министерство образования и науки республики казахстан

Некоммерческое акционерное общество АЛМАТИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ

кафедра TOLOKOMM SHLKOHLLOR	HHAL CUCIEMPI
3	«Допущен к защите» Ваведующий кафедрой
	(Ф.И.О., ученая степень, звание)
	«»20 г (подпись)
	(подпись)
дипломный	
Hatemy: Paspaborka ceth F 41 Ha Babare, Apcerana r	beame feloy ha Med Craci
Специальность 580H 909	
	Me control
Выполнил (а) МОДОКОЦЧЕВ Е.К. (Фамилия и инициалы)	группа
(• •
Научный руководитель КСНРГЦЗВОСВС	илия и инициалы, ученая степень, звание)
Сонсультанты:	PHILIP IN MANUALISM, Y TORIGH O'TORIGHD, SEGMENT)
о экономической части:	
POPULL H.A CI VERICA	DO PERO
Фамилия и имициалы, ученая степень, зва	ание)
<u></u>	2017 1.
по безопасности жизнедеятельности: МОНОНБОВО СВ СГ. ПО	PROMORPIO M
(Фамилия и инициалы, ученая степень, зва « 6 »	ние)
	<i>OG</i> 20 <u>14</u> r.
по применению вычислительной техники:	
Cercendo A.O. el. O	PEROJOBOTENS
(Фамилия и инициалы, ученая степень, зван	ние)
Beufn « 12 »	06 20 <u>14</u> r.
(подпись)	1.11
	Alf -
(Фамилия и инициалы, ученая степень, зван	ние)
<u> </u>	
(подпись)	AISTORIONAGE TO 13.
Іормоконтролер: СТОРОТОВСЬ У Н	илия и инициалы, ученая степень, звание)
List	« 12 » 06 20 /Jfr.
(подпись)	
ецензент:	
•	илия и инициалы, ученая степень, звание) « 20 г. —
(подпись)	<u> </u>
(подпись)	
Алматы 2014	Property and the second

министерство образования и науки республики казахстан

Некоммерческое акционерное общество АЛМАТИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ

Факультет 30 4 1С
Cheunanbhocts 53071900 Paliforestifico snertifotifico li tener-uffic
Kapedpa Terekommyreuragradiene charenoi
• · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·
ЗАДАНИЕ .
на выполнение дипломного проекта
Студент Mongerages Lexan Karbipaouebuy
(фамилия, имя, отчество)
Тема проекта <u>Розроботко сети frame Relagno Mef Cracter</u> (
HO 30BORP, APORTON" B ARMOTHHOROW OBNOCH
01 013 -
утверждена приказом ректора № 115 от «24» сентября 2015 г.
Срок сдачи законченной работы «25 » мсээ 2014 г.
Исходные данные к проекту требуемые параметры результатов
проектирования (исследования) и исходные данные объекта
LOMMUTOTOP CISCO MEX 8200
Kapens OKA-01-6-12-10/125-036/022.3,5/18-2,7
JV # = 0, 059
N, =1,4681
Net Clarker Professional 4.
Перечень подлежащих разработке дипломного проекта вопросов или
краткое содержание дипломного проекта: Отрастительной Респис Респис Related How Net Crecher H. 1 100
TOWN TO COLUMN TO THE TOWN THE
SOBOLE " PROHON" & AMONUMEROLI OBNOCTU.
HOW NOTHER DOBOTH 3 OKNED HORTCH B CO3HOHRUH BILLHOU
KOPPOPATHEROU CETH. PRIPHERIUM NOCTOBLERRICH WENT
DEMAKEL GIEVALORING SONOARA
- OPLOHUSOBOLD STITHATE COLD LOWING SOLL 3-40" HESTIGNA
- POPPOBOTOTO CKRILY PRORTUPY CMOÙ CETU
-OCHRELBRUD BREOD JEKHONOLITH JEGENOLITH POHLLDIK
MERLY PROPRETING OFFICIAL LICENT POLICE POLI
- PORCYPET THEOLOGOPHURENGHORTH ERTH FROME RELOW
-Pacyor MONOXBI MONDEROHUA INA MEROJAYU PONDEO
NO CETH FRAME Relay - PUBPOBOTKO MOJEKH EETH FRAME Relay AND MOJER Med Granethe
- FORDODOKO MOHEN CENT HOUNT LEGGE LOS MONEY LEGGEN

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей) — Рис. 11- Сеть орист воромо "Арсяком"; Рис. 1.2. Сеть Ри-
ALICANO SOBORO "APECHON": PLIC. 1.3 KK-TDI 200 POWOROWIC"
PLE 14 - OPPORTURE CETH HO OCHOBE PROEKTLY. TOKOKOB
CB934. 1.5 - HENDARS, CETH CROKETHON MERCHOLIN ADHIBIN.
Pare 16-1700 cour POSSELAND IP-TROPHED: PLE 1-1-TOMBERIO
TEMMOB POSBLITHO TENEROMMUHHITOU, YEAU! PHE EI-CETP
Frame Relay: Pue 2.2 - CB930 KCMMHOTEPO CULLOPOBOLT
NHHURI: PUE 23-CKRMO CIRKO PROTOKONOR FROMP
Pelay, Pueze-Popmai ragpo, Pueze Es Epartypo yBe-
DAMEHULL OTEPEPYSKE KOHONO; PLIE 26 CAPYRTYPHOG
exemor Probabblock cercy frame Relay.
Рекомендуемая основная литература
1. ONLOOD B., ONLOOD H., KOMMERCHAR COTH. PRINKLATOL
1. ONLOCO B., ONLOCO H., KOMMERCEPHHE CCTU. PRUHLUTOI, TECHONOPHU, PROTOKONDI CNO.: PLARP, 2006-958C.
1. Onuce B., Onuce H., Kommercether Cett. Prinkly with, PETHONOPHILL, PROTOKOMI CNO.: PLATER, 2006-958C. 2. BORARGALL K., OCTOPONIO ! ONTOBONOMIO! CRIL LI CHERMON
1. Onuder B., Onuder H., Kommederthe eeth. Prihighth. Textonorth, Protokondi CNO.: Phier, 2006-968e. 2. Bararykhe K., Octorokho! Ontobonokho! Ceth h eneremble Cegsh Nº 2 - 2000 C. 5-7
1. Onuder B., Onuder H., Kommerchare eeth. Prhagairth, remonormy, protokombi C. 16.: Marer, 2006-958c. 2. Barmeakyc K., Octoroxano i ontobonoxano i Cora u cherembi cegsa Nº 2-2000 C. 5-7 3. Wrayber 1. A. Modentrorohue na GPSI-M: Modentrorohue 1980
1. Onuce B., Onuce H., Kommercether Cett. Principil, Pernonophili, Protokombi CNo.: Nuter, 2006-958c. 2. Barnelikuc K., Octoroxho: Ontobonoxho! Cett is Cherendi Cegsi Nº 2-2000, -C. 5-7 3. Warher T. J. Modernopohile Ha GPSI-1M: Maximumocrochile 1980 4. Kowarko M.R., Chareba H.P., Penday A.A Procoboderbance
1. Onuder B., Onuder H., Kommerchare eeth. Prhatigith, Perronormy, Protokombi C.P. : Phare, 2006 - 958c. 2. Barmeyanc K., Octoroxano ! Ontobonoxano! Ceth in encrembi cegsi Nº 2 - 2000 C. 5-7 3. Warner P. M. Modernordanne na GPSI - M.: Mannihoctoranie 1980 4. Kongunta M.P., Charer H.P., Perboy A.A. Provobodetbourge Ocermente. Metalyyerus yrazanya k pomonaenia
1. Onuded B., Onuded H., Kommercether Elic. Melhicuitol, Perhonophic, Protokombi CMB.: Miner, 2006-958c. 2. Barnelikic K., Octoroxho: ontobonoxho! Coth in Cherendi CB93C Nº 2 - 2000 C. B-7 3. Warher T. J. Modernopahue na GPSI-1xt: Maximhocropehue 1980 4. Kowarber M. Chaeba H. D., Penbay A. A. Tipalobaderbancop Ocoewerne. Metaphyerkie yrazania k obmaneniao Pasheno. Orraha payla" o Burnomhom modere Anni-Ara
1. Onuce B., Onuce H., Kommercether Cett. Principal, Pernonophu, Protokombi CNo.: Nuter, 2006-958c. 2. Barnelikuc K., Octorokho: ontobonokho! Cett u chermon Cegsu Nº 2 - 2000, -C. 5-7 3. Waruber T. J. Modernopahue na GPSI-M: Manuhoctorhue 1980 4. Koulubra N.T., Chaeba H.T., Penbay A.A Readbodethor Descreture, Metaphyrekue ykasahua k esmonhethue Pashena. Okraha Tryla" B Authomhom Trockte Annita
1. Onuder B., Onuder H., Kommerether eeth. Prihituiti, remonothu, protokondi Cho.: Phife, 2006 - 958c. 2. Barrectanc K., Octoroaho: ontoeonoano! Ceth in energiali cegsh Nº 2 - 2000 C. 5-7 3. Weaher I. J. Modenhordahhe Ha GPSI - M.: Madhhochoehher 1980 4. Kowandro M.I., Chareba H.I., Penday A.A. Troubadeteathor Oceewerher. Metaphyearur yrasahua k edinoahethur Pasheno. Orraha Trydo" B Authomhom Trockte Anm-Ara AJH, 1989 5. Anheares C. Metaphyearur yrasahua 10 Authomhomy
1. Onuce B., Onuce H., Kommercether Cett. Principal, Pernonophu, Protokombi CNo.: Nuter, 2006-958c. 2. Barnelikuc K., Octorokho: ontobonokho! Cett u chermon Cegsu Nº 2 - 2000, -C. 5-7 3. Waruber T. J. Modernopahue na GPSI-M: Manuhoctorhue 1980 4. Koulubra N.T., Chaeba H.T., Penbay A.A Readbodethor Descreture, Metaphyrekue ykasahua k esmonhethue Pashena. Okraha Tryla" B Authomhom Trockte Annita

Консультанты по проекту с указанием относящихся к ним разделов

Раздел	Консультант	Сроки	Подлись
Trougues raes	3 Snaseer AA	04.04-13.06	Bale
BYLD	Manane celebe C.F.	11.04-16,06.14	Mile
Boly mex	Concernola D. O.	26.05 - 12.06.14	Recel .
			/ ,
			. 4

$\Gamma \ P \ A \ \Phi \ I\!\!I \ K$ подготовки дипломного проекта

No	Наименование разделов, перечень	Сроки	Примечание
п/п	разрабатываемых вопросов	представления	
		руководителю	
7	Brejoure	02.04.14	290
<u>S</u>	reoperhences 40ets	80.04.14	39 %
වි	Pacyariag 40ab	10.00.14	30 %
9 CD F	ESSONOCHOUT KUSHRAPAT.		10000
5	DROHOHUL. 40CD	95.06.14	10 %
0	BALLICATIONSH. LOCAD.	·	🦻 ગ્ર
7	HOPMOKOMPOND	·	7 96
8	30 Kat DIRTHE		2 9/0
		·	
		·	
		·	
			,
	,		
		·	
·	1		

Дата выдачи задани	PPGPTAD « C » RI	20 <u>1+</u> r.
Заведующий кафедр	юй	Manuaxmerob A.P
	(подпись)	(Фамилия и инициалы)
Руководитель	Heff-	
	(подпись)	(Фамилия и инициалы)
Задание принял к ис	полнению	
студент	(подоле	(Фамилия и инициалы)
	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	

АҢДАТПА

Бұл бітіру жұмысында NetCracker бағдарламасы негізінде «Арсенал» зауытының және оның филиалдарының Frame Relay желісінің имитациялық моделін жобалау ұсынылған.

Жұмыстың мақсаты бірыңғай корпоративті желі құру болып табылады.

Жұмыста құрылғы таңдау, корпоративті желі бойынша есептеулер, NetCracker бағдарламасында Frame Relay желісінің үлгісін жобалау көрсетілген.

Сондай-ақ, жұмыста жабдықтарды пайдалану кезіндегі өміртіршілік қауіпсіздігінің шаралары сипатталды.

Экономикалық бөлімде капиталдық және пайдалану шығындардың есептеулері жүргізілді.

КИЦАТОННА

В выпускной работе представлена разработка имитационной модели сети Frame Relay завода «Арсенал» и его филиалов на пакете программ NetCracker.

Цель данной работы заключается в создании единой корпоративной сети.

В работе представлены выбор оборудования, расчеты по корпоративной сети, разработка модели сети Frame Relay на NetCracker.

А так же, в работе описаны меры безопасности жизнедеятельности при эксплуатации оборудования.

В экономической части произведен расчет капитальных затрат и эксплуатационных расходов.

ANNOTATION

In the final work presents the development of simulation models Frame Relay network factory "Arsenal" and its branches in the software package NetCracker. The aim of this work is to create a single corporate network. The paper presents the selection of equipment, calculations over a corporate network, to develop a model on a Frame Relay network NetCracker. And also, the paper describes the security measures at the life of the equipment. In a calculation of the economic capital and operating costs.

Содержание

Введение	8	
1 Анализ существующей сети	9)
1.1 Общие сведения о корпоративной сети завода «Арсенал»	»9)
1.2 Анализ проблем	12	,
1.3 Способы организации единой сети передачи данных	12	,
1.4 Перспективы развития корпоративных сетей	15	
1.5 Выбор технологии Frame Relay		
1.6 Постановка задачи		
1.7 Требования к магистрали корпоративных сетей	19	
1.8 Достоинства и недостатки сети Frame Relay	20	
2 Сети с ретрансляцией кадров	21	
2.1 Основные принципы технологии Frame Relay	21	
2.2 Стек протоколов Frame Relay		
2.3 Структура кадра протокола LAP-F		
2.4 Глобальные сети с коммутацией пакетов		
2.5 Типы устройств доступа организации доступа к		
сети Frame Relay.	34	
2.6 Качество обслуживания в сетях Frame Relay		
3 Выбор оборудования	41	
3.1 Особенности выбора оборудования	41	
3.2 Выбор коммутатора для ЛВС		
3.3 Выбор маршрутизатора		
3.4 Выбор коммутаторов Frame Relay		
3.5 Выбор кабеля		
3.6 Расчет основных характеристик световода,		
выбор световода	46	
3.7 Расчет затухания сигнала в оптическом волокне	48	
3.8 Расчет дисперсий	50	
3.9 Расчет Расчет надежности ВОЛС	51	
3.9.1 Проектируемая схема организации связи		
сети Frame Relay	55	
4 Расчеты по корпоративной сети	57	
4.1 Расчет производительности сети Frame Relay	57	
4.2 Расчет полосы пропускания для передачи голоса по		
сети Frame Relay		
4.3 Разработка модели сети Frame Relay на NetCracker		
4.4 Разработка метода проведения экспериментов на модели	160	
5 Безопасность жизнедеятельности		
5. 1 Анализ условий труда обслуживающего персонала	66	
5.2 Меры пожарной профилактики		
5.3 Расчет снижения шума в помещений оператора за счет и		Я
шумопоглощающих покрытий		
5.4 Расчет искусственного освещения		
6. Бизнес план	75	

6.1 Цель проекта	75
6.2 Финансовый план	
6.2.1 Расчет капитальных затрат	
6.2.2 Определение годовых эксплуатационных расходов	
6.2.3 Расчет доходов	
Заключение	82
Список литературы	84
Перечень сокращений	
Приложение А	

Введение

В настоящее время из-за увеличения объемов клиент-серверного трафика, которые передаются по глобальным сетям используются новые сети. Трафик, рождаемый клиент-серверными приложениями, используемые для локально-сетевых сред, имеет, чрезвычайно разный характер: большая часть пропускной способности сети требуется в течение малых интервалов времени []. Передача такого вида трафика по выделенным линиям или по сети связи с временным разделением каналов коммутации не эффективна, большую часть времени доступная емкость сети тратится впустую: временные слоты резервируются независимо от того, что передается информация или нет [].

Рост компьютерных приложений, которые требуют высокоскоростные телекоммуникаций, использование интеллектуальных ПК и рабочих станций, доступ к высокоскоростным линиям передачи связи с малым коэффициентом ошибок — это все служит для создания новой формы коммутации в территориальных сетях.

При использовании современных высокоскоростных телекоммуникационных сетей, использующих волоконно-оптическую среду передачи данных, уровень ошибок резко упал. По причине этого большая избыточность кодировки поля пакета стала ненужной, она лишь отнимает ресурсы сетей.

Протокол сетей Frame Relay разработан для эксплуатаций линий связи с малым уровнем помех, коевыми являются волоконно-оптические магистрали. Поэтому в протоколе Frame Relay нет избыточности, которая была характерна для сетей X.25. В сетях Frame Relay устранена система контроля за ошибками всего кадра. Вместо этого сетевой коммутатор проверяет целостность полученного кадра, только для адресного поля производит контроль ошибок. Если один из тестов не проходит, коммутатор посылает запрос на вторичную передачу кадра.

Протокол сети Frame Relay – выделяет особенности архитектуры сети, направленные на ускорение обработки информации в узлах и строится на концепции пакетной коммутации, и, как следствие, он больше подходит для передачи клиентсерверного трафика в глобальной сети. При помощи данной технологии несколько пользователей могут вместе использовать одну магистраль так, что каждый получает необходимую ему пропускную способность сети в нужный момент для себя. Одно из главных преимуществ сети Frame Relay в том, что он обслуживает посылки пакетных данных, так что сети абонентов могут отправлять столько данных по сети Frame Relay, сколько им необходимо в тот или иной момент времени. Пользователи получают большую пропускную способность сети за меньшую, чем в случае TDM, стоимость, неиспользуемую поскольку выделенную ИМ не надо платить за Первоначальные сети с коммутацией каналов могли предоставить абоненту скорость около 64 кбит/с, а сети Frame Relay позволили подключаться абонентам в глобальную телекоммуникационную сеть при скорости 2 Мбит/с.

1 Анализ существующей сети

1.1 Общие сведения о корпоративной сети завода «Арсенал»

В административном центре Алматинской области в селе Жетыген расположен филиал офиса промышленного гиганта «Арсенал», завод по переработке металла. Этот филиал, входящий в систему завода «Арсенал», ежегодно выпускает сотни продукции.

Сеть завода «Арсенал» представлена на рисунке 1.1, она оснащена учрежденческой мини IP-ATC типа Panasonic серии KX-TDA 200, подключенной к телефонной станции по кабелю прямого питания ТПП-50х2, находящегося на балансе завода и локально-вычислительной сети, которая работает в локальном режиме.

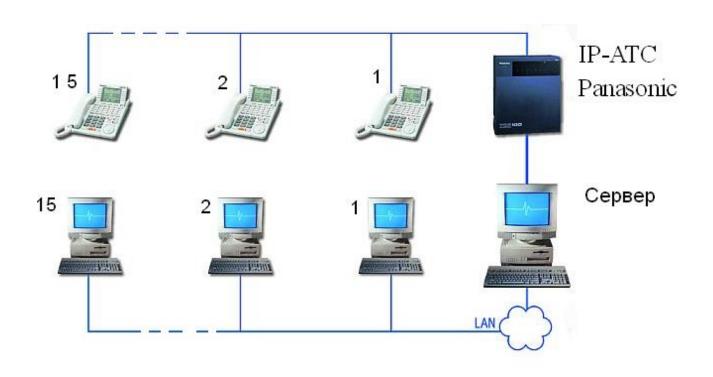


Рисунок 1.1 – Сеть офиса завода «Арсенал»

Введенный в действие филиал завода «Арсенал» в настоящее время имеет свою сеть в которую входят учрежденческих автоматических телефонных станций (УАТС) IP-ATC Panasonic серии KX-TDA 200 и локально вычислительную сеть, представленную на рисунке 1.2.

Обе сети имеют разнотипные ЭВМ. Локально-вычислительные сети построены по технологии сети Ethernet. Обе сети офиса и его филиала не образуют единую корпоративную сеть. В общей сложности завод завода «Арсенал» имеет на балансе 35 узлов с вновь проектируемым филиалом. Сетевые компоненты, соеденены по витой паре. Протяженность оптического кабеля от проектируемого филиала, до ТСОП около 3903 м.

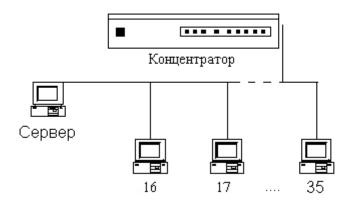


Рисунок 1.2 – Сеть филиала завода «Арсенал»

Работу компьютерной сети офиса и его филиала можно представить моделью, состоящей из слоев:

- компьютеры;
- коммуникационное оборудование;
- операционные системы;
- серверное оборудование,
- маршрутизатор.

На рисунке 1.3 представлена функциональная схема УАТС.

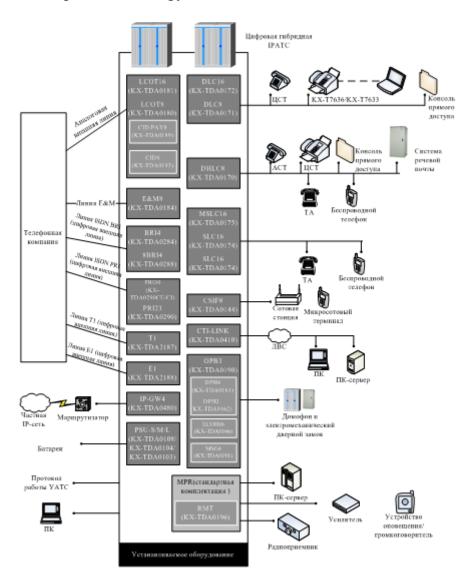


Рисунок 1.3 – KX-TDA200 «PANASONIC»

Функциональность современных цифровых УАТС очень разнообразна: интерфейс с ISDN, услуги голосовой почты и конференц-связи, автоматическое распределение вызовов и другие функции. Цифровая гибридная система IP - PBX KX - TDA200 «PANASONIC» допускает наращивание 8 внешних линий и 16-ти добавочных номеров, это обеспечивает экономичное увеличение от 96 портов (один корпус – основной блок) Система позволяет корпуса). использовать различное портов (три телекоммуникационное оборудование: радиотелефоны, аналоговые и цифровые системные телефоны, стандартные телефонные аппараты, автоответчики, факсы и т.д. Имеет очень удобное управление и гибкое конфигурирование сети, энергонезависимое хранение данных, подключение локальных компьютерных сетей, предоставляет стандартные базовые функции телефонной связи, интеллектуальные функции для обработки вызовов, функции почтового сервера, средства оперирования смешанным которые поддерживают передачу данных, функции сопряжения с локальными и корпоративными вычислительными сетями, средства интеграции сети микросотовой связи.

В гибридных АТС речевой сигнал обрабатывается как аналоговый, но добавлены некоторые дополнительные возможности для обработки и передачи цифровой информации.

1.2 Анализ проблем

Корпоративная сеть передачи данных – это основа жизнедеятельности любой организации. Поэтому необходимо при построении единой корпоративной сети, ЛВС работающих локальном режиме две между собой сети обьединить высокоскоростной технологией. Кроме ЭТОГО ЭТУ единую сеть общегосударственной сети передачи данных, при организации высокопроизводительной корпоративной сети передачи данных. Все это позволяет на базе нынешних технологий в рамках корпоративной сети организовать:

- электронный документооборот;
- передачу голоса;
- передачу данных корпоративных приложений;
- видеоконференцсвязь;
- предоставление доступа к глобальным сетям данных, к финансовым торговым и информационным системам.

При этом, в данной компании упрощаются внутренние процессы и также дает предприятию ряд преимуществ:

- это быстрая и своевременная реакция на внешние и внутренние изменения;
- это доступ ко всем информационным ресурсам предприятия в реальном времени;
 - это оперативная связь;
 - это экономия средств на международных и междугородних звонках.

1.3 Способы организации единой сети передачи данных

Главными способами организации единой распределенной корпоративной сети передачи данных является:

- 1 это физическая выделенная линия связи;
- 2 это цифровая выделенная линия (синхронный канал) в сети связи («clear channel»);
 - 3 это канал в пакетной сети с применением технологии Frame Relay, ATM.

В наше время типовая ЛВС представляет из себя сеть Ethernet при этом по сети передается самый разный трафик — от веб-страниц, полученных из Интернета, до телефонного трафика и сеансов видеоконференцсвязи.

При связи офисов, часто использовались выделенные линии связи. Вначале выделялась прямая медная 2- или 4-проводная линия связи, в конце которой монтируется каналообразующее оборудование, обычно — это аналоговый модем.

В нынешнее время этот способ организации связи между офисами компаний применяется редко. Главными причинами для этого стали низкая скорость передачи трафика, низкое качество связи, на таких каналах, и жесткие требования по качеству линий, которое меняет со временем, а также зависит от погодных условий и состоянием канализации, где проложена эта трасса. Для параллельной передачи трафика по нескольким медным парам, которые в одном кабеле, бывает возникновение дополнительных помех ввиду взаимного влияния сигнала из одной пары на сигнал в другой паре. Это также влияет на количество ошибок и принуждет уменьшать скорость передачи трафика. Еще при объединении локальных сетей бывает низкая скорость передачи трафика, которая используется в таких каналах связи.

Для создания постоянной и надежной связи удаленных офисов используются выделенные цифровые каналы передачи данных. Такой способ объединения ЛВС офисов удобен для пользователей, он почти не зависит от длины расстояния между офисами и отличается очень малыми задержками (обычно в пределах сотни микросекунд, т.е. на 2-3 порядка меньше, чем в пакетных сетях передачи данных). При использовании интерфейса для Е1 заказчик имеет возможность поделить канал на несколько независимых друг от друга каналов (установкой собственного мультиплексора).

Отладка связи при помощи выделенных каналов с временным разделением каналов уменьшает гибкость и масштабируемость решения при соединения большого количества удаленных объектов (рисунок 1.4).

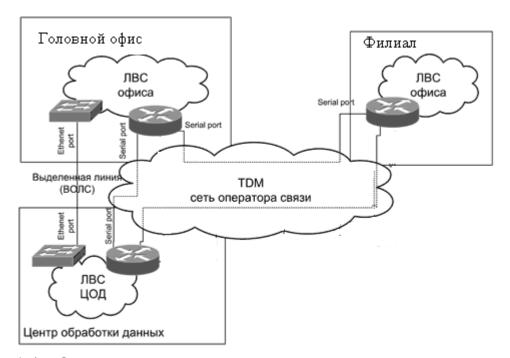


Рисунок 1.4 – Организация сети на основе проектируемых каналов связи

Перспективы при использовании данных каналов связи для корпоративной передачи данных отсутствуют.

Есть и недостаток: это относительно малая скорость передачи трафика.

Соединение офиса и филиала через сети Frame Relay или ATM. В ряде случаев при корпоративной сети схема включения выглядит таким образом: офис включается одним (или несколькими) портом к сети передачи данных. Потом в пределах сети организуются виртуальные каналы, по которым связываются его офисы (рисунок 1.5).

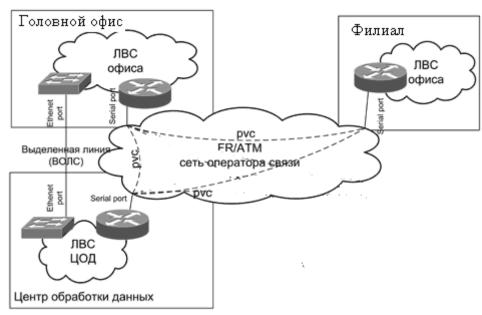


Рисунок 1.5 – Использование сети с пакетной передачей данных

Виртуальные каналы связи настраиваются программно, для каждого выставляется своя гарантированная скорость передачи трафика и офис достаточно включить в сеть оператора одним портом нужной пропускной способности трафика. Программная настройка виртуальных соединений дает возможность создать новые соединения между офисами, также менять параметры уже существующих соединений, не меняя физической топологии этой сети.

По сравнению с сетью, которая построена на выделенных каналах связи, где для каждого выделенного канала нужен физический порт для каждой стороны соединения, гораздо уменьшается численность нужных физических портов. При этом в каждом офисе можно использовать более простую аппаратуру или обойтись наименьшим количеством устройств сети.

Увеличивается надежность такого вида соединения. Так как внутри сети оператора уже применяется собственный механизм увеличения отказоустойчивости, достаточно только зарезервировать собственное оборудование доступа. Стандартные скорости каналов Frame Relay – до 2 Мбит/с.

1.4 Перспективы развития корпоративных сетей

Видимый насегодня быстрый рост объемов передаваемых данных и голосового трафика, во многом связан с развитием сети Интернет (рисунок 1.6), создает дефицит пропускной способности сети в городских волоконно-оптических каналах связи.

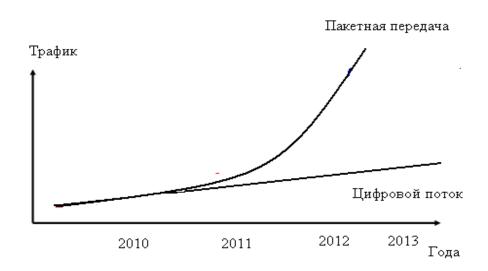


Рисунок 1.6 – График развития ІР-трафика

Аналитики говорят о том, что преобладание приложений вроде клиент-сервер на основе IP-сетей (например, поиск информации, почта и др.) сохранится. На рисунке 1.7 показан рост использования IP-телефонии в корпоративном секторе. Данный протокол будет преобладать в сетях следующего поколения, которым необходимо поддерживать передачу речи, данных, факсимиле, видеоинформации и мультимедиа трафиков.

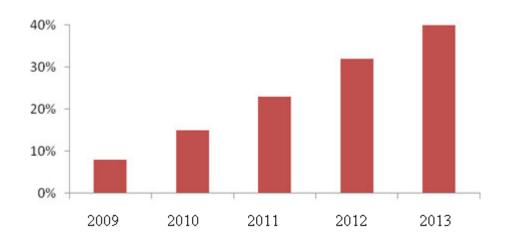


Рисунок 1.7 – Тенденции темпов развития телекоммуникационных услуг

Цель объединения сетей на базе протокола IP — это уменьшение общих затрат, суммирующихся не только из капитальных расходов на приобретение и инсталляцию телекоммуникационного оборудования, но и так же из затрат на его содержание. Теоретически — одна объединенная сеть уменьшила бы потребность в техническом персонале — одни и те же специалисты стали бы заниматься и телефонией, и системами передачи потоков данных. При наличии одного канала доступа в распределенной сети связи также снизило бы ежемесячные траты. Направляя речевой трафик через корпоративную магистральную сеть передачи данных, можно значительно снизить затраты на стандартные телефонные услуги. Уменьшение количество используемого оборудования гораздо уменьшает стоимость.

Использование технологии ІР-телефонии позволяет экономить около 70% средств на затраты, около 60-80% средств, выделяемых для организаций каналов доступа и около 50% средств на текущее обслуживание и ремонт сетей. Статистика подтверждает актуальность ІР-систем для малого предприятия. По информации компании АМІ-Partners, в США около 42% предприятий малого бизнеса пользуются IP-телефонией или планируют ее использование. Среди компаний среднего размера данный показатель составляет около 61%. Только в США в 2005 году организация SMB потратили на VoIPтехнологии около \$63 млрд. Наиболее часто используются возможности VoIP организация с большим количеством филиалов, клиентов или поставщиков. Что касаемо продаж оборудования (исследование компании Infonetics Research), системы офисной телефонии постепенно идут в сторону IP технологии, а объем продаж TDM-систем падает. За отчетный период он уменьшился на 11%, продажи ІР-УАТС взросли на 1%. По мнению Infonetics Research, рынок средств корпоративной телефонии будет расти за счет использования сектора ІР. При увеличении доходов производителей оборудования с \$8,1 млрд в 2005 году до \$11,4 млрд в 2012-м году доходы от резацииали ІР-систем в этот период увеличился на 82%, доходы от продаж ТВМ-систем сократились на 88%. В течение данного времени ТСОП и ІР-сети будут работать параллельно, применяя взаимную прозрачность и соединяя усилия в обслуживании разного пользовательского трафика.

1.5 Выбор технологии Frame Relay

Технология Frame Relay изначально применялась, как протокол при использовании для интерфейсов ISDN, а исходные предложения, представленные в ССІТТ в 1994 г., имели эту цель. Была проведена работа над сетью Frame Relay в аккредитованном ANSI комитете по стандартам T1S1 в США.

Значимое событие в истории Frame Relay случилось в 1990 г., когда Cisco Systems, StrataCom, Northern Telecom и Digital Equipment Corporation образовали консорциум, для сосредоточения усилий по разработке технологии Frame Relay и разработок сетей Relay, появление ДЛЯ Frame обеспечивающих Консорциум принял взаимодействие сетей. спецификацию, которая требованиям базового протокола сети Frame Relay, рассмотренного в T1S1 и ССІТТ; но он расширил ее, включив характеристики, которые обеспечивают дополнительные комплексных окружений межсетевого объединения. возможности для дополнения к протоколам сетей Frame Relay называются local management interface (LMI) (интерфейс управления локальной сети).

Технология Frame Relay дает возможность передачи трафика с коммутацией пакетов, при помощи интерфейса между оборудованием пользователя (например, маршрутизаторами, мостами, главными серверами и PC) и оборудованием сети (например, переключающими узлами). Оборудование пользователя называют терминальным оборудованием (DTE), а сетевое оборудование, которое обеспечивает согласование с DTE, называются устройством окончания работы информационной цепи (DCE). Сеть, которая обеспечивает интерфейс Frame Relay, бывает или общедоступная сеть передачи данных с использованием несущей, или сеть с оборудованием, которая находится в частном владении, она обслуживает отдельное предприятие.

Как сетевой интерфейс, технология Frame Relay является таким же типом протокола, что и сетью X.25. Но сеть Frame Relay гораздо отличается от сети X.25 по функциональным возможностям и по своему формату. В частности, технология Frame Relay является протоколом для линии связи при большом потоке информации, обеспечивая высокую производительность и эффективность сети.

В качестве интерфейсов между оборудованием абонентов и сетью Frame Relay обеспечивают средства для мультиплексирования большого количества логических информационных диалогов (называемых виртуальными цепями) через один физический канал передачи связи, которое выполняется при помощи статистики. Это отличает Frame Relay от систем, применяющих только технологию временного мультиплексирования (ТDM) для обработки множества информационных потоков. Статистическое мультиплексирование сети Frame Relay обеспечивает найболее гибкую и эффективную эксплуатацию доступной полосы пропускания каналов. Это может быть использовано без применения технологии TDM или как вспомогательное средство для каналов связи, уже обеспеченных системами TDM.

Еще важным параметром сетей Frame Relay является то, что сеть Frame Relay использует новейшие достижения технологии для передачи глобальных сетей. Ранние протоколы сетей WAN, такие как X.25, были изобретены в то время, когда использовались аналоговые системы передачи данных и кабели на меди. Такие каналы передачи информации менее надежны, чем используемые на сегодня каналы на волоконно-оптическим кабеле и цифровой передаче данных. В этих каналах передачи данных протоколы канального уровня могут предшествовать требующим значительных затрат по времени алгоритмам исправления ошибок, оставляя это для выполнения на

более высших уровнях протоколов. Значит, допустимы высокая производительность и эффективность без урона для целостности информации. Именно такая цель ставилась при создании сетей Frame Relay. Она включает в себя алгоритм проверки при помощи циклического избыточного кода (CRC) для поиска испорченных битов (из-за чего данные могут быть отвергнуты), но в нем отсутствуют различные механизмы для восстановления испорченных данных средствами протокола (например, повторной их передаче на данном уровне протокола).

Еще одним различием между сетью Frame Relay и сетью X.25 будет отсутствие выраженного управления потоком для каждой виртуальной цепи. В нынешнее время, когда большинство протоколов высших уровней успешно выполняют свои алгоритмы управления потоком информации, надобность в этой возможности на канальном уровне уменьшилась. Так технология Frame Relay не включает в себя выраженных процедур управления потоком данных, которые будут избыточными при этих процедурах в высших уровнях. Взамен этого предусмотрены простые механизмы уведомления о перегрузках сети, позволяющие сети информировать любое устройство пользователя, в том, что ресурсы сети подходят близко в состояние перегрузки. Данное уведомление предупреждает протоколы высших уровней в том, что может понадобиться управление потоком информации.

Стандарты Current Frame Relay адресованы перманентным виртуальным цепям (PVC), определение конфигурации которых и управление администрируется в сети Frame Relay. Был еще предложен и другой вариант виртуальных сетей - коммутируемые виртуальные цепи (SVC). Протокол ISDN предложен как средство сообщения между DTE и DCE в динамичной организации, завершения и управления сетями SVC.

1.6 Постановка задачи

Цель данной работы заключается в создании единой корпоративной сети. При решении поставленной цели решают следующие задачи:

- это организовать единую сеть корпорации 3-да Арсенал;
- это разработать схему проектируемой сети;
- это осуществить выбор технологии передачи данных между главным офисом и его филиалом;
 - это расчет производительности сети Frame Relay;
 - это расчет полосы пропускания для передачи голоса по сети Frame Relay;
 - это расчет числовой апертуры;
 - это расчет параметров передачи, трафика;
- это моделирование загруженности каналов и длины очереди к оборудованиям сети;
 - это разработка модели сети Frame Relay на пакете NetCracker 4,1;
 - это разработка метода проведения экспериментов на модели NetCracker 4,1;
 - это безопасность жизнедеятельности;
 - это бизнес-план.

1.7 Требования к магистрали корпоративных сетей

В настоящее время традиционные сети для совместного использования стали испытывать перегрузки, из-за новых требований к сетям передачи:

- по мере того, как для повышения производительности предприятия используются мультимедийные приложения для режима «клиент-сервер», нагрузка в сети многократно возросла;
- скорость повышения требований програмных приложений увеличилась и это будет продолжаться;
- програмные приложения все в большей степени требуют особого качества обслуживания, по мере необходимости в службах, которые они предоставляют оконечным абонентам;
- устанавливается большое количество соединений между разнообразными офисами, удаленными абонентами, мобильными абонентами, международными узлами, поставщиками/потребителями и связи через Internet;
- огромный рост корпоративных сетей intranet и сетей extranet создает все большую потребность в широкой полосе пропускания;
- увеличение количества промышленных серверов решает коммерческие задачи разных компаний и организаций.

Востребованность для ниже перечисленных приложений большая:

- это голосовые и факсимильные данные;
- это данные по транзакциям (например, SNA);
- это данные сеансов связи типа «клиент-сервер»;
- это сообщения (например, электронная почта);
- это передача файлов, данных;
- это данные управления сетью;
- это данные видеоконференций.

1.8 Достоинства и недостатки сети Frame Relay

Достоинствами сетей технологии Frame Relay являются:

- это высокая надежность работы сети;
- это обеспечение передачи чувствительного к временным задержкам трафика (голос, видеоизображение);
- это уменьшение затрат, за счет использования технологии «последней мили» для окончаний нескольких виртуальных каналов;
- это возможность построения сети любой топологии, как например, зарезервировать центральную точку для подключения;
- это возможность быстрой смены топологии сети и пропускной способности виртуальных каналов;
- это возможность организации доступа в сети Интернет и окончаний каналов по технологии «последняя миля»;
- это при сравнении с обычными частными сетями, сеть Frame Relay требует меньше локального оборудования (модемов, мультиплексоров), смонтированного у клиента, т.к. каждый (офис) объект соединяется только с сетью Frame Relay, а не со всеми другими сетями;
- это пропускная способность сети, которая распределяется гибко при сравнении с выделенными каналами. Это удобно для быстро развивающихся компаний, т.к. позволяет быстро наращивать мощность канала связи;

- в сетях технологии Frame Relay предусмотрены свои резервные внутренние маршруты, значит клиенту не надо беспокоиться об оборудовании своих офисов несколькими линиями подключения.

Недостатками сети Frame Relay являются:

- это большая стоимость качественных каналов связи;
- это не обеспечиваемость достоверности доставки кадров в сети.

2 Сети с ретрансляцией кадров

2.1 Основные принципы технологии Frame Relay

Трафик, используемый для приложений клиент-сервер, используемые в локальносетевых средах, имеет явно неравномерный характер: большая пропускная способность необходима в течении малых интервалов времени. Передача такого вида трафика по выделенным линиям (ТDM-коммутация) или в сети с временным разделением каналов (X.25-коммутация) не эффективна, так как большую часть времени доступная емкость тратится вхолостую: временные слоты резервируются вне зависимости от того, передается информация или нет.

Так же, рост компьютерных приложений, которые требуют высокоскоростных коммуникаций, распространение интеллектуальных РС и рабочих станций, доступность высокоскоростных линий связи для передачи с низким показателем ошибок — это все служит для создания новой формы коммутации на территориальных сетях.

Главными требованиями в такой технологии являются:

- это высокая скорость передачи;
- это низкие задержки в сети;
- это разделение портов;
- это разделение полосы пропускания на базе виртуальных каналов.

TDM-коммутация каналов имеет первыми двумя характеристиками. X.25 - это коммутация пакетов - последние двое.

Передача кадров, используемая, как новая форма коммутации пакетов имеет все четыре характеристики. Данная технология назвается сети Frame Relay.

Сети технологии Frame Relay — это относительно новые сети, они подходят для передачи пульсирующего (изменяющегося по времени) трафика локальных сетей по сравнению с сетями X.25, но это преимущество используется только при связи высокого качества (как в локальных сетях) т.е. при использовании в глобальных сетях на волоконно-оптических кабелях.

Сети технологии Frame Relay обеспечивают скорость передачи до 2 Мбит/с. Длина кадра может быть 4 кбайт в зависимости от загруженности каналов связи. В сетях Frame Relay применяется дейтаграммный режим работы, это обеспечивает большую пропускную способность так же задержки при передаче кадров. Надежную передачу кадров технология Frame Relay не обеспечивает. Она поддерживает виртуальные каналы.

В сети Frame Relay ошибочные кадры отбрасываются, их вторичная передача средствами сетей Frame Relay не происходит (вероятность ошибки при передаче 10^{-7}).

Сети технологий Frame Relay специально разрабатывались как общественные сети для соединения частных ЛВС. В иных случаях Frame Relay выступает в роли высокоскоростной магистрали при объединении ряда сетей X.25. Это решение быстро реализуется, ведь большинство современных сетей X.25 оборудованы портами для сетей Frame Relay.

Особенностью технологии сетей Frame Relay есть гарантированная поддержка главных показателей качества транспортного обслуживания ЛВС – при средней скорости передачи трафика по виртуальному каналу при допустимых пульсациях трафика.

Доступ в сетях Frame Relay происходит при помощи мостов и маршрутизаторов, они называются FRAD (Frame Relay Access Device), по интерфейсу FR.

Способы доступа в сетях Frame Relay:

- это использование выделенных линий;
- это через сети Х.25 по обычным коммутируемым телефонным линиям;
- это через ISDN при передаче данных и голосового трафика.

Существует конвергенция сетей FR с другими сетями, например, TCP/IP и ATM.

Основным достоинством технологии сетей Frame Relay является малая избыточность информации в пакете, это сильно увеличило производительность передачи данных в сети FR.

В начале предназначение для объединения ЛВС, сети Frame Relay на сегодня захватывают большой диапазон потоков информации, включая SNA (Systems Network Architecture), X.25 и много других. В это же время, сети Frame Relay получили ограниченное применение в зоне территориальных сетей. Причина кроется в том, что в стандарте FR заложена возможность передачи длиных кадров, причем различной длины; кадры могут иметь переменный размер. Еще причина в том, что битовая скорость для потока данных информации от конкретного передающего устройства может быть разной от узла до узла в сетях Frame Relay, ввиду статистического мультиплексирования пакетов различной длины. Так, могут возникать задержки в следовании пакетов и так же вариации этих задержек. Эти свойства удобны при передаче данных (сообщений, команд, файлов и так далее), однако не совсем подходят при передаче голоса и видеоизображения, которые требуют передачи регулярных потоков информаций, скорость же передачи пакетов от узла до узла в сетях Frame Relay различна, поэтому при передаче голоса или видеоизображения их качество бывает, ухудшается при максимальной загруженности сети передачи.

Интерфейсы сети Frame Relay остаются пользовательскими интерфейсами, но при включении в глобальную сеть, он преобразуется в более универсальный протокол ATM сети.

Стандарт сетей Frame Relay описывает интерфейс доступа к другим сетям с быстрой коммутацией кадров и выполняет функции первого, частично второго и третьего уровней семиуровневой системы ВОС, при этом включая в себя малый набор правил и процедур для организации обмена информации.

Характерная особенность сетей Frame Relay есть отсутствие механизмов для коррекции ошибок и управления потоком данных информации, характерных для сетей X.25. Кадр, который принят промежуточным или оконечным узлом связи с ошибками, отбрасывается сетью, и функции исправления ошибок налагаются на протоколы более высоких уровней, например, уровня TCP.

Ретрансляция кадров характерна для коммутационной технологии, определяющей интерфейс при коммутации кадров с целью улучшения обработки их (сокращения времени ответа) и уменьшения себестоимости передачи трафика из локальной сети в территориальную сеть и так же высокоскоростных соединений между ЛВС. Технология сетей FR требует:

- оконечного оборудования, оснащенного интеллектуальными протоколами высоких уровней;
 - виртуальных, без ошибочных каналов связи;
 - прикладных средств, способные осуществлять различные виды передач.

Эта технология не только подходит при управлении пульсирующего трафика между ЛВС и между ЛВС и территориальной сетью, но так же сейчас адаптируется при

передаче такого чувствительного к передаче трафика, как голос. Сети технологии Frame Relay являются логическим продолжением сетей X.25 и ISDN сетей.

Неважно от вида коммутации, которая используется в территориальной сети, и от того, что относится ли территориальная сеть к магистральным средствам или к средствам удаленного доступа, все пользователи сети подключаются к ней при помощи оборудования доступа (Access Devices), оно позволяет согласовать протоколы и интерфейсы локальных вычислительных сетей с протоколами и интерфейсами территориальной сети.

Стандартно в глобальной сети строго прописан и стандартизован интерфейс взаимодействия абонентов с сетью — User Network Interface, UNI. Это надо для того, чтобы абоненты могли без помех подключаться к сети при помощи коммуникационного оборудования разного производителя, который выдерживает стандарт UNI.

На рисунке 2.1 показан пример сети Frame Relay.

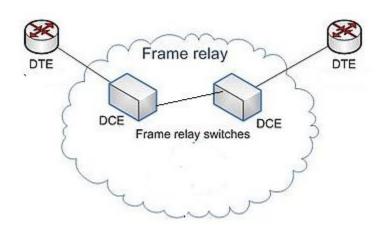


Рисунок 2.1 – Сеть Frame Relay

Оборудование доступа — это такое устройство, которое поддерживает на входе интерфейс локальной сети, а на выходе — требуемый интерфейс UNI.

Интерфейс между ЛВС и глобальной сети может реализовываться устройствами различных типов. Эти устройства делятся на:

- оборудование передачи данных (Data Circuit-terminating Equipment, DCE);
- оконечные устройства данных (Data Terminal Equipment, DTE).

Оборудование DCE представляет собой аппаратуру для передачи трафика по территориальным каналам, которая работает на физическом уровне. Оборудование такого вида имеет выходные интерфейсы физического уровня, которые согласованы с территориальным каналом передачи трафика. Различают оборудование передачи трафика по аналоговым и цифровым каналам. При передаче трафика по аналоговым каналам используются модемы разных стандартов, а для цифровых — устройствами DSU/CSU.

Устройства DTE — это очень большой класс оборудования, которое непосредственно готовит данные для передачи в глобальной сети. DTE являют собой устройства, которые работают на границе между ЛВС и глобальными сетями и задействующие протоколы уровней более высоких, чем физический. Уровень DTE могут поддерживать только канальные протоколы — такие устройства как удаленные мосты, так и протоколы канального и сетевого уровней — тогда они будут маршрутизаторами, а могут поддерживать протоколы всех уровней, и прикладной - в этом случае они называются шлюзами.

Взаимосвязь компьютера или маршрутизатора с цифровой выделенной линией происходит при помощи пары устройств, выполненных в одном корпусе или совмещенных с маршрутизатором. Такими устройствами будут: устройство для обслуживания данных и устройство для обслуживания канала. Такие устройства называются соответственно Data Service Unit (DSU) и Channel Service Unit (CSU). Оборудование для обслуживания данных DSU преобразует сигналы, которые поступают от оконечного оборудования данных DTE (обычно по интерфейсу RS-232 или HSSI), в биполярные импульсы интерфейса G.703. Оборудование для обслуживания канала CSU тоже выполняет регенерацию сигнала все временные отсчеты, и выравнивание загрузки канала. CSU выполняет узкие функции, в основном это устройство занимается созданием оптимальных условий передачи сообщений в линии (выравнивание). Такие устройства, как и модуляторы-демодуляторы, часто обозначают одним словом DSU/CSU.

Оконечное устройство данных (устройства DTE) – это оборудование, работающее на высшем уровне, чем физический уровень, которое формирует данные непосредственно при передаче из локальной сети в глобальную сеть.

Под названием DTE объединяются несколько видов устройств – маршрутизаторы с интерфейсами глобальных сетей, мультиплексоры "голос – данные", устройства для доступа в сети Frame Relay (FRAD), устройства доступа в сети X.25 (PAD) и удаленные мосты.

Оборудования доступа в сети Frame Relay (FRAD) представляют из себя специализированные маршрутизаторы. Их специализация состоит в том, что среди многих интерфейсов они поддерживают только лишь интерфейсы к сетям Frame Relay, усеченности функций маршрутизации чаще такие также IPX. IP взаимодействуют только протоколами И Появление cспециализированного оборудования связано с популярностью сетей Frame Relay.

Когда в глобальную сеть подключается не ЛВС, а отдельный компьютер, то при этом он сам становится оборудованием типа DTE. DTE сами принимают решения о передаче информации в глобальную сеть, и выполняют форматирование трафика на канальном и сетевом уровнях, а для работы на территориальном канале используется DCE. Такое деление функций позволяет многоканально использовать одно и то же оборудование DTE при работе с разными глобальными сетями за счет смены только DCE (рисунок 2.2).

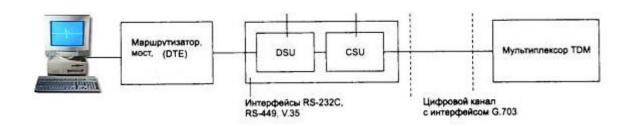


Рисунок 2.2 – Связь компьютера с цифровой линией

Оборудование DSU/CSU для подключения к выделенному каналу.

Связь компьютера или маршрутизатора с цифровой выделенной линией происходит при помощи пары устройств, чаще устроенных в одном корпусе или совмещенных с

маршрутизатором. Такими устройствами будут: устройство обслуживания данных (УОД) и устройство обслуживания канала (УОК). В англоязычной литературе такое оборудование называют соответственно Data Service Unit (DSU) и Channel Service Unit (CSU). В DSU преобразуются сигналы, поступающие от DTE (обычно по интерфейсу RS-232C, RS-449 или V.35). В DSU выполняется синхронизация, формируются кадры каналов T1/E1, усиливается сигнал и осуществляется выравнивание загрузки канала. А CSU выполняет более узкие функции, это устройство занимается созданием оптимальных условий передачи в линии связи. Это оборудование, как и модуляторы-демодуляторы, часто обозначаются как DSU/CSU.

Часто под оборудованием DSU/CSU понимают более сложное оборудование, которое кроме согласования интерфейсов еще выполняет функции мультиплексора потоков T1/E1. В состав такого оборудования может входит модуль мультиплексирования низкоскоростных потоков голоса и данных в канал 64 Кбит/с или в несколько таких каналов (голос при этом обычно компрессируется до скорости 8-16 Кбит/с).

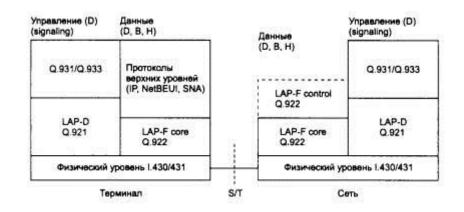
2.2 Стек протоколов Frame Relay

Технология сетей Frame Relay применяет при передаче данных технику виртуальных соединений, которая применялась при сетях X.25. Разница заключается в том, что стек протоколов сетей Frame Relay передает кадры (при установленном виртуальном соединении) по протоколам только физического и канального уровней, а в сетях X.25 после соединения абонентские данные передаются протоколом 3-го уровня.

Кроме этого, протокол канального уровня LAP-F в сетях технологии Frame Relay имеет два режима работы — это основной (core) и управляющий (control). При основном режиме кадры передаются без преобразования и контроля, как и при коммутаторах локальных сетей. Вследствии этого сети технологии Frame Relay имеют высокую производительность, кадры в коммутаторах не преобразовываются и сеть не передает квитанции подтверждения между коммутаторами для каждого пользовательского кадра, как это происходит в сети X.25. Пульсации графика передаются сетью технологии Frame Relay очень быстро и без больших задержек.

При данном подходе уменьшаются расходы при передаче трафика ЛВС, потому как они вкладываются сразу в кадры канального уровня, а не в пакеты сетевого уровня, как это происходит в сетях X.25.

Структурная схема стека протоколов Frame Relay показана на рисунке 2.3, где видно, что сети Frame Relay заимствуют многое из стека протоколов ISDN, особенно в процедурах установления коммутируемого виртуального канала связи.



Базу технологии составляет протокол LAP-F соге, он является упрощенной версией протокола LAPD. Протокол LAP-F (стандарт Q .922 ITU-T) действует на любых каналах сети ISDN и также на каналах типа T1/E1. Терминальное устройство посылает в сеть кадры LAP-F в любой момент времени, считая, что образованный виртуальный канал в сети коммутаторов уже действует. При использовании PVC устройствам сети Frame Relay надо поддерживать только протокол LAP-F core.

Протокол LAP-F control - это необязательная надстройка над LAP-F core, которая исполняет функции контроля доставки кадров и управления потоком. При помощи LAP-F control сеть реализует службу frame switching.

При установлении коммутируемых виртуальных каналов задействуется канал D пользовательского интерфейса с протоколом LAPD, он обеспечивает надежную передачу кадров в сетях типа ISDN. Поверх данного протокола работает протокол Q.931 или протокол Q.933 (который является упрощением и модификацией протокола Q.931 ISDN), создающий виртуальное соединение на основе адресов конечных пользователей (в стандарте E.164 или ISO 7498), также номера виртуального соединения, который в технологии сетей Frame Relay называется Data Link Connection Identifier – DLCI.

После установлении коммутируемого виртуального канала в сети Frame relay посредством протоколов LAPD и Q.931/933, кадры могут передаваться по протоколу LAP-F, он коммутирует их при помощи таблиц коммутации портов, в них используются локальные значения DLCI. Протокол LAP-F соге исполняет не все функции канального уровня по сравнению с протоколом LAPD, поэтому ITU-T показывает его на полуровня ниже, чем протокол LAPD, оставляя место для функций надежной передачи пакетов другому протоколу LAP - F control .

В виду того, что технология сети Frame Relay заканчивается на канальном уровне, она хорошо взаимодействует с идеей инкапсуляции пакетов единого сетевого протокола, как например IP, в кадры канального уровня любых сетей, составляющих интерсеть. В процессе взаимодействия протоколов сетевого уровня с технологией сети Frame Relay стандартизован и определяет методы инкапсуляции в трафик Frame Relay графика сетевых протоколов и протоколов канального уровня ЛВС и SNA. Еще, особенностью технологии сети Frame Relay является отказ от коррекции обнаруженных в кадрах ошибок. Протокол сети Frame Relay предпологает, что оконечные узлы будут обнаруживать и исправлять ошибки за счет использования протоколов транспортного или более высоких уровней. Все это требует некоторой интеллектуальности от конечных устройств, это справедливо для современных локальных сетей. В этом отношении технология сети Frame Relay близка к технологиям ЛВС, таким как Ethernet , Token Ring и FDDI, они тоже, отбрасывают ошибочные кадры, и сами их повторно не передают.

На физическом уровне сети Frame Relay используют цифровые выделенные каналы связи, протокол физического уровня I.430/431.

Канальный уровень сети Frame Relay. В сети технологии Frame Relay используется два типа виртуальных каналов постоянные (PVC) и коммутируемые виртуальные каналы. На канальном уровне трафик данных раскладывается в кадры, поле данных в таком кадре имеет переменную величину, но не более 4096 байт. Канальный уровень используется протоколом LAP-F. Протокол LAP-F имеет два

режима работы: 1 основной и 2 управляющий. В основном режиме кадры транслируется без преобразования и контроля. В поле заголовка кадра имеется информация, которая используется при управлении виртуальным соединением в процессе передачи данных информаций. Виртуальному соединению присуждаются определенный номер DLCI. Каждый кадр канального уровня имеет номер логического соединения, он используется при маршрутизации и коммутации трафика данных. Коммутируемые виртуальные каналы применяется при передаче импульсного трафика между двух устройств DTE. Постоянные виртуальные каналы используются при постоянном обмене сообщениями между двух устройств DTE.

2.3 Структура кадра протокола LAP-F

Формат кадра приведен на рисунке 2.4.

		Î -						
Флаг	(1	Адрес	(2-4)	Данные	(переменный	FCS (2	Флаг	(1
Byte)		Byte)		размер Byte)		Byte)	Byte)	

Рисунок 2.4 – Формат кадра

Каждый кадр начинается и заканчивается «флагом» — это последовательность «0111110». Для исключения случайной имитации последовательности «флаг» внутри кадра при его передаче проверяется, всё его содержание между двумя флагами и после каждой последовательности, состоящей из пяти идущих подряд бит «1», вставляется бит «0». Такая процедура (bit stuffing) необходима для формирования любого кадра сети FR, при приёме эти биты «0» отбрасываются. FCS (Frame Check Sequence) — это проверочная последовательность кадра, необходима для обнаружения ошибок и формируется аналогично циклическому коду. Поле данных имеет минимальную длину в 1 октет, а максимальную по стандарту Frame Relay Forum — 1600 октетов, но в устройствах некоторых производителей FR-оборудования допускается превышение максимального размера (до 4096 октетов). Поле Адрес кадра Frame Relay, кроме собственной адресной информации, имеет тоже и дополнительные поля управления потоком данных и уведомлений о перегрузе канала, оно имеет следующую структуру:

DLCI	(6 C/R	(1 EA	(1 DLCI	(4 FECN	(1 BECN	(1 DE	(1 EA
Bit)	Bit)	Bit)	Bit)	Bit)	Bit)	Bit)	(1 Bit)

Рисунок 2.5 – Структура уведомлений о перегрузке канала

Наименования и значения полей приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Наименования и значения полей

Имя поля	Назначение
DLCI	Data Link Connection Identifier — это идентификатор виртуального канала (PVC), мультиплексируемого в физический канал. DLCI имеют только локальное значение и не обеспечивают внутрисетевой адресации.
C/R	Command/Response — это признак "команда-ответ", по аналогии с протоколом HDLC.

EA	Address Field Extension Bit — это бит расширения адреса. В DLCI содержится 10 битов, входящих в два октета заголовка, но возможно расширение этого заголовка на целое число дополнительных октетов для указания адреса, состоящего более чем из 10 бит. ЕА устанавливается в конце каждого октета
	заголовка; если он имеет значение «1», то это означает, этот октет в заголовке последний.
FECN	Forward Explicit Congestion Notification — это извещение о перегрузе канала в
	прямом направлении.
BECN	Backward Explicit Congestion Notification — это извещение о перегрузе канала в
DLCI	обратном направлении.
	Discard Eligibility Indicator — это индикатор разрешения сброса кадра при
DE	перегрузе канала. Выставляется в «1» для данных, подлежащих передаче в
DE	негарантированной полосе (EIR) и указывает, что данный кадр может быть
	удален в первую очередь.

CIR и EIR[]

CIR (*Committed Information Rate*) — это гарантированная полоса пропускания трафика виртуального канала PVC в сетях технологии <u>Frame Relay</u> (FR).

В первом наборе стандартов (ANSI T1S1) CIR - как отдельный параметр отсутствует, для отдельного виртуального канала были определены параметры B(c) (bits committed, Committed Burst Size), B(e) (bits excess) и T(c) (Committed Rate Measurement Interval). B(c) определяется количеством бит, гарантированно передаваемых за время T(c), даже при перегрузе сети, B(e) — это максимальное количество бит, которые передаются за время T(c), при недогрузе сети, т.е. без гарантии доставки: заголовки пакетов, отправляемые после превышения B(c) метятся битом DE (discard eligible, аналогичен CLP в <u>ATM</u>), а при случае возникновения в сети перегруза уничтожаются в коммутаторах перегруженного участка. Значит, для виртуального канала могут использоваться 2 полосы пропускания:

- 1. CIR=B(c)/T(c) это гарантированная полоса пропускания
- 2. EIR=(B(c) + B(e))/T(c) это максимальная негарантированная полоса пропускания (добавляется возможный дополнительный объем трафика).

Бывает настройка и работа FR-каналов при значении CIR = 0.

При ANSI T1S1 значение T(c) не было определено, потому как значения T(c), B(c) и B(e) являются взаимосвязанными параметрами, которые зависят от скоростей физических интерфейсов, агрегированных полос пропускания для виртуальных каналов, размеров буферов FR-коммутатора и параметров, зависимых от реализации и настройки коммутатора.

Но CIR и EIR оказались выгодными показателями при описании параметров каналов для заключения соглашений между операторами FR-сетей и потребителями этих услуг, во многих случаях T(c) может динамически пересчитываться от характера трафика, поэтому в RFC 3133 (Terminology for Frame Relay Benchmarking) CIR будет первичным параметром и T(c) определяется как временной интервал, нужный для поддержания CIR, то есть T(c)=B(c)/CIR, выступая в качестве аналога TCP Sliding Window.

Сетевые технологии со множеством доступов к разделяемому каналу с двухуровневой приоритизацией (некоторые беспроводные и спутниковые сети и т. д.) тоже применяют термин CIR для приоритетной клиентской полосы пропускания, при этом CIR служит одним из целевых параметров конфигурации шейперов (shapers) —

подсистем сглаживания трафика с буферизацией (<u>RFC 2963</u>, A Rate Adaptive Shaper for Differentiated Services), в таком случае вместо EIR применяют комбинацию параметров MIR (Maximum Information Rate) и PIR (Peak Information Rate).

2.4 Глобальные сети с коммутацией пакетов

Глобальные сети связи характеризуются двумя видами технологий соединений:

- сеть типа "точка точка" (point-to-point);
- сеть типа "облако" (cloud).

В сети по технологии "точка - точка" каждым двум узлам выделяется отдельная линия связи, при объединении N узлов требуется N(N-1)/2 линий связи. В таком случае получаем большую пропускную способность сети и большие траты на линии связи и интерфейсное оборудование.

Более экономичной технологией сетей типа WAN являются сети типа "облако". В таком случае при подключении одного узла нужно только одна линия связи. По принципу коммутации технология "облако" делится:

- на коммутацию каналов (в телефонных линиях связи);
- на коммутацию сообщений (в E-mail);
- на коммутацию пакетов (в сетях IP, X.25), кадров (в сетях Frame Relay), ячеек (в сетях ATM).

В сетях с коммутацией каналов образуется прямое физическое соединение между двумя узлами связи только для сеанса связи. Преимуществом сетей с коммутацией каналов есть возможность передачи аудиоинформации и видеоинформации без задержек.

Так же, преимуществом такой технологии будет простота ее реализации (образование непрерывного составного физического канала), а недостатком – это малый коэффициент использования каналов связи, большая стоимость передачи трафика данных, взросшее время ожидания других пользователей (в узлах коммутации образуются очереди).

В сетях с пакетной коммутацией (PSN – Packet-Switched Network) происходит обмен небольшими пакетами фиксированной длины, поэтому в узлах коммутации не возникают очереди. К преимуществам сетей с коммутацией каналов относятся: эффективность использования сети, надежность, быстрое соединение.

К большим недостаткам сетей с пакетной коммутацией относятся временные задержки пакетов на узлах сети (промежуточном коммуникационном оборудовании), это мешает передаче аудиоинформации и видеоинформации, они чувствительны к задержкам. Технология коммутации кадров (ретрансляция кадров), а в особенности коммутация ячеек убирают такие недостатки сетей с коммутацией пакетов и обеспечивается качественная передача данных, аудио - и видеоинформации.

Сети с коммутацией каналов предоставляют для сетей с коммутацией пакетов возможность физического уровня. Аналоговые и цифровые линии связи используются в качестве магистралей сетей с коммутацией пакетов, сообщений и кадров. К глобальным сетям с коммутацией пакетов относятся: сети IP; X.25; Frame Relay; ATM.

Коммутация пакетов в сетях PSN происходит двумя способами:

- это ориентированность на предварительное образование виртуальных каналов. Бывают 2 вида виртуальных каналов: это коммутируемые и постоянные. Виртуальным

каналом называется логическое соединение, происходящее по разным действующим физическим каналам, оно обеспечивает надежный двухсторонний обмен информацией между двух узлов. Коммутируемый виртуальный канал обмена информацией требует соединения (устанавливается динамически), поддержания и завершения сеанса связи каждый раз при обмене данными между устройствами. Постоянный виртуальный канал настрайвается вручную и не требует установления сеанса связи, узлы могут обмениваться данными в любой момент времени, в виду того, что постоянное виртуальное соединение всегда активно;

- это основанность на технологиях дейтограмм, т.е. на самостоятельном движении пакетов в пакетных сетях без создания логических каналов. В сетях с передачей дейтограмм маршрутизация пакетов происходит на пакетной основе. Пакеты имеют адрес получателя и они независимо друг от друга двигаются в места назначения. Так, множество пакетов, которые принадлежат к одному сообщению, могут двигаться к месту назначения по разным маршрутам.

Маршрутизация в глобальных сетях TCP/IP происходит на основе IP-протокола, она основана на самостоятельном движении пакетов. Принцип маршрутизации в глобальных сетях: X.25, Frame Relay, ATM базирован на предварительном создании виртуального канала и передаче к месту назначения пакетов, кадров или ячеек по этому каналу, значит по одному маршруту (рисунок 2.5).

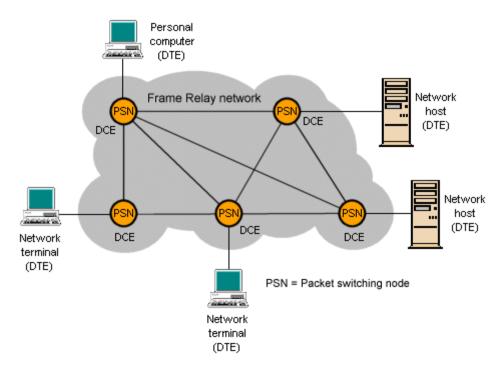


Рисунок 2.6 – Структурная схема глобальной сети Frame Relay

Сеть технологии Frame Relay - это сеть с коммутацией кадров или сеть с продвижением кадров, ориентированная на применение цифровых линий связи. В начале технология сетей Frame Relay была стандартизирована как служба для сетей ISDN при скорости передачи трафика до 2 Мбит/с. Позже данная технология получила самостоятельное развитие. Сети Frame Relay поддерживает физический и канальный уровни OSI. Технология сети Frame Relay применяет при передаче данных технологию виртуальных соединений (коммутируемых и постоянных).

Каждый кадр в канальном уровне имеет заголовок, где содержится номер логического соединения, он применяется при маршрутизации и коммутации трафика. Сеть Frame Relay – производит мультиплексирование в одном канале связи множество

потоков данных. Кадры при передаче через коммутатор не проходят преобразования, поэтому эта сеть называется ретрансляцией кадров. Сеть коммутирует кадры, а не пакеты. Скорость передачи данных около 44 Мбит/с, но без гарантии целостности данных и достоверности их доставки.

Сеть Frame Relay организована для цифровых каналов передачи трафика хорошего качества, потому в ней отсутствует проверка соединении между узлами и контроль достоверности данных на канальном уровне. Кадры передают без преобразования и контроля как в коммутаторах ЛВС. Поэтому сети Frame Relay имеют высокую производительность. При нахождении ошибок в кадрах вторичная передача кадров не производится, а испорченные кадры отбрасываются. Контроль достоверности данных происходит на более высших уровнях модели OSI.

Сети технологии Frame Relay часто используются в корпоративных и территориальных сетях в качестве:

- каналов при обмене данными между удаленными ЛВС (в корпоративных сетях);
- каналов при обмене данными между ЛВС и территориальными (глобальными) сетями.

Технология сетей Frame Relay чаще применяется при маршрутизации протоколов локальных сетей через общие (публичные) телекоммуникационные сети. Сети Frame Relay гарантируют передачу информаций с коммутацией пакетов через интерфейс между оконечными оборудованиями пользователей DTE (маршрутизаторами, мостами, ПК) и оконечными устройствами канала передачи данных DCE (коммутаторами сети типа "облако").

Коммутаторы сетей Frame Relay применяют технологию сквозной коммутации, где кадры передаются из коммутатора в коммутатор сразу после считывания адреса получателя, это обеспечивает большую скорость передачи трафика. В сетях Frame Relay используются высококачественные каналы передачи, поэтому возможна передача данных чувствительных к задержкам (голосовых и мультимедийных данных). В магистральных каналах связи сетей Frame Relay применяются волоконно-оптические линии связи, а в каналах доступа может использоваться медный кабель.

Передача данных через коммутируемый виртуальный канал происходит следующим образом:

- устанавливается вызов это образуется коммутируемый логический канал между двух DTE;
 - сама передача трафика по установленному логическому каналу;
- это режим ожидания, т.е. коммутируемый виртуальный канал установлен, но обмен трафика не происходит;
- это завершение вызова применяется при завершении сеанса, происходит разрыв конкретного виртуального соединения.

Сам процесс передачи информации через установленные постоянные виртуальные каналы происходит следующим образом:

- сама передача трафика по установленному логическому каналу;
- режим ожидания, т.е. коммутируемый виртуальный канал установлен, а обмен данными не происходит.

2.5 Типы устройств доступа организации доступа к сети Frame Relay

Устройством сети доступа в сети Frame Relay является устройство FRAD. Это оборудование представляет собой специализированный маршрутизатор. Специализация состоит в том, что среди многих интерфейсов он поддерживает только интерфейсы сетей Frame Relay и также в уменьшении функций маршрутизации — часто такое оборудование поддерживает только протоколы IP и IPX. Появление такого специализированного устройства вызвано с большой популярностью применения сетей Frame Relay (рисунок 2.7).

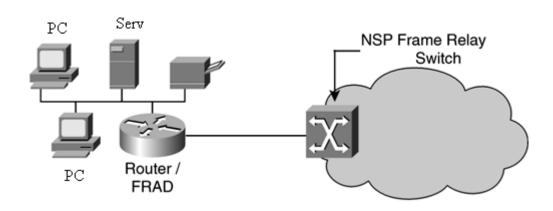


Рисунок 2.7 – Применение устройств FRAD

Другим оборудованием является модуль обслуживания данных, или цифровые служебные модули (data service unit, или digital service unit, - DSU), используются в цепи между CSU и сетевым оборудованием пользователя, например маршрутизатором или мультиплексором. На устройстве DSU обычно ставится интерфейс RS-232 или V.35. Главной задачей устройства DSU является инсталяция потока цифровых данных из абонентского оборудования в соответствие со стандартом в электрические сигналы, принимаемым для телефонного оборудования. Этот же модуль производит и обратное преобразование сигналов (рисунок 2.8).

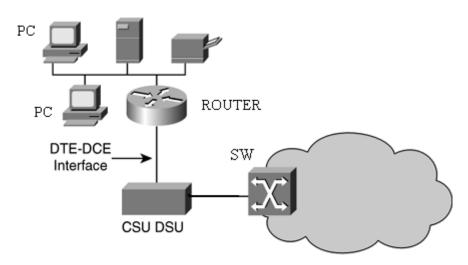


Рисунок 2.8 – Применение модулей DSU/CSU

Часто применяют устройство — это маршрутизатор с интерфейсом глобальной сети. При передаче трафика через глобальную сеть маршрутизаторы работают так же, как и для соединения локальных сетей — если маршрутизаторы принимают решение о передаче пакета через глобальную сеть, то они упаковывают пакеты принятого для локальных сетей сетевого протокола (например, IP) в кадры канального уровня

глобальной сети (например, Frame Relay) затем отправляют их в соответствии с интерфейсом UNI к ближайшему коммутатору глобальной сети через оборудование DTE (рисунок 2.9).

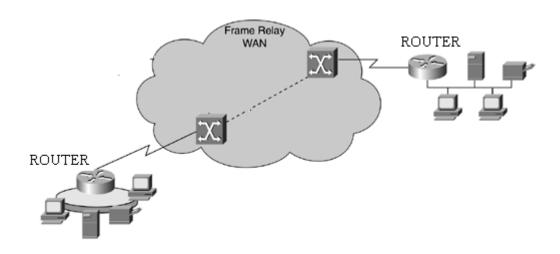


Рисунок 2.9 – Применение маршрутизаторов в сети Frame Relay

Любой абонентский интерфейс с глобальной сетью должен иметь свой собственный адрес в виде, принятым для технологии данной сети. В соответствии с этим адресом коммутаторы глобальной сети передают свои кадры друг другу, пока кадр не найдем абонента-получателя. При получении своего кадра, маршрутизатор пользователя извлекает из него сетевой пакет и отправляет его по ЛВС уже в соответствии с ее канальным протоколом действия.

Пользовательским доступом к сети технологии Frame Relay управляет интерфейс "пользователь-сеть" (UNI - User-to-Network Interface). Его главной задачей будет описание характеристик и особенностей мультиплексирования логических соединений PVC (Permanent Virtual Connection), и контроль их состояний и конфигураций. Каждое такое логическое соединение имеет свои уникальный номер DLCI.

2.6 Качество обслуживания в сетях Frame Relay

В отличии от сети ATM, которая сначала разрабатывалась как интегрированная сеть при передаче разнообразной информации, главное назначение технологии сетей Frame Relay заключается в том, чтобы обеспечить наиболее экономичный обмен цифровыми данными. Преимуществом технологии является ее «экономичность» — сеть не утилизирует низкоприоритетные пакеты при перегрузке в сети, а пропускает их в обход места скопления. Отсюда сразу вытекает и недостаток — это задержка при передаче пакета, которая может возрастать непредсказуемым образом.

Независимо от непригодности технологии Frame Relay к передаче голосового трафика в последнее время резко возрос интерес к ней. Передача такого трафика происходит за счет уменьшения времени доставки пакетов с голосовыми данными и переупорядочения очередей в устройствах доступа в сеть Frame Relay.

Из-за возросшего авторитетом данной технологии организация Форум Frame Relay начала разработку стандартов качества обслуживания. Стандартизация позволит предоставить абонентам весь спектр услуг, который дает технология сетей Frame Relay,

помочь выбрать требуемый уровень качества обслуживания и более эффективно им пользоваться. При разработке показателей качества обслуживания, главное внимание уделяется гарантированию полосы пропускания сети, малой задержке трафика, предотвращению потерь пакетов и обеспечению услуг за счет остаточной полосы пропускания (то есть по мере сокращения доступной полосы пропускания уменьшается и объем предоставляемых услуг).

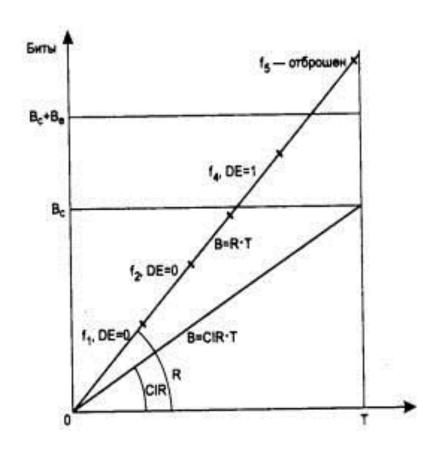
Технология сети Frame Relay в виду особого подхода гарантированно обеспечивает необходимые параметры качества транспортного обслуживания, при объединении ЛВС.

Вместо приоритезации проходящего трафика, применяется процедура заказа качества обслуживания при соединении, отсутствующая в сетях X.25 и пробивающая себе дорогу в сетях типа TCP/IP в виде экспериментального протокола RSVP, он пока не поддерживается поставщиками услуг Internet. В технологии Frame Relay заказ и поддержка качества обслуживания встроена в технологию FR.

При каждом виртуальном соединении задается несколько параметров, которые влияют на качество обслуживания:

- CIR (Committed Information Rate) это согласованная информационная скорость, с которой сеть будет передавать трафик пользователя;
- Bc (Committed Burst Size) это согласованный объем пульсации, или максимальное количество байтов, которое сеть FR будет передавать от этого пользователя по времени Т;
- Be (Excess Burst Size) это дополнительный объем пульсации, или максимальное количество байтов, которое сеть будет пытаться передать больше установленного значения Вс по времени Т.

Когда величины определены, тогда время Т определяется по формуле: T =Bc/CIR. Можно задать значения для CIR и T, тогда производной величиной будет величина всплеска трафика Bc. Соотношение между параметрами CIR, Bc, Be и T показано на рисунке 2.10.



Условий по временным задержкам передачи трафика технология сетей Frame Relay не дает, предоставляя данную услугу для сетей ATM.

Главным параметром, по которому пользователь и сеть заключают соглашение при установлении виртуального соединения канала, будет согласованная скорость передачи трафика. При постоянных виртуальных каналах данное соглашение будет частью контракта на использование услуг сети. При установлении коммутируемого виртуального канала соглашение о качестве обслуживания заключается автоматически при помощи протокола Q.931/933 — требуемые параметры CIR, B_c и B_e передают в пакете запроса на установление соединения в канале.

Скорость передачи информации измеряется на временном интервале, то интервал Т и является этим контрольным интервалом, при котором проверяются условия соглашения. В целом абонент не должен за данный интервал времени передать по сети данные со средней скоростью, превосходящей СІR. Если же он не выполняет соглашение, не только не гарантирует доставку кадра, но и помечает этот кадр признаком DE (Discard Eligibility), равным 1, то есть как кадр, подлежащий утилизации. Но кадры, отмеченные таким признаком, утилизируются из сети только тогда, если коммутаторы сети испытывают перегрузку. Если же перегрузки нет, то кадры с признаком DE=1 доставляются получателю.

Такое щадящее поведение сети соответствует случаю, когда общее количество информации, переданной абонентом в сеть за период T, не больше объема $B_c + B_e$. Если же объем превышен, то кадр не помечается признаком DE, и немедленно утилизируется.

На рисунке 2.8 показан случай, когда в интервал времени Т в сеть по виртуальному каналу отправлено 5 кадров. Средняя скорость отправки информации в сеть составила на этом интервале R бит/с, и она оказалась выше CIR. Кадры f1, f2 и f3 доставили по сети данные, суммарный объем которых не превысил порог Bc, значит эти кадры прошли дальше транзитом с признаком DE=0. Данные кадра 4, суммированные к данным кадров f1, f2 и f3, уже превысили порог Bc, но не превысили пока порога B_c+B_e , поэтому кадр f4 также прошел дальше, но уже с признаком DE=1. Данные кадра f5, суммированы к данным предыдущих кадров, они превысили порог B_c+B_e , поэтому этот кадр был отброшен из сети.

Для выполнения контроля по соглашению о параметрах качества обслуживания, коммутаторы сети Frame Relay исполняют так называемый алгоритм «дырявого ведра» (Leaky Bucket). Алгоритм использует счетчик C поступивших от абонента байт. Каждые T секунд этот счетчик уменьшается на величину B_c (или же сбрасывается в 0, если значение счетчика меньше, чем B_c). Все кадры, данные которых не прибавили значение счетчика свыше порога B_c , проходят в сеть со значением признака DE=0. Кадры, данные которых привели к значению счетчика, большему B_c , но меньшему B_c+B_e , тоже отправляются в сеть, но с признаком DE=1. И еще, кадры, которые привели к значению счетчика, большему B_c+B_e , утилизируются коммутатором.

Абонент может договориться о включении не всех параметров качества обслуживания в данном виртуальном канале, а только некоторых из них.

Можно использовать только параметры CIR и B_c . Такой вариант имеет более качественное обслуживание, так как кадры не сразу отбрасываются коммутатором. Коммутатор только отмечает кадры, которые превышают порог B_c за время T,

признаком DE=1. Если сеть не перегружена, кадры такого канала всегда дойдут до получателя узла, даже если абонент нарушает договор с сетью.

Интересен вид заказа на качество обслуживания, при нем оговаривается только порог B_e , а скорость CIR полагается равной нулю. Все кадры из такого канала сразу же помечаются признаком DE=1, но они отправляются в сеть, но при превышении порога B_e они отбрасываются. Контрольный интервал времени T в этом случае вычисляется как B_e/R , где R - скорость доступа канала.

Структура заказа средней пропускной способности сети и максимальной пульсации является основной структурой управления потоками кадров в сетях Frame Relay. Соглашения обязаны заключаться так, чтобы сумма средних скоростей виртуальных каналов не превышала возможностей портов коммутаторов. При заказе постоянных каналов, за это отвечает администратор сети, а при установлении коммутируемых виртуальных каналов - программное обеспечение коммутаторов. При правильно исполняемых обязательствах сеть борется с перегрузками путем уничтожения кадров с признаком DE=1 и кадров, превышающих порог B_c+B_e .

Но в технологии сетей Frame Relay есть еще и дополнительный (необязательный) механизм управления кадрами. Этот механизм — это оповещение пользователей в том, что на коммутаторах в сети возникли перегрузки (переполнение необработанными кадрами). Бит FECN (Forward Explicit Congestion Bit) кадра оповещает об этом принимающую сторону. На основании значения этого бита принимающая сторона должна при помощи протоколов более высоких уровней (TCP/IP, SPX и т. п.) оповестить передающую сторону о том, что она должна уменьшить интенсивность отправки пакетов в сеть.

Бит BECN (Backward Explicit Congestion Bit) оповещает о переполнении в сети отправляющую сторону и является рекомендацией уменьшить скорость передачи. Бит BECN чаще всего отрабатывается на уровне устройств доступа к сети Frame Relay – такие как маршрутизаторы, мультиплексоры и устройства CSU/DSU. Протокол Frame Relay не требует от устройста, получившего кадры с установленными битами FECN и BECN, быстрого прекращения передачи кадров в его направлении, как этого требуют кадры RNR в сетях X.25. Такие биты служат указанием для протоколов более высоких уровней (TCP, SPX, NCP и т. п.), в снижении интенсивности передачи пакетов. Так как регулирование потока инициируется в различных протоколах по-разному - как принимающей стороной, так и передающей, - то авторы протоколов сетей Frame Relay учли для обоих направлений снабжением предупредительной информацией о переполнении в сети.

В целом биты FECN и BECN могут быть игнорированы. Но чаще всего оборудование доступа к сети Frame Relay (FRAD) учитывают признак BECN.

При организации коммутируемого виртуального канала сети, параметры качества обслуживания передаются в сеть при помощи протокола Q.931. Данный протокол создает виртуальное соединение с помощью нескольких служебных пакетов.

Пользователеь сети Frame Relay, если хочет создать коммутируемое виртуальное соединение с другим пользователем, должен передать в сеть по каналу D сообщение SETUP, оно имеет несколько параметров:

- это DLCI:
- это адрес назначения (в формате E.164, X.121 или ISO 7498);
- это максимальный размер кадра при данном виртуальном соединении;
- это запрашиваемое значение CIR в двух направлениях;
- это запрашиваемое значение В_с в двух направлениях;
- это запрашиваемое значение B_e в двух направлениях.

Коммутатор, с которым состыкован пользователь, сразу передает абоненту пакет CALL PROCEEDING – значит вызов обрабатывается. Потом он анализирует параметры, которые есть в пакете, и если коммутатор может их удовлетворить (располагая, естественно, информацией о том, какие виртуальные каналы на каждом порту он уже поддерживает), то потом пересылает сообщение SETUP другому коммутатору. Следующий за ним коммутатор выбирается по таблице маршрутизации. Протокол автоматического составления из таблицы по маршрутизации по технологии сетей Frame Relay не определен, поэтому может применяться свой протокол производителя аппаратуры или же ручная организация таблицы. коммутаторы на пути следования к конечному узлу согласны принять запрос, то пакет SETUP передается к вызываемому пользователю. Вызываемый пользователь сразу отправляет в сеть пакет CALL PROCEEDING и начинает обрабатывать запрос. Если же запрос принимается, то вызываемый пользователь передает в сеть новый пакет -CONNECT, он проходит в обратном порядке по виртуальному каналу. коммутаторы должны сразу отметить, что этот виртуальный канал принят вызываемым пользователем. При получении сообщения CONNECT вызывающему пользователю он должен передать в сеть пакет CONNECT ACKNOWLEDGE.

Сеть FR должна передать вызываемому пользователю пакет CONNECT ACKNOWLEDGE, тогда это соединение считается установленным. По данному виртуальному каналу может передаваться информация.

3 Выбор оборудования

3.1 Особенности выбора оборудования

Современнейшее оборудование сетей Frame Relay выпускают известные компании, в их числе Northern Telecom, Motorola ISG, Cisco, Memotec. Набор функций оборудования у разных производителей почти одинаковые.

В виду требовании голосового трафика к характеристикам канала по времени оконечное оборудование, обеспечивающее передачу голоса, должно исполнять еще дополнительные функции.

При передаче данных в сеть бывает ситуация, когда в буфере устройства кадр данных максимального размера будет перед кадром с голосовой информацией. Обработка максимальной длины кадра требует много времени, значит, возникнет задержка по времени при передаче кадра голосовой информации. При повторной такой ситуации и переменной длине больших кадров при сеансе голосовой связи появляются паузы и замирания. Чтобы избежать подобного эффекта, используют алгоритм сегментации трафика. У такого алгоритма есть один недостаток: в формате одного кадра соотношение служебной информации к полезной с включением сегментации увеличивается, и значит, уменьшается эффективность пропускной способности канала передачи трафика. Значит оконечное устройство должно распознавать речевую информацию в потоке данных, включая сегментацию при необходимости и отключая ее в отсутствие речи.

Кроме этого, для обеспечения минимальной задержки кадров с голосовой информацией, в оборудовании FRAD надо предусмотреть возможность приоритета при разных видов трафика.

Еще важной особенностью работы оборудования доступа в сети Frame Relay этовозможность мультиплексирования голосовых соединений и трафика данных в одних PVC. Некоторые производители устройств FRAD делят передачу голосовых сообщений и трафика информаций по разным логическим целям, каждой из которой присваивается отдельный DLCI. Но это очень удорожает систему, так как оператор взимает плату за каждое соединение. Мультиплексирование данных в рамках одного PVC дает экономический эффект. Кроме этого, в современном оборудовании, выполняющее функции FRAD, вмонтированы алгоритмы сжатия голоса, они обеспечивают еще более эффективное использование пропускной способности каналов передачи информации. При передаче голоса в оборудовании FRAD должна быть предусмотрена функция уничтожения пауз DSI (Digital Speech Interpolation). Технология его работы определяет наличие речевой активности, и тогда передаются кадры голосовой информации. При отсутствии речи запас пропускной способности может быть использован для другого голосового сообщения или же передачи данных.

Несмотря на то, что стандарты для передачи речи через сети Frame Relay давно используются, не все производители оборудования поддерживают их в своих выпускаемых продуктах, реализуя свои алгоритмы обработки голосового трафика. Значит, важным шагом по пути развития сетей Frame Relay будет создание единых, не зависящих от модели оборудования алгоритмов взаимодействия оборудования сети при передаче речи. По прогнозам Vertical System Group, передача голосового трафика

(VoFR — Voice over Frame Relay) в дальнейшем останется одной из быстрорастущих услуг на рынке сетей Frame Relay. Опираясь на мировой опыт развития технологии сетей Frame Relay, отмечается ее сближение с решениями на базе сети АТМ. Данная интеграция обусловлена тем, что корпоративные ЛВС, работающие на основе виртуальных каналов цифровых сетей, имеют топологию сети "звезда". При данной конфигурации удаленные офисы не пользуются большой пропускной способностью сети для обеспечения потребностей всех своих приложений. В это же время на центральном узле сети происходит концентрация всех логических соединений, они занимают самую большую часть ресурсов канала взаимодействия абонента с сетью.

3.2 Выбор коммутатора для ЛВС

Созданная в 1986 году компания D-Link является всемирно известным производителем сетевого и телекоммуникационного оборудования, она предлагает большой набор решений для домашних абонентов, корпоративных сетей сегмента и провайдеров интернет-услуг.

В г. Алматы тоже есть представительство компании D-Link. Представительство D-Link добилось больших результатов. Региональный офис D-Link отвечают за работу с местными каналами продаж и обеспечение технической поддержки своих партнеров, так же предоставление образцов оборудования на тестирование, гарантийное обслуживание и ремонт.

В этом проекте будет использован коммутатор второго уровня DES-3226S фирмы D-Link.

3.3 Выбор маршрутизатора

Одними из лидеров на рынке маршрутизаторов-устройств сетей Frame Relay — Motorola (Vanguard 320, Vanguard 6400, Vanguard 6425 и др.), модели маршрутизаторов компании Cisco Systems (Cisco 800, Cisco 1600, Cisco 1700 и др.), мультипротокольных маршрутизаторов NSG компания Network Systems Group (NSG, OOO "Эн–Эс–Джи").

После проверенного анализа всех параметров, в том числе и себестоимости, выбор был за маршрутизаторами компании NSG.

Основная продукция этой компании — это модульные мультипротокольные маршрутизаторы и коммутаторы пакетов для сетей IP, VPN, Frame Relay, X.25. В данной продукции применяются собственные аппаратные и программные разработки компании и высококачественная элементная база от ведущих мировых производителей. По себестоимости оборудование NSG значительно опережает у продуктов от всемирно известных brand names, при сравниваемых функциональных возможностях и производительности. Это все позволяет NSG не только конкурировать на весьма насыщенном рынке разовых поставок, но и еще выигрывать тендеры и проекты общенационального масштаба.

Пользователями продукции NSG являются провайдеры услуг Интернет, операторы связи местного и регионального уровня, банковские и финансовые учреждения, государственные учреждения и организации (в т.ч. для специальных

применений), промышленные и торговые предприятия различного уровня и форм собственности, системные интеграторы.

3.4 Выбор коммутаторов Frame Relay

Технология сетей Frame Relay чаще применяется при маршрутизации протоколов локальных вычислительных сетей через телекоммуникационную сеть. Технология Frame Relay поддерживает передачу данных с коммутацией пакетов при интерфейсе между оконечными оборудованиями пользователей DTE (маршрутизаторами, мостами, ПК) и между оконечными устройствами канала передачи данных DCE (коммутаторами сети типа "облако").

Коммутаторы сетей Frame Relay применяют технологию сквозной коммутации, кадры передаются с коммутатора на коммутатор сразу после видения адреса получателя, это обеспечивает большую скорость передачи данных. В сетях Frame Relay используются высококачественные каналы передачи, поэтому возможна передача информации чувствительной к задержкам (голосовых и мультимедийных данных). В магистральных каналах сети технологии Frame Relay применяются волоконно-оптические линии связи, в каналах доступа может использоваться медные пары.

Ядро сетей FR будет построено на основе коммутаторов Cisco MGX8200 позволяющих, работать с большим спектром услуг сетей Frame Relay, под управлением программного продукта фирмы Cisco IOS. Фирма Cisco является ведущим поставщиком высокопроизводительных систем. Коммутаторы фирмы Cisco строят магистраль территориально распределенной сети, которая отвечает современным требованиям к передаче трафика данных и факсов. Коммутаторы фирмы Cisco MGX 8200 - это интегрированные периферийные коммутаторы сети АТМ, они позволяют работать с большим спектром услуг. При помощи операторы связи ΜΟΓΥΤ создавать высокорентабельные услуги сети Frame Relay, выделенных линий традиционных услуг, так же услуг доступа в Интернет, потом агрегировать их с помощью стандартных портов сети ATM UNI/NNI при отправки по магистралям сетей ATM. Коммутаторы серии MGX8200 позволяют провайдерам сетей связи уменьшать затраты и себестоимость оборудования, отказываясь от построения множества наложенных сетей связи. Такое устройство может подключаться к стандартной учрежденческой АТС, системе видеоконференций, и взаимодействовать с другим оборудованием Cisco. Оборудование способно работать со скоростью 2,048 Мбит/с.

Имея интерфейсы для передачи данных сетей ATM, сеть Frame Relay, последовательными синхронными и асинхронными интерфейсами, коммутаторы сетей объединяют многочисленные виды трафиков в единой надежной магистрали. Средство управления потоком гарантирует, что для каждого приложения будут исполнены требования качества обслуживания (QoS).

Универсальные коммутаторы пакетов, применяемые в сетях Frame Relay как базовый транспортный протокол, совмещают в себе функции:

- это статистическое уплотнение каналов передачи данных;
- это коммутация и передача разных видов трафика;
- это управление потоком и расстановка приоритетов;
- это поддержка функций телефонных станций связи.

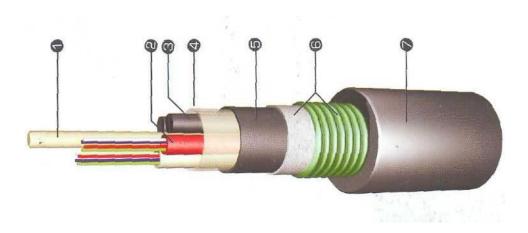
3.5 Выбор кабеля

В данном проекте участок магистрали будет волоконно-оптическим.

Ведущая роль в совершенствовании линий связи принадлежит волоконно-оптическим линиям, которые по сравнению с обычными обладают рядом преимуществ:

- высокая помехозащищённость от внешних электромагнитных полей;
- большая широкополостность. ВОЛС работают в диапазоне частот 10¹⁴- 10¹⁵ Гц. В световом диапазоне увеличивается несущая частота в 6-10 раз. Отсюда увеличение объема передаваемой информации. В оптической линии связи скорость передачи до 10 Гбит/с (опытные образцы до 100 Гбит/с);
- малое затухание энергии в оптоволокне позволяет существенно увеличить длину регенерационного участка;
 - дефицитные металлы (медь, свинец) заменены доступным кварцем;
 - большая скрытность передачи информации;
- большие строительные длины кабеля (2 км и более) обеспечивают меньшее число соединений, это увеличивает надёжность ВОЛС;
 - снижение веса кабеля.

Нам понадобится кабель, предназначенный при прокладках в грунте всех групп, в кабельной канализации, трубах, блоках, коллекторах на мостах и в шахтах



- 1. Центральный силовой элемент;
- 2. ПБТ модуль со свободно уложенными ОБ и гидрофобным гелем;
- 3. Кордель;
- 4. Межмодульный гидрофобный заполнитель;
- 5. Промежуточная ПЭ оболочка;
- 6. Водоблокирующая лента;
- 7. Наружная черная ПЭ оболочка с маркировкой.

Рисунок 3.1 - Конструкция ОКЛ-01-6-12-10/125-0,36/0,22-3,5/18-2,7

Количество необходимых оптических волокон (8) выбираем из требований заказчика при построении производственно-технологической связи, с учётом темпов развития услуг связи, аренды OB, необходимости для резервирования.

Характеристики выбранного кабеля представлены в таблице 3.1.

Т а б л и ц а 3.1 - Характеристики кабеля ОКЛ-01-6-12-10/125-0,36/0,22-3,5/18-2,7

Параметр	Значение
Количество ОВ	8
Диаметр кабеля, мм	11,9
Вес, кг/км	118
Коэффициент затухания на длине волны 1.55 мкм, дБ/км, не более	0,22
Хроматическая дисперсия на длине волны 1.55 мкм, пс/нм·км, не более	18
Показатель преломления сердцевины для (1550нм)	1,4681
Числовая апертура	0,059
Допустимое раздавливающее усилие, Н/см, не менее	4000
Допустимое статическое растягивающее усилие, кН	2,7
Допустимое динамическое растягивающее усилие, кН	3,1
Минимальный радиус изгиба при монтаже, мм	235
Минимальный радиус изгиба при эксплуатации, мм	175
Строительная длина, м	6000

3.6 Расчет основных характеристик световода выбор типа световода

Мы имеем одномодовые волокна со ступенчатым профилем показателя преломления.

Vc — это критическая нормированная частота, для одномодового режима Vc=2.404.

Когда одномодовые ВОЛС имеют изгибы или соединения, тогда размер диаметра поля моды является главным фактором влияющим на характеристики затухания. Увеличение диаметра поля моды приводит к ухудшению прохождения луча света на изгибах, зато уменьшает потери в разъемных и неразъемных соединениях, согласно формуле [1].

Посчитаем по формуле (4.1) показатель преломления оболочки n_2 Известно:

$$NA = \sqrt{n_1^2 - n_2^2} , \qquad (4.1)$$

где NA – это числовая апретура, 0,059;

n₁ – это показатель преломления сердцевины, 1,4681.

Тогда из формулы (4.2)

$$n_2 = \sqrt{n_1^2 - NA^2} \,, \tag{4.2}$$

$$n_2 = \sqrt{1.4681^2 - 0.059^2} = \sqrt{2.1553 - 0.0034} = 1.4669$$
.

Расчитаем критичесий угол θ с, при котором выполняется условие полного внутреннего отражения по формуле (4.3):

$$\theta c = \sqrt{1 - \left(\frac{n_2}{n_1}\right)^2} = \sqrt{1 - \left(\frac{1.4669}{1.4681}\right)^2} = 0.044 \, pad \approx 2,52^0 \,. \tag{4.3}$$

Зная показатели преломления оболочки n_2 и сердцевины n_1 рассчитаем относительную разность показателей преломления Δ по формуле (4.4):

$$\Delta = \frac{n_1 - n_2}{n_1} = \frac{1.4681 - 1.4669}{1.4681} = 0,0008. \tag{4.4}$$

Значение нормированной частоты вычисляется по формуле (4.5):

$$v = \pi \frac{2a}{\lambda} NA = \pi \frac{10}{1,55} 0,059 = 1,195,$$
(4.5)

где а – радиус сердцевины ОВ;

 λ - длинна волны, мкм.

Определим количество мод по формуле (4.6):

$$N=V^{2}/2=1,195^{2}/2\approx1.$$
 (4.6)

Значит, в рассчитываемом нашем волокие одномодовый режим.

В волоконно-оптическом световоде со ступенчатым ППП и параметрами:

 $n_1=1,4681,~\Delta\,n=0,0008,~N_a=0,059,~a=5$ мкм, в = 125мкм и длине волны $\lambda=1,55$

мкм будет существовать одномодовый режим.

3.7 Расчёт затухания сигнала в оптическом волокне

Найдем собственное затухание ОВ по приближенной формуле (4.7):

$$\alpha_c = \alpha_n + \alpha_p + \alpha_{np}, \tag{4.7}$$

где α_n затухание поглощения, которое зависит от чистоты материала и обуславливается потерями на диэлектрическую поляризацию согласно формуле (4.8):

$$\alpha_n = 8.69 \cdot \frac{\pi n_1 t g \delta}{\lambda} = 8.69 \cdot \frac{\pi \cdot 1.468 \cdot 110^{-12}}{1.55 \cdot 10^{-9}} = 2.62 \cdot 10^{-2} \text{ дБ/км,}$$
 (4.8)

где $tg \delta = 10^{-12}$ – это тангенс диэлектрических потерь OB;

 λ - это длинна волны, км.

 α_p — это затухание рассеивания, обусловлено неоднородностями материала и тепловыми флуктуациями показателя преломления и находится по формуле (4.9):

$$a_p = \frac{K_p}{\lambda^4} = \frac{0.8}{1.55^4} = 0.139 \text{ дБ/км},$$
 (4.9)

где K_p — это коэффициент рассеяния, для кварца равный 0,8 (мкм 4 -дБ)/км;

 λ — это длина волны, мкм.

Затухание из-за поглощения применяемыми примесями α_{np} возьмем равным нулю, так как в окне прозрачности данный вид затухания отсутствует. Тогда:

$$a_c = 2,62 \cdot 10^{-2} + 0,139 = 0,165$$
 дБ/км

Кабельное затухание рассчитывается как сумма 7 составляющих по формуле (4.10):

$$a_K = \sum_{i=1}^{7} a_i \,, \tag{4.10}$$

где α_{l} — это затухание из-за термомеханических воздействий на волокно в процессе изготовления кабеля;

 α_2 — это затухание из-за температурной зависимости коэффициента преломления OB;

 α_3 – это затухание на микроизгибах OB;

 α_4 – это затухание из-за нарушения прямолинейности OB;

 α_5 – это затухание из-за кручения OB вокруг оси;

 α_6 – это затухание из-за неравномерности покрытия OB;

 α_7 – это затухание из-за потерь в защитной оболочке.

В нашем проекте α_{κ} принимаем равным 0,05 дБ/км [1]. Расчет суммарного затухания будет из формулы (4.11):

$$\alpha = \alpha_c + \alpha_{\kappa} = 0.17 + 0.05 = 0.22 \text{ дБ/км}.$$
 (4.11)

Допустимое затухание в кабеле 0,2-0,3 дБ/км, мы попали в этот предел, значит расчеты сделаны правильно.

Рассчитаем SZ-структуру в ВОК:

Шаг поля полного оборота на 360^0 называется шагом скрутки S.

Угол между свиваемыми элементами и поперечным сечением кабеля называется углом скрутки α . Расстояние между осью кабеля и серединой свиваемого элемента называется радиусом скрутки R.

Для данного вида кабеля шаг скрутки S=170мм, а радиус скрутки R=4,3мм, тогда дополнительная длина Z будет известна из формулы (4.12):

$$Z = \left(\sqrt{1 + \left(\frac{2\pi R}{S}\right)^2} - 1\right) \cdot 100\% = \left(\sqrt{1 + \left(\frac{2\pi \cdot 4.3}{170}\right)^2} - 1\right) \cdot 100\% \approx 1.25\%$$
(4.12)

Поэтому для каждые 100 метров длины кабеля, свиваемые элементы должны быть длиннее на 1,25м.

Угол скрутки вычисляется из формулы (4.13):

$$\alpha = arctg \frac{S}{2\pi R} = arctg \frac{170}{6.28 \cdot 4.3} \approx 80.97\%$$
 (4.13)

Соответствующий радиус кривизны вычисляется из формулы (4.14):

$$\rho = R \left(1 + \left(\frac{S}{2\pi R} \right)^2 \right) = 4.3 \cdot \left(1 + \left(\frac{170}{6.28 \cdot 4.3} \right)^2 \right) \approx 175 \text{MM}.$$
 (4.14)

Наряду с изгибом надо ограничивать растяжение и сжатие световодов в жилах, для того, чтобы в заданных диапазонах нагрузок на растяжение и температурных диапазонах в ВОЛС не возникали недопустимые изменения передаточных характеристик и опасность в виду повреждения световодов. Относительное изменение длины $\Delta L/L$ ВОК, т.е. допустимое удлинение Ек или сжатие Етк кабеля вычисляется из формулы (4.15):

$$E = -1 + \sqrt{1 + \frac{4\pi^2 R^2}{S^2} \left(2\frac{\Delta R}{R} \pm \frac{\Delta R^2}{R^2} \right)},$$
 (4.15)

где, знак «+» для сжатия кабеля Етк;

знак «-« для удлинения кабеля Ек.

Зная номинальный внутренний диаметр оболочки $\alpha i = 2$ мм, 12 световодов со ступенчатым (дублированным профилем) показателем преломления имеют общий зазор:

$$\Delta R = (2.0 \text{MM} - 1.0 \text{MM})/2 = 0.4 \text{MM}$$
.

Значит максимальное допустимое удлинение кабеля известно из формулы (4.16):

$$Ek = -1 + \sqrt{1 + \frac{4\pi^2 \cdot 4.3^2}{170^2} \left(2\frac{0.4}{4.3} - \frac{0.4^2}{4.3^2}\right)} \approx 0.001064 = 0.1064\%.$$
 (4.16)

3.8 Расчет дисперсии

Расчет дисперсии оптического волокна. Любой ВОК характеризуется важным параметром, как дисперсия. Дисперсия — это рассеяние во времени и пространстве спектральных или модовых составляющих оптического сигнала. Дисперсия приводит к увеличению длительности импульса при его прохождении по ВОК.

Дисперсия ограничивает не только частотный диапазон использования световодов, но так же снижает дальность передачи по ВОК, чем длиннее линия, тем больше проявляется дисперсия и больше уширение импульса.

Различают три вида дисперсии волоконного световода: 1) межмодовая; 2) материальная; 3) волноводная. Межмодовая дисперсия возникает при распространении в световоде нескольких мод. В одномодовых ВОК модовой дисперсии нет. Материальная дисперсия - это зависимость показателя преломления сердечника от длины волны. Волновая дисперсия - это зависимость постоянной распространения с длины волны, источник излучения генерирует не строго одну длину волны λ , а некоторый спектр волн, который характеризуется значением спектральной ширины источника $\Delta\lambda$.

Проведем расчет длины участка регенерации при учете дисперсии и затухания и проанализируем расчеты.

Тип волокна – SF (градиентный ППП);

Длина волны $\lambda = 1550$ нм;

Удельная хроматическая дисперсия $Д(\lambda) = 18$ пс/нмхкм;

Удельная полоса пропускания $W = \frac{0.44}{\tau} \ \text{M} \Gamma \text{ц} \cdot \text{км};$

Ширина импульса лазера $\Delta \lambda = 0.05$ нм;

Дисперсия $\tau = \Delta \lambda \cdot Д(\lambda)$ пс/км;

Система передачи SMA-1, скорость V = 155 Мбит/с (передающая полоса численно равна скорости умноженной на коэффициент 1,25);

Частота модуляции нормированная (ширина спектра импульса на входе приемника) $\Delta f(\lambda) = 1,25 \cdot 155 = 193,75 \ M\Gamma$ ц.

Дисперсионное уширение импульса:

$$\tau = \Delta \lambda \cdot \mathcal{A}(\lambda) = 0.05 \cdot 18 = 0.9 \frac{\pi c}{\kappa M}$$
 (4.17)

Удельная полоса пропускания:

$$W = \frac{0.44}{\tau} = \frac{0.44}{0.9 \cdot 10^{-12}} = 4444444 \text{ M}\Gamma_{\text{II}} \cdot \text{KM}. \tag{4.18}$$

Длина регенерационного участка с учетом дисперсии:

$$L = \frac{W}{\Delta f(\lambda)} = \frac{444444}{193,75} = 230,39 \text{ km}. \tag{4.19}$$

Длину регенерации участка по затуханию рассчитывать не будем так как длина трассы не превышает строительной длины кабеля.

3.9 Расчет надежности волоконно-оптического кабеля

Под надёжностью оборудования, в том числе и оптического кабеля, понимают его свойство выполнять заданные функции при определённых условиях в течение определённого промежутка времени.

Надёжность работы (при рассмотрении процесса старения оптического волокна) оптоволокна в оптическом кабеле без использования резервных волокон определяется по формуле:

$$Pnno = p^{2n} + p^2 \sum_{i=1}^{2(n-1)} (2(n-1)_i)(1-p)^i p^{2(n-1)-i} + 2p(1-p) \sum_{i=1}^{2(n-1)} (2(n-1)_j)(1-p)^j p^{2(n-1)-j}, \quad (3.67)$$

где п – число пар оптических волокон в оптическом кабеле связи;

р – вероятность безотказной работы одного оптического волокна;

 $(2(n-1)_i)$ и $(2(n-1)_i)$ - биноминальные коэффициенты;

ј – принимает нечётные значения.

Одним из вариантов повышения надёжности работы оптических волокон является резервирование оптических волокон в конструкции оптических кабелей связи. При этом необходимо учитывать, что резервирование наиболее эффективно при необходимости создания высоконадёжного оптического кабеля. Надёжность работы оптических волокон в волоконно-оптическом кабеле с резервными волокнами определяется из выражения:

$$Pnno = \sum_{i=2n}^{2n+b} (2n+b_i)p^i (1-p)^{2n+b-i} + p^2 \sum_{j=b+1}^{2(n-1)+b} (2(n-1)+b_j)(1-p)^j p^{2(n-1)+b-j} + 2p(1-p) \sum_{\alpha=b+1}^{2(n-1)+b} (2(n-1)+b_{\alpha})(1-p)^{\alpha} p^{2(n-1)+b-\alpha},$$
(3.68)

где b – это число резервных волокон в оптическом кабеле связи;

 α - принимает нечётные значения при чётных значениях b и чётные значения при нечётных значениях b.

Надёжность работы волоконно-оптического кабеля связи при старении оптических волокон (снижении механической прочности от влаги и механической нагрузки) определяется по выражению:

$$P_{\text{okc}} = p^{2n}$$
. (3.69)

А при наличии резервных волокон – по выражению:

$$P_{o\kappa c} = \sum_{i=2n}^{2n+b} (2n+b_i) p^i (1-p)^{2n+b-i} .$$
 (3.70)

Найдем надёжность работы оптических волокон и волоконно-оптического кабеля связи без резервирования и с резервными волокнами. Расчёт проделаем для четырех волоконного оптического кабеля связи одним резервным волокном и без резервного волокна при пяти значениях надёжности оптических волокон P=0,99; 0,95; 0,9; 0,85; 0,8.

Расчитаем надёжность оптического без резервных волокон для P=0.8 по формуле (3.69):

$$P_{\text{orc}} = p^{2n} = 0.8^2 = 0.64.$$

Надёжность четырехволоконного оптического кабеля связи с двумя резервными волокнами определим по (3.70):

$$P_{o\kappa c} = \sum_{i=2n}^{2n+b} (2n+b_i) p^i (1-p)^{2n+b-i} = \sum_{i=21}^{2\cdot 1+1} (2\cdot 2+2_i) 0.8^2 (1-0.8)^{2\cdot 2+2-2} = 0.788.$$

Надёжность работы одной любой пары OB в четырехволоконном оптическом кабеле без резервных волокон определим из выражения (3.67):

$$Pnno = p^{2n} + p^2 \sum_{i=1}^{2(n-1)} (2(n-1)_i)(1-p)^i p^{2(n-1)-i} + 2p(1-p) \sum_{j=1}^{2(n-1)} (2(n-1)_j)(1-p)^j p^{2(n-1)-j} = 0,802.$$

Надёжность работы одной любой пары OB в двухволоконном оптическом кабеле с одним резервным волокном найдём из выражения (3.68):

$$Pnno = \sum_{i=2n}^{2n+b} (2n+b_i)p^i(1-p)^{2n+b-i} + p^2 \sum_{j=b+1}^{2(n-1)+b} (2(n-1)+b_j)(1-p)^j p^{2(n-1)+b-j} + 2p(1-p) \sum_{\alpha=b+1}^{2(n-1)+b} (2(n-1)+b_{\alpha})(1-p)^{\alpha} p^{2(n-1)+b-\alpha} = 0.831.$$

3.9.1 Проектируемая схема организации связи сети Frame Relay

Корпоративная сеть на базе Frame Relay, показанная на рисунке 3.3, имеет простейшую топологию: филиал предприятия связан с центральным офисом своим постоянным виртуальным каналом (Permanent Virtual Circuit - PVC) — логическим каналом с заданными параметрами и конечными точками.

В отличие от арендованных линий, которые предоставляют выделенные полосы, технология сетей Frame Relay обеспечивает разделяемое использование полосы пропускания линий связи, это во многих случаях и делает каналы сети Frame Relay экономически выгодными, чем арендованные линии. Кроме этого, сеть Frame Relay позволяет организовать несколько виртуальных соединений через один порт устройства доступа FRAD или маршрутизатора, который смонтирован у пользователя, это тоже повышает экономическую выгоду при применении данной технологии. Кроме эффективного использования полосы пропускания каналов связи, достойнством технологии Frame Relay является и то, что она не строится только для протокола Frame Relay – существуют алгоритмы, которые обеспечивают сопряжение сети Frame Relay с другими сетями: ATM (Asynchronous Transfer Mode), X.25, IP, SNA (Systems Network Architecture) и т. д.

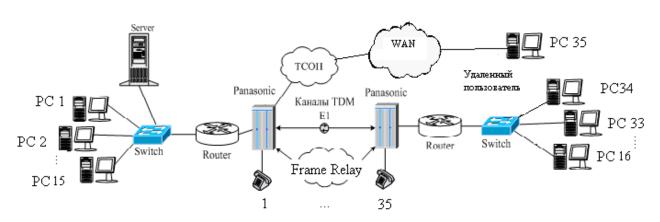


Рисунок 3.2 – Проектируемая схема организации корпоративной сети при наличии удаленного пользователя сети

4 Расчеты по корпоративной сети

4.1 Расчет производительности сети Frame Relay

Поле данных кадра сети Frame Relay имеет минимальную длину в 1 октет, максимальную длину по стандарту сети Frame Relay Forum — 1600 октетов, но в реализациях разных производителей FR-оборудования, иногда допускается превышение максимального размера (до 4096 октетов).

Произведем расчет длины заголовка кадра (служебной информации).

$$l_{\text{заг}} = l_{\text{полеупр}} + l_{FCS} = 4 + 2 = 6 \cdot 8 = 48 \, \text{ бит,}$$
 где $l_{none \, yn \, p}$ -=4байм
$$l_{FCS} = 2 \, 6 \, \text{айm}$$

Полезная пропускная способность прикладных протоколов при работе через сети технологии Frame Relay зависит от качества каналов и способов восстановления пакетов на уровнях стека, находящегося над протоколом сети Frame Relay.

В связи с этим, сети Frame Relay нужно применять при наличии на магистральных каналах волоконно-оптических линий связи высокого качества. Каналы доступа допускаются на медной паре, как это разрешает интерфейс G.703 или пользовательское оборудование ISDN.

На задержку сеть Frame Relay гарантий не дает, это основная причина, которая удерживает использование этих сетей при передаче голоса. Передача видеоизображения тоже тормозится, другое отличие сетей Frame Relay от сетей ATM – это низкая скорость доступа в 2 Мбит/с, для передачи видео часто недостаточно.

Вся длина кадра с учетом поля данных равным 1, 1600 и 4096 байт или 8, 12800 и 32768 бит:

$$\begin{split} l^{1}_{_{3\text{биг,дл.}}} &= l_{_{3\text{аг.}}} + l_{_{no,ne\partial анных}} = 48 + 8 = 56 \text{ бит,} \\ \\ l^{2}_{_{3\text{биг,дл.}}} &= l_{_{3\text{аг.}}} + l_{_{no,ne\partial анных}} = 48 + 12800 = 12848 \text{ бит,} \\ \\ l^{3}_{_{3\text{биг,дл.}}} &= l_{_{2\text{аг.}}} + l_{_{no,ne\partial annex}} = 48 + 32768 = 32816 \text{ бит.} \end{split}$$

Найдем долю полезной информации в передаваемых кадрах сети FR.

Для кадра минимальная длина полезной информации составляет всего лишь 8/56 = 0.14 от общей информации.

Для кадра стандарта сетей Frame Relay Forum длина полезной информации составляет 12800/12848 = 0,99 от общей передаваемой информации.

Для кадра некоторых производителей длина полезной информации составляет 32768/32816 = 0,99 от общей передаваемой информации.

Значит, для передачи данных производительность сети высокая при вложении в поле данных 1600 байт и выше.

Чтобы найти полезную пропускную способность сети для кадров максимального и минимального объема, нужно учесть разную частоту следования кадров.

Соответственно, что, чем меньше размер кадра, тем больше таких кадров будет проходить по сети за единицу времени, перенося с собой большее количество служебной информации.

Например, для передачи кадра минимального размера в 56 бит по скорости 2,048 Мбит/с соответствует 27,3 мкс по времени.

Тогда количество кадров, проходящих по сети за 1 секунду, будет 1/27,3 мкс = 36630 кадр/с.

При передаче кадра стандартного размера 12848 бит по скорости 2,048 Мбит/с это соответствует 6,27 мс по времени.

Тогда количество, проходящих по сети за 1 секунду, составит 1/6,27 мкс = 159 кадр/с.

Зная количество кадров и размер полезной информации, переносимой каждым кадром, можно рассчитать полезную пропускную способность сети.

При кадре минимальной длины полезная пропускная способность равна 1 байт/кадр х 36630 кадр/с = 36630 байт/с или 293040 бит/с то есть 0,29 Мбит/с.

При кадре стандартной длины полезная пропускная способность равна 1600 байт/кадр х 159 кадр/с = 254400 байт/с или 2035200 бит/с то есть 2,035 Мбит/с.

Так, в сети Frame Relay пропускная способность может изменяться в зависимости от размера следующих кадров от 0,29 Мбит/с до 2,035 Мбит/с, а количество кадров изменяется в пределах от 12848 до 159 кадр/с.

4.2 Расчет полосы пропускания для передачи голоса по сети Frame Relay

Полоса пропускания, использующая одним вызовом на одном физическом интерфейсе, исходит от трех факторов, приведенных ниже:

- это тип используемой передающей среды (Frame Relay, Ethernet, последовательный порт/MLPPP или ATM);
- это характеристики кодека величина полезной нагрузки, скорость пакетов в секунду (стандарт G.729, G.711 и т.д.);
 - это использование механизма VAD.

Кроме этого, в сетях Frame Relay (а также в сетях ATM) нужно принимать во внимание объем служебного заголовка пакета.

Полоса пропускания, нужная для голосового вызова, зависит от полосы пропускания кодека, объема служебных сообщений при формировании пактов и размера полезной голосовой нагрузки.

Чем меньше размер полезной голосовой нагрузки, тем большая полоса пропускания требуется при вызове.

При выполнении вычислений применяется формула: требуемая полоса = полоса кодека x (1 +служебная нагрузка/размер полезной нагрузки).

Обьем служебной нагрузки составляет 6-8 битов. Поля фрейма содержат:

- 2-байтовый заголовок Frame Relay;
- -1- или 2-байтовый заголовок стандарта FRF. 11 (в зависимости от значения скорости CIR);
 - 2-байтовую контрольную сумму CRC;
- 1-байтовый флаг трейлера. (Если в голосовых пакетах установлено использование последовательных номеров, то имеется также 1-байтовый последовательный номер.)

Для примера, в котором используются кодек G.729 с полосой пропускания 8 кбит/с, служебная нагрузка размером 6 байт и полезная нагрузка 80 байт формула имеет вид:

- требуемая полоса = $8000 \times (1 + 6/30)$;
- требуемая полоса = $8000 \times (1.2)$;
- требуемая полоса = 9600 или 9,6 кбит/с.

4.3 Разработка модели сети Frame Relay на NetCracker

Программный пакет NetCracker Professional версии 4.1 разрешает создавать проекты телекоммуникационных сетей разной топологии и проводить их анализ используя алгоритм имитационного моделирования. При использовании пакета точность анализа позволяет оценивать качественно вероятность перегрузки аппаратуры каналов передачи данных и видеть узкие места проекта сети. Пакет позволяет практическое создание самых разных сетевых решений почти «вживую» без дорогостоящей тестовой лаборатории. Это возможность чрезвычайно полезна при проектировании сетей.

При помощи системы моделирования NetCracker Professional могут быть решены задачи: методы проектирования различных сетей, интеграция и связность сетей, подбор оборудования с учетом совместимости различных производителей, выбор параметров протоколов сети для обеспечения максимальной пропускной способности сети при заданной топологии и рабочей нагрузке. Программное обеспечение NetCracker Professional версии 4.1 включает в себя обширную библиотеку готовых сетевых устройств (большую по своему объему, чем версия 4.0) и дает возможность определять новые типы устройств. Библиотека элементов предоставляет различные модели стандартных сетевых устройств, создавать сети связи используя модели устройств, требованиям пользователя, регулировать уровень параметров удовлетворяющих элементов библиотеки, строить модели сопоставимые с реальными сетями телекоммуникаций.

Главное окно NetCracker Professional (помимо заголовка, главного меню и панели инструментов) состоит из трех фреймов:

- браузера (Browser) слева;
- рабочей зоны (Workspace) справа;
- панелей изображений (Image) снизу.

Главное окно имеет выпадающие меню, показывающие основные функции: File (Файл), Edit (Правка), View (Вид), Database, Global, Sites, Object, Control, Tools (Инструменты), Window (Окно), Help (Справка).

Главное окно выполняет следующие функции:

- управление моделями или группами моделей в окне проектирования;
- пуск и остановка моделирования;
- обеспечение доступа к окну анализа и другим сервисным функциям.

Окно браузера предназначено для выбора конкретного устройства. В окне рабочей области проектируются схемы сетей. Вспомогательное окно предназначено для отображения различных элементов сетей. Для перемещения выбранной модели необходимо:

- дважды нажать мышкой на нужный элемент;

- либо нажав мышкой и, удерживая ее в нажатом состоянии, переместить курсор с выделенной моделью на рабочее поле окна проектирования.

Для запуска программы NetCracker Professional нужно в меню «Пуск-Программы» - NetCracker Professional найти соответствующий ярлык и дважды кликнуть на нем мышкой. После запуска NetCracker Professional 4.1 на экране появится рабочее окно NetCracker Professional.

Таким образом, рассмотренные элементы управления программы NetCracker позволяют выполнять моделирование различных топологий телекоммуникационных сетей и определять основные ее характеристики.

4.4 Разработка метода проведения экспериментов на модели

При использовании имитационного моделирования актуальным является применение программ: NetCracker Профессионал 4.1 Моделирование технологии корпоративной сети на основе Frame Relay при помощи программы NetCracker позволяет в процессе моделирования определять законы распределения трафика в такой сети и их параметров, а также выбор устройств сети.

При этом решаются задачи:

- для разработки топологии сети освоение программного продукта NetCracker профессионал 4.1;
- разработка на NetCracker имитационной модели корпоративной сети на основе технологии Frame Relay
- определение закона распределения и величины параметров транзактов в процессе задания трафика при моделировании интерфейса между оконечными устройствами и определение процента утилизованных пакетов на NetCracker;
- исследование распределения измеренного реального трафика в интегрированной сети;

Закон распределения транзактов сети и ее параметры могут быть использованы при проектировании корпоративных сетей на базе сети Frame Relay []. Есть разные методы моделирования технологии таких сетей [].

В этой работе при моделировании технологии корпоративных сетей на основе Frame Relay применяют элементы управления программы NetCracker, которые позволяют выполнять моделирование различных топологий систем связи и определить основные характеристики такой сети.

Для того, чтобы определить эти характеристики нужно знать законы распределения вероятностей для длительности разговора и интервала времени между соседними вызовами. Исследования телефонного трафика показали, что в качестве этих распределений хорошо подходит экспоненцильная плотность распределения вероятностей (ПРВ), которая описывается следующим выражением []

$$\omega(\chi) = \lambda e^{-\lambda \chi}, \chi \ge 0 \tag{4.6}$$

где $\lambda = 1/m$ — это величина обратная математическому ожиданию (MO) m, определяющая интенсивность потока.

Обозначим через m_t – это средняя длительность разговора, а через m_z - средний интервал времени между разговорами. В этих обозначениях величина нагрузки, создаваемая одним пользователем находится по формуле:

$$Z_{1} = M_{t}^{pa32} / \left(M_{t}^{pa32} + M_{Z}^{pa32}\right) = \left(\lambda_{cp} + \lambda_{pa32}\right) / \lambda_{pa32}$$

$$(4.7)$$

Учитывая, что число абонентов на входе коммутатора равно двум, а входной поток является простейшим, общая нагрузка Z=2Zx.

Найдем вероятность потерь.

Ввиду того, что события совместимы, они могут произойти одновременно, но независимы, вероятность блокировки уже поступившего разговора будет находится по формуле [4]:

$$P = P(A) + P(B) - P(A) * P(B) = 2Z - Z^{2}$$
(4.8)

Общая вероятность потерь для всей схемы определяется умножением вероятности р на вероятность поступления очередного вызова. Зная, экспоненциальное распределение, входящий поток заявок можно считать простейшим и тогда веростность поступления очередного вызова равна 1. В результате вероятность потерь находится выражением:

$$P_{P} = P = 2Z - Z^{2} \tag{4.9}$$

Для определения действительности входящего потока в интегрированную сеть и закона распределения транзактов по экспоненте проведем эксперименты, для этого необходимо на разработанной имитационной модели интегрированной сети, задавать трафики с разными законами их распределения и параметрами, приведенными в таблице 4.1.

Т а б л и ц а 4.1 – Законы распределения принятого трафика и значения величины используемых параметров

Законы	Описание	Параметры
распреде-		
ления		
1	2	3
Erlang	$P(x) = \frac{\lambda^x / x!}{\sum_{x=0}^{\nu} \frac{\lambda^x}{x!}}$	$x = 10; \lambda = 50.$
Gamma	$\frac{1}{eta^{lpha}\Gamma(lpha)}\chi^{lpha-1e-x/eta},$	$m_1 = \alpha \beta, m_2 = \alpha(\alpha + 1)\beta^2, \mu_2 = \alpha \beta^2, \mu_3 = 2\alpha \beta^3,$
	$\int \beta^{\alpha} \Gamma(\alpha)^{\lambda}$,	$\alpha = 50; \beta = 4/m_t = 0.001$
	$x \ge 0, \beta > 0$	
Uniform	$\frac{1}{b-a}, a \le x \le b$	$\mu_1 = \frac{a+b}{2}, \mu_2 = \frac{(b-a)^2}{12}, \mu_3 = 0, \mu_4 = \frac{1}{80}(b-a)^4$
		a = 500; b = 1000 / mt = 0,001
Weibulg	$\alpha \beta x^{\alpha - 1} \exp(-\beta x^{\alpha}),$ $x \ge 0$	$m_1 = \Gamma \left(1 + \frac{1}{\alpha} \right) \beta^{-1/\alpha}$
		$\mu_2 = \Gamma \left(\Gamma \left(1 + \frac{2}{\alpha} \right) - \Gamma^2 \left(1 + \frac{1}{\alpha} \right) \right) \beta^{-2} / \alpha$
		$m_1 = 500; \mu_2 = 100/m_t = 0.05$
LogNormal	$1 \qquad \left((\ln x - a)^2 \right)$	$\alpha = 4; \ \sigma = 2/m_t = 0.01;$
	$\frac{1}{x\sqrt{2\pi\sigma}}\exp\left(-\frac{(\ln x - a)^2}{2\sigma^2}\right),$	$m_1 = \exp(a + 0.5\sigma)^2$, $\mu_2 = \exp(2a + \sigma^2)(\exp(\sigma^2) - 1)$
	$x \triangleright 0$	

Coonstant	$\frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma}} \exp\left(-\frac{(x-a)^2}{2\sigma^2}\right)$	$m_1 = a, \mu_2 = \sigma^2, \mu_3 = 0, \mu_4 = 3\sigma^4,$ $\sigma = 600, x = 1$
Expontial	$w(x) = \lambda e^{-\lambda x}$ $x \ge 0$	$m_1 = 1/\lambda, m_2 = 2/\lambda^2, \mu_2 = 1/\lambda^2, \mu_3 = 2/\lambda^3 \mu_4 = 9/\lambda^3$ $m_x = 500/m_t = 0.04$

При выполнении поставленной задачи на NetCracker профессионал 4.1 разработана модель корпоративной сети на основе сети Frame Relay приведенной на рисунке 4.1.

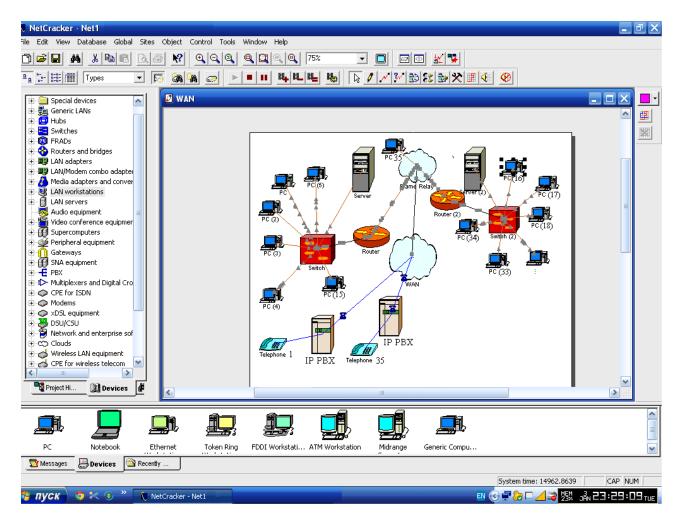


Рисунок 4.1 – Модель разрабатываемой сети завода «Арсенал» в оболочке NetCracker 4.1

Для функционирования имитационной модели необходим истинный интерфейс, между оборудованием сетей существующий действующих системах. При ложном интерфейсе программный продукт NetCracker 4.1 не дает разрешение на соединение этих элементов и в модели появляются взрывы, показывающие, неверно подобранные интерфейсы, элементы — устройства и величины параметров трафика.

Для успешной имитации корпоративной сети на основе сети Frame Relay задавались различные направления и тип трафика, производился подбор необходимого виртуального оборудования и величины параметров законов распределения трафика, прохождение потоков между устройствами. В ходе эксперимента были проверены на процент утилизации пакеты для различных распределений, которые приведены в таблице 4.2.

Т а б л и ц а 4.2 – Значения утилизованных пакетов от вида законов их распределения

Виды законов распре-	Er-	Gam-	Uni-	Wei-	Log-	Cons-	Expon-
деления транзактов	lang	Ma	form	bulg	Normal	tant	tiall
Утилизованные пакеты	45%	39%	37%	36%	35%	21%	5%

На рисунке 4.1 построен график зависимости процента утилизации от вида закона распределения транзактов в сети. Из данного графика видно, что самый большой процент утилизации происходит при распределении транзактов по закону Erlang и составляет 45%, при этом на телефонных аппаратах были видны взрывы. При моделировании мы добивались отсутствия взрывов на виртуальных устройствах при прохождении своего трафика во всех направлениях. На рисунке 4.1 такой результат был достигнут при распределении трафика по закону экспоненты и процент утилизации был самым наименьшим и равным 5%, как видно из рисунка 4.2.

Полученное при этом экспоненциальное распределение принимаем за истинное и считаем, что сетевые устройства изначально разработаны в соответствии с классической теорией телетрафика, то есть они оптимизированы на поступление простейшего потока данных.

Утилизов пакеты

50% 45% 40% 35% 25% 20% 15% 10% 5% 0%

Рисунок 4.2 – График зависимости процентов утилизации пакетов от вида законов распределения пакетов

Таким образом, разработанная имитационная модель приведенная на рисунке функционирует нормально так как, во время движения различных типов трафика нет взрывов на устройствах. Изменяя параметры сети, топологию сети, устройства и интерфейсы между ними: можно подобрать необходимые сетевые устройства, оптимальные пути и структуру для проектирования корпоративных сетей на основе технологии Frame Relay.

4 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

4.1 Анализ условий труда обслуживающего персонала

На персонал, обслуживающий сети IP телефонии воздействуют такие опасные производственные факторы, как электрический ток, повышенный уровень шума, недостаточная освещенность рабочих поверхностей.

При эксплуатации и ремонте электрического оборудования и сетей связи человек может оказаться в сфере действия электромагнитного поля или в непосредственном соприкосновении с находящимися под напряжением проводниками электрического тока. В результате прохождения тока через человека может произойти нарушение его жизнедеятельных функций.

При ремонте и обслуживании систем связи важную роль играют параметры микроклимата. Микроклимат на рабочих местах характеризуется: температурой воздуха, t, °C; относительной влажностью, ϕ , %; скоростью движения воздуха на раб. месте, V, м/c; интенсивностью теплового излучения W, Bt/m^2 ; барометрическим давлением., p, мм pт. ст.

Метеофакторы, как каждый в отдельности, так и в различных сочетаниях оказывают огромное влияние на функциональную деятельность человека его самочувствие и здоровье. Для производственных условий в большинстве случаев характерно суммарное действие метеофакторов.

Качество освещения рабочих мест оказывает существенное влияние на физическое и моральное состояние рабочих, их зрительную работоспособность и, следовательно, на производительность труда. Кроме того, недостаточная рабочего является одной освешенность зачастую места из причин производственного травматизма.

Шум на рабочих местах в помещениях систем связи создается внутренними источниками: техническими средствами, устройствами кондиционирования воздуха, компрессорами, насосами, преобразователями напряжения и другим оборудованием, а проникающим в помещение извне. Длительное воздействие также шумом, интенсивного шума (выше 80 дБ) на слух человека приводит к его частичной или полной потере. Действие шума на организм человека не ограничивается воздействием на орган слуха. Через волокна слуховых нервов раздражение шумом передается в центральную и вегетативную нервные системы, а через них воздействует на внутренние органы, приводя к значительным изменениям в функциональном состоянии организма, влияет на психическое состояние человека, вызывая чувство беспокойства и раздражения. Работающие в условиях длительного шумового воздействия испытывают раздражительность, головные боли, головокружение, понижение аппетита, боли в ушах и т.д. Такие сдвиги в работе ряда органов и систем организма человека могут вызвать негативные изменения в эмоциональном состоянии человека вплоть до стрессовых. Под воздействием шума снижается концентрация внимания, нарушаются физиологические функции, появляется усталость в связи с повышенными энергетическими затратами и нервно-психическим напряжением, ухудшается речевая коммутация. Все это снижает работоспособность человека и его производительность, качество и безопасность труда. Человек, подвергшийся воздействию интенсивного шума, затрачивает в среднем на 10-20% больше физических и нервно-психических усилий, чтобы сохранить выработку, достигнутую им при уровне звука ниже 70 дБ(А). Установлено, что при работах,

требующих повышенного внимания, при увеличении уровня звука от 70 до 90 дБ(А) имеет место снижение производительности труда на 20% [18].

4.2 Меры пожарной профилактики

Возникновение пожара в рассматриваемом помещении наиболее вероятно по причинам неисправности электрооборудования, к которым относятся: искрение в местах соединения электропроводки, которые замыкаются в цепи, перегрузки проводов, перегрев источников бесперебойного питания и другие факторы. Поэтому подключение к сети необходимо производить через распределительные щиты, компьютеров позволяющие производить автоматическое отключение нагрузки Поскольку в рассматриваемом случае при возгорании электроустройства могут находиться под напряжением, то использовать воду и пену для тушения пожара недопустимо, поскольку это может привести к электрическим травмам. Другой причиной, по которой нежелательно использование воды, является то, что на некоторые элементы АТС и ЭВМ недопустимо попадание влаги. Поэтому для тушения пожаров в рассматриваемом помещении можно использовать либо порошковые составы, либо установки углекислого тушения. Но поскольку последние предназначены только для тушения небольших очагов возгорания, то область их применения ограничена. Поэтому для тушения пожаров в данном случае применяются порошковые составы. Установки порошкового пожаротушения могут быть как переносными, так и стационарными, причем стационарные могут быть с ручным, дистанционным и автоматическим включением. Автоматическая установка и установка с механическим включением отличаются только средствами открытия запорного крана. В автоматических установках используются различные датчики обнаружения пожара (по дыму, тепловому и световому излучению), а в механических - специальные троссовые системы с легкоплавкими замками. В настоящее время освоены модульные порошковые установки ОПА - 50, ОПА - 100, УАГ. Для профилактики пожарной безопасности организуется обучение производственного персонала (обязательный инструктаж по правилам пожарной безопасности не реже одного раза в год), издание необходимых инструкций с доведением их до каждого работника учреждения, выпуск и вывеска плакатов с правилами поведения при пожаре. Также необходимо наличие плакатов, информирующих людей о расположении аварийных выходов из здания в случае возникновения пожара, плана эвакуации людей в аварийных ситуациях. План эвакуации людей в случае пожара должен быть составлен таким образом, чтобы за кратчайшее время люди могли покинуть здание, не создавая пробки во время движения. Путь от дверей каждого помещения до выхода из здания должен быть по возможности минимальным (30-50 метров). Для этого необходимо учесть расположение комнат и всех выходов из здания, включая аварийные. На рисунке 6.2 приведен план эвакуации людей при пожаре из проектируемого помещения. На данном плане показаны кратчайшие пути выхода из здания, включая аварийный выход. При этом не создаются пробки в коридорах и в дверных проходах, что позволяет покинуть помещение в кратчайшее время.

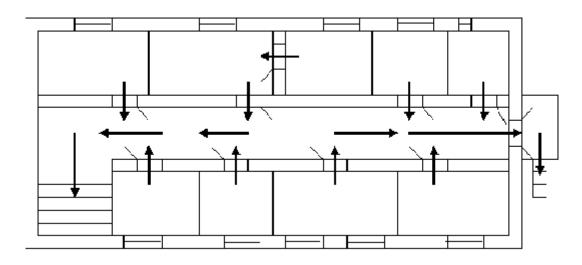


Рисунок 4.2 - План эвакуации при пожаре

4.3 Расчет снижения шума в помещении оператора за счет применения шумопоглощающих покрытий

В помещении оператора наблюдается повышенный уровень звукового давления от внешних и внутренних источников шума (таблица 4.1). Необходимо определить снижение шума в помещении оператора за счет применения шумопоглощающих покрытий.

Размеры помещения - $6 \times 6 \times 2,7$; (м)

Размер окон - $2 \times 1,5 \times 3$; (м)

Размер двери - 2,1×0,9; (м)

Дверь выполнена из древесноволокнистой плиты. Покрытие пола · линолеум на твердом основании. Стены оштукатурены и окрашены масляной краской.

Таблица 4.3 - Уровень звукового давления в помещении оператора

Частота, Гц	125	250	500	1000	2000	4000
L _{нач} , дБ	68	64	60	58	56	56
L доп, дБ	70	68	63	55	52	50

Определим площадь пола, стен, остекленения, двери и полка [19]:

$$S_{\text{пола}} = S_{\text{потолка}} = A \cdot B = 6 \cdot 6 = 36 \text{ m}^2, (4.3)$$

где А и В - длина и ширина помещения.

$$S_{okha} = A_{ok} \cdot B_{ok} = 2 \cdot 1,5 \cdot 2 = 6 \text{ m}^2,$$
 (4.4)

где $A_{o\kappa}$ и $B_{o\kappa}$ - длина и высота окна.

$$S_{\text{двери}} = A_{\pi} \cdot B_{\pi} = 2.1 \cdot 0.9 = 1.89 \text{ m}^2, \quad (4.5)$$

где $A_{_{\! I\! J}}$ и $B_{_{\! I\! J}}$ - длина и высота двери.

$$S_{\text{стен}} = 2A \cdot H + 2B \cdot H - S_{\text{двери}} - S_{\text{окна}} (M^2)$$
 (4.6)

где А и Н - длина и высота помещения.

$$S_{\text{cteh}} = 4 \cdot 6 \cdot 2.7 - 1.89 - 6 = 56.91 \,(\text{M}^2)$$

Ожидаемую величину снижения шума в помещении за счет применения звукопоглощающей облицовки определяют по формуле [16, 20]

$$\Delta L = 10 \lg \frac{A_2}{A_1} \, \text{дБ} \, (4.7)$$

где A_1 и A_2 соответственно эквивалентная площадь звукопоглощения до и после акустической обработки помещения.

Эквивалентная площадь звукопоглощения определяется из выражения [19]:

$$A = \alpha \cdot S \qquad (4.8)$$

где α - коэффициент звукопоглощения материала; S - площадь ограждений.

В нашем случае эквивалентная площадь звукопоглощения до акустической обработки помещения будет складываться из суммы эквивалентных площадей стен, пола, потолка, остекленения и двери. Данные расчета приведены в таблице 4.4.

Таблица 4.4 - Данные расчета эквивалентной площади звукопоглощения до акустической обработки помещения

Параметр	Частота, Гц					
	125	250	500	1000	2000	4000
$lpha_{ m creh}$	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03
$A_{creh} = \alpha_{creh} \cdot S_{creh}$	0,36	0,36	0,72	0,72	1,08	1,08
астекла	0,35	0,25	0,18	0,12	0,07	0,04
$A_{\text{стела}} = \alpha_{\text{стекла}} \cdot S_{\text{стекла}}$	9,48	6,78	4,86	3,24	1,89	1,08
апотолка	0,02	0,05	0,06	0,08	0,05	0,05
$A_{\text{потолка}} = \alpha_{\text{потолка}} \cdot S_{\text{потолка}}$	0,72	1,8	2,16	2,88	1,8	1,8
апола	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04
$A_{\text{пола}} = \alpha_{\text{пола}} \cdot S_{\text{пола}}$	0,72	0,72	1,08	1,08	1,44	1,44
$lpha_{ ext{\tiny ДВери}}$	0,18	0,11	0,19	0,39	0,95	0,56
$A_{\perp} = \alpha_{\perp} S_{\perp} S_{\perp}$	0,34	0,21	0,36	0,74	1,80	1,09
A_1	5,27	5,41	5,96	6,7	6,19	5,34

В качестве облицовочного материала используем маты из супертонкого стекловолокна, покрытые стеклотканью шириной 50 мм. Облицовке шумопоглощающим покрытием подвергаем три стены и двери, тогда

$$S_{\text{обл}} = 3 \cdot 6.2,7 = 48,6 \text{ м}^2$$

Тогда необлицованная площадь стен составит:

$$S_{\text{необл стен}} = 56,91 - 48,6 + 1,89 = 10,2 \text{ m}^2$$

Данные расчета эквивалентной площади звукопоглощения после акустической обработки помещения приведены в таблице 4.5.

Таблица 4.5 - Данные расчета эквивалентной площади звукопоглощения после акустической обработки помещения

Параметр	Частота, Гц					
	125	250	500	1000	2000	4000
астен необл	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03
$A_{creh} = \alpha_{creh} \cdot S_{creh}$	19,44	41,31	47,63	48,6	45,2	47,14
астен обл	0,4	0,85	0,98	1,0	0,93	0,97
$A_{oбл} = \alpha_{oбл} \cdot S_{oбл}$	0,1	0,1	0,2	0,2	0,31	0,31
астекла	0,35	0,25	0,18	0,12	0,07	0,04
$A_{\text{стела}} = \alpha_{\text{стекла}} \cdot S_{\text{стекла}}$	9,48	6,78	4,86	3,24	1,89	1,08
апотолка	0,02	0,05	0,06	0,08	0,05	0,05
$A_{\text{потолка}} = \alpha_{\text{потолка}} \cdot S_{\text{потолка}}$	0,72	1,8	2,16	2,88	1,8	1,8
апола	0,1	0,1	0,1	0,08	0,06	0,06
$A_{\text{пола}} = \alpha_{\text{пола}} \cdot S_{\text{пола}}$	0,72	0,72	1,08	1,08	1,44	1,44
A_2	30,46	50,71	55,93	56,0	50,64	51,77
ΔL, дБ	4,2	7,1	7,8	8,1	8,0	9,0

Сравним уровни шума в помещении оператора после проведения акустической обработки с допустимыми параметрами шума (таблица 4.6).

Таблица 4.6 - Результаты снижения шума в помещении оператора

Tuomiqu 1.0 Tosymbiatis emiskemisi mysta b nomementini eneparopa						
Наименование	1	2	3	4	5	6
L _{нач}	68	64	60	58	56	56
ΔL, дБ	4,2	7,1	7,8	8,1	8,0	9,0
L по	63,8	56,9	52,2	49,9	48	47
L _{доп}	70	68	63	55	52	50
Превышение нормы	-	-	-	-	-	-

Вывод: после акустической обработки помещения звукопоглощающими покрытиями превышение нормы уровня шума не наблюдается.

4.4 Расчет искусственного освещения

Расчет ведем согласно методическому указанию к выполнению раздела «Охрана труда» в дипломном проекте. Производственное освещение [12] и СНиП РК 2.04-05-2002 Естественное и искусственное освещение. – Астана: Комитет по делам строительства МИиТ РК, 2002 [13].

На рабочих местах у компьютеров освещённость нормируется в вертикальной плоскости (плоскости экрана) и в горизонтальной плоскости (плоскости стола в зоне работы с документами, клавиатурой). Нормирование ведется с абсолютных единицах (люксах), вне зависимости от того, естественное или искусственное освещение в помещении (совместное освещение также измеряется в абсолютных единицах). Этот принцип абсолютных единиц введён потому, что для оператора компьютера важна сама величина освещённости, а не его относительное значение, важно как много или мало единиц «люкс» на экране и на столе, не будет ли это мешать работе.

Осветительные установки должны обеспечивать равномерную освещенность с помощью преимущественно отраженного или рассеянного светораспределения; они не должны создавать слепящих бликов на клавиатуре и других частях пульта, а также на экране в направлении глаз оператора. Для исключения бликов отражения на экране от светильников общего освещения, необходимо применять антибликерные сетки, специальные фильтры для экранов, защитные козырьки или располагать источники света параллельно направлению взгляда на экран с обеих сторон. При рядном размещении оборудования не допускается расположение дисплеев экранами друг к освещение обеспечивается светильниками, установленными другу. непосредственно на столешнице стола или на его вертикальной панели, а также вмонтированными в козырек пульта. Если возникает необходимость использования индивидуального светового источника, то он должен иметь возможность ориентации в разных направлениях и быть оснащен устройством для регулирования яркости и защитной решеткой, предохраняющей от ослепления и отражения блеска. Источники света по отношению к рабочему месту следует располагать таким образом, чтобы исключить попадание в глаза прямого света. Защитный угол арматуры у этих источников должен быть не менее 30. Пульсация освещенности используемых люминесцентных ламп не должна превышать 10%.

Помещение имеет размеры: длина A=5 м, ширина B=7 м, высота H=3,5 м, высота рабочего места над уровнем пола $h_{pao}=0,8$ м, коэффициенты отражения от стены $P_{cr}=50$ процентов, потолка $P_{nor}=70$ процентов и пола $P_{non}=30$ процентов помещения.

Работа с компьютером является работой средней точности.

Поскольку наименьший размер объекта различия $0.5 \div 1$ мм.

Требуемый световой поток лампы каждого светильника определяется по формуле (4.1):

$$\Phi = \frac{E \cdot K_{_3} \cdot S \cdot z}{N \cdot \eta}, (\pi M) \tag{4.1}$$

где Е - наименьшая нормируемая освещенность, лк;

 K_3 - коэффициент запаса, учитывающий старение ламп, запыление и загрязнение светильников;

S - освещаемая площадь помещения, M^2 ;

z - коэффициент неравномерности освещения, z = 0.9;

N - число светильников;

 η - коэффициент использования светового потока, т.е. отношение потока, падающего на расчетную поверхность, к суммарному потоку всех ламп; находится в зависимости от величины индекса помещения і и коэффициента отражения потолков и стен.

Минимальная норма освещенности при общем искусственном освещении для этого класса помещений Е=300 лк [14]. Индекс помещения і определяется по формуле (4.2):

$$i = \frac{A \cdot B}{h \cdot (A+B)},\tag{4.2}$$

где А - длина помещения, м;

В - ширина помещения, м;

h - высота подвеса светильника над рабочей поверхностью, м.

Определим расчетную высоту подвеса по формуле (4.3):

$$h = H - h_n, \tag{4.3}$$

где h_p - высота рабочей поверхности над полом (h_p = 0.8 м)

Поэтому h = 3.5 - 0.8 = 2.7 (м),

Подставив в формулу (4.2) полученное значение высоты подвеса светильника, найдем индекс помещения

$$i = \frac{5 \cdot 7}{2,7 \cdot (5+7)} = 1,08$$

Из таблицы 2.5 [14] находим η =47 процентов

Определим наивыгоднейшее расстояние между светильниками по формуле (4.4):

$$L = z \cdot h \,, \tag{4.4}$$

где z = 0.9 - коэффициент неравномерности;

h - высота подвеса.

Поэтому:

$$L = 0.9 \cdot 2.7 = 2.43 \,\mathrm{M}$$

Рассчитаем количество светильников по формуле (4.5):

$$N = \frac{S}{L^2},\tag{4.5}$$

где S - площадь помещения;

L - расстояние между светильниками.

Тогда:

$$N = \frac{35}{2.43^2} = 6$$
 ламп.

Расстояние между стенами и крайними рядами светильников определим по формуле (4.6):

$$l = (0,3 \div 0,5) \cdot L \tag{4.6}$$

Поэтому:

$$l = 0.5 \cdot L = 0.5 \cdot 2.43 = 1.215 \,\mathrm{M}$$

При В=7 м имеем число рядов светильников

$$n = \frac{B}{L} = \frac{7}{2.43} = 3$$

Из таблицы 1.10 [12] выбираем $K_3=1,5$.

Подставляя полученные в результате вычислений значения в формулу (4.1), определяем световой поток каждого светильника.

$$\Phi = \frac{300 \cdot 1,5 \cdot 35 \cdot 0,9}{6 \cdot 0,47} = 5026,6 (\pi M)$$

Получив последнее значение для величины светового потока каждого светильника и определив количество светильников, выбираем тип ламп. На основе полученных данных целесообразно использовать люминесцентные лампы ЛБ мощностью 80 Вт с номинальным световым потоком 5220 лм. Размещаем по одной лампе в каждом светильнике, а светильники располагаем с учетом, что длина лампы 1500 мм.

Всего для создания нормируемой освещенности 300 лк необходимо 6 ламп ЛД мощностью 80 Вт.

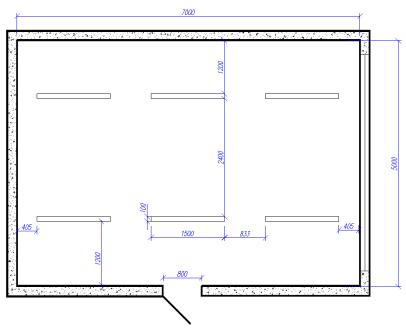


Рисунок 4.4 – План размещения светильников

Вывод: В этом разделе был проведен анализ используемых помещений на предмет вредного воздействия оборудования на организм человека и проделаны необходимые расчеты по выполнению норм безопасности и жизнедеятельности рабочего персонала.

5 Бизнес-план

5.1 Цель проекта

Основной целью проекта является разработка сети FrameRelayзавода «Арсенал» в Алматинской области на NetCracker.

Корпоративная сеть передачи данных – это основа жизнедеятельности любой организации. Поэтому необходимо при построении единой корпоративной сети, работающих В локальном режиме две сети ЛВС объединить между собой высокоскоростной технологией. Кроме ЭТОГО ЭТУ единую соединить общегосударственной сети передачи данных,при организации высокопроизводительной корпоративной сети передачи данных. Все это позволяет на базенынешних технологий в рамках корпоративной сети организовать:

- электронный документооборот;
- передачу голоса;

- передачу данных корпоративных приложений;
- видеоконференцсвязь;
- предоставление доступа к глобальным сетям данных, к финансовым торговым и информационным системам.

При этом, в данной компании упрощаются внутренние процессы и также дает предприятию ряд преимуществ:

- это быстрая и своевременная реакция на внешние и внутренние изменения;
- это доступ ко всем информационным ресурсам предприятия в реальном времени;
 - это оперативная связь;
 - это экономия средств на международных и междугородних звонках.

Цель объединения сетей на базе протокола IP — это уменьшение общих затрат, суммирующихся не только из капитальных расходов на приобретение и инсталляцию телекоммуникационного оборудования, но и так же из затрат на его содержание. Теоретически — одна объединенная сеть уменьшила бы потребность в техническом персонале — одни и те же специалисты стали бы заниматься и телефонией, и системами передачи потоков данных. При наличии одного канала доступа в распределенной сети связи также снизило бы ежемесячные траты. Направляя речевой трафик через корпоративную магистральную сеть передачи данных, можно значительно снизить затраты на стандартные телефонные услуги. Уменьшение количество используемого оборудования гораздо уменьшает стоимость.

Использование технологии IP-телефонии позволяет экономить около 70% средств на затраты, около 60-80% средств, выделяемых для организаций каналов доступа и около 50% средств на текущее обслуживание и ремонт сетей.

- 5.2 Финансовый план
- 5.2.1 Расчет капитальных затрат:
- капитальных вложений;

на дополнительные оборудование.

- эксплуатационных расходов;
- доходов от реализации услуг и прибыли;
- экономической эффективности. Произведем расчеты при организации и внедрении сети IP-телефонии.

При определении объема инвестиций на организацию IP- телефонии сети следует учесть, что основная доля капитальных вложений приходится на закупку станционного оборудования.

Капитальные вложения на компоненты сети включают в себя стоимость состава основных компонентов сети и расходы на неучтенное дополнительное оборудование.

Тогда, общие капитальные вложения на компоненты сети (таблица 5.1) определяются по формуле [14]

 $K_{\rm BJ} = K_{\rm TEPM} + K_{\rm KOHTP} + K_{\rm IIIJ} + K_{\rm YY} + K_{\rm ДОП}$, тенге, (5.1) где $K_{\rm TEPM}$ – капитальное вложение на приобретение терминала; $K_{\rm KOHT} = -$ капитальное вложение на приобретение контроллера зоны; $K_{\rm IIIJ}$ – капитальное вложение на шлюз; $K_{\rm YY}$ – капитальные вложения на устройство управления; $K_{\rm ДОП}$ - капитальное вложение

Таблица 5.1 – Состав компонентов сети и их стоимость

Наименование основных компонентов сети	Стоимость компонентов,
	тысяч тенге
Терминал	8200,0

Контроллер зоны	6100,0
Шлюз	6500,0
Устройство управления многоточечной	12000,0
конференцией	
Итого	32800,0
Дополнительное оборудование на	3280,0
компоненты сети (10% от итого)	
Всего	36080,0

Таким образом, $K_{BЛ} = 36080,0$ тысяч тенге.

Теперь произведем расчет общего объема инвестиции, который представлен в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Объем инвестиций на организацию сети ІР- телефонии

<u>№</u> пп/п	Наименование показателей	Значения показателей, тысяч тенге
1	Техническое оборудование	36080,0
2	Инсталляционные работы (15% от стоимости оборудования)	5412,0
3	Единовременные затраты: лицензия на деятельность, сертификация оборудования, регистрация документов (5% от капитальных затрат на оборудование)	1804,0
Итого	затрат	43296,0
4	Неучтенные прочие затраты (5% от итого затрат)	2164,8
	Всего инвестиции	45460,8

Таким образом, инвестиции (Ин) на организацию сети IP- телефонии составит Ин $_{\text{IP-TEII}} = 36080,0 + 5412,0 + 1804,0 + 2164,8 = 45460,8$ тысяч тенге

Техническое обслуживание и эксплуатацию сети IP- телефонии выполняет структурное подразделение предприятия связи, которое имеет необходимое и достаточное число специалистов и рабочих связи.

Производственный персонал для обслуживания сети имеется на предприятии, их квалификация и количество соответствуют паспортным данным оборудовании и линейных сооружений. Кроме того, состав работников станции и соответствующих цехов проходят постоянное повышение квалификации, а также аттестацию на рабочих местах.

Следовательно, штат создается на предприятий для обслуживания сети из существующего и высвободившего персонала, имеющих соответствующую квалификацию. Общая численность обслуживающего персонала в связи с отсутствием разработанных нормативов на виды обслуживания по новым типам оборудования сети определяется с учетом опыта ряда стран и паспортных данных оборудования сети, которая составляет 6 человек, в том числе 1 человек обслуживает абонентскую сеть, 4 — текущее и межстанционное обслуживание, 1 — программное обеспечение.

Сумма затрат за год и составит фактическую производственную себестоимость на производство услуг или величину годовых эксплуатационных расходов на обслуживание сети.

Текущие издержки состоят из амортизации оборудования, затрат на оплату труда и взносов с ФОТ в бюджетные и внебюджетные фонды, техническое обслуживание оборудования, расходных материалов и электроэнергии, аренда каналов и операционных расходов по офису, в числе которых расходы на рекламу, затраты на приобретение картриджей для принтера, бумаги и др.

$$\Im p = \Phi OT + Och + Ao + Hp + 3_{\Pi OM}$$
, тысяч тенге, где (5.2) $\Phi OT = \overline{3\Pi} cp \cdot 4 \cdot 12$, тенге(5.3)

Расходы на оплату труда определяются исходя из среднемесячной заработной платы обслуживающему персоналу в год [15]:

где $\overline{3\Pi}_{CP} = 70$ тысяч тенге-средняя заработная плата. Тогда количественное значение составит

$$\Phi$$
OT = 70·6 · 12 = 5040 тысяч тенге

В настоящее время средняя величина социального налога составляет 11% от ФОТ, за вычетом отчислений в пенсионный фонд в размере 10% от фонда оплаты труда.

$$O_{CH} = 0.11 \cdot (\Phi OT - O_{\Pi \Phi}) = 0.11 \cdot (\Phi OT - 0.1\Phi OT), \text{ Tehre}$$
 (5.4)

Тогда численное значение составит:

$$O_{CH} = 0.11 \cdot (5040 - 0.1 \cdot 5040) = 498,96$$
 тысяч тенге

Амортизационные отчисления учитывают норму амортизации (H_a), которая на сегодня составляет 15% в год, следовательно, амортизационные отчисления составляют и рассчитываются по формуле:

$$Ao = \frac{H_A \% \cdot И_{H}}{100\%}$$
, тенге (5.5)

Следовательно, численно это составит

$$A_0 = 0.15 \cdot 45460.8 = 6819.1$$
 тысяч тенге

Затраты на содержания помещений складываются из затрат на содержание площади для офиса, помещения для оборудования компонентов сети и в расчетах примем укрупненным методом как для аренды помещений в данном населенном пункте.

В частности, $S = 100 \text{ м}^2$ — необходимая площадь для офиса и размещения оборудования компонентов сети.

Общие затраты на аренду помещений составят

$$3_{APEH} = 1000 \cdot 100 \cdot 12 = 1200$$
тысяч тенге

Накладные расходы обычно составляют 30- 150% от ФОТ, которые включают в себя административно-хозяйственные и управленческие расходы, платежи на магнитные носители информации о переговорах и оплате, плата за подключение к телефонной сети общего пользования, расходы на электроэнергию и т.д. Следовательно, расчет накладных расходов произведем укрупненным методом и при этом увеличим долю накладных расходов, то есть

$$Hp = (0,3 \div 1,5)\Phi OT$$
, тысяч тенге (5.6)

Отсюда, численное значение составит

Hp = 0.2.5040 = 1008 тысяч тенге

Таким образом, общая сумма затрат на эксплуатацию сети

3p = 5080,0+498,96+6819,1+1200+1008,0=19601,5 тенге

Все полученные результаты в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Эксплуатационные расходы на корпоративной сети

Наименование статьи затрат	Значения показателей	
	Абсолютные	Удельный
	значения, вес, %	
	тысяч тенге	
Фонд оплаты труда	5040	23,88
Отчисления на социальный налог	498,96	4,30
Амортизационные отчисления	6819,1	34,79
Расходы на содержание помещений	1200	1,22
Накладные расходы	1008	35,81
Итого	19601,5	100

5.2.3 Расчет доходов.

В целом доходы корпоративной сети состоят из поступлений от предоставления услуг, которые включают в себя абонентскую плату за линию и сверхплановое эфирное время.

В целом доходы абонентов определяются следующим образом

В свою очередь,

где N — число абонентов (1% от числа населения) в рассматриваемом году; T_{Ab} — тариф за абонентскую плату с учетом объема 100 Мбайт трафика; Q — среднее эфирное время, мин; $T_{10~M\Gamma b}$ — тариф за каждые 10 Мбайт эфирного сверхпланового трафика , тенге; 12 - число месяцев в году.

Тогда,

Дреал =
$$9102,0 + 13320 = 22422,0$$
 тысяч тенге

Для оценки экономической эффективности организации корпоративной сети рассчитываются финансовые результаты (ФР) или доход (прибыль - Пр) от основной деятельности, который определяется по формуле [15]:

где Дреал – доходы от преставления услуг; Эр – годовые эксплуатационные расходы.

$$\Pi p = 22422,0 - 19601,5 = 2820,5$$
 тысяч тенге

Положительный финансовый результат в соответствии с нормативными документами в Республике облагается юридическим налогом по ставке 20 %.

В этом случае, получаемая прибыль ($\Pi P_{\text{ЧИСТ}}$) после налогообложения за вычетом подоходного налога с юридического лица ($\Pi H_{\text{ЮР}}$) определяется по формуле [14, 15]:

$$\Pi P_{\Psi UCT} = \Pi p - \Pi H_{\Theta P}$$
, тенге (5.11)

 $\Pi P_{\Psi UCT} = 2820,5 -0,2 \cdot 2820,5 = 2256,4$ тысяч тенге

Инвестиционные затраты окупаются за счет будущих ожидаемых чистых поступлений (ЧП или ЧД), направляемых на накопление, и амортизации, то есть срок окупаемости рассчитывается по формуле:

где ΦH – прибыль, направляемая в фонд накопления и составляет 75% от прибыли чистой ; A_0 – амортизационные отчисления.

Все полученные результаты приведены в таблице

Таблица 5.4 - Технико-экономические показатели сети IP-телефонии

Наименование показателей	Значения показателей
Инвестиции, тысяч тенге	45460,8
Численность работников, человек	6
Доходы от реализации услуг, тысяч тенге	22422,0
Эксплуатационные расходы, тысяч тенге	19601,5
Прибыль от основной деятельности, тысяч тенге	2820,5
Срок окупаемости, лет	5
Коэффициент экономической эффективности	0,2

Таким образом, полученные результаты позволяют сделать вывод, что проект покрывает инвестиционный капитал в требуемые сроки по окупаемости проекта.

Заключение

Проведя анализ по теоретическим основам и причин для создания сети Frame Relay выявлено, что служба коммутации пакетов сетей Frame Relay широко применена в мире и она была создана для быстрого надёжного канала связи. Сеть Frame Relay взамен средств управления потоком использует функцию извещения о перегрузке в сети. Допустимо использование минимальной гарантированной скорости (CIR) для каждого виртуально созданного канала. FR применяется для построения территориально распределённых корпоративных сетей, и в составе решений, связанных с обеспечением гарантированной пропускной способности канала передачи данных VoIP, видеоконференций.

На сегодня сети Frame Relay начинают открывать свой потенциал. Верхний предел скорости передачи сообщений обещает вырости до 50 Мбит/с. Создание коммутируемых виртуальных каналов (SVC), при которых сеть Frame Relay сможет передавать данные между заранее нефиксированными точками, должна повысить качество передачи голосового трафика по каналам сети Frame Relay.

В следствии использования специальных мультиплексоров и сжатия речевой информации технология сети Frame Relay подошла к поддержанию голосового трафика. Но возможности передачи голосового трафика зависит от ее поддержки хозяевами сетей связи. Значит голос по сети Frame Relay доступен не везде. Но эта технология имеет большую популярность, так что ее всеобщая доступность – только дело времени.

Протокол сети Frame Relay разрешает создать частично связную топологию сети без дополнительных физических соединений в сети.

В этой работе дан обзор разных схем строения структур сетей на базе Frame Relay и на рисунке 3.2 показана разработанная схема проектируемой сети организации корпоративной сети. Далее проведен исходя из анализа и исследования характеристик сети выбор оборудования разрабатываемой корпоративной сети завода «Арсенал». Сделаны расчеты для корпоративной сети завода «Арсенал»:

- расчет производительности сети Frame Relay;
- расчет полосы пропускания при передаче голоса по сети Frame Relay;
- расчет числовой апертуры в тракте передачи;
- расчет параметров передачи в сети.

Сделанное моделирование по загруженности каналов в сети и длины очередей к оборудованию сети, Net Cracker World показалось тем, что поток для такой сети будет простейшим и работает по экспоненциальному закону, по результатам моделирования есть рекомендации в заданной структуре, при проектировании использовать более скоростной канал, в целом производительность всей системы будет довольно высокой. Далее, мной была изучена и построена имитационная модель на пакете программ Net Cracker профессионал 4.1 где были проведены эксперименты и стало ясно, что при задании проходящим потокам различных законов, лишь в потоке имеющем распределение эрланга утилизованных пакетов будет всего 5%, а при остальных случаях процент утилизации будет даже свыше 45%. [1].

Подводя итог можно отметить, что выполненные расчеты и разработанная модель схемы корпоративной сети на основе технологии Frame Relay может быть применена при проектировании в городе Алматы, где находится офис завода «Арсенал» и его нового филиала.

Список литературы

- 1 Олифер В., Олифер Н., Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы. СПб.:Питер, 2006 958 с.
 - 2 Таненбаум Э., Компьютерные сети. 4-е издание. СПб.:Питер, 2007 992 с.
 - 3 Олифер В.Г., Олифер Н.А., Технология MPLS. ЭКО-ТРЕНДЗ, Москва, 2002г.
- 4 Лассере М., Межсоединение локальных сетей посредством MPLS // LAN. № 8. -2004. C. 33-37.
 - 5 http://citcity.ru/17562/
 - 6 http://www.rosdormash.su/
 - 7 http://www.osp.ru/news/index.html
- 8 Вармейхис К., Осторожно: оптоволокно! // Сети и системы связи. № 2. -2000. С. 5-7.
 - 9 Орлов С., Перекресток миров // LAN. № 5. 2004. С. 25-26.
- 10 Орлов С., Магистральная технология нового века // LAN. № 9. -2004. С. 5-6.
- 11 Крылов В.В., Самохвалова С.С. Теория телетрафика и ее приложения. СПб.:БХВ- Петербург, 2005. 288 с.
 - 12 Шрайбер Т.Д. Моделирование на GPSS.- М.: Машинострое ние,1980.
- 13 Советов Б. Я., Яковлев С. А. Моделирование систем: Учеб. Для вузов 3-е издание, перераб. и доп. М: Высш. Школа, 2001 г. 343 с.
- 14 Советов Б. Я., Яковлев С. А. Моделирование систем: Курсовое проектирование: Учеб. пособие по специальности АСУ. М: Высш. школа, 1988г. 135 с.
- 15 Баклашов Н.И., Китаев Н.Ж., Терехов Б.Д., Охрана труда на предприятиях связи и охрана окружающей среды. Учебник для вузов. М.: Радио и связь, 1989 125 с.
 - 16 Голубицкая Е.А. Экономика связи М.: ИРИАС, 2006. 488 с.
- 17 Горелик Е.А. Голубицкая А.А. Основы экономики телекоммуникаций М.: Радио и связь, 1997. 209 с.
- 18 Горелик Е.А., Жигульская Г.М., Экономика связи. М.: Радио и связь, 2000 392 с.

Перечень сокращений

АТС – автоматическая телефонная станция

КСПД – корпоративная сеть передачи данных

ЛВС – локально-вычислительная сеть

ПК – персональный компьютер

ПО – программное обеспечение

СПД – сеть передачи данных

ТСОП – телефонная сеть общего пользования

УАТС – учрежденческая АТС

ЭВМ – электронно-вычислительная машина

ANSI (American National Standards Institute) – Американский Национальный Институт Стандартов

ATM (Asynchronous Transfer Mode) – асинхронный режим передачи

CRC – циклический избыточный код

DCE (Data Circuit-terminating Equipment) – аппаратура передачи данных

DLCI (Data Link Connection Identifier) – идентификатор канала передачи данных

DTE (Data Terminal Equipment) – оконечное оборудование данных

DSU/CSU (Data Service Unit/Channel Service Unit) – устройство обслуживания данных и устройство обслуживания канала

FRAD (Frame Relay Access Device) – устройство доступа Frame Relay

IP – межсетевой протокол

ISDN (Integrated Service Digital Service) – цифровая сеть с интеграцией служб

LAN (Local Area Network) – локальная вычислительная сеть, ЛВС

OSI – эталонная модель взаимодействия открытых систем

PBX – учрежденческая ATC

PVC (Permanent Virtual Circuit) – постоянный виртуальный канал

SNA – сетевая архитектура IBM для взаимосвязи между изделиями

SVC (Switched Virtual Circuit) – коммутируемый виртуальный канал

TDM (Time-Division Multiplexing) – метод временного мультиплексирования

TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) – протокол управления передачей/межсетевой протокол

WAN (Wide Area Network) – глобальная сеть

UNI (User Network Interface) – интерфейс пользователь-сеть

QoS – качества обслуживания

Приложение А

Расчет параметров взаимных влияний приведен с применением программы Маткад

