

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Государственное образовательное учреждение

высшего профессионального образования

«Пензенский Государственный Университет»

Кафедра «Вычислительная техника»

**Проектирование корпоративной вычислительной сети
(Вариант №1)**

Пояснительная записка к курсовой работе

по дисциплине

“Сети ЭВМ и телекоммуникации”

052

12.12.11

Автор работы

Лебедев А.В.

Группа

08ВП2

Специальность

230105

Руководитель работы

Коннов Н.Н.

Работа защищена «__» 2011г.

Оценка _____

Пенза 2011 г.

Кафедра Вычислительная техника

„УТВЕРЖДАЮ“

Зав. кафедрой

„ “ г.

ЗАДАНИЕ

на курсовое проектирование по курсу

Современные телекоммуникационные технологии

Студенту Либерева А.В. Группа 08ВП2

Тема проекта Корпоративная сеть (Вариант 301)

Исходные данные (технические требования) на проектирование

Создать проект корпоративной сети следующей топологии:
сеть центрального офиса включает интернет из 3 рабочих станций (PC1-PC3) сегмент 10Base-T на базе концентратора, который подключен к коммутатору, к которому также подключен сегмент 100Base-Tx из трех рабочих станций (PC4-PC6), 2 серверов (C1 и C2), а также много-протокольного маршрутизатора. Маршрутизатор соединен цифровой линией (устр.-во DSU/CSU) линией WAN соединении с сетью FR по потоку T1. К сети FR, в свою очередь, через такое же WAN-соединение подключено 2 сети филиалов. Каждая сеть филиала включает 5 рабочих станций (PCT1-PCT5), один сервер СР и устр.-во доступа в сеть FR с цифровой линией маршрутизатора 10/100 Base-Tx.

Сервер 1 может предоставлять FTP-доступ к файлам, сервер 2 обслуживает клиентов базу данных, сервера СР обслуживают клиентов базу данных CAD/CAM-приложений. Рабочие станции филиалов являются клиентами CAD/CAM приложений и базы данных. Рабочие станции PC1-PC3 работают с файл-сервером и базой данных. Рабочие станции внутри каждого сегмента взаимодействуют друг с другом по технологии Small office peer-to-peer.

1. Расчетная часть

1. Введение

2. Разработка программы сети в NetCracker, включая настройку всех видов компонентов.

3. Испытание сети, сбор статистики

4. Транслирование сегмента ABC с помощью CAPR

5. Резюме и описание одной из технологий

2. Графическая часть

3. Экспериментальная часть

Моделирование сети, проектирование с использованием CAPR

Срок выполнения проекта по разделам

1	Согласно заданию	к
2		к
3		к
4		к
5		к
6		к
7		к
8		к

Дата выдачи задания "30" сентября 2011

Дата защиты задания " " "

Руководитель

Задание получил "30" сентября 2011 г.

Студент Лобурев А.В. / Лобурев /

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Пензенский Государственный Университет»
Кафедра «Вычислительная техника»

Проектирование корпоративной вычислительной сети
(Вариант №1)

Пояснительная записка к курсовой работе

по дисциплине

“Сети ЭВМ и телекоммуникации”

Автор работы	Лебедев А.В.
Группа	08ВП2
Специальность	230105
Руководитель работы	Коннов Н.Н.
Работа защищена «__» 2011г.	Оценка_____

Пенза 2011 г.

РЕФЕРАТ

Пояснительная записка содержит 38 листов, 18 рисунков, 5 приложений, 3 использованных источника.

СЕТЬ, ЭВМ, СЕРВЕР, САПР, NETCRACKER, 100BASE-Tx, 10BASE-T, 10/100BASE-Tx, FTP - ключевые слова.

Объект разработки – локальная вычислительная сеть.

Цель работы — построение заданной модели сети в NetCracker, включая настройку всех компонентов, исследование, сбор статистики.

					ПГУ 230105-7КП082.14 ПЗ								
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	«Проектирование корпоративной вычислительной сети (Вариант №1)»				Лит.	Лист	Листов		
Разраб.		Лебедев А.В.										3	32
Пров.		Коннов Н.Н.							Группа 08ВП2				
Н. контр.													
Утв.													

Содержание

Введение.....	5
1.Постановка задачи.....	6
2. Решение задачи.....	7
2.1 Описание метода решения задачи.....	7
2.2 Построение сегмента 10Base-T.....	9
2.3 Построение сегмента 100Base-Tx.....	11
2.4 Построение сегмента сети филиала 10/100Base-Tx.....	12
2.5 Построение модели локально-вычислительной сети.....	13
2.6 Настройка IP.....	14
2.7 Задание трафика.....	16
3. Результаты моделирования.....	19
3.1 Моделирование проекта.....	19
3.2Сбор статистики.....	20
Заключение.....	22
Список использованных источников.....	23
ПРИЛОЖЕНИЕ А(обязательное) Структура сети.....	24
ПРИЛОЖЕНИЕ Б Список используемого оборудования	26
ПРИЛОЖЕНИЕ В Поток данных в системе	28
ПРИЛОЖЕНИЕ Г Таблица IP адресов	31
ПРИЛОЖЕНИЕ Д Протокол Frame Relay	33

Введение

Постоянный рост числа компьютерных сетей, усложнение их инфраструктуры и увеличение объемов передаваемых данных создает серьезные проблемы обеспечения эффективного управления ресурсами сетей. Необходимость в этом возникает как при администрировании и развитии существующей сетевой инфраструктуры, так и при проектировании новых сетей и разработке сетевых приложений.

В настоящее время наиболее эффективным вариантом решения задач: оценки эффективности работы сети, документирования ее текущего состояния, оптимизации производительности, анализа возможных усовершенствований, а также выработки рекомендаций для наиболее рационального использования ресурсов сети, является использование специальных моделирующих систем.

Одним из наиболее популярных на сегодняшний день продуктов, предназначенных для проектирования компьютерных сетей всех типов, а также имитации процессов в созданных сетях, является пакет «*NetCracker Professional*», разработанный фирмой «*NetCracker Technology*».

1. Постановка задачи

Создать проект корпоративной сети следующей топологии: сеть центрального офиса включает сегмент из 3 рабочих станции (PC1-PC3) сегмент 10BASE-T на базе концентратора, который подключен к коммутатору, к которому также подключен сегмент 100BASE-TX из трех рабочих станции (PC4-PC6), 2 серверов (C1 и C2), а так же многопротокольного маршрутизатора. Маршрутизатор через цифровой модем (устройство DSU/CSU) имеет WAN-соединение с сетью FR по потоку T1. К сети FR, в свою очередь, через такое же WAN-соединение подключены 2 сети филиалов. Каждая сеть филиала включает (5 рабочих станций PCФ1-PCФ5), один сервер СФ и устройство доступа в сеть FR с цифровым модемом объединенный объединенные коммутатором 10/100BASE-TX

Сервер1 может предоставлять FTP доступ к файлам, сервер2 обслуживает клиентов базы данных, сервера СФ обслуживает клиентов базы данных и CAD/CAM-приложений. Рабочие станции филиалов являются клиентами CAD/CAM приложений и базы данных, Рабочие станции PC1-PC3 работают с файл сервером и базой данных. Рабочие станции внутри каждого сегмента взаимодействуют друг с другом по трафику Small office peer-to-peer.

2. Решение задачи

2.1 Описание метода решения задачи

Для построения структурной реализации сети воспользуемся программой NetCracker Professional Edition v4.1(рисунок 1).

Программа позволяет построить структуру сети с использованием реальных компонентов. С ее помощью могут быть решены такие задачи:

- 1) Определение производительности сети при задании топологии и рабочей нагрузки;
- 2) Анализ зависимости пропускной способности при изменении рабочей нагрузки на сеть;
- 3) Анализ зависимости пропускной способности сети при изменении ее топологии;
- 4) Подбор параметров протоколов сети, для обеспечения максимальной пропускной способности сети, при заданной рабочей нагрузке;
- 5) Определение оптимальной топологии и отношения пропускная способность-стоимость проектируемой сети.

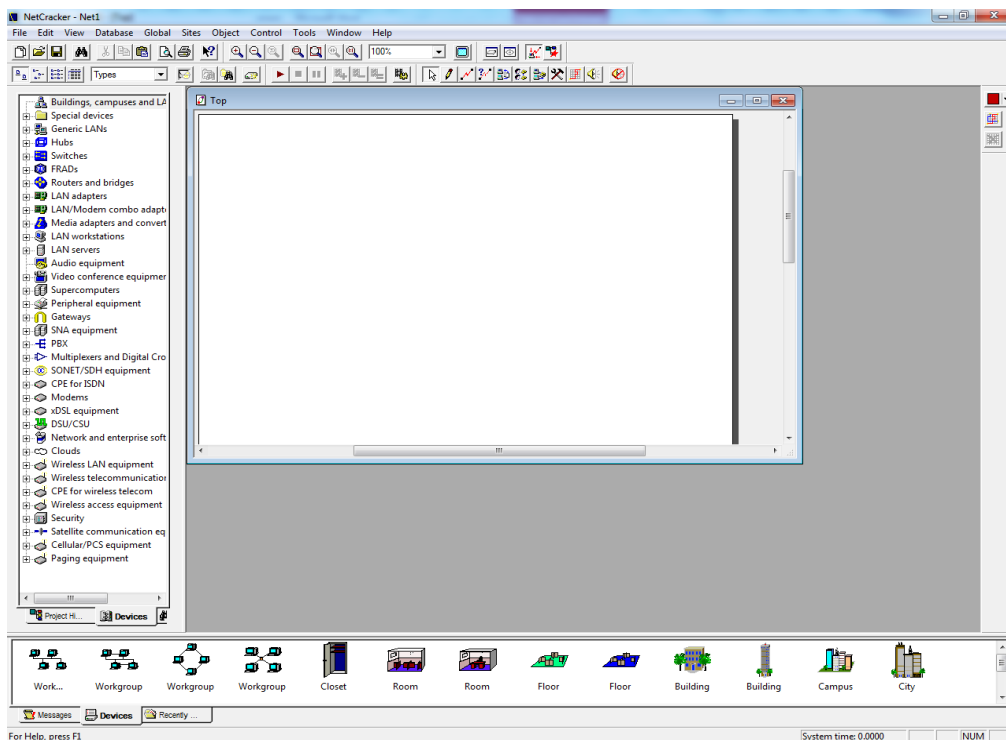


рисунок 1- Главное окно NetCracker Professional

Программа позволяет построить структуру сети с использованием реальных компонентов.

Сеть включает в себя четыре сегмента: 10Base-T, включающий в себя три персональных компьютера, 100Base-Tx, также включающий в себя три персональных компьютера и два сервера, и два идентичных сегмента на базе 10/100Base-Tx коммутатора, состоящих из пяти персональных компьютеров и одного сервера.

Разработанная структура сети приведена в Приложении А.

Список используемых устройств и их параметров приведен в Приложении Б.

После разработки структуры сети и установки параметров осуществляется моделирование работы сети. Это позволяет установить загруженность серверов, размер внутри- и межсетевого трафика, выявить «узкие» места системы, где, например, не хватает пропускной способности участка.



Выявление таких мест позволяет произвести замену оборудования на более быстродействующее до этапа физической реализации сети, что в свою очередь, экономит время и средства на установку сети.

Для моделирования поведения системы между клиентами и серверами устанавливаются различные виды трафика. Для этого используется окно Data Flow, показывающее все потоки данных, присутствующие в сети. Кроме того, для различных компонентов и участков сети можно включить вывод статистики.

2.2 Построение сегмента 10Base-T

Три персональных компьютеров (PC) образуют сегмент 10BASE-T.

Персональные компьютеры выбираем в браузере, в закладке *LAN workstation – PCs*. Так как чаще всего в одной ЛВС присутствуют компьютеры одного производителя и одной конфигурации, то создадим сеть на базе компьютеров Celebris GL фирмы Digital Equipment. Таких компьютеров нужно 3. Эти компьютеры имеют процессор Intel Pentium Pro с частотой 200 МГц, они подходят для работы в ЛВС, так как высокая производительность не требуется. Что бы объединить компьютеры в сеть нам потребуется Hub. Hub выбираем в браузере, во вкладке *Hub – Shared media – Ethernet*. В данном случае взяли Ethernet 10Base-T hub фирмы D-Link Systems. Это Hub на 14 портов, так как в последующем будет необходимо подключить серверы. Hub имеет пропускную способность 10 Мбит/сек, этого достаточно, чтобы обеспечить работу ЛВС. Так как в наших компьютерах нет разъемов для подключения к Hub, то нужно вставить сетевые адаптеры. Для этого в браузере, открываем вкладку *LAN adapters – Ethernet* выбираем производителя и модель. В данном случае выбираем адаптеры EtherLink 10 Mbps PCI Combo NIC фирмы 3Com Corp. Таких адаптеров будет тоже 3. Данные адаптеры с пропускной способностью 10 Мбит/сек, что очень важно, так как построенная сеть должна быть 10 мегабитной. Это обеспечит достаточно высокую пропускаемую способность. Чтобы вставить адаптер в компьютер, необходимо нажать на модели адаптера, чтобы выбрать его. Выделить его левой кнопкой мыши и тянуть к необходимому компьютеру, пока мышь не будет над изображением устройства, затем отпустите кнопку мыши.

Если курсор меняется на , то эта часть может быть вставлена сюда. Если на , то устройство не может быть помещено в данное устройство.

Для того чтобы посмотреть, какие именно платы вставлены в ЭВМ, нужно дважды нажать на нужной ЭВМ и справа будут перечислены эти платы (рисунок 2).

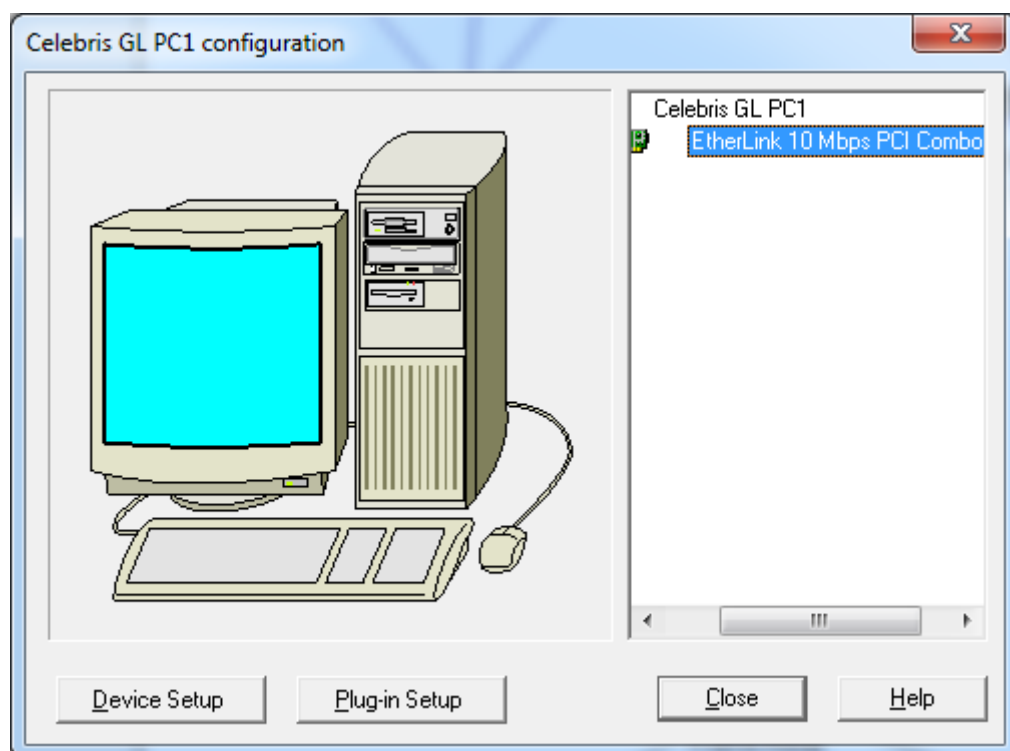


рисунок 2 - Просмотр установленных плат

Теперь компьютеры можно объединить в одну сеть через Hub. В итоге получится проект, как на рисунке 3. Это позволит обмениваться различными пакетами только между компьютерами внутри данной рабочей ЛВС.

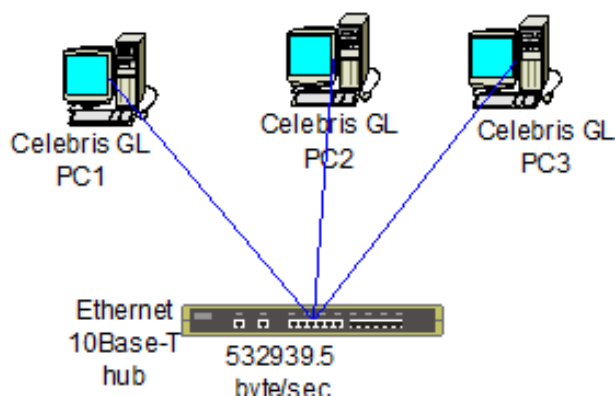


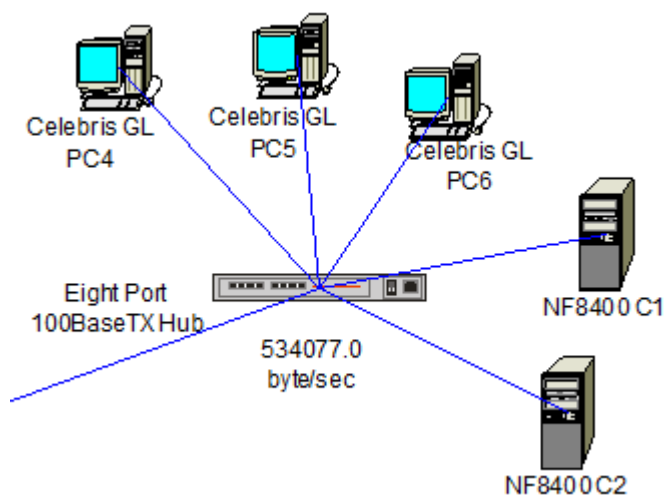
рисунок 3- Hub соединенный с компьютерами

2.3 Построение сегмента 100Base-Tx

Три компьютера и два сервера объединены в сегмент по технологии 100BASE-Tx.

Делая по аналогии с предыдущим пунктом, создаем модель подсети с тремя компьютерами Celebris GL фирмы Digital Equipment. Это компьютеры с процессором Intel Pentium Pro с частотой 200 МГц. Вставляем в них сетевые карты Fast EtherLink XL 10/100 PCI (3C905-T4) фирмы 3Com Corp. Эти платы с пропускной способностью 100 Мбит/сек. В локальную сеть соединяются между собой с помощью Eight Port 100BaseTX Hub по технологии 100Base-Tx фирмы EtherCom Corporation. Чтобы поставить серверы, необходимо выбирать LAN Servers и взять соответствующие модели. В данном примере это 2 сервера NF8400 C1 фирмы MicronPC. В этих серверах установим адаптеры для подключения к сети Fast EtherLink III 10/100 PCI (3C595-T), здесь стоят процессоры Intel i486DX4 с частотой 233 МГц. Этого вполне достаточно для сервера данной ЛВС. Соединяем сервера через Hub с рабочими компьютерами.

В итоге получается модель сети, как на рисунке 4.



рисунк 4 - Модель сети, сегмент 100BASE-Tx

2.4 Построение сегмента сети филиала 10/100Base-Tx

Пять компьютеров объединены в сегмент по технологии 10BASE-2.

Делая по аналогии с предыдущим пунктом, создаем модель подсети с пятью компьютерами Celebris GL фирмы Digital Equipment и одним сервером NF8400 C1 фирмы MicronPC. Это компьютеры с процессором Intel Pentium Pro с частотой 200 МГц. Вставляем в них сетевые карты Fast EtherLink III 10/100 PCI (3C595-T) фирмы 3Com Corp. Эти платы с пропускной способностью 100 Мбит/сек. В локальную сеть соединяются между собой с помощью HP AdvanceStack 100Base-T Hub-12TXM with Management по технологии 10/100Base-Tx фирмы Hewlett-Packard. Чтобы поставить сервер, необходимо выбрать LAN Servers и взять соответствующую модель. В данном примере это сервер NF8400 C1 фирмы MicronPC. В этом сервере установим адаптер для подключения к сети Fast EtherLink III 10/100 PCI (3C595-T), здесь стоит процессор Intel i486DX4 с частотой 233 МГц.

В итоге получается модель сети, как на рисунке 5.

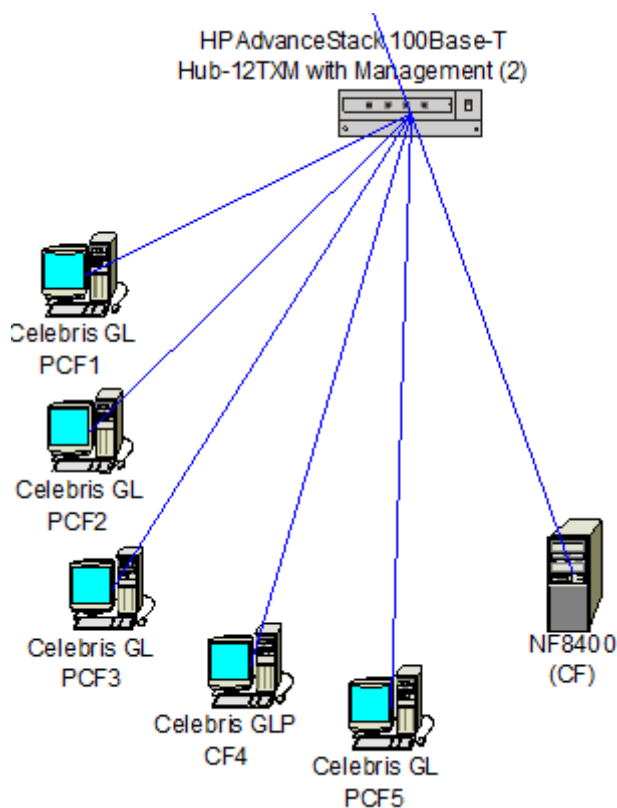


рисунок 5 - Модель сети, сегмент 10/100BASE-Tx

2.5 Построение модели локально-вычислительной сети

Два сегмента(10BASE-T и 100BASE-Tx) соединены коммутатором OfficeConnect Switch 280 фирмы 3Com Corp. Этот коммутатор через многопротокольный маршрутизатор NETBuilder II Chassis, 4-Slot фирмы 3Com Corp., со встроенными в него платами NETBuilder II Fast Ethernet 100BASE-TX Module и NETBuilder II HSS 4-Port WAN Module подключен к цифровому модему. Модем выбираем FT100 LCD (2-V.35) фирмы Motorola, т.к. он способен обеспечить WAN соединение с сетью FrameRelay по потоку T1.

Также к сети FrameRelay через аналогичное WAN-соединение подключены сети филиалов. Для их подключения используются устройства с цифровым модемом Clear Trac V364 фирмы Lucent Technologies, к которым подключаются концентраторы сети филиала.

Соединив подсети в одну единую, мы получим проект, как на рисунке 6.

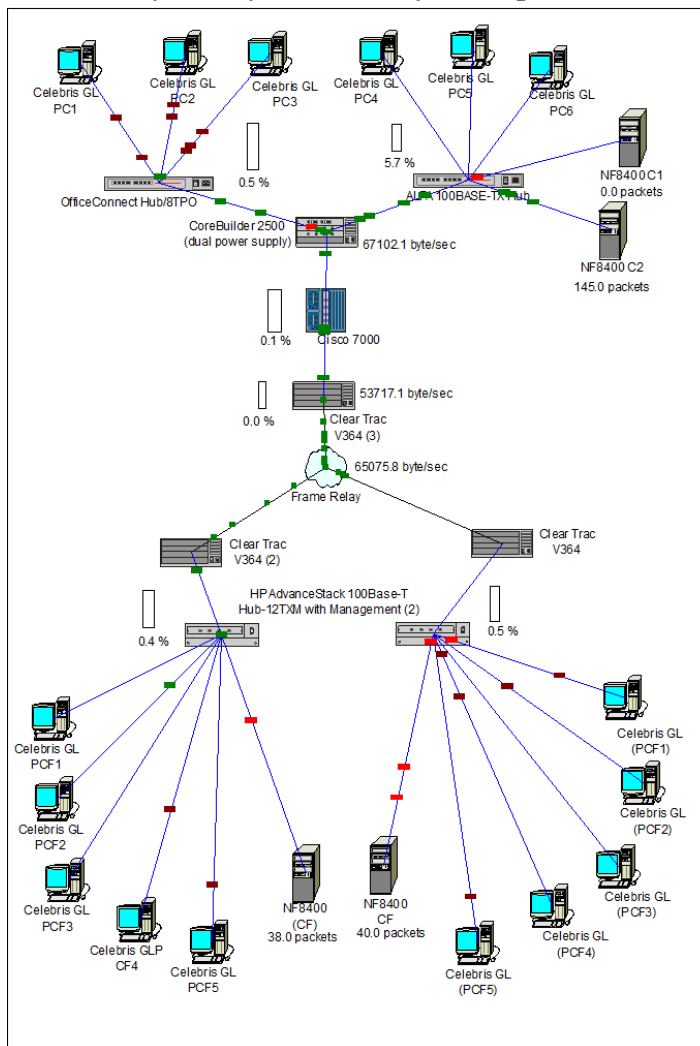


рисунок 6 - Общая модель сети

Разработанная структура сети приведена в приложении А.

Список используемых устройств и их параметров приведен в приложении Б.

2.6 Настройка IP

Чтобы компьютеры имели возможность обмениваться пакетами, необходимо задать IP-адреса, маски подсети, а так же MAC-адрес. Для этого открываем свойства и на вкладке *Protocols* устанавливаем необходимые значения (рисунок 7).

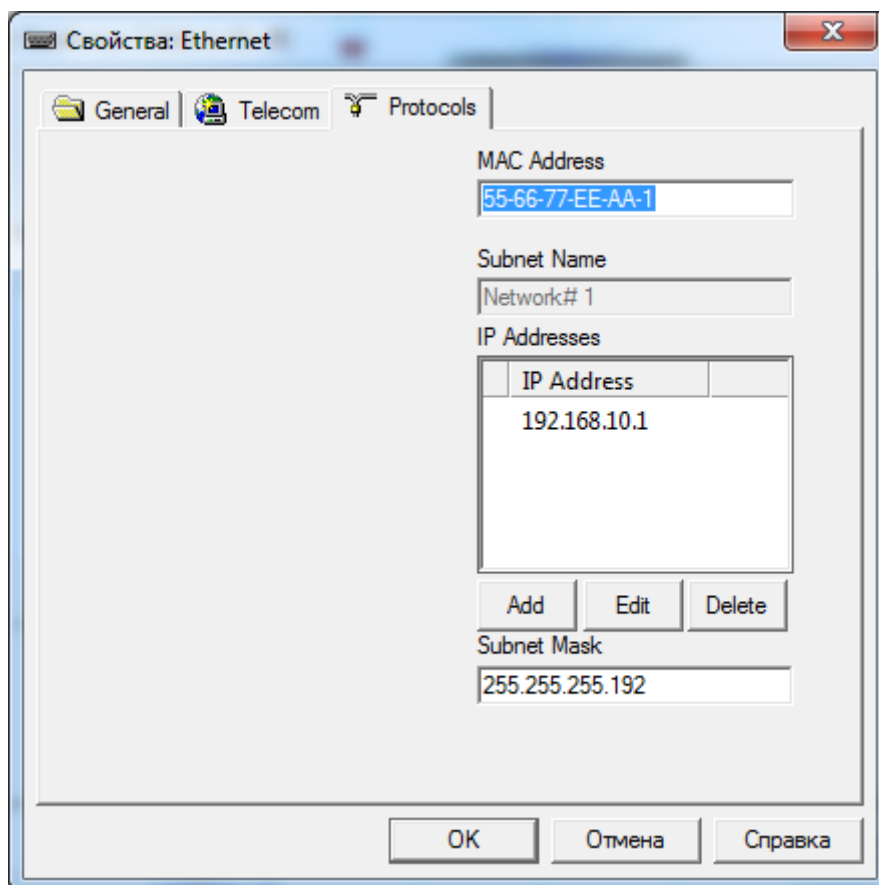


рисунок 7 - Настройка TCP/IP

Задавая аналогично IP-адреса на других рабочих станциях и серверах, мы сможем обмениваться пакетами между компьютерами. Однако следует помнить, чтобы не возникало конфликтов при обращении к компьютерам, все IP-адреса должны быть различными и не повторяться, иначе передача пакетов будет не удачной. Так для следующего компьютера IP-адрес будет следующим: 192.168.10.2, потом 192.168.10.3 и так далее.

В Net Cracker, имеется автоматическая расстановка IP адресов, что упрощает моделирование сети. Для этого необходимо в меню *Tools - > IP Planner* задать начальный адрес IP, количество подсетей (рисунок 8).

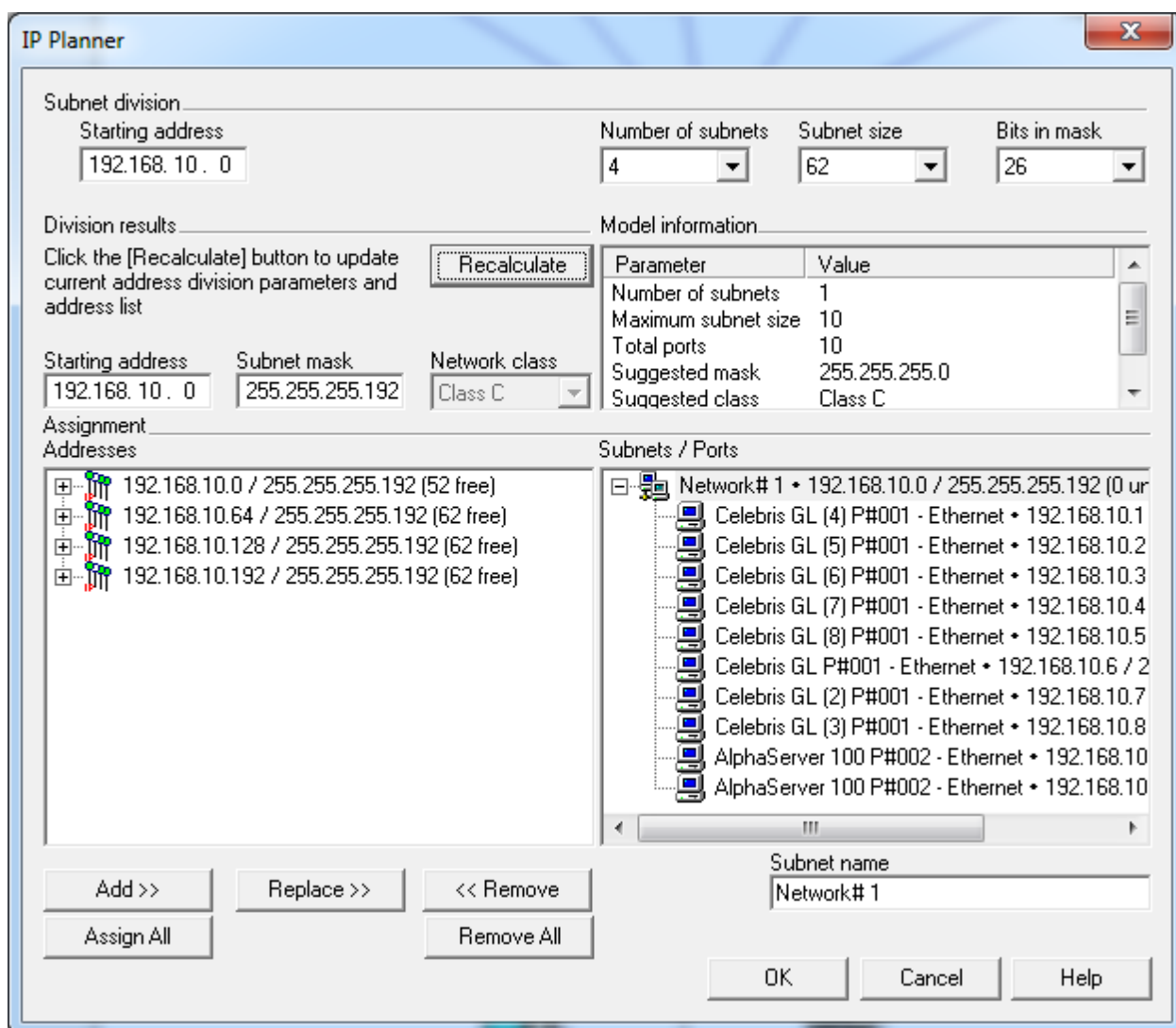


рисунок 8 - Настройка TCP/IP

Выбрав соответствующий диапазон адресов и нужную сеть, программа автоматически расставит IP адреса и маски подсети.

Таблица IP и MAC – адресов приведена в приложении Г.

2.7 Задание траффика

Сервер1 может предоставлять FTP доступ к файлам, сервер2 обслуживает клиентов базы данных, сервера СФ обслуживает клиентов базы данных и CAD/CAM-приложений. Рабочие станции филиалов являются клиентами CAD/CAM приложений и базы данных, Рабочие станции PC1-PC3 работают с файл сервером и базой данных. Рабочие станции внутри каждого сегмента взаимодействуют друг с другом по трафику Small office peer-to-peer.

Таблица 1: Параметры трафика

Сервер	Размер транзакций		Время между транзакциями	
	Распределение	Параметры (байт)	Распределение	Параметры (с)
База данных	Нормальное	1100, 35	Экспонен.	0.1
CAM/CAD	Равномерное	100,1000	Нормальное	0.4, 0.3
FTP	Нормальное	1000,40	Нормальное	0.5, 0.05
Peer-to-peer	Равномерное	300,1000	Нормальное	0.1, 0.5

Теперь имея готовую сеть, можно задавать трафик между различными компьютерами и серверами. Но прежде чем задавать трафик между компьютерами и сервером, необходимо поставить программное обеспечение, соответствующее работе сервера. Для этого в браузере выбираем закладку *Network and enterprise software – Server software*, и добавляем ПО в нужный нам сервер (рисунок 9).

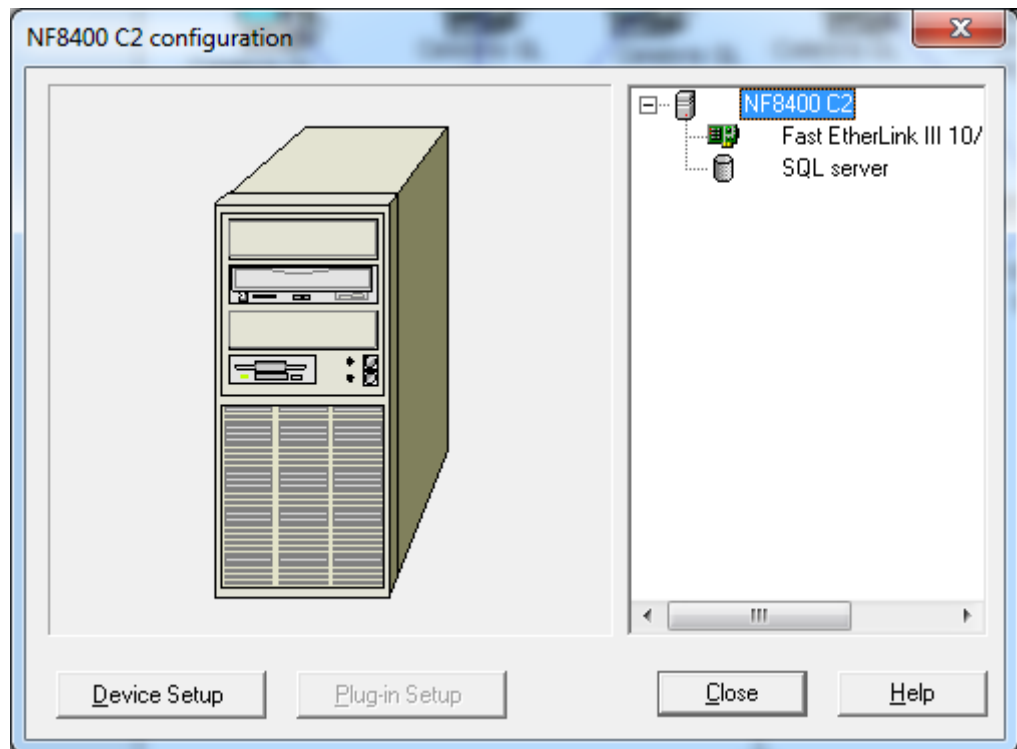



рисунок 9 - ПО Сервера1

Чтобы задать трафик нажимаем кнопку **Set Traffic** - . Затем выбираем 2 компьютера, между которыми нужно задать трафик. Сначала нажимаем на одном из них, затем на другом. Появится диалоговое окно (рисунок 10).

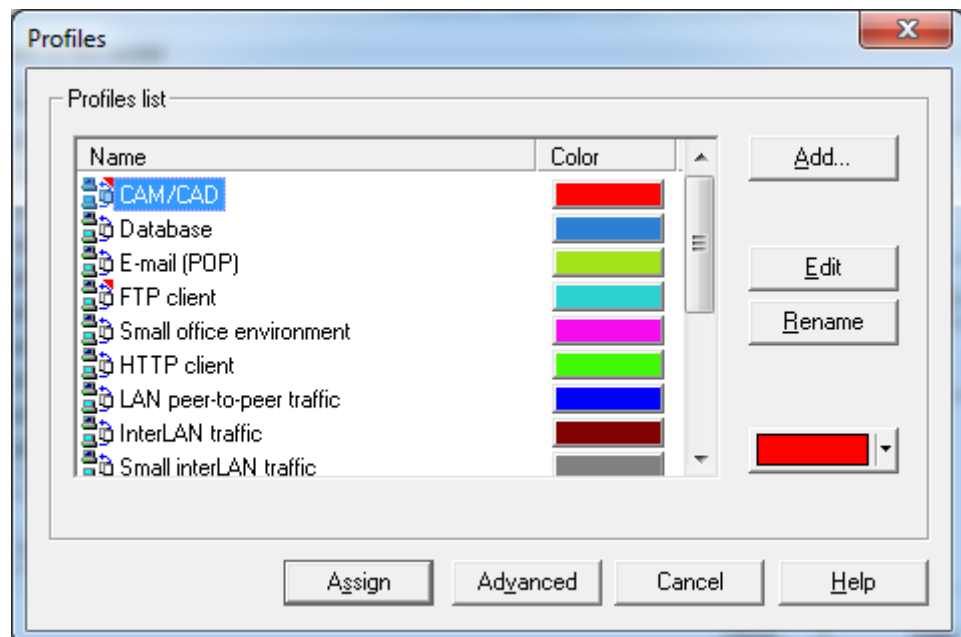


рисунок 10 - Диалог Profiles

Можно просмотреть параметры трафика или изменить его, если это необходимо. Для этого в диалоге *Profiles* выбираем *Edit*. Имеется возможность изменить законы распределения трафика, а так же размеры запросов и ожидания. После необходимых настроек трафика его нужно назначить *Assign*. Повторяя предыдущие шаги, задаем необходимые трафики (рисунок 11).

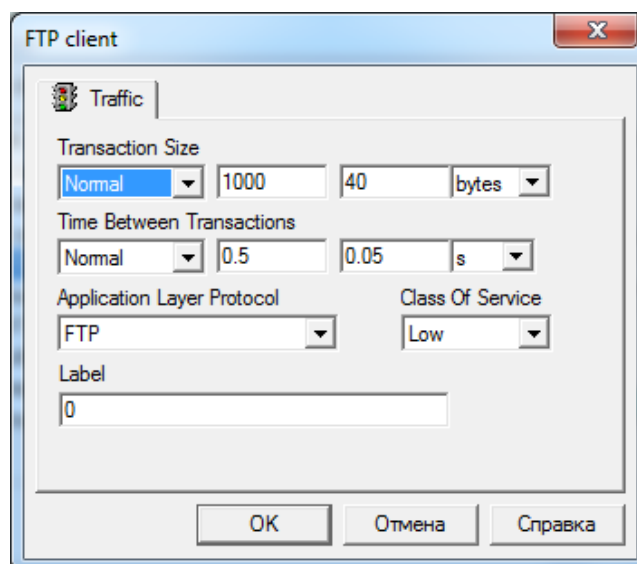


рисунок 11- Диалог Edit

Потоки данных в системе приведены в приложении В.
Также укажем задержку и размер ответа сервера на запрос (рисунок 12).

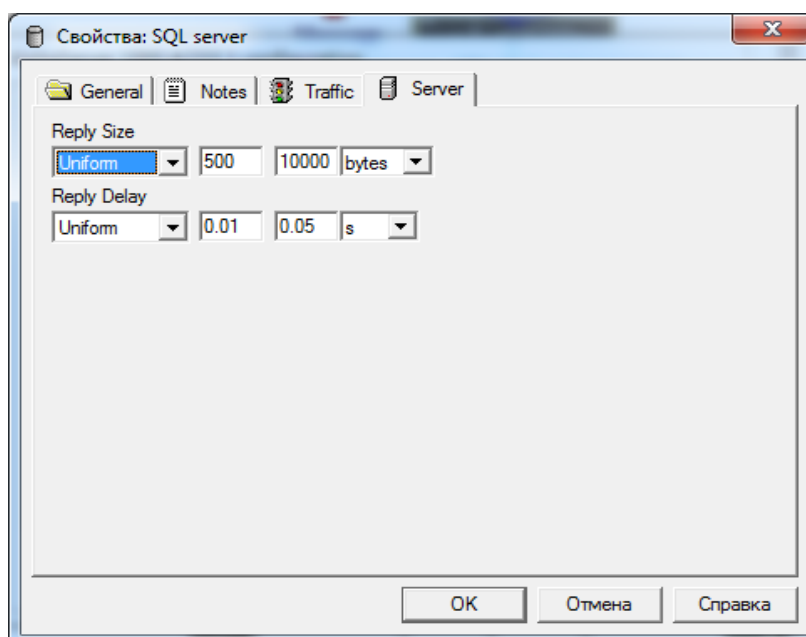


рисунок 12 - Диалог Свойства

3. Результаты моделирования

3.1 Моделирование проекта

Чтобы промоделировать созданную сеть, запускаем анимацию, нажав кнопку **Start** на панели **Control**. Появится трафик между рабочими станциями, и мы увидим, как она функционирует (рисунок 13).

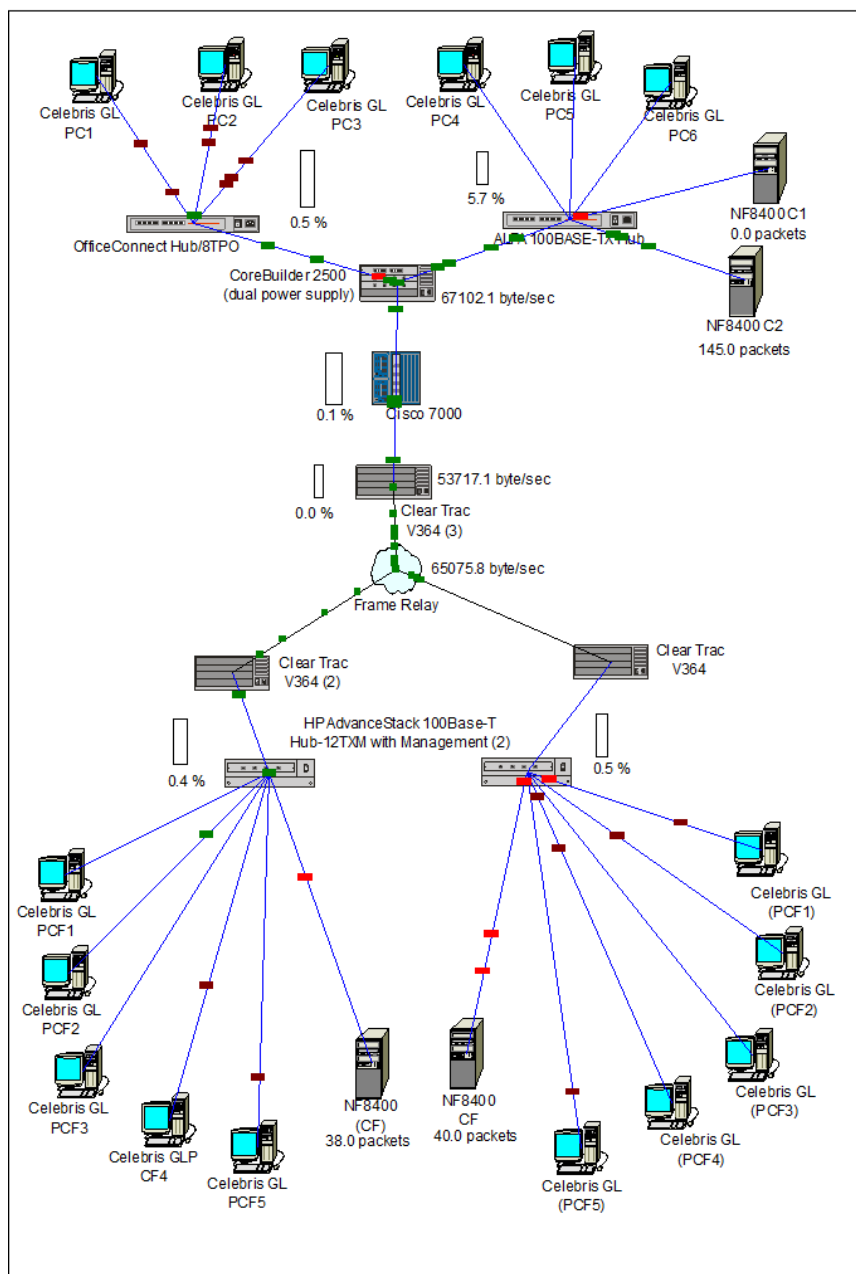


рисунок 13- Моделирование сети

3.2 Сбор статистики

Вывести статистику:

- для серверов – число пакетов в секунду (packets for last second)
- для хабов – текущую загрузку (Current utilization)

Чтобы собрать статистику, нужно на нужном устройстве нажать правую кнопку мыши и выбрать пункт *Statistics*. Появится диалоговое окно (рисунок 14) и в нем выбрать интересующую нас статистику.

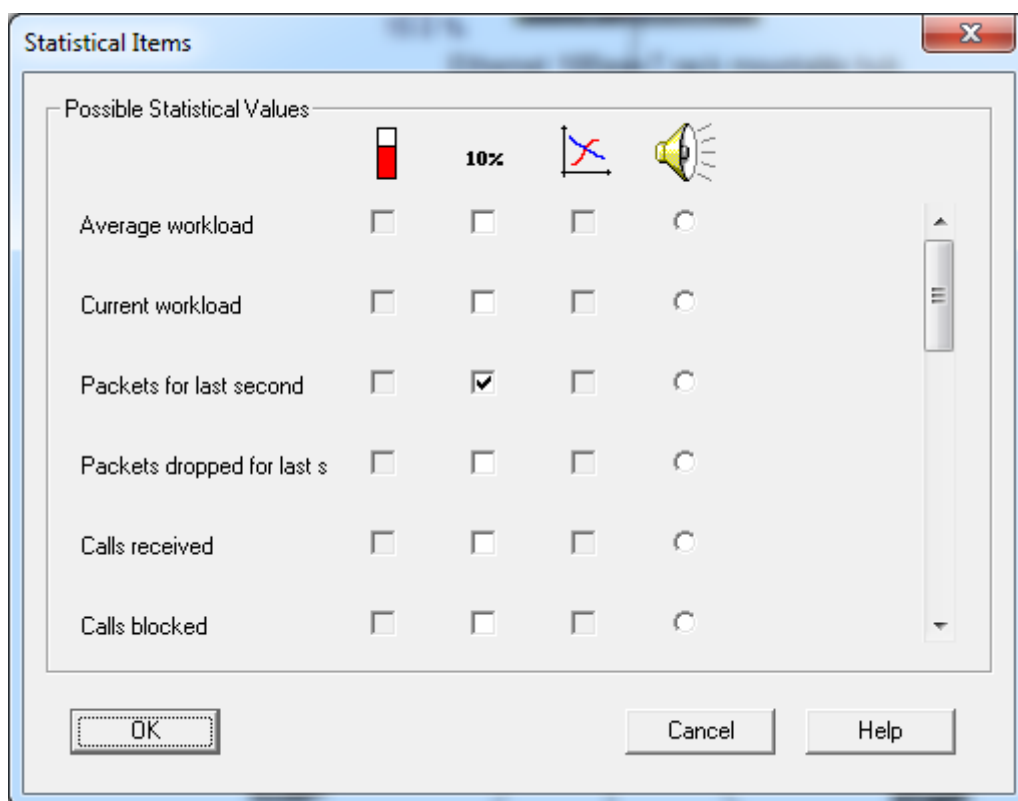


рисунок 14 - Диалог Statistics Items

Задав соответствующие статистики для серверов и сети, можно проследить за их загрузкой (рисунок 15).

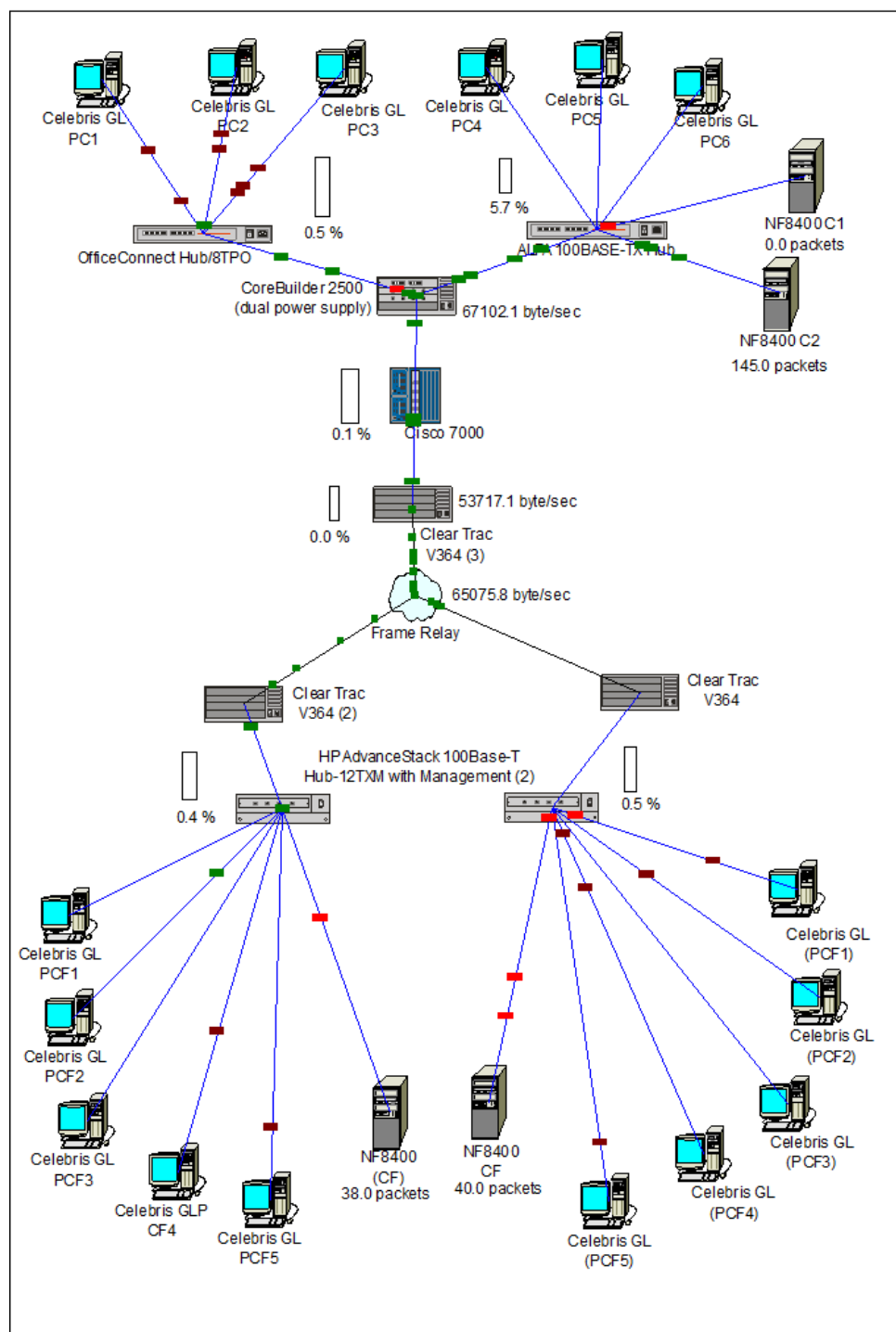


рисунок 15 - Статистика

В результате моделирования было установлено, что пропускной способности всех участков системы достаточно.

Hub загружен только на 1 – 2 %, а это означает, что количество рабочих станций в этом сегменте также может быть увеличено.

Также сегмент 100Base-Tx загружен только на 5-7%, и количество рабочих станций может быть увеличено.

Заключение

Перед установкой локальной вычислительной сети необходимо произвести предварительное моделирование и проектирование будущей системы. Для решения этих задач существует ряд программный продуктов, позволяющих оценить технические, производительные и стоимостные характеристики проектируемой сети. В результате моделирования было установлено, что пропускной способности всех участков системы достаточно.

Список использованных источников

1. Конспект лекций по курсу «Сети ЭВМ».
2. Майкл Палмер, Роберт Брюс Синклер «Проектирование и внедрение компьютерных сетей»
3. М.М. Бутаев, Н.Н. Коннов «МОДЕЛИРОВАНИЕ СЕТЕЙ ЭВМ», Методическое пособие для лабораторного практикума и курсового проектирования

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(обязательное)

Структура сети

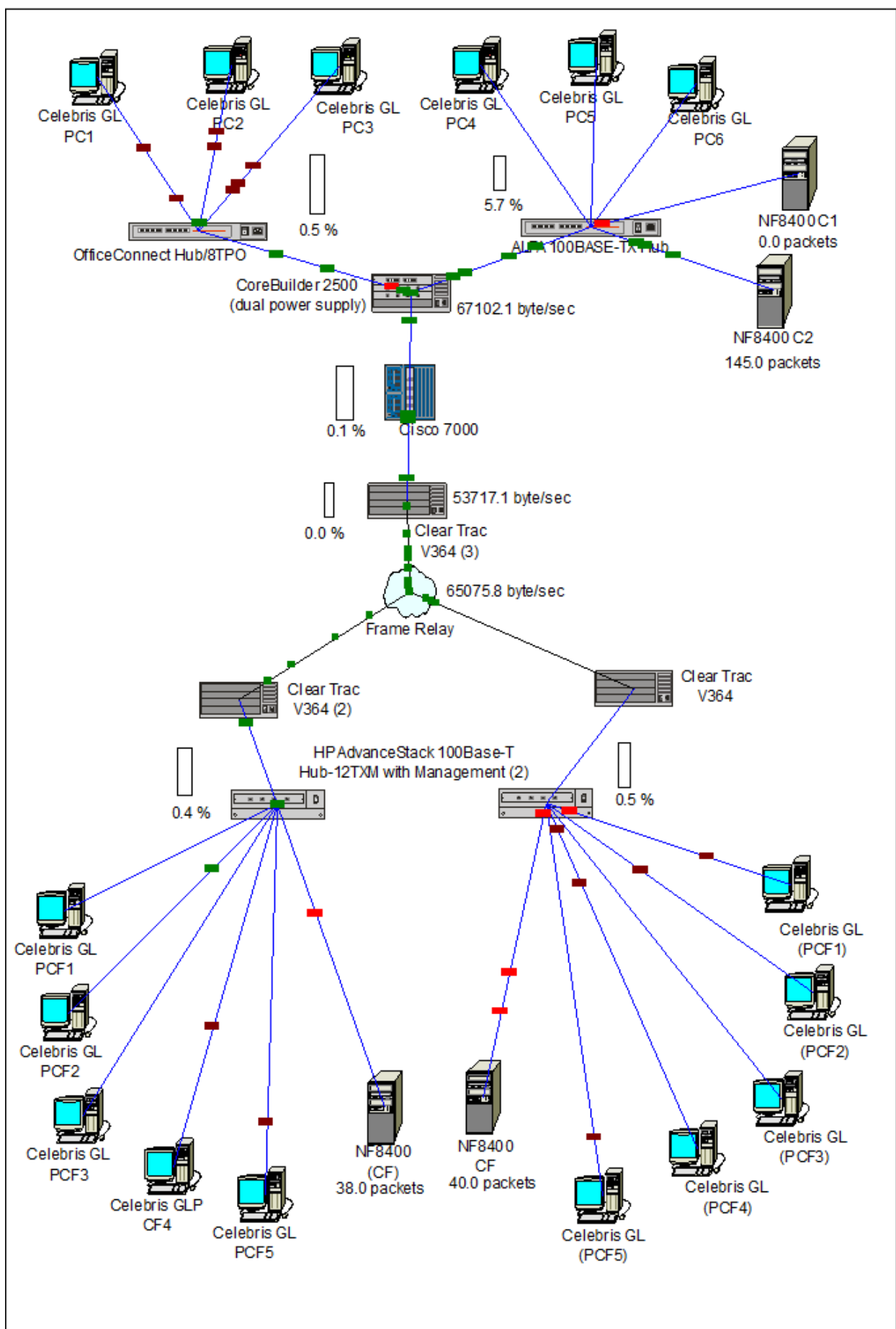


рисунок 16 – Структура сети

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
Список используемого оборудования

Device Summary

01.12.2011

Device	Device name	Vendor	Model
10BASE2 & T Local Bridge	10BASE2 & T Local Bridge	Black Box Corp.	10BASE2 & T Local Bridge
AlphaServer 1000 4/233 1	AlphaServer 1000 4/233 1 ALFA A4011 EISA 10BASE-T& 100VG-ANYLA	Digital Equipment	AlphaServer 1000 4/233 ALFA A4011 EISA 10BASE
AlphaServer 1000 4/233 2	AlphaServer 1000 4/233 2 ALFA A4011 EISA 10BASE-T& 100VG-ANYLA	Digital Equipment	AlphaServer 1000 4/233 ALFA A4011 EISA 10BASE
Celebris GL	Celebris GL ALFA A4001 ISA 10BASE-T&100VG-ANYLAN	Digital Equipment	Celebris GL ALFA A4001 ISA 10BASE-
Celebris GL (2)	Celebris GL (2) ALFA A4001 ISA 10BASE-T&100VG-ANYLAN	Digital Equipment	Celebris GL ALFA A4001 ISA 10BASE-
Celebris GL (3)	Celebris GL (3) ALFA A4001 ISA 10BASE-T&100VG-ANYLAN	Digital Equipment	Celebris GL ALFA A4001 ISA 10BASE-
Celebris GL (4)	Celebris GL (4) ALFA A4001 ISA 10BASE-T&100VG-ANYLAN	Digital Equipment	Celebris GL ALFA A4001 ISA 10BASE-
Celebris GL (5)	Celebris GL (5) ALFA A4001 ISA 10BASE-T&100VG-ANYLAN	Digital Equipment	Celebris GL ALFA A4001 ISA 10BASE-
Celebris GL (6)	Celebris GL (6) ALFA A4001 ISA 10BASE-T&100VG-ANYLAN	Digital Equipment	Celebris GL ALFA A4001 ISA 10BASE-
Celebris GL (7)	Celebris GL (7) ALFA A4001 ISA 10BASE-T&100VG-ANYLAN	Digital Equipment	Celebris GL ALFA A4001 ISA 10BASE-
Celebris GL (8)	Celebris GL (8) ALFA A4001 ISA 10BASE-T&100VG-ANYLAN	Digital Equipment	Celebris GL ALFA A4001 ISA 10BASE-
Ethernet 10Base-T rack mountable hub	Ethernet 10Base-T rack mountable hub	D-Link Systems	Ethernet 10Base-T rack mounta

ПРИЛОЖЕНИЕ В
Потоки данных в системе

Таблица 2: **Потоки данных в системе**

Поток	Тип потока
Celebris GL => AlphaServer 1000 4/233 2	CAD/CAM
Celebris GL (2) => AlphaServer 1000 4/233 2	CAD/CAM
Celebris GL (3) => AlphaServer 1000 4/233 2	CAD/CAM
Celebris GL (4) => Netfinity 3000	Database
Celebris GL (5) => Netfinity 3000	Database
Celebris GL (6) => Netfinity 3000	Database
Celebris GL (7) => Netfinity 3000	Database
Celebris GL (8) => Netfinity 3000	Database
Celebris GL => AlphaServer 1000 4/233 1	FTP client
Celebris GL (2) => AlphaServer 1000 4/233 1	FTP client
Celebris GL (3) => AlphaServer 1000 4/233 1	FTP client
Celebris GL (4) => AlphaServer 1000 4/233 1	FTP client
Celebris GL (5) => AlphaServer 1000 4/233 1	FTP client
Celebris GL (6) => AlphaServer 1000 4/233 1	FTP client
Celebris GL (7) => AlphaServer 1000 4/233 1	FTP client
Celebris GL (8) => AlphaServer 1000 4/233 1	FTP client
Celebris GL (4) => Celebris GL (5)	Small office peer-to-peer
Celebris GL (4) => Celebris GL (6)	Small office peer-to-peer
Celebris GL (4) => Celebris GL (7)	Small office peer-to-peer
Celebris GL (4) => Celebris GL (8)	Small office peer-to-peer
Celebris GL (5) => Celebris GL (4)	Small office peer-to-peer
Celebris GL (5) => Celebris GL (6)	Small office peer-to-peer
Celebris GL (5) => Celebris GL (7)	Small office peer-to-peer
Celebris GL (5) => Celebris GL (8)	Small office peer-to-peer
Celebris GL (6) => Celebris GL (4)	Small office peer-to-peer
Celebris GL (6) => Celebris GL (5)	Small office peer-to-peer
Celebris GL (6) => Celebris GL (7)	Small office peer-to-peer
Celebris GL (6) => Celebris GL (8)	Small office peer-to-peer
Celebris GL (7) => Celebris GL (4)	Small office peer-to-peer

Celebris GL (7) => Celebris GL (5)	Small office peer-to-peer
Celebris GL (7) => Celebris GL (6)	Small office peer-to-peer
Celebris GL (7) => Celebris GL (8)	Small office peer-to-peer
Celebris GL (8) => Celebris GL (4)	Small office peer-to-peer
Celebris GL (8) => Celebris GL (5)	Small office peer-to-peer
Celebris GL (8) => Celebris GL (6)	Small office peer-to-peer
Celebris GL (8) => Celebris GL (7)	Small office peer-to-peer
Celebris GL => Celebris GL (2)	Small office peer-to-peer
Celebris GL => Celebris GL (3)	Small office peer-to-peer
Celebris GL (2) => Celebris GL	Small office peer-to-peer
Celebris GL (2) => Celebris GL (3)	Small office peer-to-peer
Celebris GL (3) => Celebris GL	Small office peer-to-peer
Celebris GL (3) => Celebris GL (2)	Small office peer-to-peer

ПРИЛОЖЕНИЕ Г
Таблица IP адресов

Таблица 3: Таблица IP адресов

Name	IP	MAC
Celebris GL (4)	192.168.10.1	55-66-77-EE-AA-1
Celebris GL (5)	192.168.10.2	55-66-77-EE-AA-2
Celebris GL (6)	192.168.10.3	55-66-77-EE-AA-3
Celebris GL (7)	192.168.10.4	55-66-77-EE-AA-4
Celebris GL (8)	192.168.10.5	55-66-77-EE-AA-5
Celebris GL	192.168.10.6	55-66-77-EE-AA-6
Celebris GL PCF1	192.168.10.7	55-66-77-EE-AA-7
Celebris GL PCF2	192.168.10.8	55-66-77-EE-AA-8
NF8400 C1	192.168.10.9	55-66-77-EE-AA-9
NF8400 C2	192.168.10.10	55-66-77-EE-AA-10
Celebris GL PCF3	192.168.10.11	55-66-77-EE-AA-11
Celebris GL PCF4	192.168.10.12	55-66-77-EE-AA-12
Celebris GL PCF5	192.168.10.13	55-66-77-EE-AA-13
Celebris GL (PCF1)	192.168.10.14	55-66-77-EE-AA-14
Celebris GL (PCF2)	192.168.10.15	55-66-77-EE-AA-15
Celebris GL (PCF3)	192.168.10.16	55-66-77-EE-AA-16
Celebris GL (PCF4)	192.168.10.17	55-66-77-EE-AA-17
Celebris GL (PCF5)	192.168.10.18	55-66-77-EE-AA-18
NF8400 (CF)	192.168.10.19	55-66-77-EE-AA-19
NF8400 CF	192.168.10.20	55-66-77-EE-AA-20
CX-FEIP-1TX	192.168.10.21	55-66-77-EE-AA-21
CX-FEIP-1TX (2)	192.168.10.22	55-66-77-EE-AA-22

ПРИЛОЖЕНИЕ Д
Протокол Frame Relay

Frame Relay обеспечивает возможность передачи данных с коммутацией пакетов через интерфейс между устройствами пользователя (например, маршрутизаторами, мостами, главными вычислительными машинами) и оборудованием сети (например, переключающими узлами). Устройства пользователя часто называют терминальным оборудованием (DTE), в то время как сетевое оборудование, которое обеспечивает согласование с DTE, часто называют устройством завершения работы информационной цепи (DCE). Сеть, обеспечивающая интерфейс Frame Relay, может быть либо общедоступная сеть передачи данных и использованием несущей, либо сеть с оборудованием, находящимся в частном владении, которая обслуживает отдельное предприятие.

В роли сетевого интерфейса, Frame Relay является таким же типом протокола, что и X.25. Однако Frame Relay значительно отличается от X.25 по своим функциональным возможностям и по формату. В частности, Frame Relay является протоколом для линии с большим потоком информации, обеспечивая более высокую производительность и эффективность.

В роли интерфейса между оборудованием пользователя и сети, Frame Relay обеспечивает средства для мультиплексирования большого числа логических информационных диалогов (называемых виртуальными цепями) через один физический канал передачи, которое выполняется с помощью статистики. Это отличает его от систем, использующих только технику временного мультиплексирования (TDM) для поддержания множества информационных потоков. Статистическое мультиплексирование Frame Relay обеспечивает более гибкое и эффективное использование доступной полосы пропускания. Оно может использоваться без применения техники TDM или как дополнительное средство для каналов, уже снабженных системами TDM.

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

когда преобладали аналоговые системы передачи данных и медные носители. Эти каналы передачи данных значительно менее надежны, чем доступные сегодня каналы с волоконно-оптическим носителем и цифровой передачей данных. В таких каналах передачи данных протоколы канального уровня могут предшествовать требующим значительных временных затрат алгоритмам исправления ошибок, оставляя это для выполнения на более высоких уровнях протокола. Следовательно, возможны большие производительность и эффективность без ущерба для целостности информации. Именно эта цель преследовалась при разработке Frame Relay.

Другим различием между Frame Relay и X.25 является отсутствие явно выраженного управления потоком для каждой виртуальной цепи. В настоящее время, когда большинство протоколов высших уровней эффективно выполняют свои собственные алгоритмы управления потоком, необходимость в этой функциональной возможности на канальном уровне уменьшилась. Таким образом, Frame Relay не включает явно выраженных процедур управления потоком, которые являются избыточными для этих процедур в высших уровнях. Вместо этого предусмотрены очень простые механизмы уведомления о перегрузках, позволяющие сети информировать какое-либо устройство пользователя о том, что ресурсы сети находятся близко к состоянию перегрузки. Такое уведомление может предупредить протоколы высших уровней о том, что может понадобиться управление потоком.

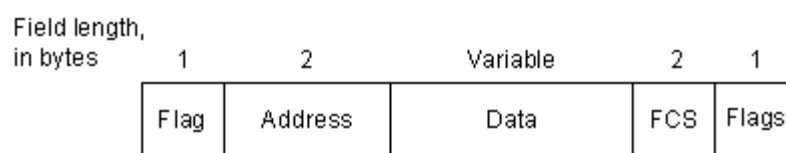


Рисунок 17.

Формат блока данных изображен на Рисунке 17. Флаги (flags) ограничивают начало и конец блока данных. За открывающими флагами следуют два байта адресной (address) информации. 10 битов из этих двух

байтов составляют идентификацию (ID) фактической цепи (называемую сокращенно DLCI от "data link connection identifier").

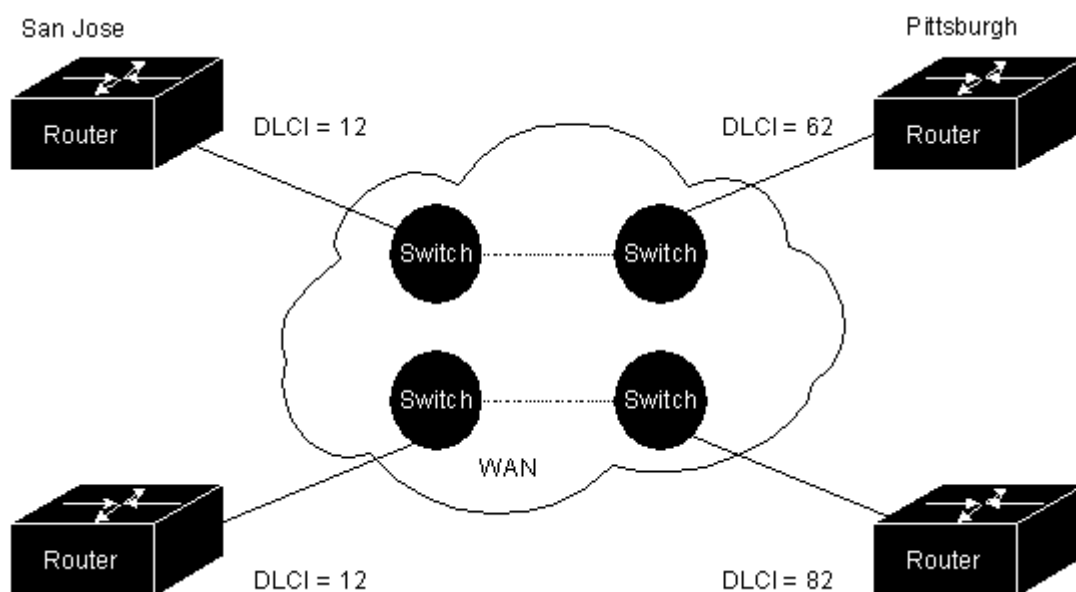


Рисунок 18.

Центром заголовка Frame Relay является 10-битовое значение DLCI. Оно идентифицирует ту логическую связь, которая мультиплексируется в физический канал. В базовом режиме адресации (т.е. не расширенном дополнениями LMI), DLCI имеет логическое значение; это означает, что конечные устройства на двух противоположных концах связи могут использовать различные DLCI для обращения к одной и той же связи. На рис. 18 представлен пример использования DLCI при адресации в соответствии с нерасширенным Frame Relay.

Рисунок 18 предполагает наличие двух цепей PVC: одна между Атлантой и Лос-Анджелесом, и вторая между Сан Хосе и Питтсбургом. Лос Анджелес может обращаться к своей PVC с Атлантой, используя DLCI=12, в то время как Атланта обращается к этой же самой PVC, используя DLCI=82. Аналогично, Сан Хосе может обращаться к своей PVC с Питтсбургом, используя DLCI=62. Сеть использует внутренние патентованные механизмы поддержания двух логически значимых идентификаторов PVC различными.

В конце каждого байта DLCI находится бит расширенного адреса (EA). Если этот бит единица, то текущий байт является последним байтом DLCI. В настоящее время все реализации используют двухбайтовый DLCI, но присутствие битов EA означает, что может быть достигнуто соглашение об использовании в будущем более длинных DLCI.

Бит C/R, следующий за самым значащим байтом DLCI, в настоящее время не используется.

И наконец, три бита в двухбайтовом DLCI являются полями, связанными с управлением перегрузкой. Бит "Уведомления о явно выраженной перегрузке в прямом направлении" (FECN) устанавливается сетью Frame Relay в блоке данных для того, чтобы сообщить DTE, принимающему этот блок данных, что на тракте от источника до места назначения имела место перегрузка. Бит "Уведомления о явно выраженной перегрузке в обратном направлении" (BECN) устанавливается сетью Frame Relay в блоках данных, перемещающихся в направлении, противоположном тому, в котором перемещаются блоки данных, встретившие перегруженный тракт. Суть этих битов заключается в том, что показания FECN или BECN могут быть продвинуты в какой-нибудь протокол высшего уровня, который может предпринять соответствующие действия по управлению потоком. (Биты FECN полезны для протоколов высших уровней, которые используют управление потоком, контролируемым пользователем, в то время как биты BECN являются значащими для тех протоколов, которые зависят от управления потоком, контролируемым источником ("emitter-controlled").

Бит "приемлемости отбрасывания" (DE) устанавливается DTE, чтобы сообщить сети Frame Relay о том, что какой-нибудь блок данных имеет более низшее значение, чем другие блоки данных и должен быть отвергнут раньше других блоков данных в том случае, если сеть начинает испытывать недостаток в ресурсах. Т.е. он представляет собой очень простой механизм приоритетов. Этот бит обычно устанавливается только в том случае, когда сеть перегружена.

Обслуживание общедоступной сетью Frame Relay разворачивается путем размещения коммутирующего оборудования Frame Relay в центральных офисах (СО) телекоммуникационной линии. В этом случае пользователи могут реализовать экономические выгоды от тарифов начислений за пользование услугами, чувствительных к трафику, и освобождены от работы по администрированию, поддержанию и обслуживанию оборудования сети.

Для любого типа сети линии, подключающие устройства пользователя к оборудованию сети, могут работать на скорости, выбранной из широкого диапазона скоростей передачи информации. Типичными являются скорости в диапазоне от 56 Кб/сек до 2 Мб/сек, хотя технология Frame Relay может обеспечивать также и более низкие и более высокие скорости. Ожидается, что в скором времени будут доступны реализации, способные оперировать каналами связи с пропускной способностью свыше 45 Мб/сек (DS3).

Как в общедоступной, так и в частной сети факт обеспечения устройств пользователя интерфейсами Frame Relay не является обязательным условием того, что между сетевыми устройствами используется протокол Frame Relay. В настоящее время не существует стандартов на оборудование межсоединений внутри сети Frame Relay. Таким образом, могут быть использованы традиционные технологии коммутации цепей, коммутации пакетов, или гибридные методы, комбинирующие эти технологии.