обмен данными между DCE и DTE и темп, с которым DCE работает с каналом передачи данных. В том случае, если DCE не справляется с выбранным DTE темпом передачи, это устройство должно перевести сигнал CTS в состояние «выключено». В ответ на это DTE протоколами верхних уровней приостанавливает процесс передачи данных до восстановления состояния сигнала CTS.

Сигнал DCD «Детектор принимаемого линейного сигнала данных»

Источником сигнала LSD (LineSignalDetect) является устройство DCE. Назначение данного сигнала — индикация наличия или отсутствия сигнала от удаленного конца передачи данных. Например, модем устанавливает этот сигнал (у модемов он обычно называется CD — CarrierDetect) в том случае, когда он установил соединение с удаленным модемом в соответствии со своим линейным протоколом.

Сигналы TXD и RXD «Передаваемые данные» и «Принимаемые данные»

Источником сигнала TXD (TransmitData) является устройство DCE. Источником сигнала RXD (ReceiveData) является устройство DTE. Достоверный прием данных в DTE производится после получения сигнала DCD от DCE.

Все сигналы V.24 несимметричные, формируются относительно общего сигнального провода. Диапазоны изменения сигнальных напряжений интерфейса EIA-232 приведены в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Количественные показатели сигналов интерфейса V24

Логический «0»	+ 3 ... + 12 Вольт
Логическая «1»	- 3 ... - 12 Вольт

Диапазон от  $-3\text{В}$  до  $+3\text{В}$  образует зону изменения сигнала. При передаче по кабелю, который соединяет DCE и DTE информационный сигнал подвергается воздействию помех и искажается из-за несогласованности параметров линии и генератора. Это может затруднить или сделать невозможным его правильное распознавание приемником. Поэтому даже при использовании синхронного режима обмена скорость передачи сигналов через физические интерфейсы не может превышать сотни килобит в секунду. Для V.24 максимальная скорость передаче 115кбит/с при длине кабеля до 15 м.

Для того, чтобы преодолеть это ограничения для соединения DCE и DTE применяют специальные симметричные цепи (Рисунок 1.3).

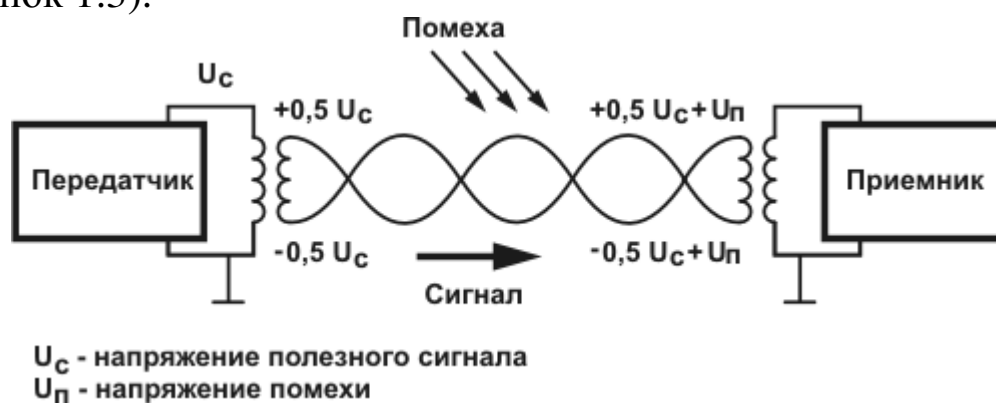


Рисунок 1.3 – Соединение DCE и DTE с использованием симметричных цепей

Диапазоны изменения сигнальных напряжений между сигнальными проводами пары  $U_{ab}$  для интерфейса, который использует сбалансированные сигналы (EIA-422) приведены в таблице 1.3.

Современные последовательные высокоскоростные интерфейсы используют сбалансированные цепи для передачи как отдельных, так и всех информационных сигналов. В качестве примера можно рассмотреть интерфейс, который построен в соответствии со стандартом V.35.

Таблица 1.3 – Диапазоны изменения сигнальных напряжений

	Передатчик	Приёмник
Логический «0»	$U_{ab} = (+3 \dots +12 \text{ Вольт})$	$> +0.2 \text{ Вольт}$
Логическая «1»	$U_{ab} = (-3 \dots -12 \text{ Вольт})$	$< -0.2 \text{ Вольт}$

## 1.2.5 Протокол TELNET

TELNET (англ. TErminaLNETwork) — сетевой протокол для реализации текстового интерфейса по сети (в современной форме — при помощи транспорта TCP). Название «telnet» имеют также некоторые утилиты, реализующие клиентскую часть протокола. Выполняет функции протокола прикладного уровня модели OSI. Назначение протокола TELNET в предоставлении достаточно общего, двунаправленного, восьмибитного байт-ориентированного средства связи. Его основная задача заключается в том, чтобы позволить терминальным устройствам и терминальным процессам взаимодействовать друг с другом через локальную сеть посредством стека TCP/IP. TELNET использует порт 23 TCP.

## 1.3 Задание на лабораторную работу

### 1.3.1 Первоначальная настройка маршрутизатора через консольный порт

1) С помощью консольного кабеля подключите COM-порт компьютера с терминальной программой (TERATERM) к консольному порту маршрутизатора. Выберите режим работы через COM-порт. Номер COM-порта отображается в диспетчере устройств (рисунок 1.4).

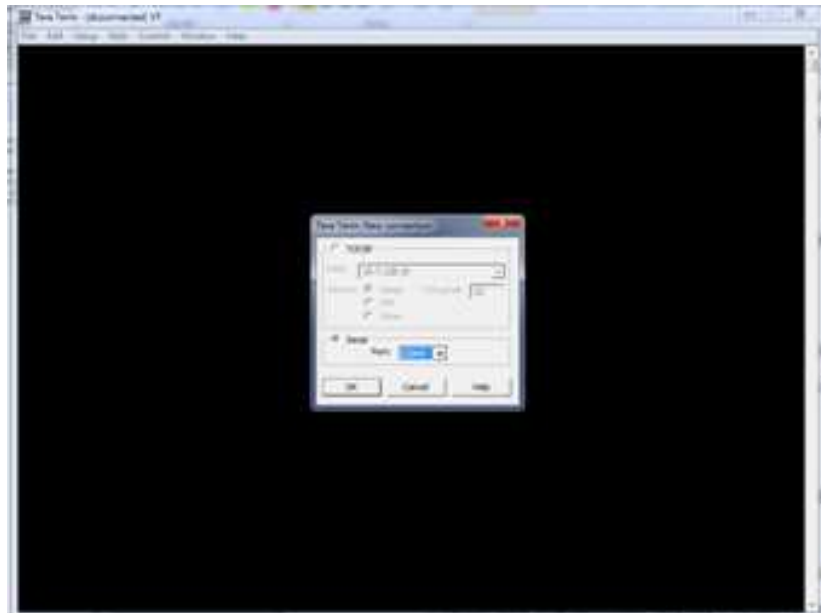


Рисунок 1.4 – Диалоговое окно с отображением COM-порта

2) Перейдите в привилегированный режим командой enable.

**Router>enable**

3) Перейдите в конфигурационный режим.

**Router>#conf term**

**Enter configuration commands, one per line. EndwithCNTL/Z.**

4) Задайте имя маршрутизатору.

**Router(config)#hostnameTELECOM1**

5) Включите режим хранения паролей в файле конфигурации устройства в зашифрованном виде.

**TELECOM1(config)#service password-encryption**

6) Отключите управление маршрутизатором через http и https и CDP.

**TELECOM1(config)#no ip http secure-server**

**TELECOM1(config)#nocdprun**

7) Задайте пароли на подключения через консольный порт.

**TELECOM1(config)#line console 0**

**TELECOM1(config-line)#password cisco**

**TELECOM1(config-line)#login**

**TELECOM1(config-line)#exit**

8) Задайте пароль на подключение через Telnet.

**TELECOM2(config)#line vty ?**

**<0-1114> First Line number**

**TELECOM1(config)#line vty 0 1114**

**TELECOM1(config-line)#password cisco**

**TELECOM1(config-line)#login**

**TELECOM1(config-line)#exit**

9) Задайте пароль на Enable-режим.

**TELECOM1(config)#enable secret cisco**

**TELECOM1(config)#exit**

**TELECOM1#conf term**

**Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.**

10) Задайте IP-адрес на интерфейсе gigabitEthernet 0/0.

**TELECOM1(config)#interface gigabitEthernet 0/0**

**TELECOM1(config-if)#ip address 10.7.130.1 255.255.255.0**

11) Включите интерфейс.

**TELECOM1(config-if)#no shutdown**

**TELECOM1(config-if)#exit**

### 1.3.2 Настройка маршрутизатора через Telnet

1) Установите в сетевых настройках ПК IP-адрес 10.7.130.10 с маской 255.255.255.0 и шлюзом 10.7.130.1. Запустите командный процессор Windows, активизировав последовательно «Пуск», «Все программы», cmd (рисунок 1.5).

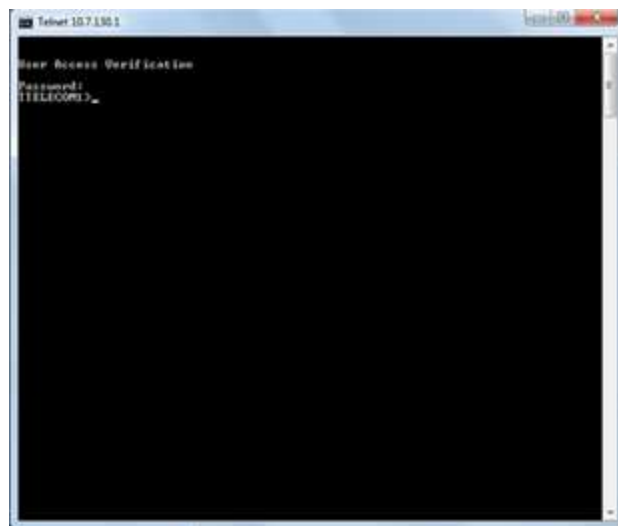


Рисунок 1.5 – Диалоговое окно терминала

2) Наберите: telnet 10.7.130.1 enter. На приглашение ввести пароль, введите ранее запрограммированный пароль cisco

3) Перейдите в привилегированный режим.

**TELECOM1>en**

4) Перейдите в конфигурационный режим.

**TELECOM1#confterm**

5) Задайте IP-адрес на интерфейсе serial 0/3/1 (подсеть 10.7.191.28 из четырех портов).

**TELECOM1(config)#interface serial 0/3/1**

**TELECOM1(config-if)#ip address 10.7.191.30 255.255.255.252**

**TELECOM1(config-if)#encapsulation ?**

**frame-relay** Frame Relay networks

**hdlc** Serial HDLC synchronous

**lapb** LAPB (X.25 Level 2)

**ppp** Point-to-Point protocol

**smds** Switched Megabit Data Service (SMDS)

**x25** X.25

6) Из списка выберите протокол point-to-point.

**TELECOM1(config-if)#encapsulation ppp**

7) Включите интерфейс.

**TELECOM1(config-if)# no shutdown**

8) Задайте default-маршрутизацию через конфигурированный serial-порт, при этом в маршруте указываем адрес соседа (neighbor).

**TELECOM1(config-if)#ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 10.7.191.29**

**TELECOM1(config)#exit**

**TELECOM1#wr memory**

**Building configuration...**

**[OK]**

**TELECOM1#**

9) Убедитесь в правильности конфигурации оборудования.

**TELECOM1#showrunning-config**

#### **1.4 Список вопросов для самоконтроля**

1) Какие существуют способы подключения к сетевому оборудованию для управления им?

2) Какие существуют контексты командной строки IOS и каковы возможности администрирования каждого из них?

3) Какой командой выводится сводная таблица состояний IP-интерфейсов?

4) Какова последовательность ввода команд в сетевых устройствах CiscoSystems для настройки IP-адреса на интерфейсе?

5) Какую команду предпочтительней использовать при создании пароля на коммутаторах?

6) Какие программные средства используются на ОС Windows для доступа к сетевому устройству по протоколу Telnet?

7) Какой процесс запускает команда login на сетевых устройствах?

8) Что такое default-маршрут?

9) Какова суть асинхронного принципа управления?

10) Опишите интерфейс V.24?

## **2 Лабораторная работа №2 «Конфигурация маршрутизаторов и соединение их через магистральные порты Serial»**

### **2.1 Цель работы**

- изучение способов конфигурации маршрутизаторов и их соединения через магистральные порты SERIAL.

### **2.2 Создание подсетей с помощью масок**

Часто администраторы сетей испытывают неудобства, из-за того, что количество централизованно выделенных им номеров сетей недостаточно для того, чтобы структурировать сеть надлежащим образом, например, разместить все слабо взаимодействующие компьютеры по разным сетям.

В такой ситуации возможны два пути. Первый из них связан с получением от НИС дополнительных номеров сетей. Вторым способом, употребляющийся более часто, связан с использованием так называемых масок, которые позволяют разделять одну сеть на несколько сетей.

Маска – это число, двоичная запись которого содержит единицы в тех разрядах, которые должны интерпретироваться как номер сети.

Например, для стандартных классов сетей маски имеют следующие значения:

- 255.0.0.0 - маска для сети класса А;

- 255.255.0.0 - маска для сети класса В;
- 255.255.255.0 - маска для сети класса С.

Таблица 2.1 – Примеры масок различных классов сетей

Класс сети	Пример маски
А	01.0.0, 126.0.0.0
В	128.0.0.0, 191.255.0.0
С	192.0.1.0, 223.255.255.0

В масках, которые использует администратор для увеличения числа сетей, количество единиц в последовательности, определяющей границу номера сети, не обязательно должно быть кратным 8, чтобы повторять деление адреса на байты.

Пусть, например, маска имеет значение 255.255.192.0 (11111111 11111111 11000000 00000000). И пусть сеть имеет номер 129.44.0.0 (10000001 00101100 00000000 00000000), из которого видно, что она относится к классу В. После наложения маски на этот адрес число разрядов, интерпретируемых как номер сети, увеличилось с 16 до 18, то есть администратор получил возможность использовать вместо одного, централизованно заданного ему номера сети, четыре:

- 129.44.0.0 (10000001 00101100 00000000 00000000);
- 129.44.64.0 (10000001 00101100 01000000 00000000);
- 129.44.128.0 (10000001 00101100 10000000 00000000);
- 129.44.192.0 (10000001 00101100 11000000 00000000).

Например, IP-адрес 129.44.141.15 (10000001 00101100 10001101 00001111), который по стандартам IP задает номер сети 129.44.0.0 и номер узла 0.0.141.15, теперь, при использовании маски, будет интерпретироваться как пара:

129.44.128.0 - номер сети, 0.0. 13.15 - номер узла.

Таким образом, установив новое значение маски, можно заставить маршрутизатор по-другому интерпретировать IP-адрес. При этом два дополнительных последних бита номера сети часто интерпретируются как номера подсетей.

Необходимо заметить, что, если принимается решение об использовании механизма масок, то соответствующим образом



должны быть сконфигурированы и маршрутизаторы, и компьютеры сети.

У маски подсети существует три наиболее часто используемые формы записи:

- десятичный вид (255.255.255.192). Данный вид записинаверное знаком каждому, поэтому никаких дополнительных пояснений не требует.

- двоичный вид (11111111.11111111.11111111.11000000). Обратите внимание на 26 единиц в этой записи;

- при помощи префикса, например, /26 (по количеству единиц в двоичном представлении маски). Поэтому на практике чаще используют запись следующего вида: 192.168.111.0/26, где 192.168.111.0 - адрес подсети, а /26 – префикс.

### **2.2.1 Маршрутизаторы CISCO 2911**

Семейство маршрутизаторов Cisco ISR серии 2900 функционирует под управлением лучшей в отрасли операционной системы Cisco IOS. Впервые в истории компании для маршрутизаторов Cisco ISR второго поколения был разработан единый программный образ Cisco IOS, поддерживающий все технологические возможности. Для использования лицензируемого функционала заказчикам достаточно активировать соответствующую лицензию (замена образа операционной системы не требуется).

Производимый в России маршрутизатор Cisco 2911R обеспечивает защищенное высокоскоростное подключение рабочих мест к мультисервисной сети, поддержку мультимедийных данных и отличные эксплуатационные характеристики. Высокие показатели доступности и безотказной работы устройства достигаются благодаря использованию ПО Cisco IOS, функциям аппаратного резервирования и аварийного переключения. Кроме того, маршрутизатор обеспечивает универсальный набор сетевых и защитных сервисов Cisco, а также настраиваемых виртуальных услуг с доступом по запросу. Высокий уровень информационной безопасности достигается благодаря встроенным средствам защиты от вредоносных воздействий при передаче данных, голоса и видео.

Все маршрутизаторы Cisco ISR серии 2911 поддерживают встроенные средства аппаратного ускорения шифрования, слоты цифровых сигнальных процессоров (DSP) для обработки голоса и видео, дополнительный межсетевой экран, систему предотвращения вторжений, систему обработки вызовов, средства голосовой почты и сервисы приложений. Кроме того, платформы поддерживают широчайший спектр проводных и беспроводных интерфейсов, таких как T1/E1, T3/E3, xDSL, медный и оптоволоконный GE.

Маршрутизаторы Cisco ISR серии 2900 сконструированы для удовлетворения требований современных приложений для филиалов, а гибкость их архитектуры позволяет обеспечить поддержку приложений, которые появятся в будущем. Модульная архитектура создана для поддержки растущих требований к пропускной способности, TDM-соединений и полностью интегрированного распределения систем питания модулей, поддерживающих электропитание внешних устройств по стандартам 802.3af Power over Ethernet (PoE) и Cisco Enhanced PoE (ePoE). В таблице 2.2 перечислены преимущества и возможности архитектуры маршрутизаторов Cisco ISR серии 2900.

Таблица 2.2 – Функциональные возможности и преимущества архитектуры

Функциональные возможности архитектуры	Преимущества
Модульная платформа	Маршрутизаторы Cisco ISR серии 2900 являются платформой с высокой степенью модульности, в которой предусмотрено множество слотов для установки интерфейсных модулей и средства развертывания сервисов, удовлетворяющие различным требованиям к сетям филиалов. Маршрутизаторы ISR характеризуются самым широким в отрасли спектром интерфейсных модулей для подключения к локальным и глобальным сетям, что позволяет выполнять оперативную модернизацию платформы для использования перспективных технологий без замены всей платформы.
Процессоры	Маршрутизаторы Cisco ISR серии 2900 оснащены высокопроизводительными многоядерными процессорами, позволяющими выполнить растущие требования к сетям филиалов, включая высокую пропускную способность подключения к WAN и возможность одновременной работы множества сервисов.
Встроенные средства	Встроенные средства аппаратного ускорения шифрования

аппаратного ускорения шифрования для IPSec/SSL VPN	были усовершенствованы для повышения масштабируемости. В сочетании с дополнительной лицензией Cisco IOS Security они позволяют обеспечить безопасность подключения к глобальной сети и развернуть сервисы VPN (ускорение шифрования реализовано как для IPSec, так и SSL). Встроенное оборудование шифрования заменяет и превосходит по производительности модули AIM предыдущего поколения.
Мультигигабитная коммутационная структура (MGF)	В маршрутизаторах Cisco ISR серии 2900 впервые реализована инновационная мультигигабитная коммутационная структура (MGF), обеспечивающая эффективный обмен данными между модулями и непосредственное взаимодействие сервисов между модулями при одновременном снижении нагрузки на процессор маршрутизатора.
Структура коммутации TDM-каналов	Сервисы системы унифицированных коммуникаций в филиале могут быть существенно расширены при использовании в архитектуре системы структуры коммутации TDM-каналов, что позволяет увеличить емкость каналов DS-0.
Встроенные порты Gigabit Ethernet	Все встроенные порты WAN являются маршрутизируемыми портами 10/100/1000 Gigabit Ethernet WAN.
Инновационные средства консольного доступа по USB	Инновационный консольный USB-порт обеспечивает возможность подключения для управления с устройств, в конструкции которых нет последовательных портов, например, современных ноутбуков. Также доступны обычный консольный порт и порт AUX.
Дополнительный интегрированный источник питания электропитания по стандарту PoE, а также универсальный блок питания постоянного тока	Возможность модернизации внутреннего источника питания и обеспечения питания дополнительных встроенных модулей коммутации (в соответствии со стандартом 802.3af PoE и стандартными спецификациями внутреннего питания Cisco).

Инновационные возможности маршрутизаторов с интеграцией сервисов Cisco серии 2900 основаны на лучшей в отрасли специализированной операционной системе Cisco IOS. Разработанные для широкого развертывания в самых ответственных сегментах корпоративных сетей, сетей общего пользования и сетей операторов связи, маршрутизаторы ISR G2 работают под управлением ПО Cisco IOS версий 15M и 15T. В настоящее время доступна версия 15.0(1)M, обеспечивающая поддержку широкого спектра технологий Cisco, в том числе новых функций и свойств, появившихся в версиях 12.4 и 12.4T. Появившиеся в версии 15.0(1)M инновации охватывают множество технологических областей таких, как информационная безопасность, голосовая связь, обеспечение высокой доступности,

IP - маршрутизация, групповая адресация, обеспечение качества обслуживания (QoS), мобильность IP-адресов, поддержка технологий MPLS, VPN и встроенные средства управления.

Высокопроизводительный модуль Cisco HWIC-2A/S с 2 асинхронными/синхронными последовательными портами портами.

Последовательные и асинхронные высокопроизводительные модули (HWIC) обеспечивают высокую гибкость соединений для маршрутизаторов Cisco 1800, 2800, и 2900 серий. Эти модули позволяют пользоваться такие приложения как WAN-доступ, устаревшие транспортные протоколы, консольный сервер, и сервер доступа по требованию.

Таблица 2.3 –Технические характеристикиCisco ISR серии 2900

Размеры (ширина x глубина x высота), см:	7.9 x 14.2 x 2.1
Вес, кг:	-
Тип интерфейса:	HWIC
Индикаторы статуса:	-
Интерфейсные порты:	
Интерфейсные порты:	1 x последовательный порт
Поддерживаемые протоколы:	Последовательные протоколы: EIA-232, EIA-449, EIA-530, EIA-530A, V.35, и X.21 Устаревшие протоколы: SNA, SDLC, Bisync, X.25
Скорость передачи данных:	Максимальная скорость в синхронном режиме - 128 кбит/с Максимальная скорость в асинхронном режиме - 115.2 кбит/с
Типы кабелей:	V.35 (DTE/DCE), RS-232 (DTE/DCE), RS-449 (DTE/DCE), X.21 (DTE/DCE), EIA-

## 2.2.2 Комплект кабелей

### 2.2.2.1 Консольный кабель

Для первоначального программирования оборудования компании CISCO используется консольный кабель с разъемами DB9 female и RJ45 имеющий следующую распиновку:

Таблица 2.4 – Разводка сигналов RS-232 на порте консоли устройства Cisco и кабель RJ-45-to-DB-9

RJ-45-to-DB-9 Adapter Cable		Console Device, компьютер
RJ-45 Pin	DB-9 Pin	сигнал
1	8	CTS (ВХОД)
2	6	DSR (ВХОД)
3	2	RxD (ВХОД)
4	5	GND
5	5	GND
6	3	TxD (ВЫХОД)
7	4	DTR (ВЫХОД)
8	7	RTS (ВЫХОД)

### 2.2.2.2 Кабели стандарта V.35

Для соединения Serial портов используются целый ряд интерфейсов. Наиболее популярным является интерфейс V35, использует комбинацию несимметричных и симметричных цепей. Контакты несимметричных цепей обмена стандарта используют по одному контакту. Симметричные цепи обмена (цепи данных и цепи синхронизации) используют по два контакта. В качестве интерфейсного разъема между DTE-DCE используется 34-контактный разъем ISO 2593 (M34).

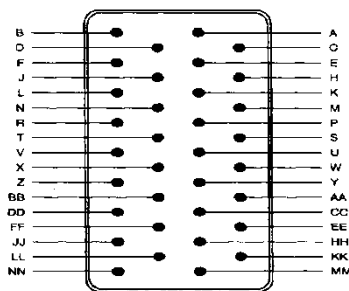


Рисунок 2.1 – 34-контактный разъем ISO 2593 (M34)

Цепи интерфейса V.35 и соответствующие им контакты представлены в таблице 2.5.

Таблица 2.5 – Цепи интерфейса V.35 и соответствующие им контакты

Контакты разъема M34	Описание	Обозначение	Источник
A	Заземление корпуса (шасси)	Ground	Общий
P	Передача данных – А	TD-A	DTE

R	Прием данных – А	RD-A	DCE
C	Запрос передачи	RTS	DTE
D	Готовность к передаче	CTS	DCE
E	Готовность данных	DSR	DCE
B	Сигнальное заземление	SG	Общий
F	Детектирование несущей	CD	DCE
X	Синхронизация приема – В	RC-B	DCE
	Не используется		
W	Внешняя синхронизация передачи – В	XTC-B	DTE
AA	Синхронизация передачи – В	TC-B	DCE
	Не используется		
S	Передача данных – В	TD-B	DTE
Y	Синхронизация передачи – А	TC-A	DCE
T	Прием данных – В	RD-B	DCE
V	Синхронизация приема – А	RC-A	DCE
H	Готовность терминала	DTR	DTE
U	Внешняя синхронизация передачи – А	XTC-A	DTE

Следует особо отметить тип Serial порта DTE и DCE на физическом уровне (в терминах компании CISCO различие портов на канальном уровне также классифицируется как DTE и DCE, у других компаний соответственно UNIUSER и UNINETWORK). Порт SerialDCE является источником синхронизации, а SerialDTE является приемником синхронизации, другими словами, если вы подключаетесь к сети посредством Serial порта, то сеть всегда DCE, а вы соответственно DTE.

Для подключения Serial портов компания CISCO предоставляет следующие типы кабелей, представленные в таблице 2.6.

Таблица 2.6 – Типы кабелей, поставляемых компанией CISCO

Type of Cable	Type of Cable	Part Number
DTE	male (standard)	72-1428-01
DTE	female (atypical)	72-1436-01
DCE	female (standard)	72-1429-01
DCE	male (atypical)	72-1437-01
V.35 DTE – DCE		72-1441-01

В нашем распоряжении имеются кабели 72-1428-01 и 72-1437-01 с окончаниями male, поэтому используйте переходник V35 female- female.

## 2.3 Задание на лабораторную работу

### 2.3.1 Первоначальная настройка маршрутизатора через консольный порт

1) С помощью консольного кабеля подключите COM-порт компьютера с терминальной программой (TERATERM) к консольному порту маршрутизатора №2 (маршрутизатор №1 настроен в предыдущей работе). Выберите режим работы через COM-порт. Номер COM-порта отображается в диспетчере устройств (рисунок 2.2).

2) Перейдите в привилегированный режим командой `enable`.

**Router>enable**

3) Переходим в конфигурационный режим.

**Router>#conf term**

**Enter configuration commands, one per line. EndwithCNTL/Z.**

4) Задайте имя маршрутизатору.

**Router(config)#hostnameTELECOM2**

5) Включите режим хранения паролей в файле конфигурации устройства в зашифрованном виде.

**TELECOM2(config)#servicepassword-encryption**

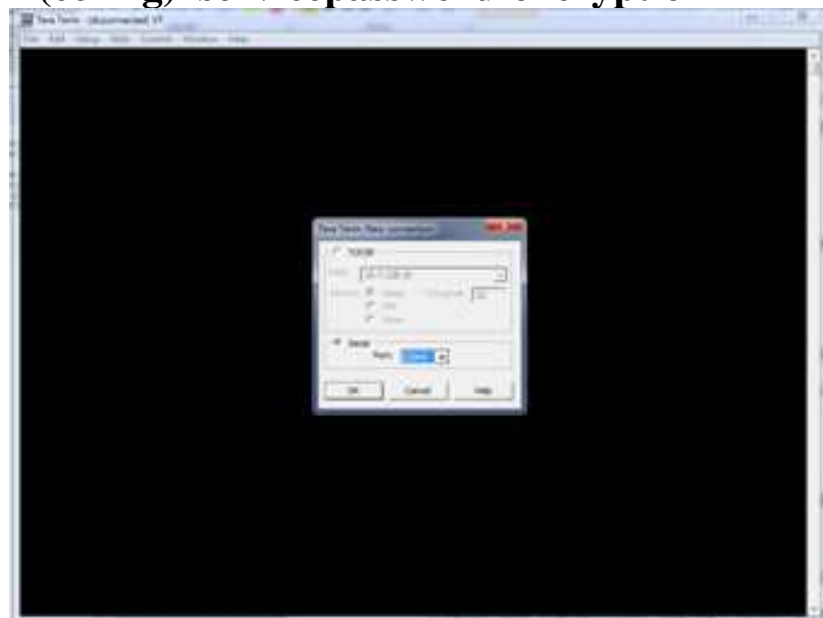


Рисунок 2.2 – Диалоговое окно с отображением COM-порта

6) Отключите управление маршрутизатором через http и https и CDP.

**TELECOM2(config)#no ip http secure-server**

**TELECOM2(config)#nocdprun**

7) Задайте пароль на подключения через консольный порт

```
TELECOM2(config)#line console 0
TELECOM2(config-line)#password cisco
TELECOM2(config-line)#login
TELECOM2(config-line)#exit
```

8) Задайте пароль на подключение через Telnet.

```
TELECOM2(config)#line vty?
<0-1114> First Line number
TELECOM2(config)#line vty 0 1114
TELECOM2(config-line)#password cisco
TELECOM2(config-line)#login
TELECOM2(config-line)#exit
```

9) Задайте пароль на Enable-режим.

```
TELECOM2(config)#enable secret cisco
TELECOM2(config)#exit
TELECOM2#conf term
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
```

10) Задайте IP-адрес на интерфейсе gigabitEthernet 0/0.

```
TELECOM2(config)#interface gigabitEthernet 0/0
TELECOM2(config-if)#ip address 10.7.131.1 255.255.255.0
```

11) Включите интерфейс.

```
TELECOM2(config-if)#no shutdown
TELECOM2(config-if)#exit
```

12) Задайте IP-адрес на интерфейсе serial 0/3/1 (подсеть 10.7.191.28 из четырех портов).

```
TELECOM2(config)#interface serial 0/3/1
TELECOM2(config-if)#ip address 10.7.191.29 255.255.255.252
TELECOM2(config-if)#encapsulation ?
```

```
frame-relay Frame Relay networks
hdlc      Serial HDLC synchronous
lapb     LAPB (X.25 Level 2)
ppp      Point-to-Point protocol
smpls    Switched Megabit Data Service (SMDS)
x25      X.25
```

13) Из списка выберите протокол point-to-point.

```
TELECOM2(config-if)#encapsulation ppp
```

14) Включите интерфейс.

```
TELECOM2(config-if)# no shutdown
```



15) Задайте default-маршрутизации через сконфигурированный serial-порт, при этом в маршруте укажите адрес соседа(neighbor).

```
TELECOM2(config-if)#ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 10.7.191.30
```

```
TELECOM2(config)#exit
```

```
TELECOM2#wr memory
```

```
Buildingconfiguration...
```

```
[OK]
```

```
TELECOM2#
```

16) Убедитесь в правильности конфигурации оборудования.

```
TELECOM2#showrunning-config
```

Соедините кабели стандарта V35, DTE 72-1428-01 и DCE 72-1437-01 между собой с помощью перемычки (M34 female-female). Подсоединяем обратную сторону кабеля DTE 72-1428-01 к порту serial1 маршрутизатора TELECOM1, а обратную сторону кабеля DCE 72-1437-01 к порту serial1 маршрутизатора TELECOM2. Таким образом, маршрутизатор TELECOM2 определяется как источник синхронизации в данной конфигурации.

В результате получаем конструкцию, представленную на рисунке 2.3.

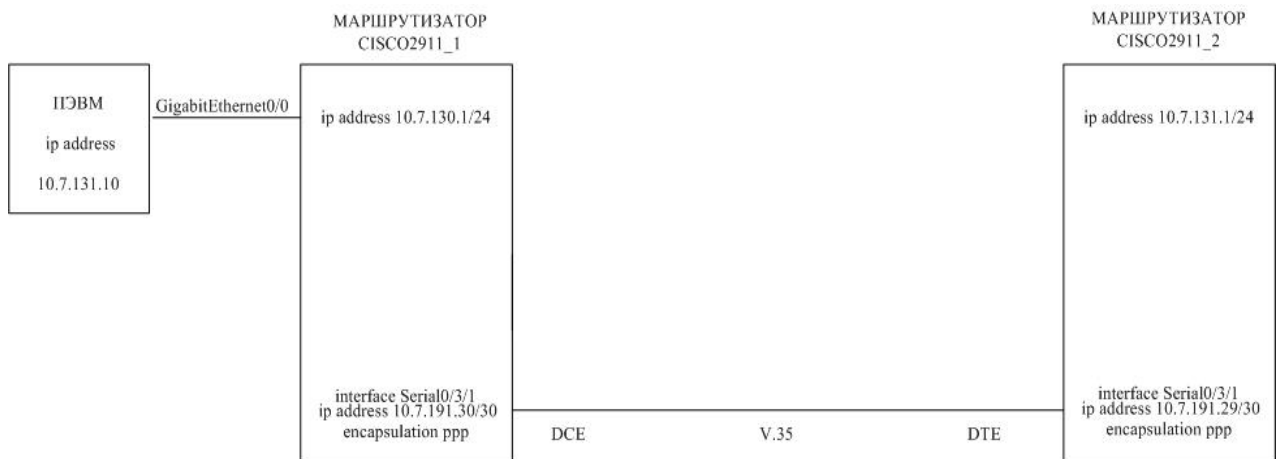


Рисунок 2.3 – Соединение кабелей стандарта V35, DTE 72-28-01 и DCE 72-1437-01 между собой с помощью перемычки (M34 female-female)

17) Убедитесь в том, что интерфейс Serial 0/3/1 находится в состоянии UP.

```
TELECOM2zs#sh interfaces serial 0/3/1
```

```
Serial0/3/1 is up, line protocol is up
```

**Hardware is WIC MBRD Serial**  
**Internet address is 10.7.191.30/30**  
**MTU 1500 bytes, BW 128 Kbit/sec, DLY 20000 usec,**  
**reliability 249/255, txload 1/255, rxload 1/255**  
**Encapsulation PPP, LCP Open**  
**Open: IPCP, loopback not set**  
**Keepalive set (10 sec)**  
**Last input 00:00:06, output 00:00:06, output hang never**  
**Last clearing of "show interface" counters 00:07:48**  
**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**  
**36 packets input, 568 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**  
**36 packets output, 568 bytes, 0 underruns**  
**0 output errors, 0 collisions, 1 interface resets**  
**0 unknown protocol drops**  
**0 output buffer failures, 0 output buffers swapped out**  
**0 carrier transitions**  
**DCD=up DSR=up DTR=up RTS=up CTS=up.**

18) Командой ping проверьте факт соединения маршрутизаторов.

**TELECOM2#ping 10.7.191.30**

**Type escape sequence to abort.**

**Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 10.7.191.30, timeout is 2 seconds:**

**!!!!**

**Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 12/13/16 ms.**

19) С помощью LAN кабеля подсоедините компьютере к

порту GigabitEthernet 0 маршрутизатора TELECOM1. В свойствах IP устанавливаем адрес 10.7.130.10, шлюз 10.7.130.1.

20) Загрузите командный процессор cmd и telnet 10.7.191.29.

21) Войдите в привилегированный режим.

**TELECOM2>en**

22) Войдите в режим конфигурации.

**TELECOM2#confterm**

**Enter configuration commands, one per line.EndwithCNTL/Z.**

23) Создайте интерфейс loopback для удаленного контроля за маршрутизатором.

**TELECOM2 (config)#interface loopback 1**

24) Назначьте IP-адрес интерфейсу.

**TELECOM2(config-if)#ip address 10.29.131.1 255.255.255.0**

25) Задайте IP-адрес интерфейсу gigabitEthernet 0/1.

**TELECOM2(config)#interface gigabitEthernet 0/1**

**TELECOM2(config-if)#ip address 10.71.131.1 255.255.255.0**

26) Включите интерфейс.

**TELECOM2(config-if)#no shutdown**

27) Задайте IP-адрес интерфейсу gigabitEthernet 0/2.

**TELECOM2(config)#interface gigabitEthernet 0/2**

**TELECOM2(config-if)#ip address 10.72.130.5 255.255.255.0**

28) Включите интерфейс.

**TELECOM2(config-if)#no shutdown**

**TELECOM2(config-if)#exit**

**TELECOM2(config)# exit**

29) Сохраните конфигурацию.

**TELECOM2#wrmem**

Подключаем ноутбук кабелем LAN к порту gigabitEthernet 0/0 маршрутизатора TELECOM1.

Устанавливаем IP-адрес в свойствах подключения по локальной сети 10.7.130.10 с маской 255.255.255.0. Загружаем командный процессор и выполняем команду ping и получаем результат (рисунок 2.4).

```

C:\Users\Николай>ping 10.7.130.1
Обмен пакетами с 10.7.130.1 по с 32 байтами данных:
Ответ от 10.7.130.1: число байт=32 время<1мс TTL=255
Ответ от 10.7.130.1: число байт=32 время<1мс TTL=255
Ответ от 10.7.130.1: число байт=32 время<1мс TTL=255
Ответ от 10.7.130.1: число байт=32 время<1мс TTL=255

Статистика Ping для 10.7.130.1:
    Пакетов: отправлено = 4, получено = 4, потеряно = 0
    (0% потерь)
Приблизительное время приема-передачи в мс:
    Минимальное = 0мсек, Максимальное = 0 мсек, Среднее = 0 мсек

C:\Users\Николай>ping 10.7.191.29
Обмен пакетами с 10.7.191.29 по с 32 байтами данных:
Ответ от 10.7.191.29: число байт=32 время=10мс TTL=254
Ответ от 10.7.191.29: число байт=32 время=9мс TTL=254
Ответ от 10.7.191.29: число байт=32 время=9мс TTL=254
Ответ от 10.7.191.29: число байт=32 время=9мс TTL=254

Статистика Ping для 10.7.191.29:
    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 10.29.131.1
Обмен пакетами с 10.29.131.1 по с 32 байтами данных:
Ответ от 10.7.130.1: Заданный узел недоступен.
Ответ от 10.7.130.1: Заданный узел недоступен.
Ответ от 10.7.130.1: Заданный узел недоступен.
Ответ от 10.7.130.1: Заданный узел недоступен.

Статистика Ping для 10.29.131.1:
    Пакетов: отправлено = 4, получено = 4, потеряно = 0
    (0% потерь)

C:\Users\Николай>ping 10.29.131.1
Обмен пакетами с 10.29.131.1 по с 32 байтами данных:
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
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 = 9 мсек, Среднее = 9 мсек

C:\Users\Николай>

```

Рисунок 2.4 – Результат выполнения команды ping

Выполняем команды `tracert 10.29.131.1` и `pathping 10.29.131.1` получаем результат и таким образом подтверждаем факт установления соединения между двумя маршрутизаторами через serial-порт посредством протокола ppp (рисунок 2.5).

```

C:\windows\system32\cmd.exe - pathping 10.29.131.1
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 = 9 мсек, Среднее = 9 мсек

C:\Users\Николай>tracert 10.29.131.1
Трассировка маршрута к 10.29.131.1 с максимальным числом прыжков 30
 1  <1 мс  <1 мс  <1 мс  10.7.130.1
 2  13 мс  13 мс  13 мс  10.29.131.1

Трассировка завершена.

C:\Users\Николай>pathping 10.29.131.1
Трассировка маршрута к 10.29.131.1 с максимальным числом прыжков 30
 0  Николай-ПК [10.7.130.10]
 1  10.7.130.1
 2  10.29.131.1

Подсчет статистики за: 50 сек. ...

```

Рисунок 2.5 – Результат выполнения команд `tracert 10.29.131.1` и `pathping 10.29.131.1`

## **2.4 Список вопросов для самоконтроля**

- 1) Что такое маска сети?
- 2) Перечислите классы сети и приведите примеры сетевых масок, используемых в данных классах сетей.
- 3) Дайте краткую характеристику семейству маршрутизаторов Cisco ISR серии 2900.
- 4) Какие три типа записи используются для записи маски подсети?
- 5) Какой процесс запускает команда login на сетевых устройствах?
- 6) Что такое default-маршрут?
- 7) Перечислите преимущества и возможности архитектуры маршрутизаторов Cisco ISR серии 2900.
- 8) Опишите интерфейс V.35?
- 9) Как осуществлялось соединения Serial портов?

## **3 Лабораторная работа №3 «Конфигурирование маршрутизаторов и соединение их через магистральные порты Serial (протоколы PPP и FrameRelay) и порты LAN. Удалённый доступ к оборудованию»**

### **3.1 Цель работы**

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

### **3.2 Протокол Frame Relay**

#### **3.2.1 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 3.1).

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

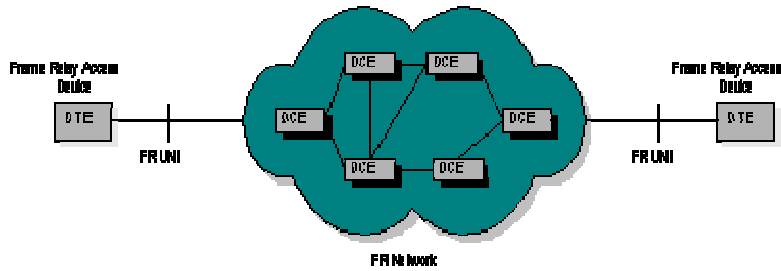


Рисунок 3.1 – Топология сети Frame Relay.

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.

### 3.2.2 Формат кадра

Для транспортировки по сети FR, данные сегментируются в кадры. Формат кадра FR приведен на (рисунке 3.2). 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).

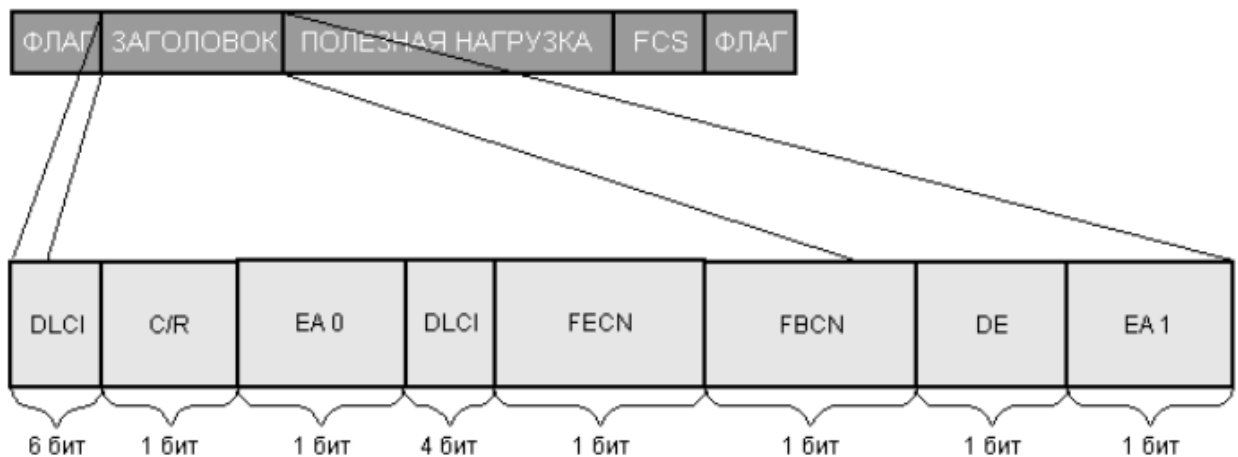


Рисунок 3.2 – Формат кадра Frame Relay

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.

### **3.2.3 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.

### **3.2.4 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 3.3). Однако, маршрутизатор может инициализировать процедуру восстановления данных, что может привести к еще большему затору.

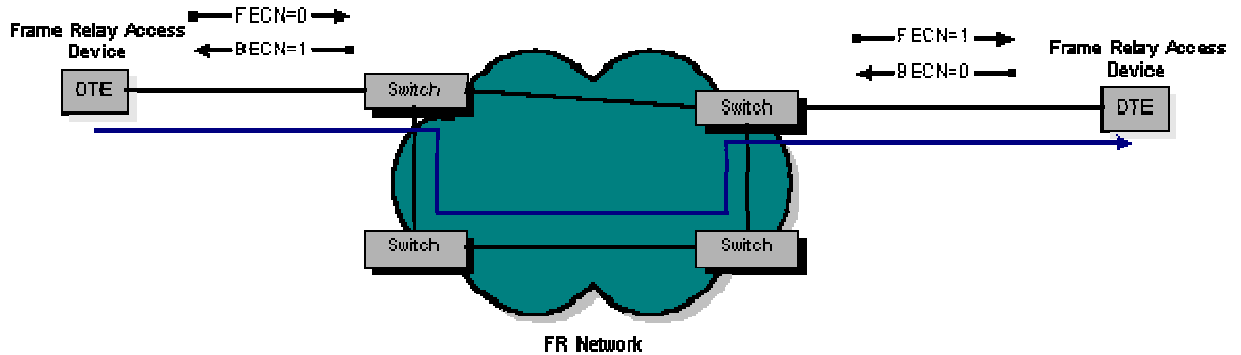


Рисунок 3.3 – Извещения о перегрузке в прямом и обратном направлениях FECN и BECN.

Решение этой проблемы возлагается частично на протоколы верхлежущего 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. рисунок 3.4), 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 верхлежущего 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).

### 3.2.5 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 3.4). 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 3.4, 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.

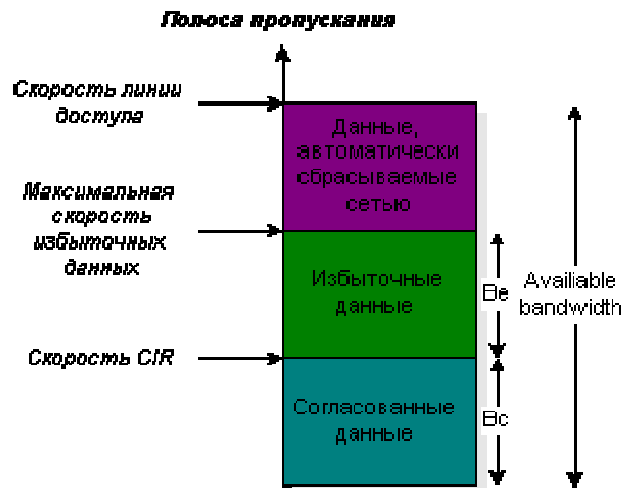


Рисунок 3.4 – Распределение пропускной способности линии доступа, при организации через нее виртуального соединения с определенными CIR и максимальной скоростью избыточных данных.

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.

### 3.2.6 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 3.5). 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).

### 3.2.7 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 3.5) 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 3.1). Сетевая маска во всех сетях задана одинаковой и равной 255.255.255.0.

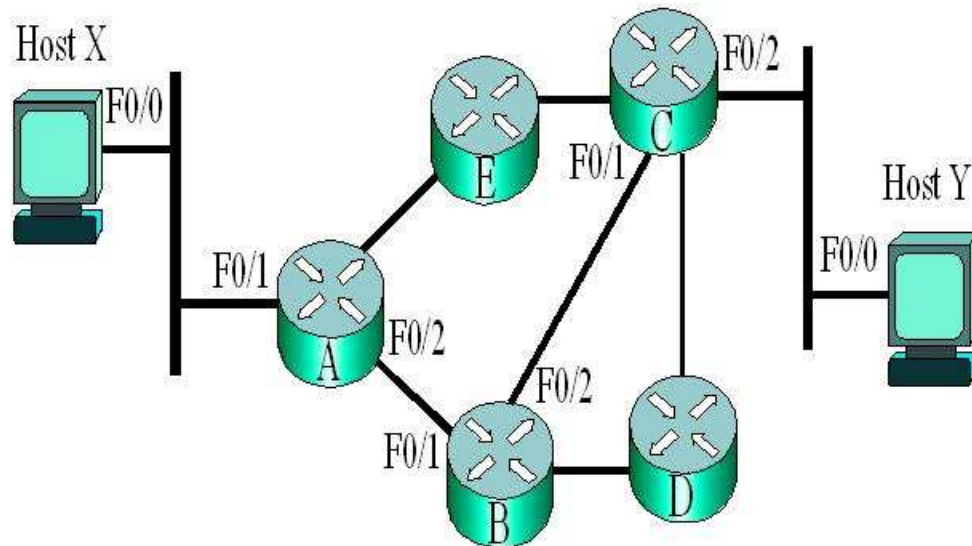


Рисунок 3.5 – Передача данных по сети

Таблица 3.1 – 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
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 3.2).

Таблица 3.2 – Пакеты данных

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



заголовка пакета	
------------------	--

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 3.3 – 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 3.4).

Таблица 3.4 – Кадр данных в соответствии с MAC-адресом 0001AAAA1111

Заголовок кадра	Заголовок пакета	Поле данных
-----------------	------------------	-------------

MAC-адрес узла назначения 0001AAAA111	MAC-адрес узла источника 011ABC123456	IP-адрес узла назначения 200.40.40.7	IP-адрес узла источника 172.16.10.11	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 3.5). В новом пакете изменяются некоторые поля заголовка, но IP-адреса источника и узла назначения остаются неизменными:

Таблица 3.5 – 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 – 0001BBBB1111.

Новый кадр передается на входной порт маршрутизатора Router B (таблица 3.6).

Таблица 3.6 – Передача кадра на входной порт маршрутизатора B

Заголовок кадра	Заголовок пакета	Поле данны
-----------------	------------------	------------

MAC-адрес узла назначения0001BBBB 1111		MAC-адрес узла источника0002AAAA 2222		IP- адрес узла назначения200.40. 40.7	IP-адрес узла источника172.16.1 0.11	x
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 3.7):

Таблица 3.7 – Передача кадра с новым MAC-адресом в маршрутизатор С

Заголовок кадра		Заголовок пакета			Поле данных
MAC-адрес узла назначения0001CCCC 1111	MAC-адрес узла источника0002BBB B2222	IP- адрес узла назначения200.40.40 .7	IP-адрес узла источника172.16.1 0.11	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 3.8 – Передача кадра узлу назначения Host Y

Заголовок кадра		Заголовок пакета			Поле данных
MAC-адрес узла назначения022DEF12 3456	MAC-адрес узла источника0002CCCC2 222	IP- адрес узла назначения200.40. 40.7	IP-адрес узла источника172. 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.

### 3.3 Задание на лабораторную 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#confterm**

**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**

**Ивключиминтерфейс**

**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 FrameRelay. Конфигурируем интерфейс serial 0/3/0 как FrameRelay.

**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 FrameRelay 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 FrameRelay 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#wrmem**

9) Выйдем из сессии CISCO2911\_2, запустим сессию CISCO2911\_1 и следуем следующей процедуре:

**TELECOM1>en**

```
TELECOM1#confterm
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 FrameRelay. Конфигурируем интерфейс serial 0/3/0 как FrameRelay.

```
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 FrameRelay 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 FrameRelay 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 FrameRelay.

**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#wrmem**

18) И проверяем ее.

**TELECOM1# showrunning-config**

19) Соединяем кабелем LAN порты gigabitEthernet 0/2 обоих маршрутизаторов (рисунок 3.6). В результате получаем конструкцию, показанную на рисунке 3.6.

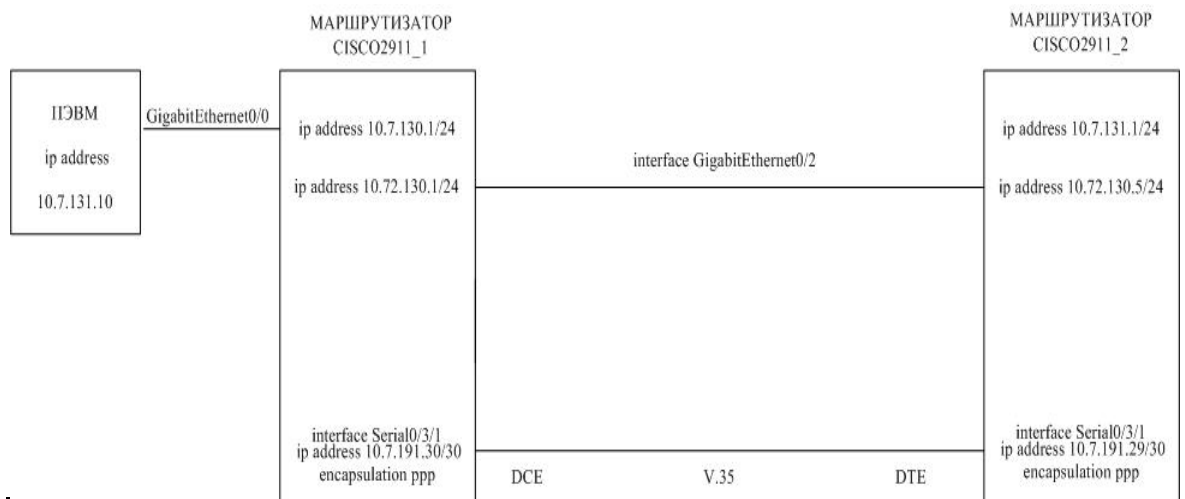


Рисунок 3.6 – Подключение маршрутизаторов CISCO2911\_1 и CISCO2911\_2

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 3.7).

```

Обмен пакетами с 10.29.131.1 по 32 байтам данных:
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
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 байтам 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. ...
Исходный узел      Маршрутный узел
Прыжок  RTT      Утер./Отпр.  %      Утер./Отпр.  %      Адрес
0         0мс      0/100 = 0%   0/100 = 0%   0         1
1         0мс      0/100 = 0%   0/100 = 0%   0         10.7.130.1
2        13мс     0/100 = 0%   0/100 = 0%   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. ...
Исходный узел      Маршрутный узел
Прыжок  RTT      Утер./Отпр.  %      Утер./Отпр.  %      Адрес

```

Рисунок 3.7 – 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 FrameRelay, воспользуемся мультиплексором CX900 компании MEMOTEC (Канада).

Соединим оборудование согласно схеме, показанной на рисунке 3.8.

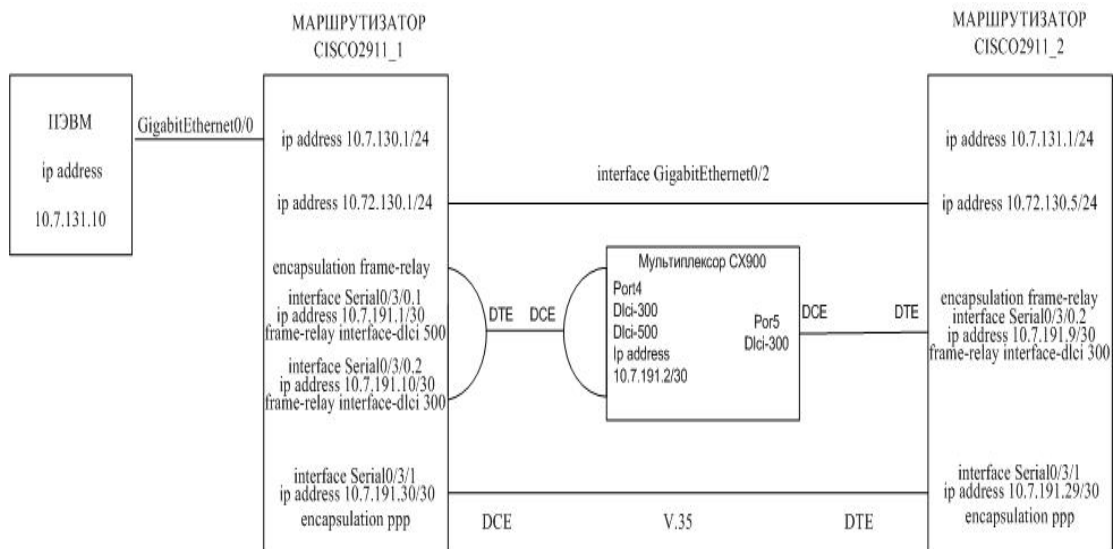


Рисунок 3.8 – Канал, работающий по протоколу FrameRelay



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
#
# generatedbyNikolaPavluchenkov "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 наTELECOM1
# 2  5      V.24 - (DCE) направление на TELECOM2
# 4  1      BRIS/T
# 5  1      DAV - FXS (C54)
# 5  2      DAV - FXS (C54)

#####
# Disable PnP
#
# frircuit:2.1022 rowst=1
# ipcftbl: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
#
#Конфигурируемпортыкак 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**

#

**frcircuit:[4.300,4.500,5.300,5.500,41.2,41.3,41.4,41.5] rowst=2**

**frcircuit:4.300 lsap=41,ldlci=1,fragsz=64,alias=TELECOM\_1\_1**

**frcircuit:4.500 lsap=41,ldlci=2,fragsz=64,alias=TELECOM\_1\_2**

**frcircuit:5.300 lsap=41,ldlci=3,fragsz=64,alias=TELECOM\_2\_1**

**frcircuit: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 конвергентный 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 SKRIPTLAB3.

Подключаем консольный порт мультиплексора СХ900 к СОМ-порту компьютера, загружаем программу СХAccess, выбираем номер СОМ-порт согласно диспетчера устройств и подключаемся к мультиплексору. Вводим пароль по умолчанию supervisor и получаем доступ к мультиплексору (рисунок 3.9).

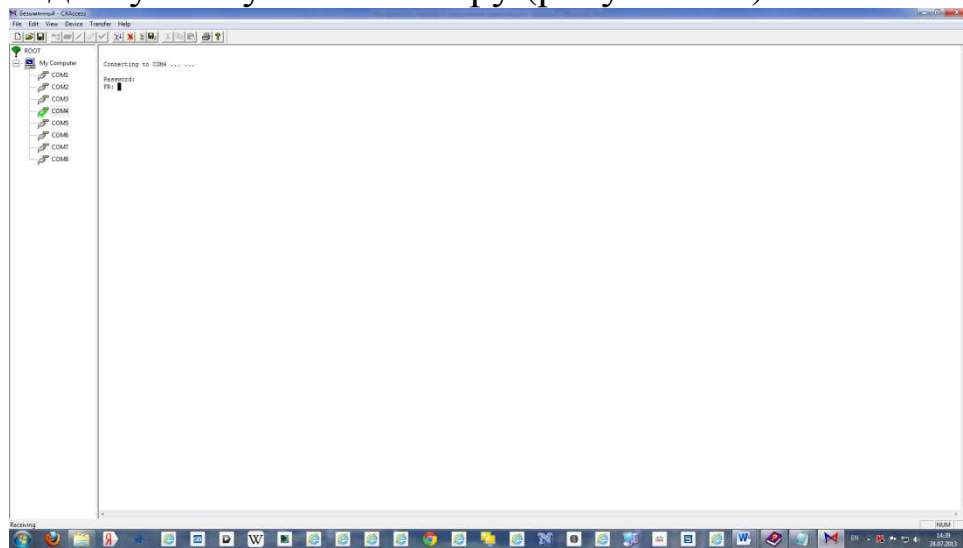


Рисунок 3.9 – Получение доступа к мультиплексору

31) Выбираем закладку Transfer, SendScript, Run и выбираем для загрузки, созданный и сохраненный файл (рисунок 3.10).

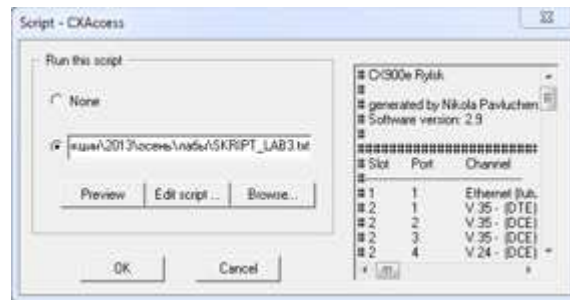


Рисунок 3.10 – Процесс загрузки скрипта.

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 =
1speed = 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  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 = 994  rxfrm = 972  llpbfrm = 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  txcddsc = 0  txwindsc = 0  txlpbdsc = 0
rxrcfrm = 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  prttrsts = 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 prtrtp = 1 clktrp = 1 prttype = 3 prtifttype = 2  
 prtstate = 1 clkstate = 2 dcdstate = 3 dtrstate = 3 rtsstate = 3  
 ctsstate = 3 dsrstate = 3 drsstate = 2 tmstate = 3 llstate = 2  
 rirstate = 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 txcddsc = 0 txwindsc = 0 txlpbdsc = 0  
 rxcrcfrm = 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-ур.

**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 CX900 воспользуемся программой CXAccess (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 3.12).

```

Минимальное = 5мсек, Максимальное = 5 мсек, Среднее = 5 мсек
C:\Users\Николай>ping 10.29.131.1
Обмен пакетами с 10.29.131.1 по с 32 байтами данных:
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
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 = 9 мсек, Среднее = 9 мсек
C:\Users\Николай>ping 10.30.131.1
Обмен пакетами с 10.30.131.1 по с 32 байтами данных:
Ответ от 10.30.131.1: число байт=32 время=24мс TTL=254
Ответ от 10.30.131.1: число байт=32 время=23мс TTL=254
Ответ от 10.30.131.1: число байт=32 время=23мс TTL=254
Ответ от 10.30.131.1: число байт=32 время=24мс TTL=254
Статистика Ping для 10.30.131.1:
  Пакетов: отправлено = 4, получено = 4, потеряно = 0
  (0% потерь)
  Приблизительное время приема-передачи в мс:
  Минимальное = 23мсек, Максимальное = 24 мсек, Среднее = 23 мсек
C:\Users\Николай>ping 10.31.131.1
Обмен пакетами с 10.31.131.1 по с 32 байтами 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>

```

Рисунок 3.11 – Процесс удалённого доступа к маршрутизаторам



Рисунок 3.12 – Проверка удалённого доступа при помощи сессии

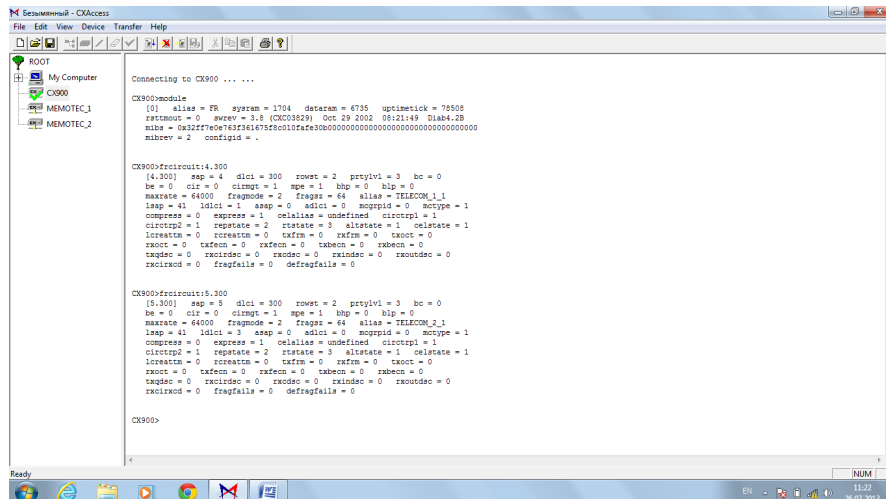


Рисунок 3.13 – Процесс проверки удалённого доступа к маршрутизатору

### 3.4 Список вопросов для самоконтроля

- 1) В чем заключается особенность протокола FrameRelay?
- 2) Приведите назначение полей заголовка кадра FrameRelay.
- 3) Охарактеризуйте механизм сквозной коммутации.
- 4) В чем заключается процедура регулирования скорости в сетях FrameRelay?
- 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?



## 4 Лабораторная работа №4 «Конфигурирование IP-телефонии (VoiceIP) на маршрутизаторах компании Cisco»

### 4.1 Цель работы

- изучение способов конфигурирования IP – телефонии на оборудовании компании CISCO.

### 4.2 Краткие теоретические сведения

#### 4.2.1 Основы цифровой обработки сигналов

Рассмотрим некоторые теоретические предпосылки возникновения направления «Цифровая обработка сигналов», а именно теорему Котельникова.

Теорема Котельникова (в англоязычной литературе – теорема Найквиста - Шеннона или теорема отсчётов) гласит, что, если аналоговый сигнал  $x(t)$  имеет ограниченный спектр, то он может быть восстановлен однозначно и без потерь по своим дискретным отсчётам, взятым с частотой строго большей удвоенной максимальной частоты спектра  $f_c$ .

Такая трактовка рассматривает идеальный случай, когда сигнал начался бесконечно давно и никогда не закончится, а также не имеет во временной характеристике точек разрыва. Именно это подразумевает понятие «спектр, ограниченный частотой  $f_c$ ».

Разумеется, реальные сигналы (например, звук на цифровом носителе) не обладают такими свойствами, так как они конечны по времени и, обычно, имеют во временной характеристике разрывы. Соответственно, их спектр бесконечен. В таком случае полное восстановление сигнала невозможно и из теоремы Котельникова вытекают 2 следствия:

Любой аналоговый сигнал может быть восстановлен с какой угодно точностью по своим дискретным отсчётам, взятым с частотой  $f > 2f_c$ , где  $f_c$  – максимальная частота, которой ограничен спектр реального сигнала.

Если максимальная частота в сигнале превышает половину частоты дискретизации (Частота дискретизации (или частота семплирования) – частота взятия отсчетов непрерывного во времени сигнала при его дискретизации (в частности, аналого-цифровым преобразователем). Измеряется в Герцах), то способа

восстановить сигнал из дискретного в аналоговый без искажений не существует.

Говоря шире, теорема Котельникова утверждает, что непрерывный сигнал  $x(t)$  можно представить в виде интерполяционного ряда

$$x(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} x(k\Delta) \operatorname{sinc} \left[ \frac{\pi}{\Delta} (t - k\Delta) \right],$$

где  $\operatorname{sinc} = \sin x / x$  – функция *sinc*. Интервал дискретизации удовлетворяет ограничению  $0 < \Delta < 1 / (2f_c)$ . Мгновенные значения данного ряда есть дискретные отсчёты сигнала  $x(k\Delta)$ .

Используемые частоты дискретизации звука:

- 8 000 Гц – телефон, достаточно для речи, кодек G711
- 22 050 Гц – радио;
- 32 000 Гц;
- 44 100 Гц – используется в Audio CD;
- 48 000 Гц – DVD, DAT.
- 96 000 Гц – DVD-Audio (MLP 5.1)
- 192 000 Гц – DVD-Audio (MLP 2.0)
- 2 822 400 Гц – SACD Super audio CD 5.1 – максимальная на данный момент (2008)

Для получения полностью цифрового сигнала (рисунок 4.2, б) кроме дискретизации (рисунок 4.2, а) необходимо осуществить квантование по уровню каждой из полученных дискрет (рисунок 4.1).

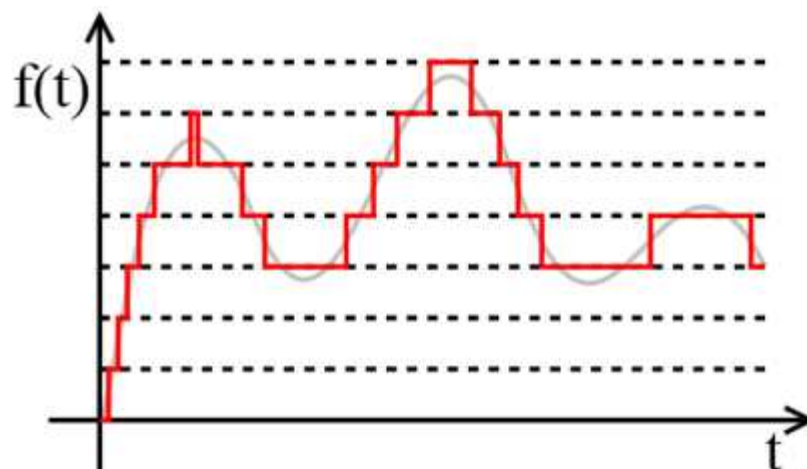


Рисунок 4.1 – Квантованный сигнал

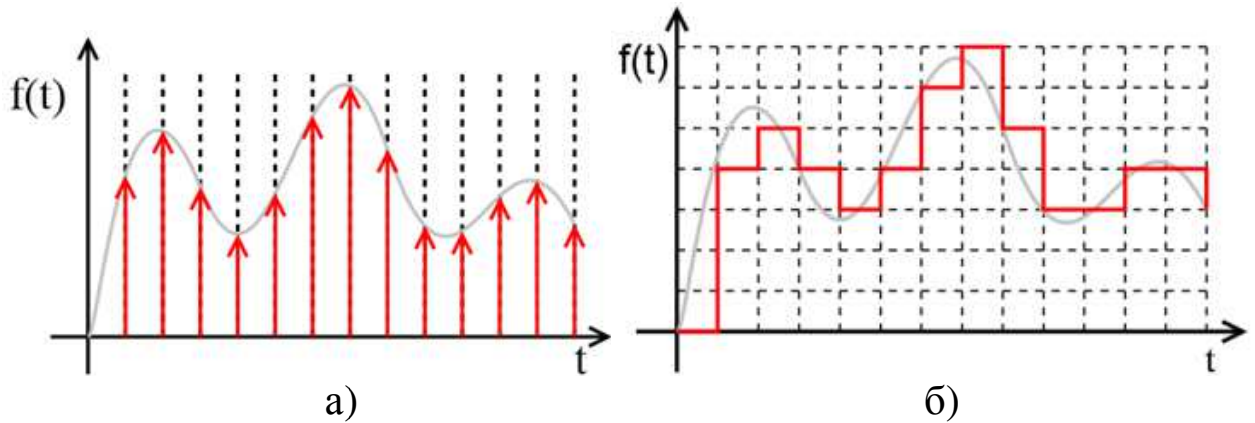


Рисунок 4.2 – Не квантованный сигнал с дискретным временем (а), цифровой сигнал (б)

Такое преобразование называется ИКМ (импульсно-кодовая модуляция) преобразованием.

Амплитудные характеристики каналов, показывающие зависимость изменения  $U_{\text{ВЫХ}}$  от  $U_{\text{ВХ}}$ , или в нормированных единицах, а ЦСП с ИКМ бывают двух типов:

- 1) с равномерной (линейной) шкалой квантования;
- 2) с неравномерной (нелинейной) шкалой квантования.

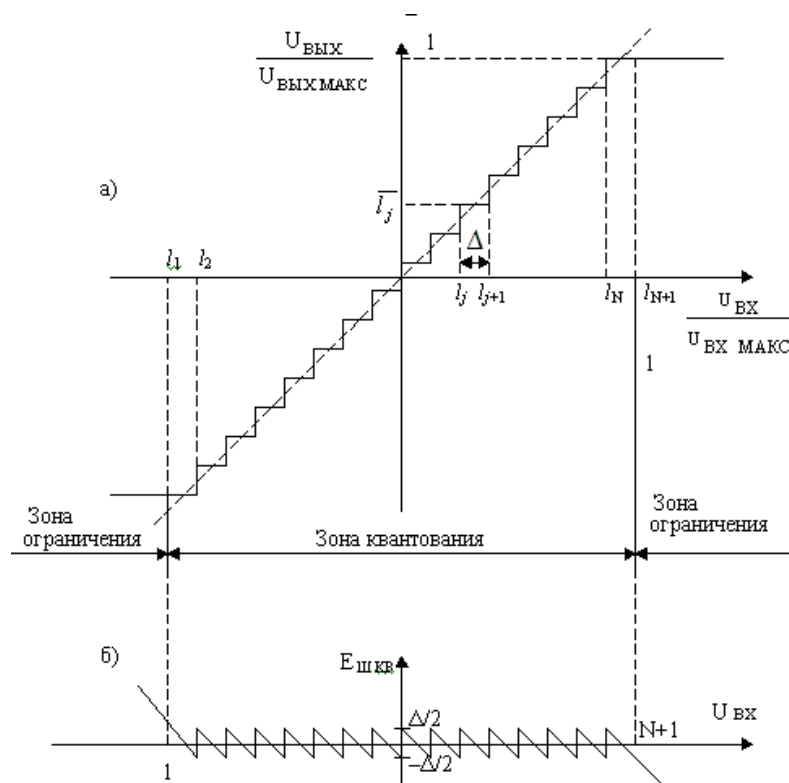


Рисунок 4.3 – Линейное квантование по уровню: амплитудная характеристика (а); шумы квантования (б).

При линейном квантовании как показано на (рисунке 4.3) шаг квантования в зоне квантования одинаков во всем рабочем динамическом диапазоне изменения входного сигнала от  $U_{ВХ\text{ МИН}}$  до  $U_{ВХ\text{ МАКС}}$ , а амплитуда шума квантования не превышает половины шага квантования. При превышении  $U_{ВХ}$  некоторого  $U_{ВХ\text{ МАКС}}$ , наступает режим ограничения:  $U_{ВЫХ\text{ МАКС}}$ , определяется разрядностью кода  $m$  и, при использовании кодов конечной разрядности, любой входной сигнал  $U_{ВХ} > U_{ВХ\text{ МАКС}}$  будет передаваться в канале в виде сигнала  $U_{ВЫХ} = U_{ВЫХ\text{ МАКС}}$ ; при этом возникают шумы ограничения, величина которых значительно превышает шумы квантования:  $P_{Ш\text{ ОГР}} > P_{Ш\text{ КВ}}$ .

Большое число разрядов в коде ( $m > 12$ ) при равномерном квантовании приводит к усложнению аппаратуры ЦСП с ИКМ и неоправданному увеличению частоты передачи кодовых импульсных комбинаций (тактовой частоты в канале).

Устранить указанный существенный недостаток можно, осуществляя неравномерное (нелинейное) квантование, которое используется в современных ЦСП.

Сущность неравномерного квантования заключается в следующем. Для малых по амплитуде ТФ сигналов шаг квантования выбирается минимальным и постепенно увеличивается, достигая максимальных значений для больших по амплитуде ТФ сигналов, как показано на рисунке 4.4.

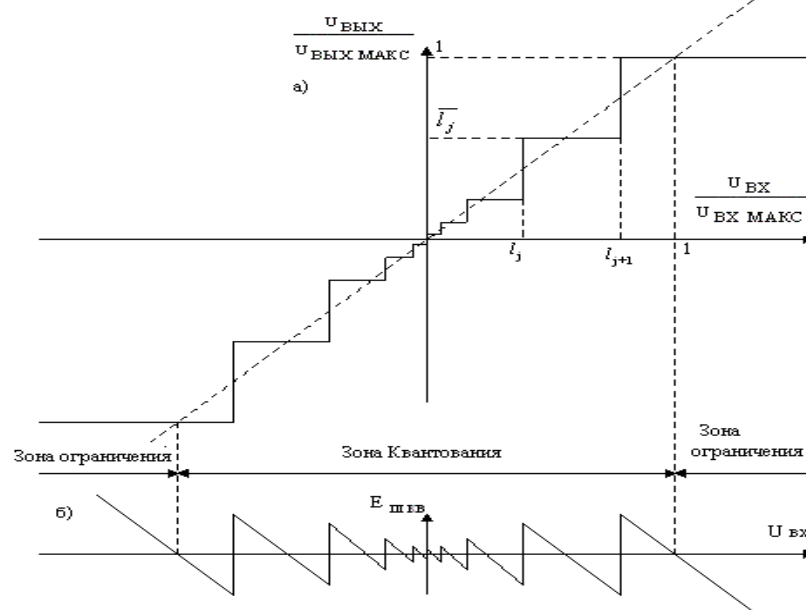


Рисунок 4.4 – Нелинейное квантование по уровню: амплитудная характеристика (а); шумы квантования (б).

При этом шум квантования возрастает с увеличением шага квантования для больших по мощности ТФ сигналов, однако их отношение стремится к постоянной величине. Таким образом происходит выравнивание шумов квантования во всем динамическом диапазоне изменения уровней ТФ сигнала.

При нелинейном квантовании общее число уровней квантования уменьшается по сравнению с линейным в том же динамическом диапазоне сигнала, в результате удается снизить разрядность кодовой канальной комбинации до  $m=8(n=256)$ . Во всех современных ЦСП с ИКМ (как PDH, так и SDH) канальные кодовые комбинации формируются при помощи нелинейного 8-ми разрядного кодирования.

В настоящее время нелинейное кодирование осуществляется путем принятия логарифмической амплитудной характеристики, когда передается не эффективное напряжение ТФ сигнала, а его логарифмическое значение, что эквивалентно сжатию динамического диапазона.

Процесс логарифмирования (сжатия (компрессии) динамического диапазона) и кодирования, а также обратная операция декодирования и расширения (экспандирования), реализуется в цифровом виде в нелинейных кодерах и декодерах (кодеки).

Существуют два основных алгоритма, представленных в стандарте,  $\mu$ -law (используется в Северной Америке и Японии) и  $A$ -law (используется в Европе и в остальном мире). Оба алгоритма являются логарифмическими, но более поздний  $a$ -law был изначально предназначен для компьютерной обработки процессов. Стандарт также определяет последовательность кодов, соответствующих уровню сигнала 0 dB.

- Мю-закон (алгоритм аналогового сжатия, используемый в системах цифровой связи Северной Америки и Японии для модификации динамического диапазона аналогового речевого сигнала до оцифровки):  $y = \ln(1 + \mu * x) / \ln(1 + \mu)$ , где  $\mu = 255$ .

- А-закон ( $A$ -law) (алгоритм аналогового сжатия, используемый в системах цифровой связи Европы и в остальном мире для модификации динамического диапазона аналогового речевого сигнала до оцифровки):

$$y = A_x / (1 + \ln A)$$

для  $x \leq 1/A$

$$y = (1 + \ln(A \cdot x)) / (1 + \ln A)$$

для  $1/A \leq x \leq 1$ , где  $A = 87.6$

#### 4.2.2 Некоторые типы речевых кодеков

Рекомендация, утверждённая МККТТ в 1984 г., описывает кодек, использующий ИКМ преобразование аналогового сигнала с точностью 8 бит, тактовой частотой 8 КГц и простейшей компрессией амплитуды сигнала. Скорость потока данных на выходе преобразователя составляет 64 Кбит/с, называется основной цифровой поток (ОЦК или DS0).

Такой кодек имеет название G.711 – это ITU-T стандарт для аудио компандирования. В основном используется в телефонии. G.711 – стандарт для представления 8-ми битной компрессии голоса с частотой дискретизации 8000 кадров/секунду и 8 bit/кадр. Таким образом, G.711 кодек создаёт поток 64 kbit/s, в дальнейшем DS0 или ОЦК (Основной цифровой канал).

#### 4.2.3 Дифференциальная импульсно-кодовая модуляция

Как известно, при передаче дискретизированных во времени непрерывных аналоговых сигналов с ограниченным спектром, отсчеты сигналов в соседних точках дискретизации с большой вероятностью мало отличаются друг от друга. Поэтому можно вместо кодирования и дальнейшей передачи отсчетов передавать по каналу связи кодированные значения разности соседних отсчетов, по которым на приемной стороне восстанавливаются значения отсчетов сигнала с АИМ-2. Такой метод и называется дифференциальная импульсно-кодовая модуляция (ДИКМ).

Амплитуды разностей отсчетов меньше амплитуд самих отсчетов, поэтому при одинаковом шаге квантования число разрядов в кодовой канальной комбинации при ДИКМ меньше, чем при ИКМ. Уменьшение числа разрядов в кодовой группе при ДИКМ снижает скорость передачи цифрового канального сигнала. Если в качестве кодера ИКМ использовать кодер с нелинейной шкалой квантования, в которой шаг квантования изменяется в зависимости от величины разностного сигнала, число шагов

квантования еще более уменьшается, а значит уменьшается и скорость передачи цифрового сигнала. Такая модификация получила название адаптивной ДИКМ (АДИКМ или ADPCM).

G.726 –кодек является стандартом ITU-T адаптивной импульсно-кодовой модуляции – ADPCM и описывает передачу голоса полосой в 16, 24, 32, и 40 килобит/сек.

Наиболее часто используемый среди них 32 килобит/сек, который равен ровно половине полосы стандартного кодека G.711, поэтому его использование сразу повышает полезную нагрузку сети на 100%. В первую очередь используется на международных линиях связи в телефонных сетях. Он также является стандартным кодеком, используемым в беспроводных телефонах системы DECT, а также используется в некоторых камерах фирмы Canon и IP-камерах фирмы Panasonic.

В настоящее время при передаче информации в сотовых сетях связи и передаче речи по Internet (IP-телефония) очень популярны методы кодирования с предсказанием. Они могут использоваться как в чистом виде, так и в сочетании с другими видами кодирования, например, вокодерами, которые будут рассмотрены в следующей лекции.

Согласно теории, речевой сигнал является стационарным случайным процессом и его отрезок длительностью в одну секунду можно полностью описать (то есть оцифровать, передать или сохранить в цифровом виде и затем восстановить в исходный сигнал по цифровому представлению) цифровым потоком 60 байт/сек. Идея оцифровывать и передавать (или сохранять) в цифровом виде не сам сигнал, а его параметр (количество переходов через ноль, спектральные характеристики и др.), чтобы затем по этим параметрам выбрать модель голосового тракта и синтезировать исходный сигнал, лежит в основе «вокодеров» (Voice CODER) или «синтезирующих кодеков». Принцип предсказания достаточно прост (рисунок 4.5).

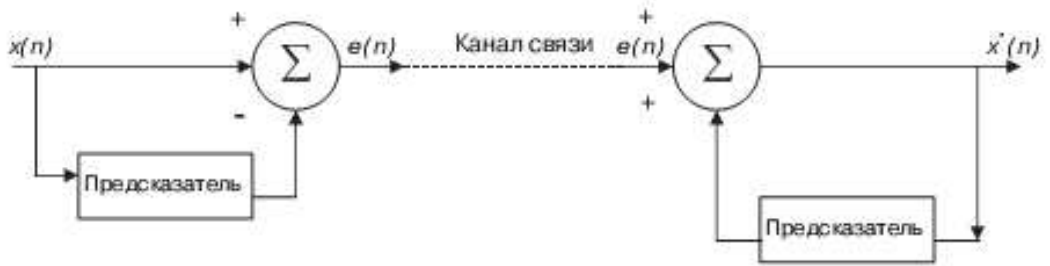


Рисунок 4.5 – Модель адаптивного предсказания

На передающей стороне устанавливается предсказатель, которой по полученной в предыдущий момент информации вырабатывает (предсказывает) последующую информацию. При поступлении информации от передатчика предсказанное и истинное значение сравниваются (вычитаются) и передается ошибка предсказания. В предельном случае, когда предсказание полностью верно, сигнал "ошибка предсказания" равен нулю. На приемном конце устанавливается предсказатель, который, по предыдущей информации, вырабатывает последовательные значения сигнала – те же самые, что и предсказатель передатчика, – и корректирует (суммирует) с поступившим сигналом ошибки. Передача разностного сигнала в большинстве случаев требует меньшего числа разрядов. Выигрыш от кодирования на практике легче оценивать по мощности. Поэтому выигрыш от кодирования измеряют отношением мощности кодирования при равномерном и при разностном квантовании.

Поскольку информация в канале достаточно предсказуема – кодирование с адаптивным предсказанием снижает объем передаваемой по каналу информации.

G.729 – широко используемый тип кодека, скорость 8 Кбит/с. Алгоритм основан на модели кодирования с использованием линейного предсказания с возбуждением по алгебраической кодовой книге (CELP-модель). Кодер оперирует с кадрами речевого сигнала длиной 10 мс, дискретизованными с частотой 8 КГц, что соответствует 80-ти 16-битным отсчётам в линейном законе. Для каждого кадра производится анализ речевого сигнала и выделяются параметры модели (коэффициенты фильтра линейного предсказания, индексы и коэффициенты усиления в адаптивной и фиксированной кодовых книгах). Далее эти параметры кодируются и передаются в канал.



В декодере битовая посылка используется для восстановления параметров сигнала возбуждения и коэффициентов синтезирующего фильтра. Речь восстанавливается путём пропускания сигнала возбуждения через кратковременный синтезирующий фильтр.

В случае потери передаваемой кодером битовой посылки, исходные данные для речевого синтезатора получаются интерполяцией данных с предыдущих «хороших» кадров, но при этом энергия интерполированного речевого сигнала постепенно уменьшается, что не создаёт особого дискомфорта у слушателя.

Для всех типов кодеков справедливо правило: чем меньше плотность цифрового потока, тем больше восстановленный сигнал отличается от оригинала. Однако восстановленный сигнал гибридных кодеков обладает вполне высокими характеристиками, восстанавливается тембр речевого сигнала, его динамические характеристики, другими словами, его «узнаваемость» и «распознаваемость».

Кодек G729 широко используется в сетях с коммутацией пакетов (в частности в ИНТЕРНЕТ) позволяя значительно экономить полосу пропускания для речевого трафика.

**Интерфейсы систем коммутации.** Интерфейсы FXS и FXO  
Интерфейсы FXS и FXO – это названия портов, посредством которых подключаются аналоговые телефонные линии ТФОП (также известные под названием «телефонные сети общего пользования»).

Интерфейс FXS(АЛ) – порт, который дает возможность подключения абонента к аналоговой телефонной линии. Другими словами «розетка в стене» выдает сигнал станции, обеспечивает батарейное питание линии и напряжение, необходимое для звонка. . На порт FXS подается постоянное напряжение около 50 В с аналоговой телефонной линии. Поэтому прикосновение к проводникам подключенной телефонной линии вызывает слабый «электрический удар». Отдельное питание телефонной линии позволяет осуществлять звонки даже при отсутствии напряжения в сети переменного тока

Интерфейс FXO(СЛ) – разъем, в который включается аналоговая телефонная линия. Это разъем на телефонном или факсимильном аппарате или разъем / разъемы на аналоговой мини-

АТС. Такой порт имеет индикацию состояния трубка снята / трубка на телефоне (замыкание цепи). Так как порты (разъемы) являются частью устройства, например, телефона или факса, такое устройство часто называют «устройством FXO» или «аналоговым устройством».

Схематично: аналоговый телефон (FXO) <--> (FXS) мини-АТС (FXO) <--> (FXS) провайдер услуг связи.

Разъемы FXO и FXS всегда парные, то есть имеют «вилку» и «гнездо».

При отсутствии мини-АТС, телефон подключается прямо к розетке FXS, предоставляемой телефонной компанией.

При наличии мини-АТС, телефонные линии, ведущие от телефонной компании, подключаются к мини-АТС, к которой также подключаются абонентские телефоны. Поэтому мини-АТС должна быть оборудована портами обоих типов – для подключения портов FXS от телефонной компании и портов FXO для подключения телефонов или факсов.

### 4.3 Задание на лабораторную работу

Воспользуемся фрагментом сети из двух маршрутизаторов CISCO 2911 и мультиплекса FrameRelay CX900, построенным на предыдущем практическом занятии. Напомним, что упомянутые маршрутизаторы соединены через порты SERIAL1 посредством протокола point-to-point, через порты SERIAL0 посредством протокола FrameRelay и через порты LAN посредством протокола GigabitEthernet. Компьютер имеет IP-адрес 10.7.130.10 и подключен через свой LAN порт к порту gigabitEthernet 0/0 первого маршрутизатора TELECOM1 (рисунок 4.6).

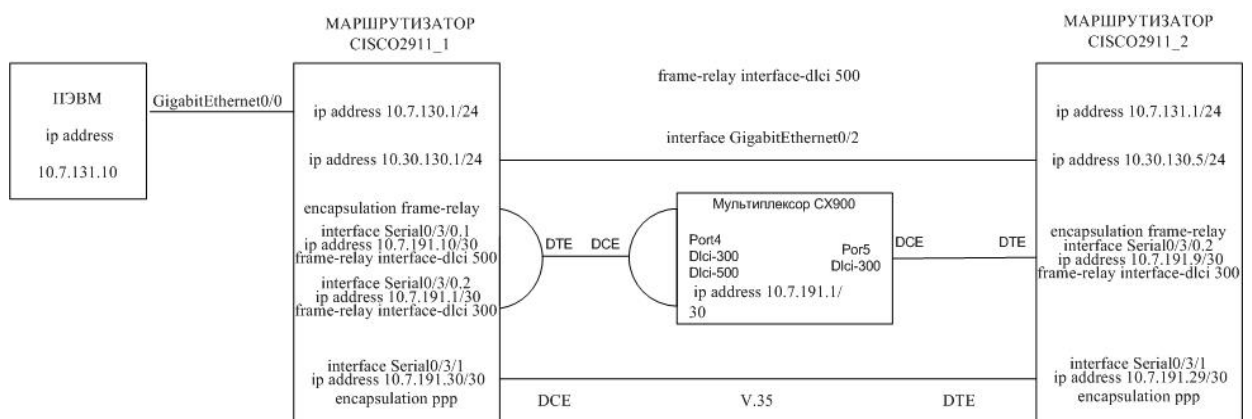


Рисунок 4.6–Фрагмент сети состоящей из CISCO 2911 и мультиплексора FrameRelayCX900.

В каждом маршрутизаторе установлены:

- модуль NM-HD-1V, для голосовых шлюзов, предназначен для обеспечения взаимодействия с широко распространенным телефонным оборудованием и обеспечивают более высокую плотность аналоговых и цифровых (BRI) портов в сравнении с предыдущими моделями NM-1V и NM-2V, более того, в новых модулях можно комбинировать аналоговые и цифровые голосовые порты, а также порты для передачи данных, модуль начального уровня NM-HD-1V обладает одним слотом расширения под интерфейсные карты с аналоговыми или цифровыми (BRI) голосовыми портами. На модуле установлен DSP-процессор, который позволяет обрабатывать до 4 одновременных вызовов при использовании любых поддерживаемых кодеков. Голосовая интерфейсная карта VIC3-4FXS/DID предназначена для прямого подключения аналогового телефонного аппарата или факсимильной машины с помощью FXS порта, VIC3-4FXS/DID содержит четыре порта, для подключения используются коннекторы RJ-11.

1) Запустите сессию CISCO2911\_1 и следуйте следующей процедуре.

2) Убедитесь, что голосовые порты видны в конфигурации маршрутизатора.

**TELECOM1#sh run**

**voice-port 1/0/0**

**voice-port 1/0/1**

**voice-port 1/0/2**

**voice-port 1/0/3**

3) Создайте dial-peer на каждый из портов (будем использовать первые два).

**TELECOM1(config)#dial-peer voice 1 pots**

**TELECOM1(config-dial-peer)#destination-pattern 1111**

**TELECOM1(config-dial-peer)#port 1/0/0**

**TELECOM1(config-dial-peer)#exit**

**TELECOM1(config)#dial-peer voice 2 pots**

**TELECOM1(config-dial-peer)#destination-pattern 1112**

```
TELECOM1(config-dial-peer)#port 1/0/1
TELECOM1(config-dial-peer)#exit
TELECOM1(config) #exit
TELECOM1#wrmem
```

4) Подсоедините к первым двум портам аналоговые телефоны и произведите взаимные телефонные звонки. Затем удаленные, при этом в качестве канала связи для голосовых пакетов используйте канал rpp.

```
TELECOM1(config)#dial-peer voice 3 voip
TELECOM1(config-dial-peer)#destination-pattern 2221
TELECOM1(config-dial-peer)#session target ipv4:10.7.191.29
TELECOM1(config)#dial-peer voice 4 voip
TELECOM1(config-dial-peer)#destination-pattern 2222
TELECOM1(config-dial-peer)#session target ipv4:10.7.191.29
TELECOM1(config-dial-peer)#exit
TELECOM1(config)#exit
TELECOM1#wrmem
```

5) Убедитесь, что dial-peer созданы правильно.

```
TELECOM1#sh run
dial-peer voice 1 pots
destination-pattern 1111
port 1/0/0
dial-peer voice 2 pots
destination-pattern 1112
port 1/0/1
dial-peer voice 3 voip
destination-pattern 2221
session target ipv4:10.7.191.29
dial-peer voice 4 voip
destination-pattern 2222
sessiontargetipv4:10.7.191.29
```

6) Запустите сессию CISCO2911\_2 и следуйте следующей процедуре.

7) Создайте dial-peer на каждый из портов (будем использовать первые два).

```
TELECOM2(config)#dial-peer voice 1 pots
TELECOM2(config-dial-peer)#destination-pattern 2221
TELECOM2(config-dial-peer)#port 1/0/0
```

```

TELECOM2(config-dial-peer)#exit
TELECOM2(config)#dial-peer voice 2 pots
TELECOM2(config-dial-peer)#destination-pattern 2222
TELECOM2(config-dial-peer)#port 1/0/1
TELECOM2(config-dial-peer)#exit
TELECOM2(config) #exit
TELECOM2#wrmem

```

8) Подсоедините к первым двум портам аналоговые телефоны и произведите взаимные телефонные звонки. Затем удаленные, при этом в качестве канала связи для голосовых пакетов используйте канал PPP.

```

TELECOM2(config)#dial-peer voice 3 voip
TELECOM2(config-dial-peer)#destination-pattern 1111
TELECOM2(config-dial-peer)#session target ipv4:10.7.191.30
TELECOM2(config)#dial-peer voice 4 voip
TELECOM2(config-dial-peer)#destination-pattern 2222
TELECOM2(config-dial-peer)#session target ipv4:10.7.191.30
TELECOM2(config-dial-peer)#exit
TELECOM2(config)#exit
TELECOM2# wrmem

```

9) Убедитесь, что dial-peer созданы правильно.

```

TELECOM1#sh run
dial-peer voice 1 pots
destination-pattern 2221
port 1/0/0
dial-peer voice 2 pots
destination-pattern 2222
port 1/0/1
dial-peer voice 3 voip
destination-pattern 1111
session target ipv4:10.7.191.29
dial-peer voice 4 voip
destination-pattern 1112
sessiontargetipv4:10.7.191.29

```

10) Подсоедините к первым двум портам аналоговые телефоны и произведите взаимные телефонные звонки в соответствии с dial-планом:

```

CISCO2911_1:

```

тел. 1.....№1111;  
тел. 2.....№1112.

**CISCO2911\_2:**  
тел. 1.....№2221;  
тел. 2.....№2222.

#### **4.4 Список вопросов для самоконтроля**

- 1) Назовите основные преимущества IP-телефонии?
- 2) Какие бывают типы протоколов VoiceIP?
- 3) С какой целью применяется нелинейное квантование по уровню?
- 4) Возможно ли восстановить сигнал из дискретного в аналоговый без искажений, если максимальная частота в сигнале превышает половину частоты дискретизации? Почему?
- 5) С какой целью на приёмном и передающем конце линии связи используются адаптивные предсказатели?
- 6) Что такое дифференциальная импульсно-кодовая модуляция?
- 7) В каких случаях применяется равномерное и неравномерное квантование? В чём заключается основное различие?

### **5 Лабораторная работа №5 «Конфигурирование IP-телефонии (протокол SIP) на маршрутизаторах компании Cisco»**

#### **5.1 Цель работы**

- организация локальных сетей для небольших компаний, выход в интернет которых реализовывается при помощи маршрутизаторов компании «Cisco Systems» на базе технологии Voice over IP.

#### **5.2 Краткие теоретические сведения**

IP-телефония является одной из областей передачи данных, где все процессы передачи информации должны происходить в режиме реального времени и где особенно важна динамика передачи сигнала, которая обеспечивается современными методами кодирования и передачи информации; в результате увеличивается пропускная способность каналов по сравнению с традиционными телефонными сетями.

Хорошо изучены факторы, влияющие на качество IP-телефонии. Они могут быть разделены на две категории:

1) Качества IP-сети характеризуют:

- максимальная пропускная способность- максимальное количество данных, которая она передает;
- задержка- промежуток времени, требуемый для передачи пакета через сеть;
- джиттер- задержка между двумя последовательными пакетами;
- потеря пакета- пакеты или данные, потерянные при передаче через сеть.

2) Качества шлюза характеризуют:

- требуемая полоса частот пропускания;
- задержка- время, необходимое сигнальному процессору DSP для кодирования и декодирования речевого сигнала;
- объем буфера джиттера для сохранения пакетов данных до тех пор, пока все пакеты не будут получены; затем можно будет передать часть речевой информации в требуемой последовательности и таким образом минимизировать джиттер;
- возможность потери пакетов- потеря пакетов при сжатии и/или передаче в оборудовании IP-телефонии;
- наличие функции подавления эха, возникающего при передаче речи по сети.

В сетях IP протокол управления передачей (Transport Control Protocol - TCP) может решить проблему нарушения порядка следования пакетов данных из-за установления последовательности передачи и использования подтверждений, однако для передачи голоса используется протокол дейтаграмм пользователя (User Datagram Protocol - UDP), а не TCP. Применение протокола UDP в технологии VoIP обусловлено тем, что у посылающего устройства нет необходимости перед отправкой последующих пакетов

дождаться подтверждения от принимающего устройства. Данные VoIP отправляются тем же способом, который используется при отправке аудио- или видеоданных в сети Интернет. Потеря небольшого количества голосовых пакетов считается приемлемой и может быть компенсирована с помощью механизма кодирования/декодирования, а также различных методов интерполяции речи, то есть посредством заполнения отсутствующих звуков с помощью DSP-технологии, которая анализирует форму звукового колебания и предсказывает отсутствующий звук.

Организация ITU-T серьезно занималась исследованием проблем, связанных с задержками при передаче голоса по сети. В результате был разработан стандарт ITU-T G.114, который рекомендует, чтобы задержка при передаче голоса в одном направлении не превышала 150 миллисекунд. Также стандарт рекомендует рассматривать задержку от 150 до 400 миллисекунд как приемлемую, если говорящий и слушающий понимают наличие задержки и готовы с ней смириться. В том случае, когда задержка достигает 400 миллисекунд и более, она становится заметной. Для сравнения можно привести общение через спутник: задержка при передаче по спутниковой связи в одном направлении составляет примерно 170 миллисекунд; при этом не учитывается задержка, возникающая в устройствах, расположенных на земле. Стандарт также устанавливает, что при передаче голоса задержка более чем 400 миллисекунд является неприемлемой.

Возможны случаи, когда при передаче речи по IP-сети возникают намного большие, чем в ТфОП, задержки, которые, к тому же, изменяются случайным образом. Этот факт представляет собой проблему и сам по себе, но кроме того, усложняет проблему эха. Задержка (или время запаздывания) определяется как промежуток времени, затрачиваемый на то, чтобы речевой сигнал прошел расстояние от говорящего до слушающего. Можно выделить следующие причины задержки при передаче речи от источника к приемнику (рисунок 5.1).

- Задержка накопления (иногда называется алгоритмической задержкой): эта задержка обусловлена необходимостью сбора кадра речевых отсчетов, выполняемая в речевом кодере. Величина



задержки определяется типом речевого кодера и изменяется от небольших величин (0,125 мкс) до единиц миллисекунд.

- Задержка обработки: процесс кодирования и сбора закодированных отсчетов в пакеты для передачи через пакетную сеть создает определенные задержки. Задержка кодирования или обработки зависит от скорости работы процессора и используемого типа алгоритма обработки.

- Сетевая задержка: задержка обусловлена физической средой и протоколами, применяемыми для передачи речевых данных, а также буферами, используемыми для удаления джиттера пакетов на приемном конце.

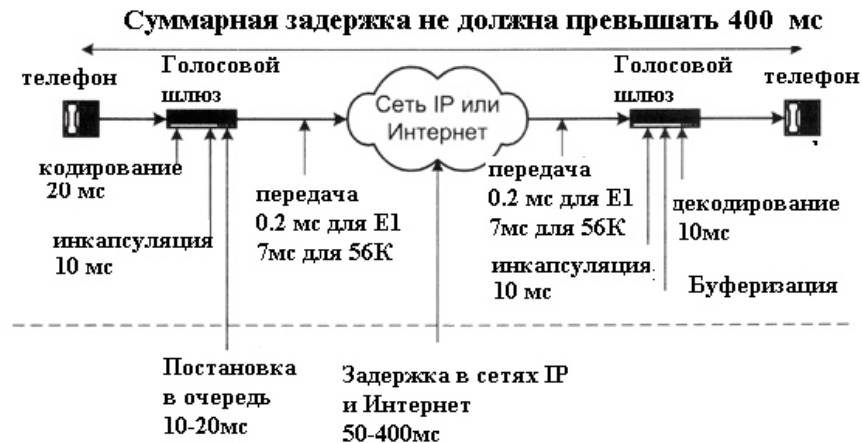


Рисунок 5.1 – Источники задержки при передаче речи по IP-сети

Важно отметить тот факт, что задержки в сетях с коммутацией пакетов влияют не только на качество передачи речевого трафика в реальном времени. Не менее существенно, что данные задержки в определенных ситуациях могут нарушить правильность функционирования телефонной сигнализации в цифровых трактах типа E1/T1 на стыке голосовых шлюзов с оборудованием коммутируемых телефонных сетей.

### 5.3 Задание на лабораторную работу

#### 5.3.1 Создание схемы фрагмента IP-УАТС на базе маршрутизатора CISCO 2911

Воспользуемся маршрутизатором CISCO 2911 предварительно сконфигурированным на лабораторном занятии №1 и создадим на его базе следующую схему (рисунок 5.2).

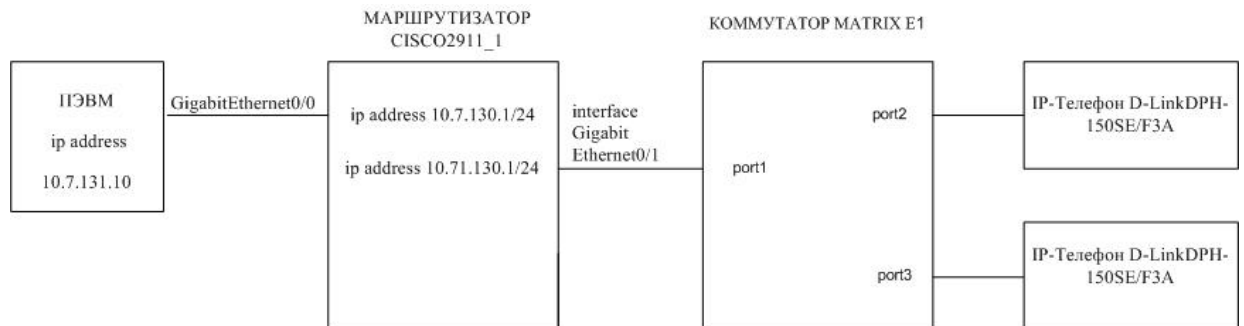


Рисунок 5.2 – Схема фрагмента IP-УАТС (протокол SIP) на базе маршрутизатора CISCO 2911

Воспользуемся терминальной программой CRT.

1) Создадим сессию CISCO2911\_1 с IP-адресом 10.7.130.1 и запустим ее.

**User Access Verification**

**Password:cisco**

2) Входим в привилегированный режим.

**TELECOM2>en**

**Password:cisco**

3) Входим в режим конфигурации.

**TELECOM2#conf term**

**Enter configuration commands, one per line. Endwith CNTL/Z.**

4) В качестве интерфейса для SIP телефонии выбираем gigabitEthernet 0/1.

**TELECOM2(config)#interface gigabitEthernet 0/1**

5) И присваиваем ему IP-адрес.

**TELECOM2(config-if)#ip add 10.71.130.1 255.255.255.0**

**TELECOM2(config-if)#exit**

6) Осуществим настройку dhcp-сервера на маршрутизаторе (на выбранном интерфейсе), так как практически все телефоны по умолчанию настроены на получение IP-адреса именно таким способом.

**TELECOM2(config)#ipdhcp pool voicepool**

**TELECOM2(dhcp-config)#network 10.71.130.0 255.255.255.0**

**TELECOM2(dhcp-config)#default-router 10.71.130.1**

**TELECOM2(dhcp-config)#option 150 ip 10.71.130.1**

**TELECOM2(dhcp-config)#lease 0 0 30**

**TELECOM2(dhcp-config)#exit**

7) Все настройки вроде бы очевидны. За исключением, наверное, 150-ой опции. Данная опция передаёт в DHCP-настройках адрес tftp-сервера (tftp-сервер вещь очень полезная для работы с телефонами).

8) Чтобы разрешить звонки между SIP-телефонами, подключенными к нашей АТС необходимо сконфигурировать.

```
TELECOM2(conf-voi-serv)#allow-connections sip to sip
TELECOM2(conf-voi-serv)#exit
```

9) Далее конфигурируем срок регистрации SIP-телефонов.

```
TELECOM2(config)#voice service voip
TELECOM2(conf-voi-serv)#sip
TELECOM2(conf-serv-sip)#registrar server expires max 3600 min
3600
TELECOM2(conf-serv-sip)#exit
TELECOM2(conf-voi-serv)#exit
```

10) Теперь необходимо создать т.н. класс кодеков — набор кодеков, которые планируется использовать.

```
TELECOM2(config)#voice class codec 1
TELECOM2(config-class)#codec preference 1 g711alaw
TELECOM2(config-class)#codec preference 2 g711ulaw
TELECOM2(config-class)#codec preference 3 g729r8
```

11) Первым будет сделана попытка использовать кодек 711alaw, если не удастся, то g711ulaw, ну и дальше интуитивно понятно.

12) Настройка CME для работы с SIP-телефонами. Все настройки касающиеся работы протокола SIP происходят в разделе voice register global.

```
TELECOM2(config)#voice register global
TELECOM2(config-register-global)#mode cme
TELECOM2(config-register-global)#source-address 10.71.130.1
port 5060
```

13) Порт 5060 это порт протокола UDP: VoIP-SIP. Задаем максимальное количество телефонных каналов.

```
TELECOM2(config-register-global)#max-dn 50
И максимальное количество телефонных аппаратов
TELECOM2(config-register-global)#max-pool 50
TELECOM2(config-register-global)#exit
```

14) directory number (номерной план) создаётся следующим образом для первого телефона.

```
TELECOM2(config)#voice register dn 1
TELECOM2(config-register-dn)#number 100
TELECOM2(config-register-dn)#exit
TELECOM2(config)#voice register pool 1
TELECOM2(config-register-pool)#id mac 7854.2ecf.48db
```

15) Mac адрес телефона выясняем на индикаторе IP-телефона следуя меню – статус – еще – сеть – mac.

```
TELECOM2(config-register-pool)#number 1 dn 1
TELECOM2(config-register-pool)#voice-class codec 1
TELECOM2(config-register-pool)#username test1 password test1
```

16) Для второго телефона.

```
TELECOM2(config)#voice register dn 2
TELECOM2(config-register-dn)#number 200
TELECOM2(config-register-dn)#exit
TELECOM2(config)#voice register pool 2
TELECOM2(config-register-pool)#id mac 7854.2ecf.48dd
```

17) Mac адрес телефона выясняем на индикаторе IP-телефона следуя меню – статус – еще – сеть – mac.

```
TELECOM2(config-register-pool)#number 2 dn 2
TELECOM2(config-register-pool)#voice-class codec 1
TELECOM2(config-register-pool)#username test2 password test2
TELECOM2(config)#exit
TELECOM2#exit
```

18) Сохраните конфигурацию.

```
TELECOM2#wr memory
```

Теперь необходимо зарегистрировать телефоны на сервере. Для этого с помощью браузера зайти на их веб-настройки по адресам, которые можно прочитать на индикаторах телефонов. В нашем случае это 10.71.130.2 и 10.71.130.3

DPH-150SE	ОСНОВНОЕ	СЕТЬ	<b>VOIP</b>	ТЕЛЕФОН	Системное управление	БЕЗОПАСНОСТЬ	ВЫХОД
SIP	<b>Выбор SIP-линии</b>						
STUN	SIP 1 <input type="button" value="Загрузить"/>						
МАРШРУТИЗАЦИЯ ВЫЗОВОВ	<b>Основные настройки &gt;&gt;</b>						
	Статус регистрации:	Зарегистрирован	Домен Realm:				
	Адрес сервера:	10.71.130.1	Адрес прокси-сервера:				
	Порт сервера:	5060	Порт прокси-сервера:				
	Имя пользователя:	test1	Имя пользователя прокси сер:				
	Пароль:	****	Пароль:				
	SIP пользователь:	100	Адрес вторичного сервера:				
	Отображаемое имя:	test1	Порт вторичного сервера:	5060			
	Включить регистрацию:	<input checked="" type="checkbox"/>	Имя сервера:				
	<b>Настройки кодеков &gt;&gt;</b>						
	<b>Расширенные настройки &gt;&gt;</b>						
	<input type="button" value="ПРИМЕНИТЬ"/>						
	<b>Глобальные настройки SIP &gt;&gt;</b>						
	<input type="button" value="ПРИМЕНИТЬ"/>						

Рисунок 5.3 – Регистрация телефона на сервере

В соответствующих строках установите параметры, которые были вставлены ранее и нажмите «применить». После успешной регистрации на мигающие красные индикаторы LINE1 погаснут. Можно осуществить взаимные звонки.

#### 5.4 Список вопросов для самоконтроля

- 1) Что такое IP-телефония, в каких ситуациях актуально её использование?
- 2) Какова максимальная задержка при передаче речи по IP-сети?
- 3) В каких случаях в телефонной сети возникает эхо? При помощи каких средств оно устраняется?
- 4) Дайте определение понятию сетевой задержки?
- 5) Дайте определение понятию алгоритмической задержки? В каких случаях она возникает?
- 6) При каких условиях задержка в телефонной сети становится заметной?
- 7) Существуют ли телефонные сети с задержкой сигнала менее 50 миллисекунд?