

**ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ (ТУСУР)**

С.Г. Михальченко, Е.А. Еремеева

КОМПЬЮТЕРНЫЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ

**Проектирование компьютерных сетей
в пакете OPNET**

Учебное методическое пособие

**ТОМСК
2011**

Министерство образования и науки Российской Федерации

**ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ (ТУСУР)**

Кафедра промышленной электроники

С.Г. Михальченко, Е.А. Еремеева

КОМПЬЮТЕРНЫЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ

**Проектирование компьютерных сетей
в пакете OPNET**

Учебное методическое пособие

2011

Михальченко С.Г., Еремеева Е.А.

Компьютерных систем и сети. Проектирование компьютерных сетей в пакете OPNET: Учебное методическое пособие. — Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2011. — 114 с.

Рассмотрены вопросы эксплуатации и развития компьютерных систем и сетей, вопросы доступа к среде передачи информации, способы коммутации и мультиплексирования, методы кодирования и адресации сетевых устройств. Изучаются вопросы установки, настройки и обслуживания аппаратного и программного обеспечения компьютерных информационных сетей.

Предназначено для подготовки магистров по направлению 210100.68 «Электроника и наноэлектроника». Профили магистерских программ: «Электронные приборы и устройства сбора, обработки и отображения информации», «Промышленная электроника и микропроцессорная техника».

С.Г.,

© Михальченко

Еремеева Е.А., 2011

© ТУСУР, 2011

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Введение.....	8
2. Краткая инструкция по работе в среде моделирования OPNET IT GURU ACADEMIC EDITION.....	9
2.1. Обзор требований к ПК.....	9
2.2. Установка и настройка программы.....	10
2.3. Структура OPNET.....	12
2.4. Основные инструментальные средства OPNET.....	12
2.5. Ограничение лицензии.....	14
3. Лабораторная работа № 1. Знакомство с виртуальной средой для моделирования OPNET IT GURU. Изучение и сравнение принципа работы концентратора и коммутатора.....	16
3.1. Цель работы.....	16
3.2. Задание.....	16
3.3. Программа работы.....	16
3.4. Варианты индивидуальных заданий.....	17
3.5. Пример выполнения лабораторной работы.....	18
3.5.1. Создание проекта и сценария 1 в OPNET IT Guru.....	19
3.5.2. Проектирование сети сценария 1.....	23
3.5.3. Настройка объектов сети сценария 1.....	25
3.5.4. Проектирование сети сценария 2.....	27
3.5.5. Выбор исследуемых статистик.....	29
3.5.6. Настройка симуляции.....	31
3.5.7. Запуск моделирования.....	32
3.5.8. Просмотр результатов.....	33
3.6. Контрольные вопросы.....	36
4. Лабораторная работа № 2 Протоколы маршрутизации RIP и OSPF. Протокол обмена управляющими сообщениями ICMP, Ping.....	38
4.1. Цель работы.....	38
4.2. Задание.....	38
4.3. Программа работы.....	38
4.4. Варианты индивидуальных заданий.....	39
4.5. Пример выполнения лабораторной работы.....	41
4.5.1. Исследования работы протоколов RIP и ICMP.....	41
4.5.1.1. Создание проекта и сценария 1.....	42
4.5.1.2. Проектирование сети сценария 1.....	42

4.5.1.3.	Настройка и конфигурирование объектов сети....	43
4.5.1.4.	Настройка маршрутизации протоколов.....	45
4.5.1.5.	Настройка сбоя PPP-связи	46
4.5.1.6.	Установка и настройка запроса трафика ICMP	47
4.5.1.7.	Выбор исследуемых статистик.....	48
4.5.1.8.	Настройка симуляции	49
4.5.1.9.	Создание сценария 2	49
4.5.1.10.	Просмотр результатов.....	50
4.5.2.	Исследования работы протокола OSPF.....	51
4.5.2.1.	Создание проекта и сценария 1	52
4.5.2.2.	Проектирование сети сценария 1	52
4.5.2.3.	Настройка стоимости связи	53
4.5.2.4.	Настройка запросов трафика	54
4.5.2.5.	Настройка адресации и параметров маршрутизации.....	55
4.5.2.6.	Настройка симуляции	56
4.5.2.7.	Проектирование сети сценария 2	56
4.5.2.8.	Создание и проектирование сценария 3	57
4.5.2.9.	Просмотр результатов.....	58
4.6.	Контрольные вопросы	59
5.	Лабораторная работа № 3 Организация ЛВС многоэтажного здания	60
5.1.	Цель работы	60
5.2.	Задание	60
5.3.	Программа работы.....	61
5.4.	Варианты индивидуальных заданий	62
5.5.	Пример выполнения лабораторной работы	62
5.5.1.	Создание сценария 1	65
5.5.1.1.	Проектирование сети сценария 1	65
5.5.1.2.	Настройка свойств приложения Oracle.....	68
5.5.1.3.	Настройка приложений, используемых в сети....	69
5.5.1.4.	Настройка профилей	71
5.5.1.5.	Настройка оборудования для окончательных пользователей	72
5.5.1.6.	Настройка серверов.....	74
5.5.1.7.	Выбор исследуемых статистик.....	75
5.5.1.8.	Настройка и запуск симуляции	75
5.5.1.9.	Просмотр и анализ результатов.....	75

5.5.2. Исследование сети второго сценария.....	76
5.5.2.1. Создание второго сценария	76
5.5.2.2. Настройка и запуск моделирования.....	77
5.5.2.3. Просмотр и анализ результатов.....	77
5.5.3. Исследование сети третьего сценария.....	77
5.5.3.1. Создание третьего сценария	77
5.5.3.2. Настройка и запуск моделирования.....	78
5.5.3.3. Сравнение результатов моделирование всех 3 сценариев	78
5.6. Контрольные вопросы.....	78
6. Лабораторная работа № 4 Реализация подключения к интернету малой домашней сети	80
6.1. Цель работы	80
6.2. Задание	80
6.3. Программа работы.....	80
6.4. Варианты индивидуальных заданий	81
6.5. Пример выполнения лабораторной работы	82
6.5.1. Создание проекта и исследование соединения сценария 1.....	83
6.5.2. Проектирование исследуемой сети	83
6.5.3. Настройка и конфигурирование объектов сети.....	84
6.5.3.1. Настройка приложений, используемых в сети....	84
6.5.3.2. Настройка профилей	84
6.5.3.3. Настройка серверов Интернета	85
6.5.3.4. Настройка профилей пользователей	85
6.5.3.5. Настройка генерирования трафика для пользователя PC1 Web Browser.....	85
6.5.3.6. Настройка соединения с интернетом	86
6.5.3.7. Выбор исследуемых статистик.....	86
6.5.3.8. Настройка и запуск моделирования.....	86
6.5.3.9. Просмотр результатов.....	87
6.5.4. Создание и исследование соединения сценария 2.....	87
6.5.4.1. Просмотр результатов.....	87
6.5.5. Создание и исследование соединения сценария 3.....	88
6.5.5.1. Просмотр результатов.....	88
6.5.6. Создание и исследование соединения сценария 4.....	88
6.5.7. Сравнение результатов	88
6.6. Контрольные вопросы.....	89

1. ВЕДЕНИЕ

Целью преподавания дисциплины «Компьютерные сети и системы» является изучение программных и аппаратных комплексов взаимодействия информационных сетей в различных видах деятельности (инженерной, научно-исследовательской, управленческой, и др.), а также изучение основ современных способов передачи информации с использованием информационного, мультиплексирующего и коммутационного сетевого оборудования.

Задачи изучения дисциплины «Компьютерные сети и системы» состоят в последовательном изложении учащимся ознакомительного материала по основам информационных сетей (networking). Кроме того, к задачам дисциплины относится ознакомление учащихся с базовыми сетевыми интерфейсами, протоколами и стандартами.

В ходе изучения дисциплины «Компьютерные сети и системы» обучаемые знакомятся со способами передачи информации, получают представление о принципах, форматах, оборудовании и программном обеспечении телекоммуникаций, овладевают навыками практической работы с сетевыми программными утилитами и настройки сетевого оборудования (сетевой адаптер, коммутатор, маршрутизатор).

Изучение дисциплины предусматривает следующие виды учебной работы: лекции, практические занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа.

Изучение курса заканчивается получением зачета по результатам выполненных контрольных и лабораторных работ.

Общая трудоемкость дисциплины «Компьютерные сети и системы» составляет 4 зачетные единицы.

Таблица 1.1

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр
		10
Аудиторные занятия (всего)	72	72
В том числе:		
Лекции	14	14
Практические занятия (ПЗ)	34	34
Лабораторные работы (ЛР)	24	24
Самостоятельная работа (всего)	72	72
Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен)		зачет
Общая трудоемкость 144 часа (4 зачетные единицы).		

2. КРАТКАЯ ИНСТРУКЦИЯ ПО РАБОТЕ В СРЕДЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ OPNET IT GURU ACADEMIC EDITION

OPNET IT Guru — это виртуальная среда для моделирования, анализа и прогнозирования производительности IT-инфраструктуры, в том числе приложений, серверов и сетевых технологий.

OPNET IT Guru позволяет создать виртуальную сеть, которая моделирует поведение реальных сетей, включающих маршрутизаторы, коммутаторы, протоколы, серверы, и индивидуальные приложения. Среда виртуальной сети позволяет менеджерам информационных технологий, сетевым и системным планировщикам, оперативному персоналу более эффективно обнаруживать сложные проблемы, проверять правильность изменений прежде, чем они осуществлены, и планировать на будущее такие сценарии как рост трафика, сетевые отказы.

Данная академическая версия OPNET'а основана на коммерческой версии IT-Guru 9.1, которая может быть загружена с сайта производителя и использоваться бесплатно с некоторыми ограничениями лицензии.

2.1. Обзор требований к ПК

Системные:

Windows NT 4.0 — Service Pack 3, 5, или 6a; Service Pack 4 и 6 не поддерживаются;

Windows 2000 — Service Packs 1, 2, и 4 поддерживаются;

Windows XP — Service Pack 1 или 2;

Windows Vista — Service Pack 1.

Память: min 256 MB.

Место на диске: 200 MB (дополнительно 200MB требуется при установке);

min 20 MB дополнительного места на диске для создания новых моделей при выполнении лабораторных работ.

Дисплей: 1024x768 и более высокого разрешения, 256 и более цветов.

2.2. Установка и настройка программы

1. Загрузите программу с официального сайта OPNET www.opnet.com, для этого:
 - 1.1. Зарегистрируйтесь, перейдя по ссылке: REGISTER AND DOWNLOAD.
 - 1.2. Заполните данные в появившемся окне (Рисунок 2.1). Данные, обязательные для заполнения отмечены красным квадратом.

Academic Edition Account Signup

Welcome to the OPNET Technologies IT Guru Academic Edition site. Using the form below, please register to download the OPNET IT Guru Academic Edition software.

ITGuru Academic Edition

■ *Required fields*

First Name ■

Last Name ■

Address 1

Address 2

City

State

Country ■

Postal Code

Email Address ■

Re-enter Email ■

Phone

Fax

Please enter the name of your employer, or type N/A if not applicable:

Employer ■

Please tell us about the academic program you are enrolled in, or type N/A if not applicable:

Name of Academic Institution ■

Course Name ■

Instructor ■

Select One ■ Choose your year

Have you used any OPNET products before? Yes No

If yes, please let us know which products, and also anything you would like to share about the experience:

Source ■ How did you learn about IT Guru Academic Edition?

If Other, please specify:

Account Login Information

Username ■

Рисунок 2.1 — Окно регистрации

- 1.3. После заполнения поля регистрации нажмите кнопку SUBMIT.
- 1.4. В появившемся окне нажмите ссылку: **Forgot Password (Получить пароль)**.
- 1.5. Затем введите еще раз ваш e-mail и нажмите кнопку отправить. После чего на ваш e-mail придет ваш логин, пароль и ссылка, перейдя по которой можно будет загрузить программу.
- 1.6. Прейдя по ссылке, введите ваш логин и пароль, затем нажмите кнопку DOWNLOAD. Перед установкой, программа сама пропишет место установки на ваш компьютер.
2. После того, как вы загрузите на свой компьютер программу, нужно активизировать лицензию. Для этого:
 - 2.1. Запустите IT Guru Academic Edition.
 - 2.2. Перейдите по ссылке [License Activation](#) (активация лицензии).
 - 2.3. Следуя инструкциям, активируйте лицензию. Для дополнительной помощи используйте рекомендации [Step by Step Activation](#) (шаг за шагом), размещенные на сайте.
 - 2.4. После активации лицензии запустите программу. Лицензия OPNET Academic Edition длится 6 месяцев, но может бесплатно продлеваться.
3. Теперь необходимо настроить компьютер для работы в OPNET. Для этого:
 - 3.1. На рабочем столе компьютера откройте меню Пуск→Панель управления.
 - 3.2. В открывшемся окне, где приведены все элементы панели управления, выберите элемент под названием **«Язык и региональные стандарты»**.
 - 3.3. Выберите вкладку **Форматы** и нажмите на кнопку **Дополнительные параметры**.
 - 3.4. В настройках формата измените знаки Разделителя целой и дробной частей на «.» и Разделителя групп разрядов на «,». Сохраните изменения.

2.3. Структура OPNET

OPNET состоит из пользовательского интерфейса высокого уровня и использует для моделирования иерархическую структуру, разделенную на три основных уровня (домена), каждый из которых описывает различные аспекты конечной модели:

- **Network domain (домен сети)** — топология сети, разбиение на сети и подсети, установление географических координат и т.д.
- **Node domain (домен узла)** — устройства, образующие сетевые узлы (т.е. маршрутизаторы, рабочие станции, мобильные устройства и т.д.).
- **Process domain (домен процесса)** — программируемые модули и программные коды в моделях узлов.



Рисунок 2.2 — Системное окно OPNET

2.4. Основные инструментальные средства OPNET

Чтобы создать модель сети (называемой проектом OPNET IT Guru), нужно определить узлы (компьютеры, коммутаторы, маршрутизаторы и т.д.) исследуемой сети, каналы связи между узлами, и приложения, которые будут выполняться на узлах. Для этого существует набор редакторов и инструментов. Ниже приведены основные из них:

- Network Editor — редактор сети. Используется для задания физической топологии коммуникационной сети, которая определяет положение и взаимосвязь коммуникационных объектов, то есть, узлов и линий связи.
- Node Editor — редактор узла специфицирует устройства связи, созданные и связанные на сетевом уровне. Модели узлов выражаются как связанные модули.
- Process Editor — редактор процессов. Применяется для создания моделей процессов.
- Parameter Editor — редактор параметров.
- Packet format Editor — редактор формата пакета данных.
- Probe Editor — редактор исследования. Пользователи могут использовать данный редактор, чтобы определить данные которые необходимо собирать.
- Analysis configuration tool — инструмент анализа конфигураций OPNET. Может использоваться для просмотра и управления статистическими данными и обеспечивает вывод информации на экран в виде графиков.
- Simulation tool — инструмент проведения моделирования.
- В системном окне OPNET (Рисунок 2.2) создаются и открываются проекты, изменяются рабочие каталоги, и т.д.

Для построения и моделирования компьютерных сетей необходимо создать проект, содержащий один или несколько сценариев, в зависимости от задания. Проектирование исследуемой сети происходит в окне Редактора проекта на рабочей сетке (зоне), которая показана на рисунке (Рисунок 2.3).

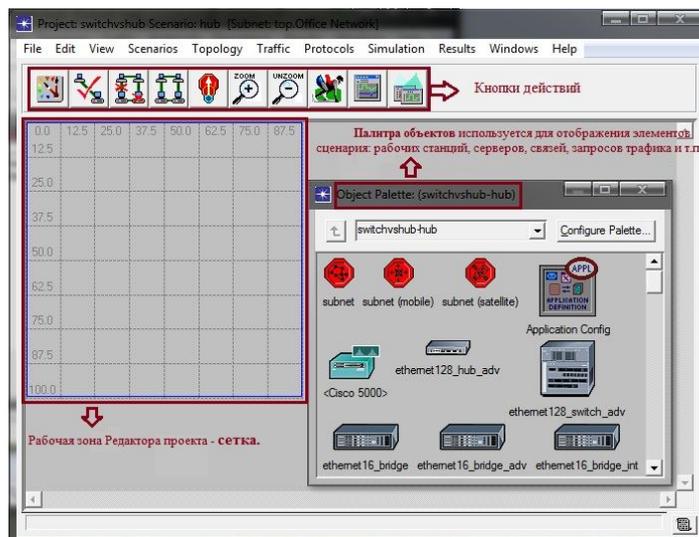


Рисунок 2.3 — Окно редактора проекта

В верхней части Редактора проекта у нас есть набор кнопок действий, которые мы можем использовать для работы с проектом. Так, с помощью первой кнопки из набора, можно вызвать палитру объектов, содержащую большое количество различного сетевого оборудования. Эту палитру можно использовать для отображения элементов сценария: рабочих станций, серверов, связей, запросов трафика и т.п. Описания функций остальных кнопок действий (слева направо) приведены ниже:

- Сбой соединения: этот инструмент имитирует неудачи связи.
- Восстановление связи: восстанавливает отключенные связи.
- Вернуться из подсети: Когда сценарий растет, Нам, возможно, потребуется группа элементов в подсети.
- Увеличить/Уменьшить: Для увеличения и уменьшения рабочей области сценария.
- Настройка/Запуск имитации: открывает диалоговое окно, которое мы можем использовать для настройки моделирования сценария.
- Просмотр результатов: После запуска симуляции, мы можем увидеть графическую статистику результатов.
- Скрыть/Показать все графики: графики результатов будут оставаться открытыми до тех пор, пока мы их не закроем. Мы можем скрыть их, не закрывая их, и показать их снова позже используя эту кнопку.

Более подробно детали работы в OPNET будут рассмотрены при выполнении лабораторной работы № 1.

2.5. Ограничение лицензии

В данной учебной версии OPNET IT Guru имеются ограниченные возможности.

Ограничения на импорт: сценарии, созданные в любой другой коммерческой версии OPNET, не могут быть импортированы. Импортируются только сценарии, созданные в академической версии.

Ограничения на экспорт: сценарии, созданные с академической версией, не могут быть экспортированы в другие коммерческие версии программного обеспечения, поэтому не представляется возможным подготовить сценарий в домашних условиях и

моделировать его, используя все необходимые лицензии в университете.

Ограниченное моделирование: эта версия не включает некоторые модули, такие как: анализ движения, Сетевой Доктор, моделирование рельефа и т.д. Эта версия не является Modeler, поэтому модели не могут быть изменены. Не возможно импортировать модели, созданные с помощью OPNET Modeler, а также создавать многоадресные сценарии.

Ограничения функций беспроводной связи: путевые этапы, используемые в беспроводных моделях, не могут быть изменены (как в продукте Modeler). Таким образом, все передачи будут использовать ослабленное пространство. Мы не имеем редактора антенн, поэтому все беспроводные узлы будут использовать модель изотропной антенны.

Возможность создавать мобильные узлы, но не спутниковые узлы в отличии от Modeler.

Проекты, созданные с Academic Edition, **ограничены в несколько мульти-портовых устройствах.** Мы можем запустить моделирование с малым числом разумной маршрутизацией элементов (20) для учебных целей, но не для коммерческих исследований.

Ограничения анализа: хотя у нас есть опция анимации созданий в меню, эта функция не доступна.

3. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1 ЗНАКОМСТВО С ВИРТУАЛЬНОЙ СРЕДОЙ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ OPNET IT GURU. ИЗУЧЕНИЕ И СРАВНЕНИЕ ПРИНЦИПА РАБОТЫ КОНЦЕНТРАТОРА И КОММУТАТОРА

Продолжительность — 4 часа.

Максимальный рейтинг — 6 баллов.

3.1. Цель работы

Познакомиться с основами и получить навыки работы (построения и моделирования схем) в OPNET на примере изучения и сравнения работ концентратора и коммутатора.

3.2. Задание

- В данной лабораторной работе необходимо создать 2 сети:
- Сценарий 1. ЛВС, в которой N^* рабочих станций соединены с концентратором Ethernet;
 - Сценарий 2. ЛВС, в которой N^* рабочих станций соединены с коммутатором Ethernet,
- на основе проектирования и исследования которых будут получены основные навыки работы в среде моделирования OPNET IT Guru и с такими сетевыми объектами, как концентратор и коммутатор.

(*) — число N задано вариантом индивидуального задания.

3.3. Программа работы

1. Ознакомиться с теоретическим материалом по теме лабораторной работы.
2. Спроектировать в соответствии с заданным вариантом схемы исследуемых сетей на основе виртуальной среды для моделирования OPNET IT Guru для случаев:

- сценарий 1. ЛВС, в которой N^* рабочих станций соединены с концентратором Ethernet;
 - сценарий 2. ЛВС, в которой N^* рабочих станций соединены с коммутатором Ethernet.
3. Произвести следующие настройки** генерирования трафика станций Ethernet для каждого случая:
- интервал между прибытиями пакетов;
 - размер пакета;
- ** — параметры настроек заданы вариантом индивидуального задания.
4. Произвести настройку моделирования на получение следующей информации для каждого сценария:
- задержка доставки для фреймов Ethernet;
 - скорость поступления трафика — для оценки трафика приемника;
 - скорости отправки трафика — для оценки трафика источника;
 - подсчет коллизий для концентратора.
5. Произвести моделирование. Сравнить и изучить на основе его результатов особенности работ концентратора и коммутатора.
6. Составить отчет о проделанной работе, в котором привести:
- схемы исследуемых сетей, согласно варианту;
 - результаты моделирования каждого сценария;
 - выводы о проделанной работе, исходя из полученных результатов моделирования;
 - ответы на контрольные вопросы.

3.4. Варианты индивидуальных заданий

В таблице (Таблица 3.1) приведены варианты индивидуальных заданий для выполнения лабораторной работы №1.

Таблица 3.1 — Варианты индивидуальных заданий

Вариант	Количество станций для каждого сценария	Interarrival Time. Интервал между пакетами, мс	Packet Size (bytes). Размер пакета, Мб
1	15	95	0,5
2	14	90	1
3	13	85	1,5
4	12	80	0,5
5	11	75	1
6	10	70	0,5
7	9	65	1
8	8	60	1,5
9	7	55	0,5
10	6	50	1
11	14	45	1
12	13	40	0,5
13	12	35	1,5
14	11	30	1
15	10	25	0,5
16	9	20	1,5
17	8	15	1
18	7	10	1,5
19	6	1	0,5
20	5	5	1

3.5. Пример выполнения лабораторной работы

На рисунке (Рисунок 3.1) приведена структурная схема сети первого сценария, в котором рабочие станции соединяются с концентратором Ethernet по топологии «Звезда». Для построения сети второго сценария необходимо заменить концентратор на коммутатор Ethernet.

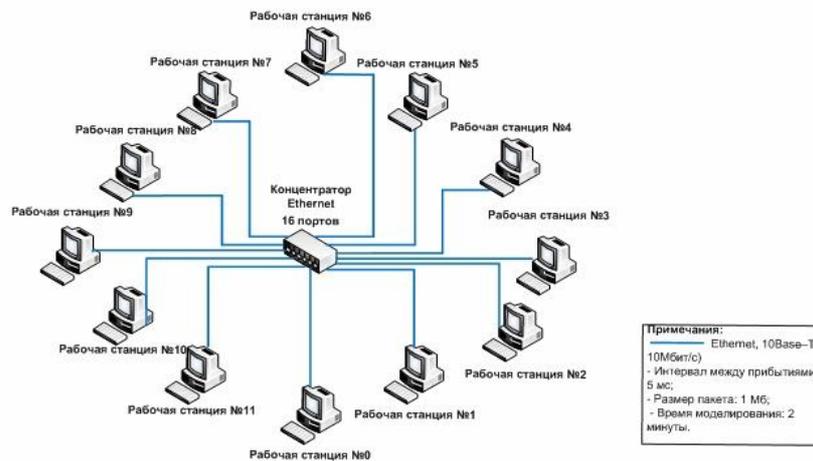


Рисунок 3.1 — Структурная схема исследуемой сети

3.5.1. Создание проекта и сценария 1 в OPNET IT Guru

1. [Установите](#) и запустите OPNET IT-Guru Academic Edition на Вашем компьютере.
2. В системном окне создайте проект **File** → **New** → **Project** и нажмите **ОК**.

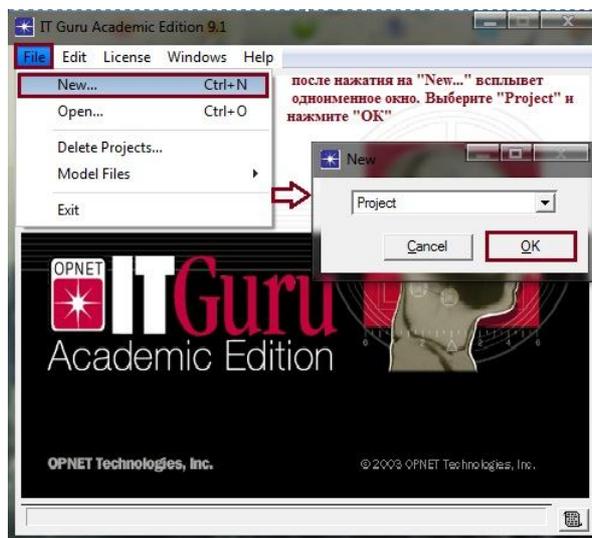


Рисунок 3.2 — Системное окно. Пример создания нового проекта

3. Задайте названия проекта в **Project_Name** и сценария 1в **Scenario_Name**. В нашем случае это **xx_Switch_vs_Hub** (где **xx** — номер Вашего варианта) и **Hub** соответственно, как показано на рисунке (Рисунок 3.3).

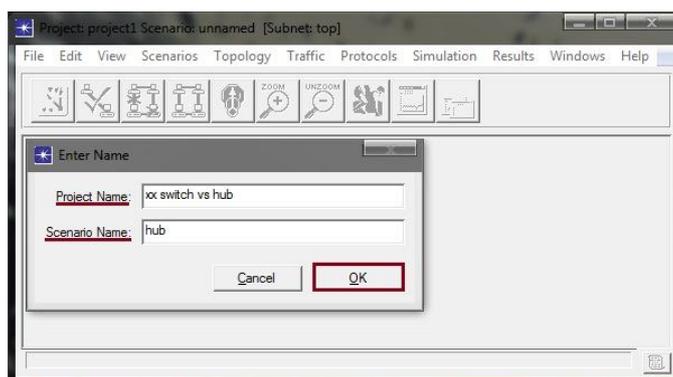


Рисунок 3.3 — Окно ввода названий для проекта и сценария

4. Далее задаются исходные параметры для проектирования сети. Для этого необходимо произвести следующие настройки:
- создать пустой сценарий **Create Empty Scenario** в **Initial Topology** (импорт из ACE (**Import From ACE**) используется для импорта трафика полученного из других программ);
 - выбрать масштаб для первоначального сценария (Рисунок 3.4) сети в окне **Network Scale** (**Office** — офис, **Campus** — университет, **World** — мир, **Enterprise** — предприятие, **Logical** — логический, **Choose From Maps** — выбор из карты), в нашем случае это **офис**;

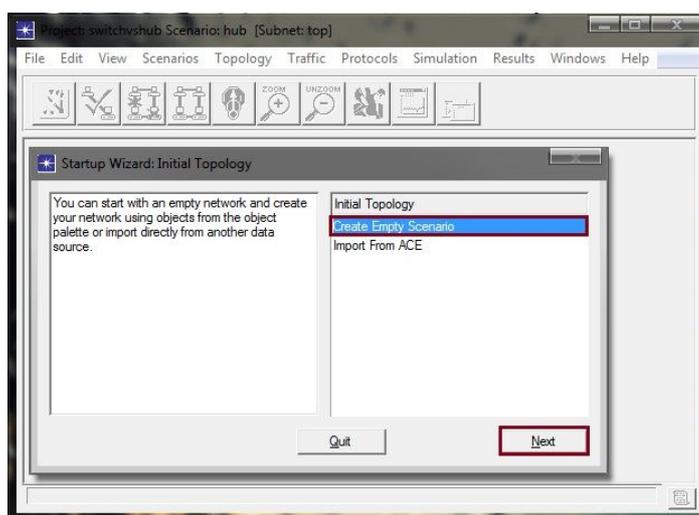


Рисунок 3.4 — Выбор первоначальной топологии

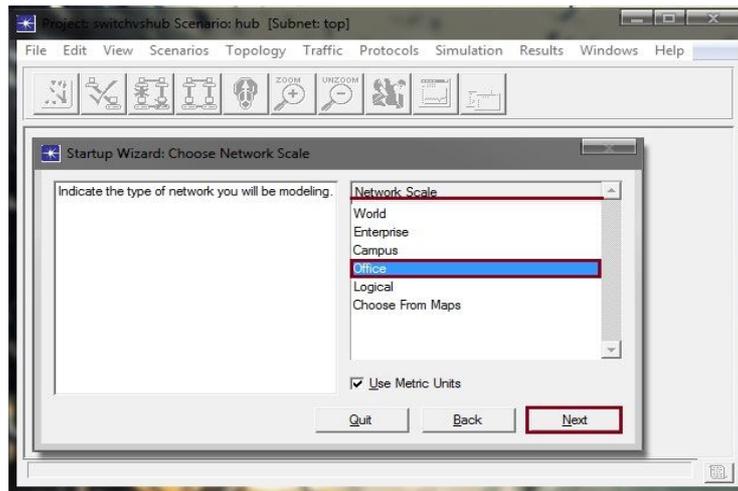


Рисунок 3.5 — Выбор масштаба местности

- выбрать конкретные размеры местности (Рисунок 3.5) в окне **Specify Size**, на которой будет располагаться сеть. Оставим размеры по умолчанию, нажав **Next**;

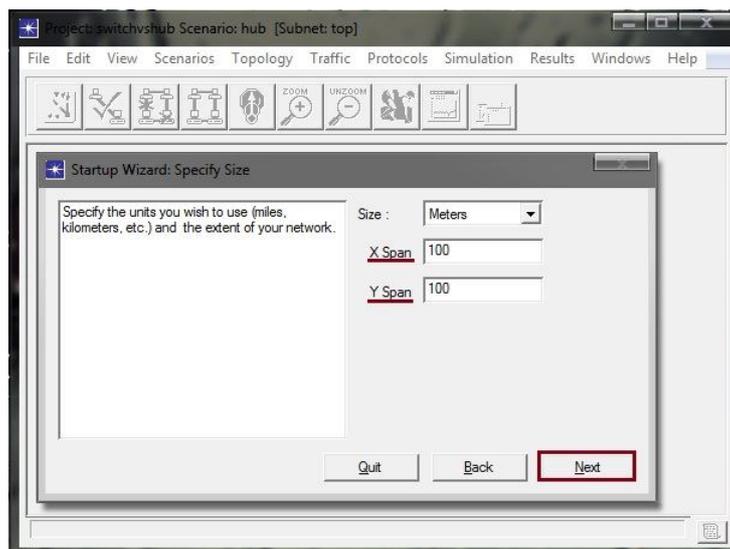


Рисунок 3.6 — Выбор размеров местности

- определиться с выбором оборудования (Рисунок 3.7) и технологий в **Select Technologies**, которые будут представлены в палитре объектов (Рисунок 3.8) и использованы в проекте. Для этого в списке выделяем необходимый элемент, при этом в поле **Include?** появится надпись **Yes** — означающая, что этот пакет включен в проект. Для продолжения нажмите **Next**.

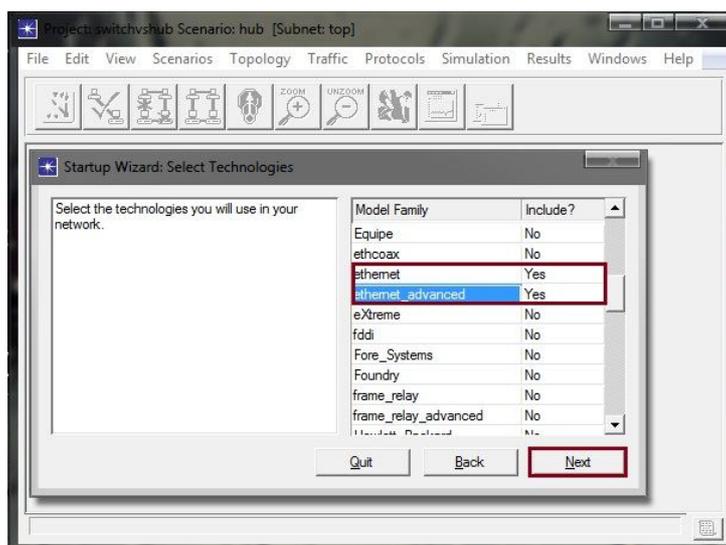


Рисунок 3.7 — Выбор оборудования и технологий

В следующем окне **Startup Wizard:Review** представлен обзор произведенных настроек. Если они верны, то нажимаем **OK**, если нет, то нажмите **Back** и отредактируйте неточности.

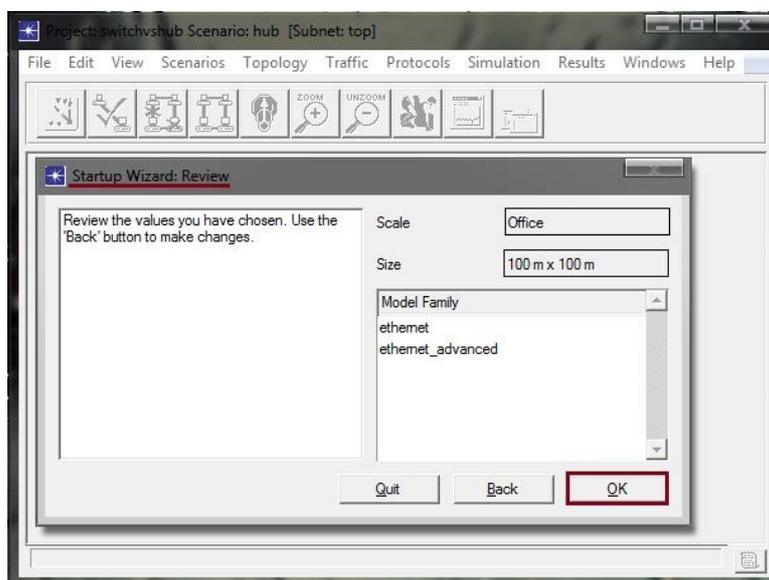


Рисунок 3.8 — Окно обзора выбранных значений

После проделанных выше действий откроется **окно Редактора проекта** (Рисунок 2.3).

3.5.2. Проектирование сети сценария 1

Теперь приступим непосредственно к проектированию сети для первого сценария, в которой 10 рабочих станций соединяются с концентратором Ethernet по топологии «Звезда». Существует 2 способа создания сети:

- Первый способ — создание сети путем перетаскивания ее объектов непосредственно из **палитры объектов — Object Palette** (Рисунок 3.8). Выделяем щелчком правой кнопки мыши элемент, к примеру, рабочую станцию **ethernet_station** сначала в палитре, а затем добавляем нужное количество выбранного элемента последующими аналогичными кликами мышки в рабочей области. Закончить действие можно щелкнув левой кнопкой мыши в любом месте сетки. Таким образом, в рабочее пространство добавляются все элементы сети. Для связи рабочих станций с концентратором выбираем в той же палитре ее тип, а затем протягиваем соединение последовательно щелкнув на каждый из них правой кнопкой мыши.

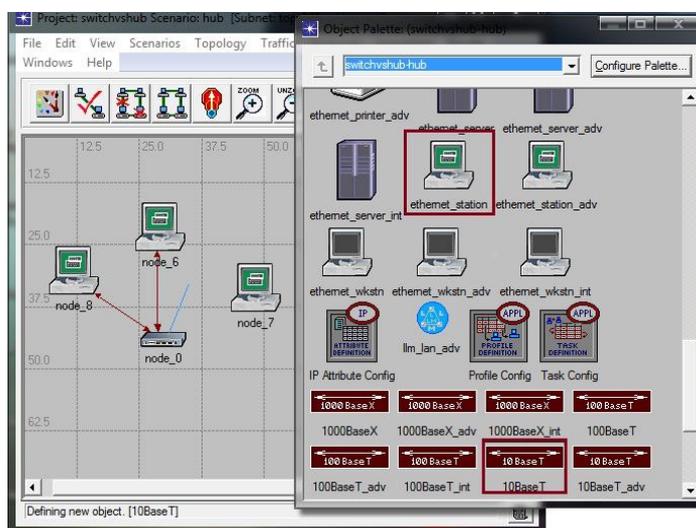


Рисунок 3.9 — Пример добавления элементов сети на рабочую область

- Второй способ является более легким — создание сети с помощью инструмента быстрого конфигурирования **Rapid Configuration**. Для этого выберите **Topology → Rapid Configuration** (топология → быстрое конфигурирование).

Для нашего случая установите топологию сети в **Configuration** типа «Звезда» (**Star**).

Далее, в окне конфигурирования сети типа «Звезда» (**Rapid Configuration:Star**), установите 16-портовый концентратор Ethernet (**ethernet16_hub**) в качестве модели центрального узла **Center Node Model**, а так же выберите модели периферийных узлов в **Periphery Node Model** — станции Ethernet (**ethernet_station**). Задайте количество **Number** рабочих станций для этого примера равным **12**.

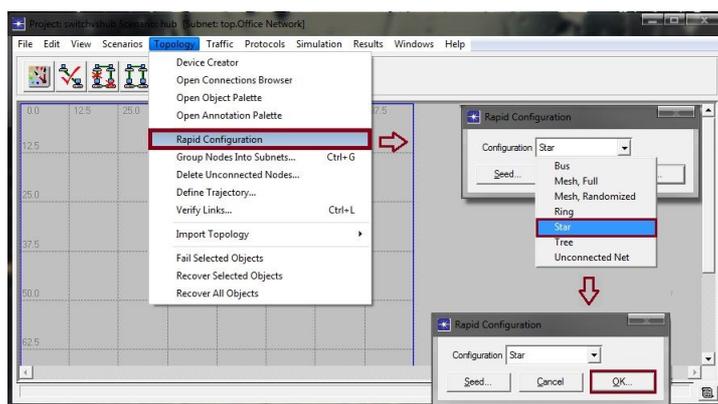


Рисунок 3.10 — Пример создания сети с помощью инструмента быстрого конфигурирования **Rapid Configuration**

Для организации связи между рабочими станциями и концентратором выберите в **Link Model** (модель связи) провода **10BaseT**.

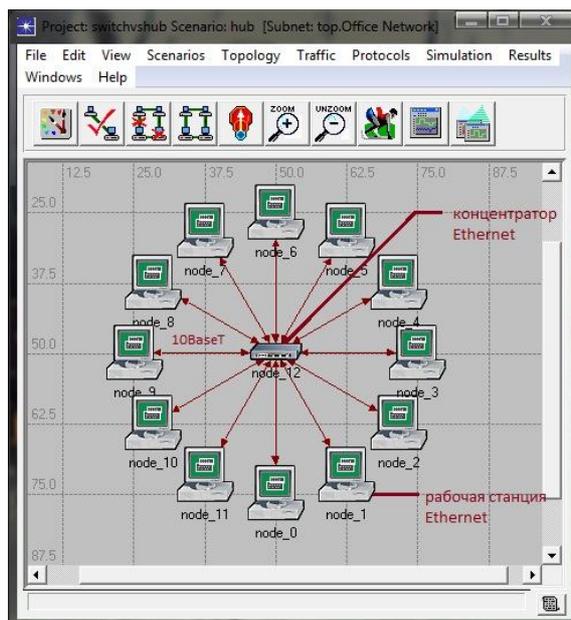


Рисунок 3.11 — Готовая сеть первого сценария

В результате построенная сеть должна соответствовать сети на рисунке (Рисунок 3.11).

3.5.3. Настройка объектов сети сценария 1

Под объектами сети принято понимать рабочие станции, концентраторы, коммутаторы, маршрутизаторы, сервера, а также различные провода, кабели и другие связи, организующие соединения между ними. Для настройки объекта сети необходимо нажать на него правой клавишей мыши и выбрать в появившемся меню пункт **Edit Attributes**, как показано на рисунке (Рисунок 3.12). В зависимости от выбранного оборудования в рабочей области появится окно с различным набором настраиваемых параметров.

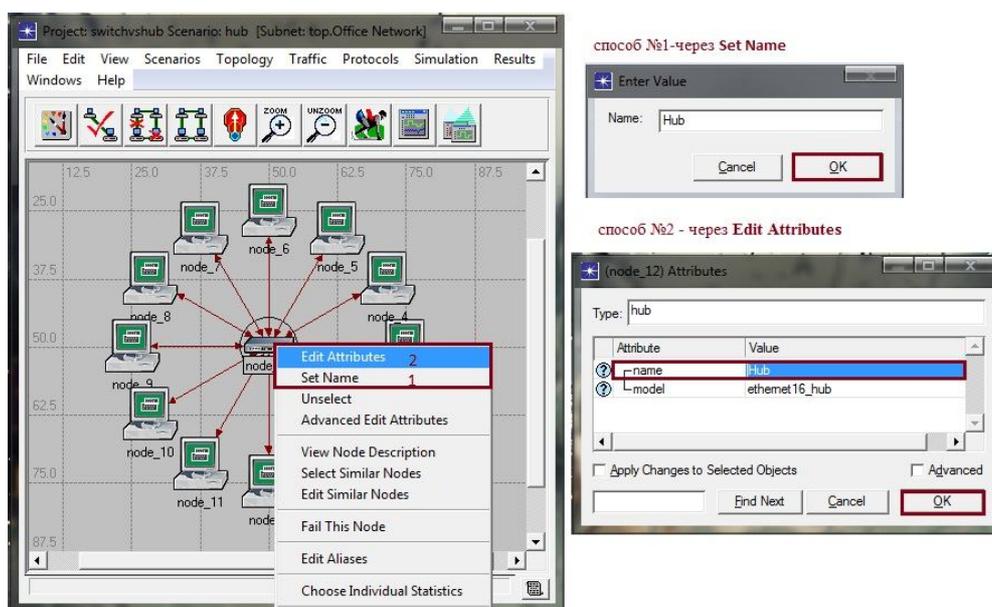


Рисунок 3.12 — Способы задания имени объекта

Настройка концентратора Ethernet

Установите, для наглядности, имя этого объекта. Существует 2 способа для установки названия объекта:

- Способ 1. Щелкните правой кнопкой мыши на концентраторе и выберите **Set Name**. В окне **Enter Value** (ввести значение) введите имя (**Name**) — **Hub**.
- Способ 2. Щелкните правой кнопкой мыши на концентраторе и выберите **Edit Attributes** (редактировать атрибуты).

В этом окне мы можем увидеть параметры концентратора. Так в поле **model** видно, что нами выбрана модель 16-портового концентратора Ethernet — **ethernet16_hub**, а в поле **name** указано его имя, которое установлено по умолчанию на **node_12**. Поменять имя концентратора можно, введя свое значение вместо того, что стоит по умолчанию, и нажав на **ОК** для сохранения действия.

Настройка рабочих станций Ethernet

В нашем случае для всех станций Ethernet будут применены одинаковые настройки. Для экономии времени, чтобы не вводить одни и те же значения, воспользуемся инструментом выделения похожих станций **Select Similar Nodes**, выбрав его, щелкнув сначала левой (тем самым выделив объект), а затем правой кнопками мыши на любую из них. Как показано на рисунке (Рисунок 3.13), будут выделены все рабочие станции.

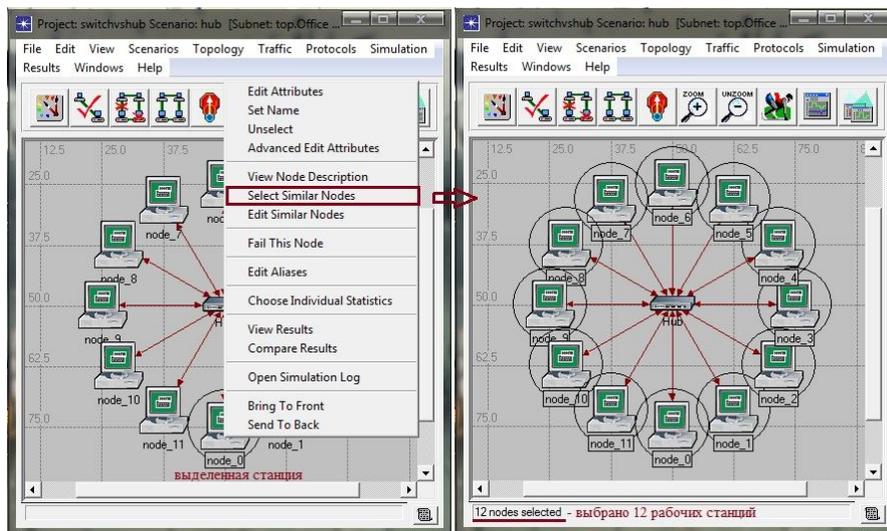


Рисунок 3.13 — Пример выделения похожих станций

Теперь можно приступать к настройкам. Зайдите в настройки одной из станций (не снимая общего выделения всех станций), аналогично тому, как мы делали это для [настройки концентратора](#) выше.

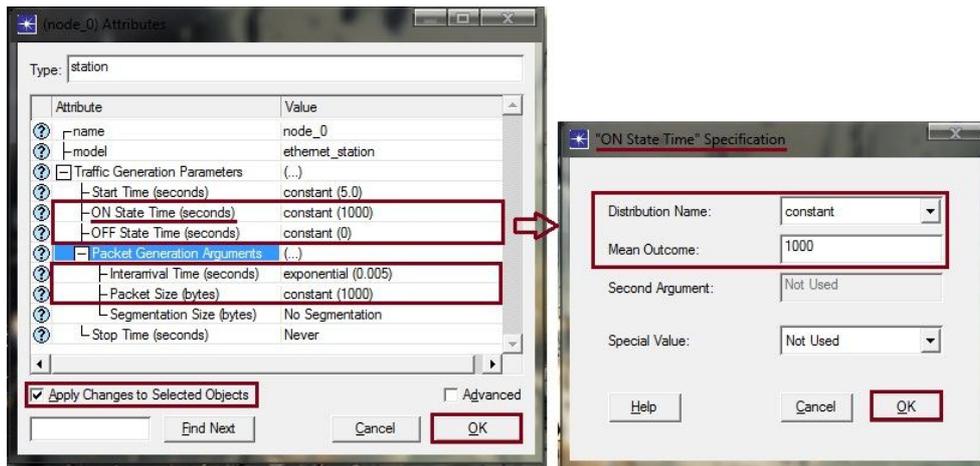


Рисунок 3.14 — Пример настройки рабочих станций Ethernet

Поставьте флажок **Apply Changes to Selected Objects**, чтобы изменения применялись ко всем выбранным объектам. Для станций необходимо настроить:

- **Режим работы.** Условимся, что станции должны всегда работать в режиме отправки. Для этого раскройте атрибуты **Traffic Generation Parameters** (параметры генерации) и **Packet Generation Arguments** (параметры генерации пакетов). Установите **ON State Time** (время включения) на **constant (1000)** и **OFF State Time** (время выключения) на **constant (0)**. Это будет гарантировать, что станция всегда в режиме отправки.
- **Параметры генерируемого трафика.** Пусть интервал времени между отправками пакетов **Interarrival Time (seconds)** будет экспоненциальным и равным 5 миллисекундам **exponential (0.005)**. Т.е. станции будут генерировать трафик каждые 5 миллисекунд. Примем размер генерируемого пакета **Packet Size (bytes)** равным 1000 байт **constant (1000)**.

Итак, мы закончили создание и настройку локальной сети сценария 1 на основе концентратора Ethernet.

3.5.4. Проектирование сети сценария 2

Во втором сценарии необходимо спроектировать и исследовать сеть, в которой рабочие станции соединяются с коммутатором Ethernet по топологии «Звезда».

Для создания сети сценария 2 можно воспользоваться одним из методов:

- *создать новый сценарий*, в котором построить «с нуля» сеть, согласно заданию. Для этого выберите **Scenarios** (сценарий) → **New Scenario** (новый сценарий), и задайте имя нового сценария **Switch**;
- *продублировать сценарий 1*, получив уже построенную ранее сеть, которую остаётся достроить/изменить, а так же осуществить перенастройку оборудования, параметров моделирования, в зависимости от задания. Для копирования сценария 1 выберите в главном меню вкладку **Scenarios** (сценарий) → **Duplicate Scenario** (копирование сценария), и задайте имя нового сценария **Switch**. Этот метод приоритетен, поскольку экономит время при построении и настройке сети нового сценария.

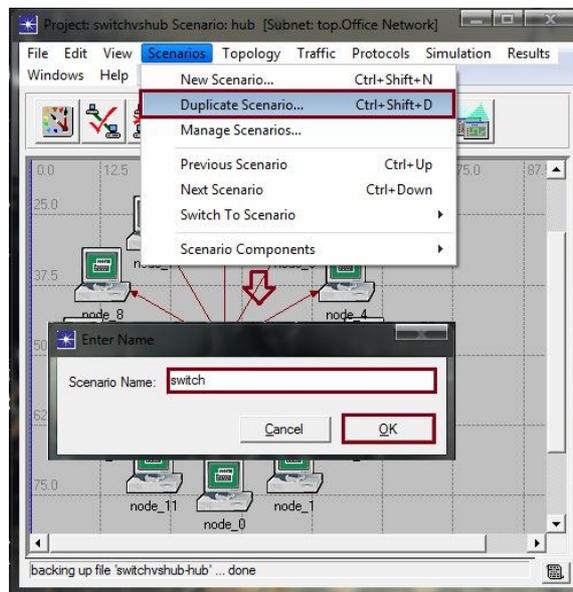


Рисунок 3.15 — Создание сети второго сценария.

В качестве модели центрального узла для этого случая установите 16-портовый коммутатор Ethernet (*ethernet16_switch_adv*), задайте имя для коммутатора — **Switch**. Остальные объекты сети оставьте без изменений.

В результате мы получим сеть, соединенную по топологии «Звезда», с центром — 16-портовым коммутатор Ethernet и 12 рабочими станциями, соединенных с ним при помощи проводов 10BaseT.

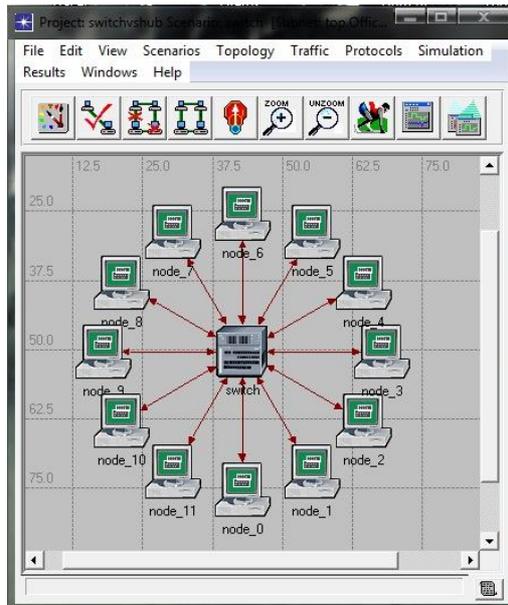


Рисунок 3.16 — Построенная сеть второго сценария.

Для перехода от одного сценария к другому в главном меню выберите **Scenario** → **Next Scenario (Previous Scenario)** либо **Scenario** → **Switch To Scenario** → название сценария (в нашем случае это **Switch** или **Hub**).

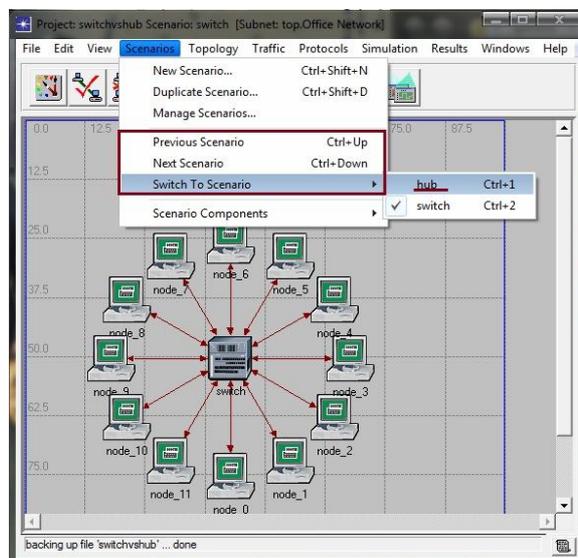


Рисунок 3.17 — Пример перехода от сценария 2 к сценарию 1

3.5.5. Выбор исследуемых статистик

После того как настройка оборудования завершена и перед началом процесса симуляции, необходимо указать тип собираемой статистики и настроить параметры симуляции. Перейдите к сценарию 1.

Для сравнения и изучения работ концентратора и коммутатора обязательно собрать следующие **статистические показатели**: объем трафика переданного и полученного, время задержки доставки фреймов, кроме того, важным показателем является количество коллизий для оценки нагрузки на концентратор (количество коллизий). Для получения указанных показателей в меню выберите вкладку **Simulation** (Симуляция) → **Choose Individual Statistics** (Выбрать индивидуальные статистики) и в открывшемся окне **Choose Results** (Выбор результатов) произведите следующие настройки:

- для оценки задержки, раскройте вкладки **Global Statistics** (Глобальная статистика — применима ко всему проекту) → **Ethernet**, и выберите статистику **Delay (sec)** (Задержка);
- для оценки трафика приемника, раскройте вкладки **Global Statistics** → **Traffic Sink** (Конечный трафик) установите статистику **Traffic Received (bits/sec)** (Полученный трафик);
- для оценки трафика источника, раскройте вкладки **Global Statistics** → **Traffic Source** (начальный трафик) и выберите статистику **Traffic Sent (bits/sec)** (отправленный трафик);
- для оценки коллизий, раскройте вкладки **Node Statistics** (Статистика узла — используется для конкретных объектов сети) → **Ethernet**, и установите статистику **Collision Count** (подсчет коллизий).

Проделанные изменения, должны соответствовать рисунку (Рисунок 3.18). Нажмите **OK** для сохранения изменения и закрытия окна.

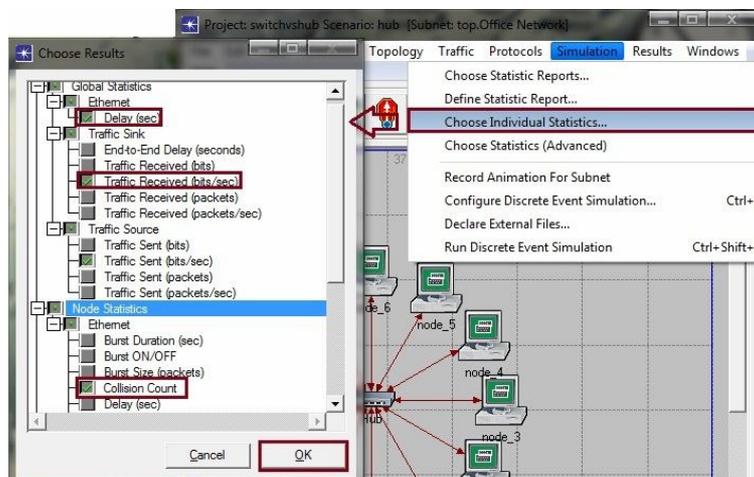


Рисунок 3.18 — Пример выбора исследуемых статистик

Окно **Choose Results** можно так же вызвать следующими способами:

- кликните правой кнопкой мыши в любом пустом месте рабочей сетки и выберите в открывшемся меню **Choose Individual Statistics**. Сбор статистик выбранных таким образом, как и в предыдущем случае, будет производиться со всех объектов, поддерживающих данную функцию;
- кликните правой кнопкой мыши на объекте, показатели которого вас интересуют, и выберите в открывшемся меню **Choose Individual Statistics**. Сбор статистик выбранных этим способом, отразит показатели выбранного объекта.

3.5.6. Настройка симуляции

Перед началом процесса симуляции необходимо настроить некоторые её параметры. Для этого на панели инструментов нужно нажать кнопку **configure/run simulation** (настройка/запуск режима симуляции) либо в главном меню выбрать вкладку **Simulation** (моделирование) → **Configure Discrete Event Simulation** (настройка моделирования дискретных событий) и войти в режим симуляции. Откроется диалоговое окно настройки параметров моделирования **Configure Simulation: switchvshub — hub** (название проекта — название сценария) с несколькими вкладками. Основные из них: **Common** — общие настройки, **Global Attributes** — настройки, применимые ко всему проекту, **Object Attributes** — настройки, применимые к отдельным объектам сети.

Во вкладке **Common** задаются общие параметры моделирования. Установите длительность моделирования **Duration: 2 minute(s)**. В соответствии с рисунком (Рисунок 3.19).

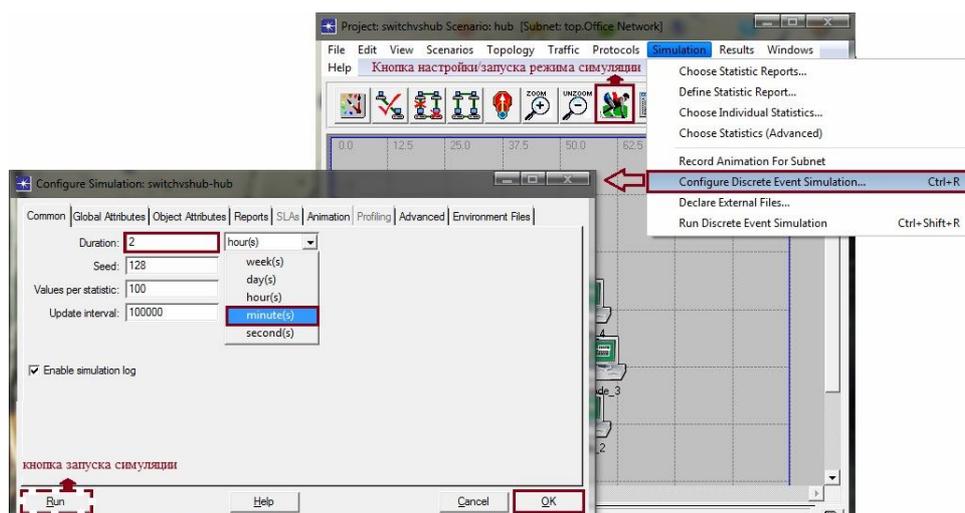


Рисунок 3.19 — Пример настройки симуляции

3.5.7. Запуск моделирования

Если нажать на кнопку **Run** в окне **Configure Simulation**, запустится процесс симуляции текущего открытого сценария. Так, после завершения моделирования одного сценария, нужно будет перейти к следующему и снова запустить по аналогии процесс уже для этого случая.

Чтобы запустить моделирование сразу двух сценариев можно воспользоваться менеджером сценариев, выбрав в панели меню Редактора проекта вкладку **Scenarios** → **Manage Scenarios**. В открывшемся окне измените значения поля **Results** (результаты) в обеих строках на **<collect>** или **<recollect>**, в соответствии с рисунком (Рисунок 3.20).

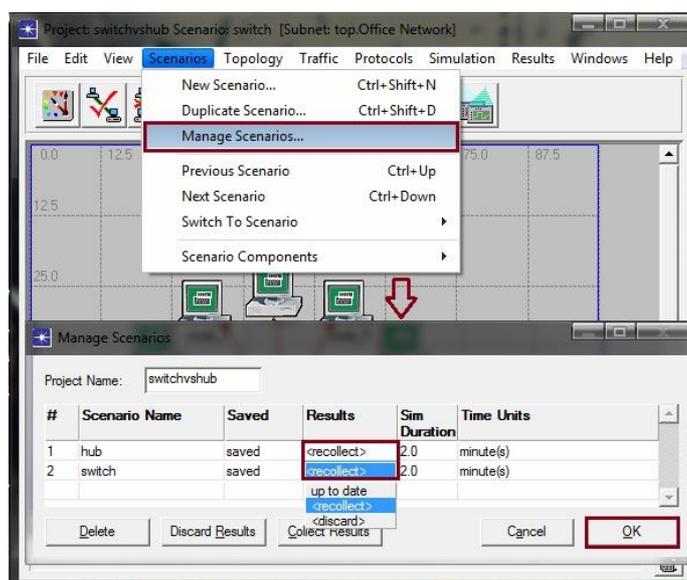


Рисунок 3.20 — Пример запуска моделирования

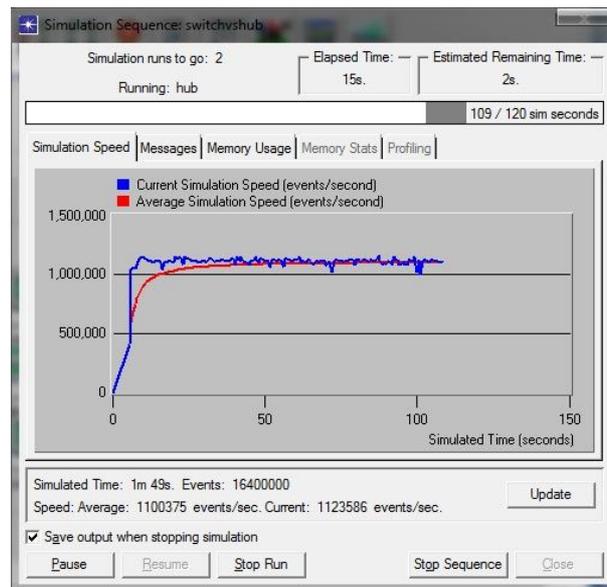


Рисунок 3.21 — График активности моделирования

Во время моделирования процессов, происходящих в построенных сетях сценариев 1 и 2 (сначала происходит симуляция сети первого сценария, а затем второго), в реальном времени на экране строится график активности, состоящий из двух кривых: синяя отображает ситуацию в каждый момент времени, (время откладывается по оси абсцисс), красная показывает среднее значение.

3.5.8. Просмотр результатов

Для сравнения результатов моделирования сетей сценариев 1 и 2 в меню Редактора проекта выберите пункт **Results** → **Compare Results** (сравнения результатов). Либо нажмите на панели инструментов кнопку **View graphs and tables of collected statistics** (просмотр результатов) и в выпадающих меню выбора режима просмотра выберите параметры **As Is** (как есть), **All Scenarios** (все сценарии), **Overlade Statistic** (просмотр всех статистик в одном поле). Используйте кнопку **Show** (показать) для более подробного графика при просмотре результатов моделирования.

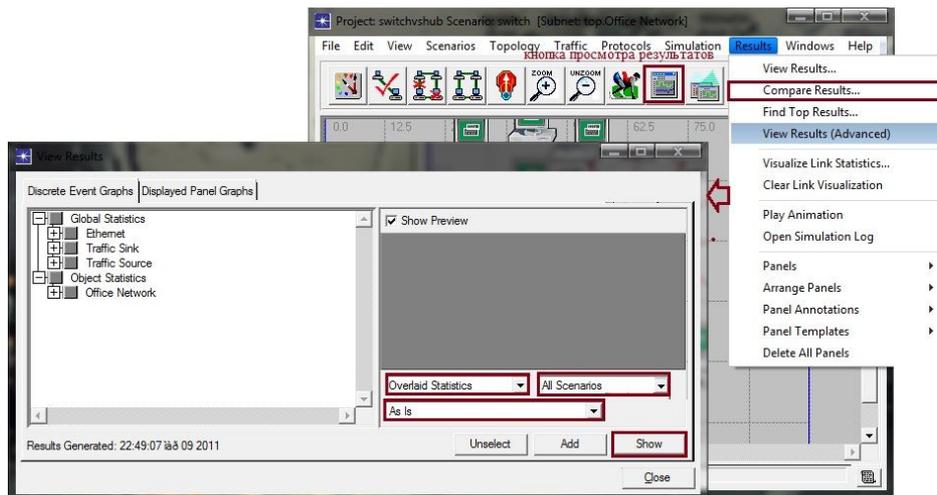


Рисунок 3.22 — Пример открытия окна просмотра результатов моделирования

Слева в окне расположен список статистик, доступных к просмотру. Выберем к просмотру интересующие нас в плане сравнения результатов по двум сценариям статистики:

- *задержка доставки для фреймов Ethernet*. Для просмотра выберите и раскройте пункт **Global Statistic** → **Ethernet** и выберите статистику **Delay**. Вы можете видеть, что эта задержка для коммутатора мала и постоянна, в то время задержка для концентратора растет неограниченно;

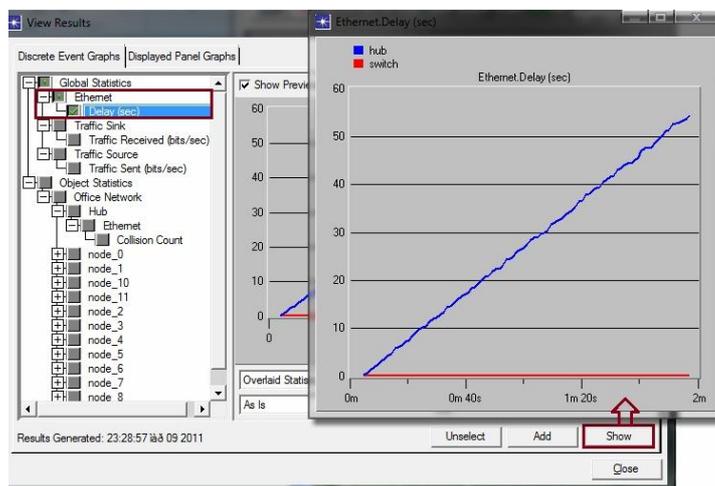


Рисунок 3.23 — Пример просмотра результатов моделирования

- *оценка трафика приемника*. Разверните пункт **Traffic Sink**, и выберите статистику **Traffic Received**, которая показывает общую сумму трафика по всем станциям в локальной сети. Вы можете увидеть, что трафик получил в концентраторе

ре вершину около 10 Мбит/с — номинальная скорость концентратора. Коммутатор, с другой стороны, легко обеспечивает почти в два раза превышающий объем трафика;

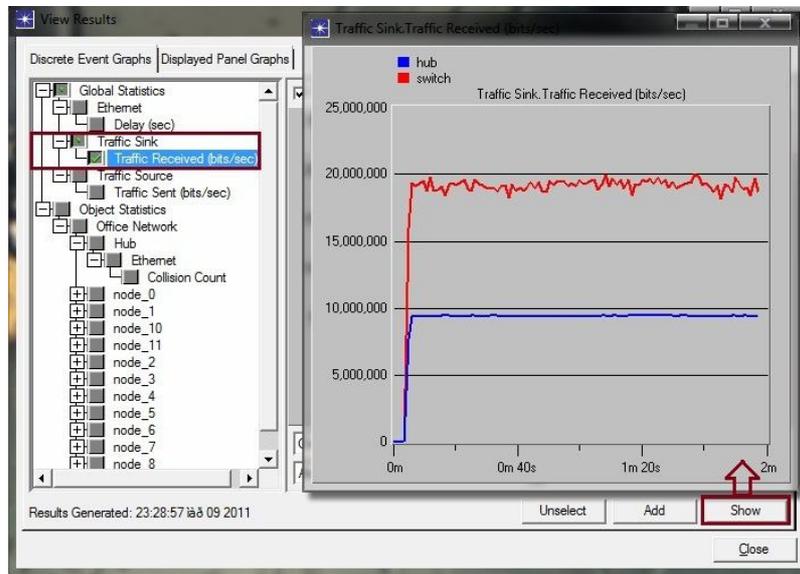


Рисунок 3.24 — Пример просмотра результатов моделирования

- *оценка трафика источника.* Разверните пункт **Traffic Source**, а затем выберите статистику **Traffic Sent(bits/sec)**. Статистика показывает общую сумму трафика от всех станций в локальной сети. Вы можете увидеть, какой объем трафика был создан в обоих сценариях. Коммутатор, однако, может фактически передать этот трафик.

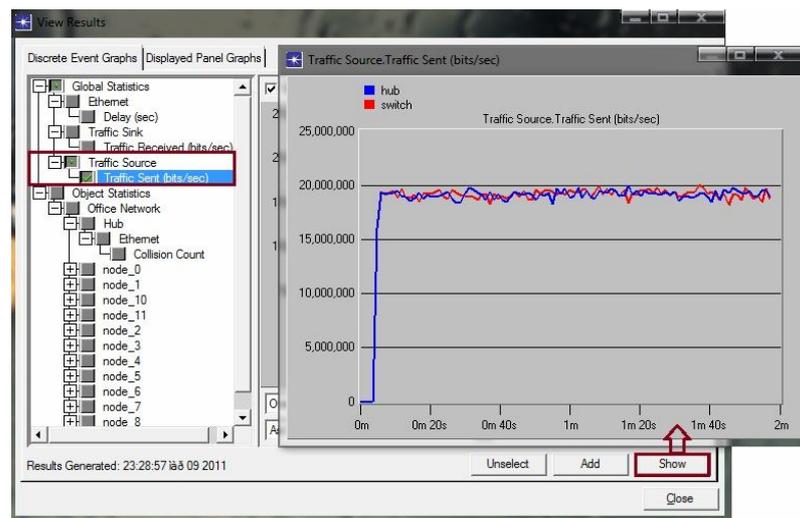


Рисунок 3.25 — Пример просмотра результатов моделирования

Нажмите снова на статистику, чтобы отключить просмотр. Нажмите **Close**, чтобы закрыть окно сравнения результатов. Теперь, мы будем смотреть на статистику, которая относится только к сценарию концентратора — *подсчет коллизий*. Перейдите к сценарию 1. Выберите в главном меню вкладку **Results** → **View Results** (Просмотр результатов). Разверните вкладки **Object Statistics** (статистики объекта) → **Office Network** (офисная сеть) → **Hub** → **Ethernet** и выберите статистику **Collision Count**. Эта статистика показывает количество столкновений, которые произошли в самом концентраторе во время моделирования. Вы можете увидеть, что произошло около 2000 столкновений в секунду.

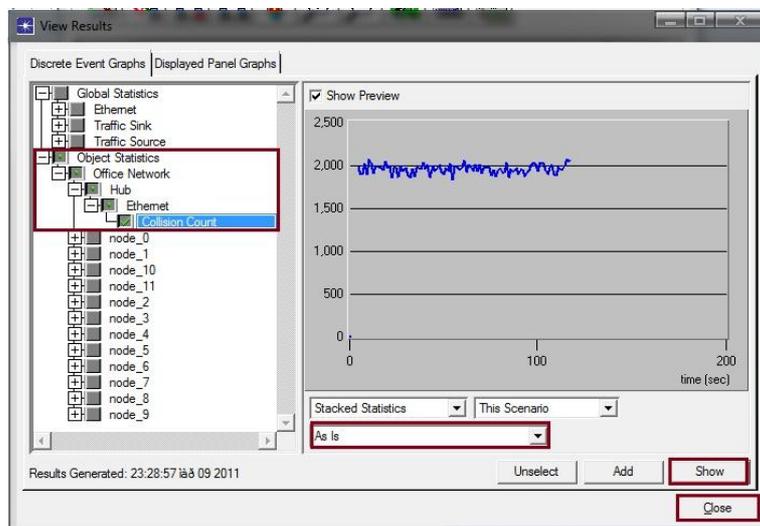


Рисунок 3.26 — Пример просмотра результатов моделирования

Примечание. Для простого просмотра результатов моделирования какого-либо сценария в меню Редактора проекта выберите пункт **Results**→**View Results**. Откроется окно просмотра результатов моделирования **View Results**, подобное окну сравнения результатов, в котором слева отобразится список собранных статистик, но только выбранного сценария.

3.6. Контрольные вопросы

1. Что представляют собой средства имитационного моделирования? Основные достоинства и недостатки данного вида моделирования.
2. Что такое рабочая группа и узел сети?

3. Дайте определения концентратора и коммутатора? Основные функции и отличия в их работе.
4. Что такое прозрачный (transparent) коммутатор?
5. Что такое коллизия, и какие средства борьбы с этим явлением применяются в сетях с технологией Ethernet?
6. Назовите основные характеристики канала передачи данных.
7. Что такое пропускная способность канала связи?
8. От чего зависит пропускная способность линии?
9. Что такое полоса пропускания линии?
10. Что такое спектр сигнала?
11. Объясните связь между полосой пропускания линии и максимально возможной пропускной способностью.
12. Что такое фреймом (frame)?

4. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2 ПРОТОКОЛЫ МАРШРУТИЗАЦИИ RIP И OSPF. ПРОТОКОЛ ОБМЕНА УПРАВЛЯЮЩИМИ СООБЩЕНИЯМИ ICMP, PING

Продолжительность — 4 часа.

Максимальный рейтинг — 6 баллов.

4.1. Цель работы

Познакомиться с назначением, принципом работы и изучить поведение протоколов маршрутизации RIP, OSPF и протокола обмена управляющими сообщениями ICMP. Получить навыки использования таблиц маршрутизации. Ознакомиться с назначением и применением эхо-запросов и эхо-ответов (Ping).

4.2. Задание

В соответствии с вариантом индивидуального задания спроектировать сети для исследования работы протоколов RIP, ICMP в случаях наличия/отсутствия сбоя связи в сети и протокола OSPF, в случаях отсутствия/наличия балансировки нагрузки и разделения сети на разные иерархические уровни.

4.3. Программа работы

1. Ознакомиться с теоретическим материалом по теме лабораторной работы.
2. Спроектировать в соответствии с заданным вариантом схемы исследуемых сетей на основе виртуальной среды для моделирования OPNET IT Guru для случаев (сценариев):
 - Проект 1. Исследование работы протоколов RIP, ICMP:
 - наличия сбоя связи в сети;
 - отсутствия сбоя связи в сети.
 - Проект 2. Исследование работы протокола OSPF:
 - балансировка нагрузки между двумя узлами сети;
 - балансировка нагрузки между узлами отсутствует;
 - сети разделены на разные иерархические уровни.

3. Произвести настройку протоколов, полученных согласно варианту, для каждого случая.
4. Произвести настройку моделирования на получение следующей информации:
 - общее поступление трафика;
 - таблицы маршрутизации (для протокола RIP);
 - обзор маршрутов запроса трафика (для протокола OSPF);
 - отчет о маршрутизации пройденных пакетов и обзор путей эхо-запросов и эхо-ответов(для протокола ICMP).
5. Произвести моделирование и изучить на основе его результатов работу протоколов маршрутизации и обмена управляющими сообщениями для каждого сценария.
6. Составить отчет о проделанной работе, в котором привести:
 - схемы исследуемых сетей, согласно варианту;
 - результаты моделирования каждого сценария;
 - выводы о проделанной работе, исходя из полученных результатов моделирования;
 - ответы на контрольные вопросы.

4.4. Варианты индивидуальных заданий

Таблица 4.1 — Варианты для работы по протоколу RIP

Вариант	Схема	Сбой соединения (с)	Необходимый путь
1	1	100	Router 1 — Router 7
2		150	
3		200	
4	2	250	
5		300	
6		100	
7	3	150	Router 1 — Router 8
8		200	
9		250	
10	4	300	

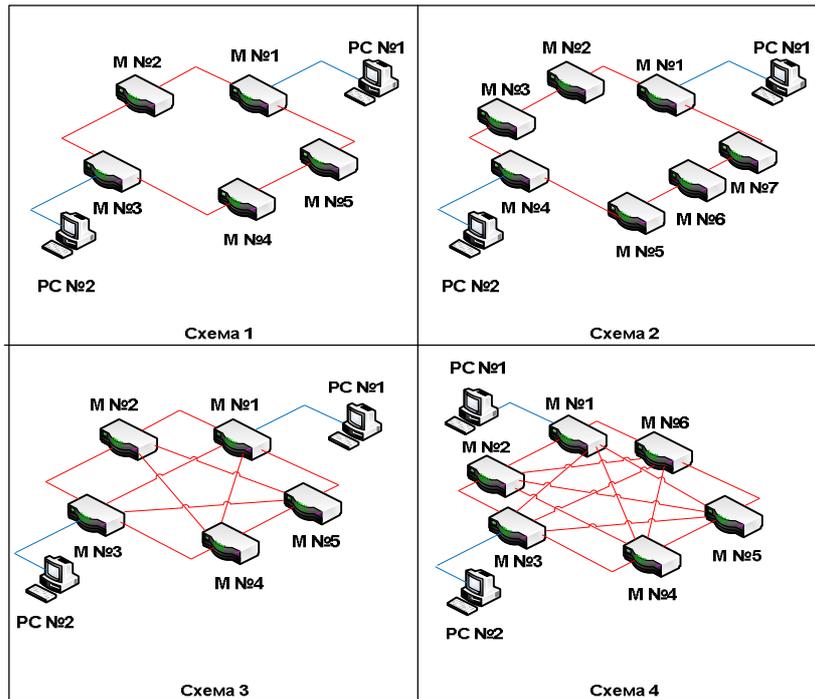


Рисунок 4.1 — Варианты схем по протоколу RIP

Таблица 4.2 — Варианты для работы по протоколу OSPF

Вариант	Схема	Путь
11	1	M7—M10
12		M7—M9
13		M7—M1
14	2	M10—M1
15		M10—M6
16		M10—M7
17	3	M11—M7
18		M11—M6
19		M11—M1
20	4	M8—M11

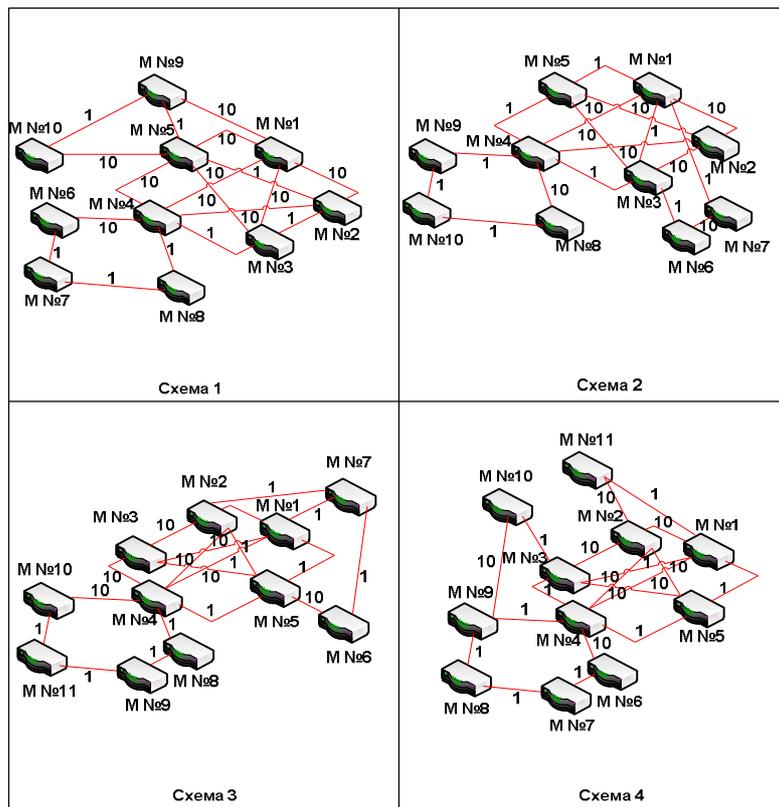


Рисунок 4.2 — Варианты схем по протоколу OSPF

4.5. Пример выполнения лабораторной работы

Схемы сетей для изучения протоколов представлены на рисунках (Рисунок 4.3 и Рисунок 4.4).

4.5.1. Исследования работы протоколов RIP и ICMP

Для исследования протоколов RIP и ICMP необходимо будет создать проект с несколькими сценариями:

- **Сценарий 1.** Спроектировать сеть, состоящую из 8 маршрутизаторов и 2 рабочих станций, настроить протоколы RIP и ICMP и исследовать ее работу при отсутствии сбоя связи в сети.
- **Сценарий 2.** Спроектировать сеть, состоящую из 8 маршрутизаторов и 2 рабочих станций, настроить протоколы RIP и ICMP и исследовать ее работу при наличии сбоев связи в сети.

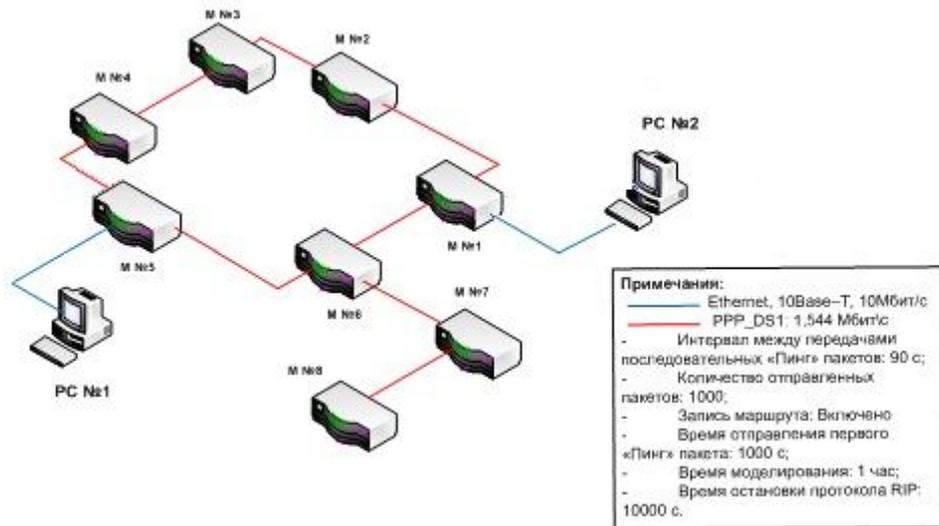


Рисунок 4.3 — Структурная схема для исследования протокола RIP

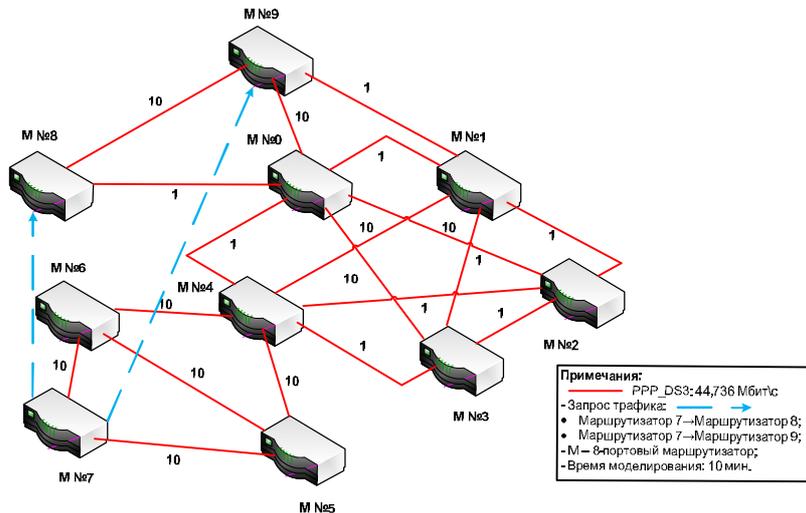


Рисунок 4.4 — Структурная схема для исследования протокола OSPF

4.5.1.1. Создание проекта и сценария 1

Создайте проект под названием **xx_RIP_Ping** (где xx — номер вашего варианта), а так же пустой сценарий под названием **WithFailure** для построения сети масштаба **Logical**.

4.5.1.2. Проектирование сети сценария 1

Спроектируйте сеть ([способы проектирования сети](#) были рассмотрены в л.р. №1), состоящую из 8 маршрутизаторов (назовите их в зависимости от номера **router (1-8)**)

ethernet4_slip8_gtwy, соединенных в кольцо из 6 маршрутизаторов с хвостом из оставшихся двух линиями **PPP_DS1** (данные объекты находятся в палитре **internet_toolbox**). Определенные маршрутизаторы — в нашем случае 1 и 4, соединены с рабочими станциями (**wkstn_1** и **wkstn_2**) **ethernet_wkstn** проводами **10BaseT** (эти объекты находятся в палитре **Sm_Int_Model_List**).

Для имитирования сбоя/восстановления связи в сети при исследовании работы протоколов, а так же для определения настроек параметра IP поместите в рабочее пространство объекты **Failure Recovery** (сбой/восстановление) и **IP Attribute Config** (настройки параметра IP) из палитры **utilities**. Построенная сеть разбираемого примера изображена на рисунке (Рисунок 4.5).

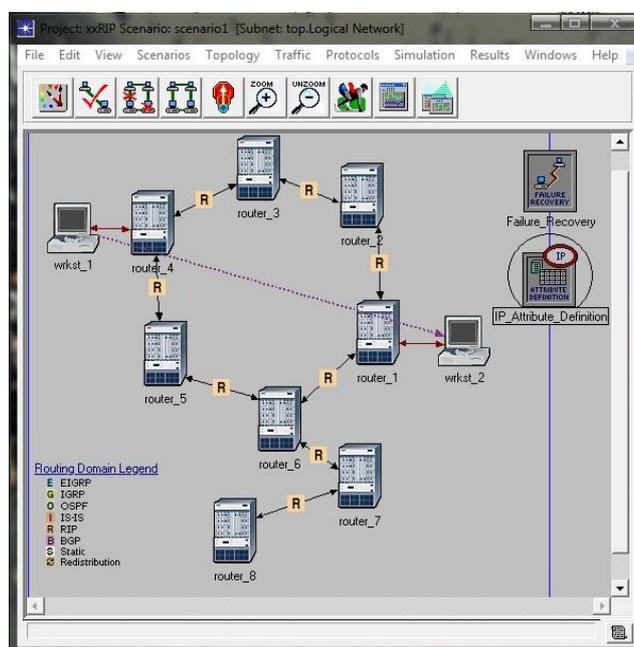


Рисунок 4.5 — Готовая сеть сценария **xx_RIP_Ping**

4.5.1.3. Настройка и конфигурирование объектов сети

В нашем случае для работы был выбран маршрутизатор **ethernet4_slip8_gtwy**, в настройках которого (вкладка **RIP Parameters** → **Timers**) по умолчанию установлен интервал обновления таблицами маршрутизации (**Update Interval (seconds)**) на 30 секунд вне зависимости от поступления новой информации (Рисунок 4.6).

Так же, если в пункте **IP Routing Parameters** (параметры маршрутизации) этого окна раскрыть строки **Static Routing Table**

(настройка статической таблицы маршрутизации), **Interface Information** (настройка параметров интерфейсов) и **Loopback Interface** (настройка интерфейса обратной связи) можно заметить, что по умолчанию используется динамическая таблица маршрутизации, т.е. IP-адреса и маска подсети заданы автоматически.

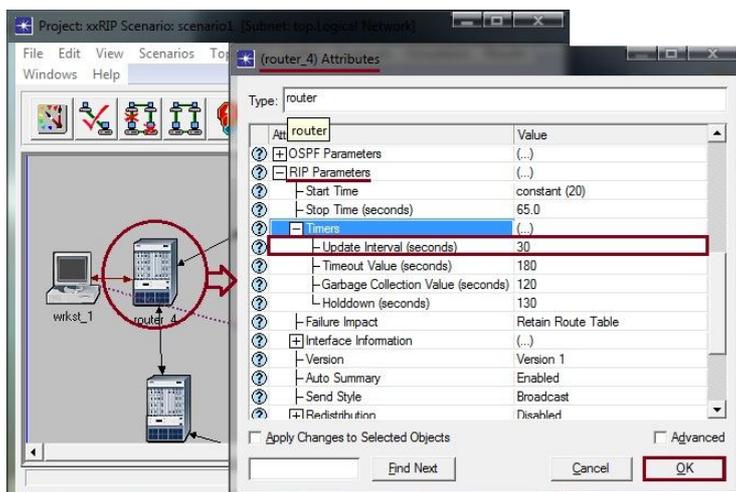


Рисунок 4.6 — Меню настройки маршрутизатора.

Для построения статической таблицы маршрутизации необходимо вручную прописать IP-адреса (**Address**) и маски (**Subnet Mask**) сначала в поле **Static Routing Table**, а затем в полях **Interface Information** и **Loopback Interface**.

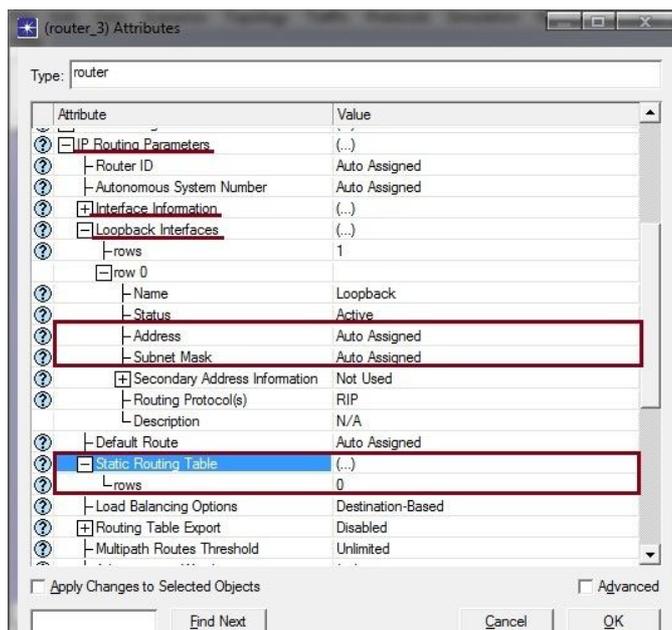


Рисунок 4.7 — Параметры настройки динамической маршрутизации

Основные характеристики маршрутизатора можно просмотреть, щелкнув на нем правой кнопкой мыши и выбрав **View Node Description**, как показано на рисунке (Рисунок 4.8).

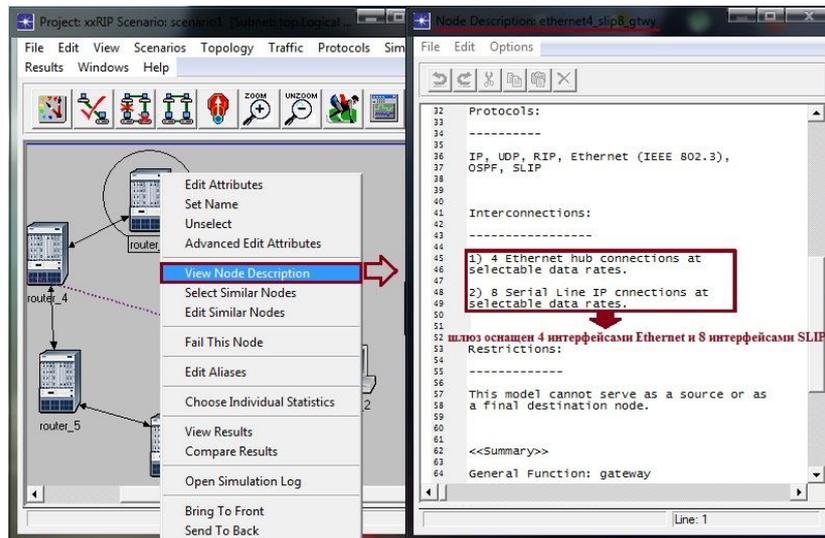


Рисунок 4.8 — Характеристика маршрутизатора ethernet4_slip8_gtwy

Т.к. мы осуществляем только пинг трафика, настройку рабочих станций оставим установленной по умолчанию.

Пример настройки остальных параметров объектов сети приведен ниже.

4.5.1.4. Настройка маршрутизации протоколов

Настроим протокол маршрутизации так, чтобы он использовался для маршрутизации пакетов всех интерфейсов всех маршрутизаторов. Для этого выберите в меню Редактора проекта вкладку **Protocols** (протоколы) → **IP** → **Routing** (маршрутизация пакетов) → **Configure Routing Protocols...** (конфигурация протоколов маршрутизации).

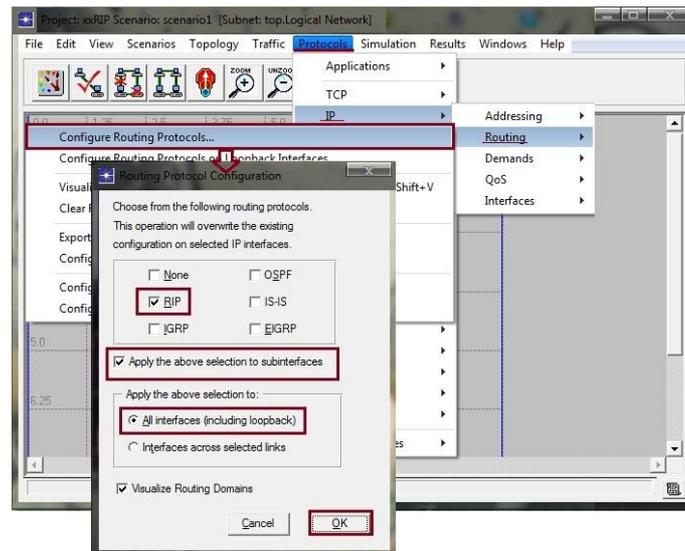


Рисунок 4.9 — Пример настройки протокола маршрутизации RIP

В открывшемся окне (Рисунок 4.9) поставьте флажки напротив **RIP**, **Apply the above selection to subinterfaces** (применить для подинтерфейсов), и **Visualize Routing Domains** (визуализация маршрутизации доменов) и выберите параметр **All interfaces (including loopback)** (все интерфейсы (включая замыкания)).

4.5.1.5. Настройка сбоя PPP-связи

Настройку сбоя связи можно осуществить при помощи объекта **Failure Recovery**. Для нашего примера настроим сбой узла связи между маршрутизатором 1 и маршрутизатором 2 через 300 секунд после начала моделирования. Для этого в атрибутах **Failure Recovery** раскройте строку **Link Failure/Recovery Specification** (спецификация сбоя/восстановления связи) и установите количество спецификаций **rows** на **1**. Раскройте нулевую строку **row 0** и выберите имя (**Name**) пути, на котором ожидается сбой связи — **Logical Network.router 1 ↔ router 2**. Установите время (**Time**) на **300**, как было условлено выше. Статус (**Status**) должен быть установлен на сбой (**Fail**).

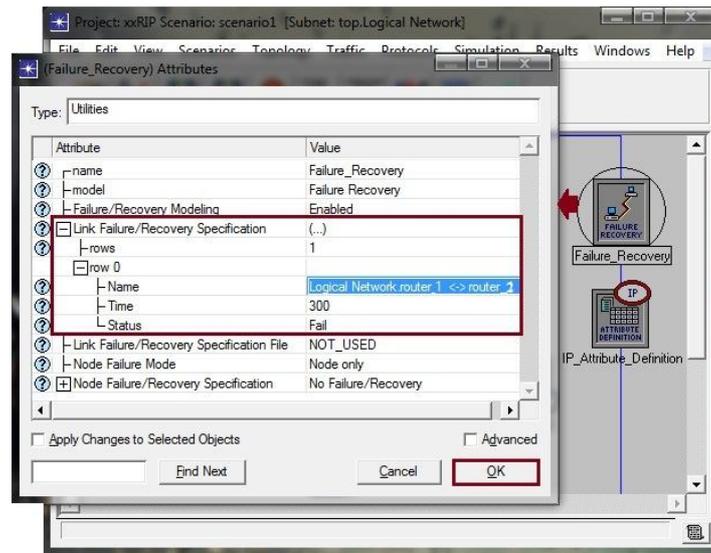


Рисунок 4.10 — Настройка сбоя PPP-связи

4.5.1.6. Установка и настройка запроса трафика ICMP

В настройках параметра пинга, **IP Ping Parameters**, объекта **IP Attribute Config**, в строке **row 0**, установите его длительность **Interval (sec)** на **90** секунд, количество **Count** на **1000** и включите запись маршрута следования запроса **Record Route: Enabled**. Прделанные изменения должны соответствовать примеру, приведенному на рисунке (Рисунок 4.11).

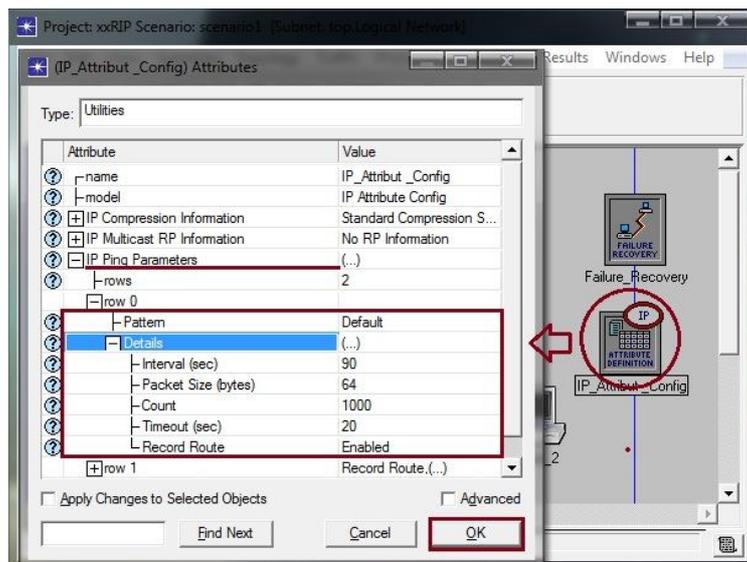


Рисунок 4.11 — Настройка параметров пинга IP

Теперь установим и настроим опрос ICMP Ping от одной станции к другой, как показано на рисунке (Рисунок 4.12). Для этого выберите опрос **ip_ping_traffic** из палитры **internet_toolbox** и протяните его от одной рабочей станции к другой, затем закончите обозначение маршрута, щелкнув правой кнопкой мыши и выбрав **Abort Demand Definition** (прерывание определения запроса). В настройках запроса выберите шаблон пинга по умолчанию (**Ping Pattern: Default**) и стартовое время 1000 секунд (**Start Time: constant(1000)**).

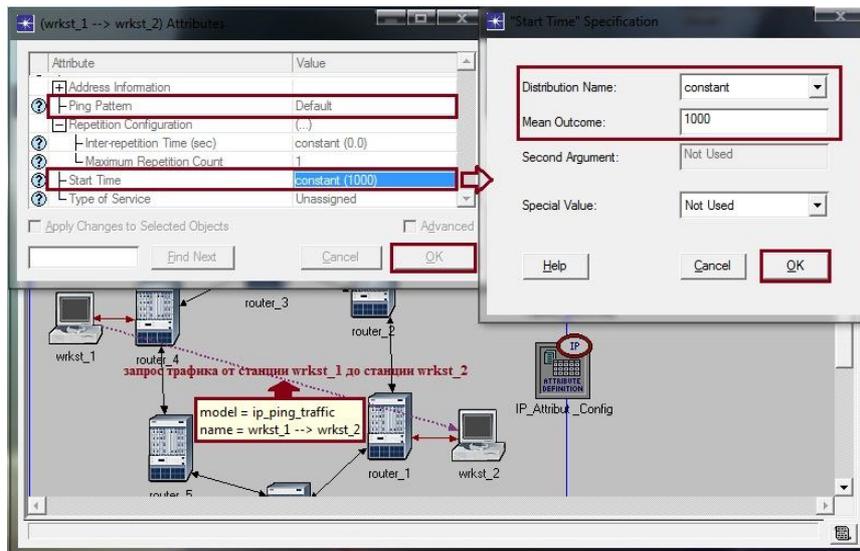


Рисунок 4.12 — Настройка опроса пинга IP

Примечание.

После настройки параметров запрашиваемого пользователем трафика с сервера с музыкой для связи **ip_traffic_flow**, можно скрыть эту линию, чтобы на схеме сети отображались лишь реальные кабельные соединения. Для этого во вкладке меню выберите **View** → **Demand Object** → **Hide All**.

4.5.1.7. Выбор исследуемых статистик

Настройте сбор статистики принятого трафика (**Traffic Received(bits/sec)**) по протоколу **RIP** в параметрах выбора глобальных статистик. Измените режим сбора данной статистики на продвинутый, щелкнув по ней правой кнопкой мышки и выбрав **Change Collection Mode**, а также измените **Capture Mode** (Режим захвата) на **all values** (все значения), как показано на рисунке (Рисунок 4.13), для обеспечения более подробного графика.

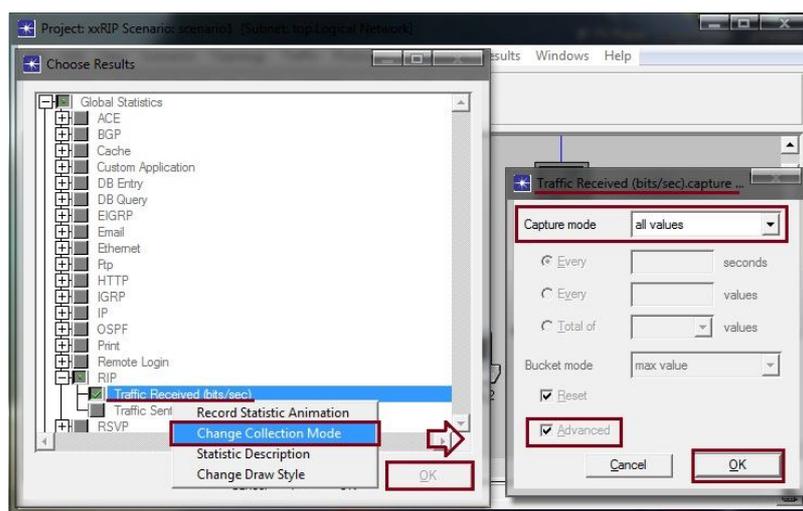


Рисунок 4.13 — Сбор статистики принятого трафика

4.5.1.8. Настройка симуляции

В меню настройки моделирования установите длительность моделирования на **1 hour(s)**.

Для того чтобы исследовать таблицы маршрутизации после проведения моделирования воспользуемся функцией записи таблиц в текстовый файл. Для этого в глобальных настройках моделирования установите значения в полях **IP Interface Addressing Mode** и **IP Routing Table Export/Import** на **Auto Address/Export** и **Export** соответственно.

Включите протокол динамической маршрутизации, выбрав напротив **RIP Sim Efficiency** значение **Disabled**.

Чтобы маршрутизаторы сохраняли обмен информацией о маршрутах, даже когда их таблицы маршрутизации стабилизировались, установите время окончания обмена таблицами **RIP stop time** в глобальных настройках моделирования на **10000** секунд. Параметры настроек моделирования для аналогичны для обоих сценариев.

Запустите моделирование сценария.

4.5.1.9. Создание сценария 2

Во втором сценарии мы будем исследовать построенную в первом сценарии сеть, в которой устранен сбой связи. Для этого продублируйте сценарий 1 и назовите его **NoFailure**. Теперь уст-

раните неполадки связи между маршрутизатором 1 и маршрутизатором 2, изменив [значение Статуса соединения \(Status\)](#) в атрибутах объекта **Failure Recovery** на **Recover** (Восстановить).

Запустите моделирование.

4.5.1.10. Просмотр результатов

В первую очередь открыв окно [View Results](#), изучите статистику общего трафика порожденного алгоритмом маршрутизации **Traffic Received(bits/sec)** в первом сценарии.

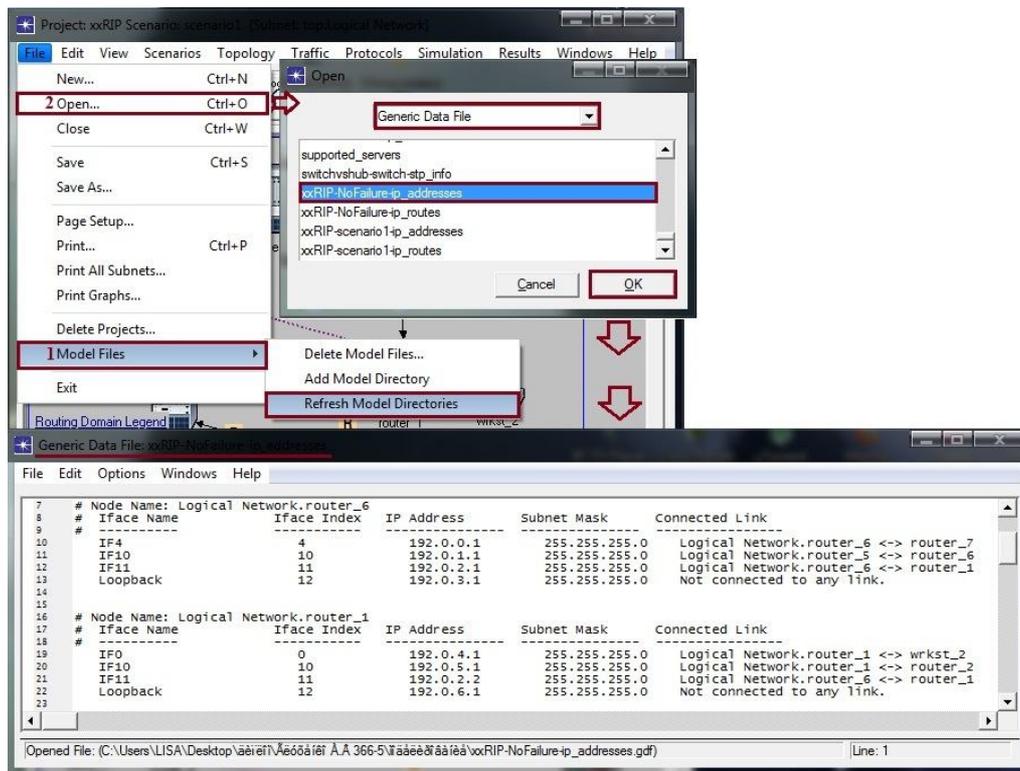


Рисунок 4.14 — Просмотр IP-адреса и маски подсети

Затем, изучите и сравните пути прохождения эхо-запросов и эхо-ответов (Ping) в каждом сценарии. Это можно сделать, открыв в меню Редактора проекта вкладку **Results** и выбрав в предложенном списке пункт **Open Simulation Log** (Открыть журнал моделирования). Откроется окно журнала моделирования **Log Browser**, в котором отражаются результаты пинга, таблицы маршрутизации, а также ошибки при моделировании. Осуществите обзор путей прохождения эхо-запросов и эхо-ответов и маршрутизации пройденных пакетов, щелкнув правой кнопкой мышки по докладу **PING REPORT**.

Как говорилось выше, IP-адреса и маски подсети были назначены для каждого интерфейса автоматически. Обновите справочники, чтобы можно было их просмотреть. Для этого в меню Редактора проекта выберите вкладку **File** → **Model Files** → **Refresh Model Directories**. Теперь в этой же вкладке выберите строку **Open...**, после чего в поле с всплывающим списком выберите **Generic Data File** (общие данные), и, в отображенном списке, выберите файл **xx_RIP_Ping_Network-NoFailure - ip_addresses**, в котором отображен список адресов и масок интерфейсов во втором сценарии.

Теперь проверим таблицы маршрутизации узлов во втором сценарии, выбрав файл дампа таблиц маршрутизации **xx_RIP_Ping — NoFailure-ip_routes** из того же списка **Generic Data File**. В начале файла перечислены непосредственно связанные сети для каждого маршрутизатора, а ниже — маршруты к сетям, которые напрямую не связаны.

```

Generic Data File: xxRIP-NoFailure-ip_routes
File Edit Options Windows Help маршруты к связанным напрямую сетям (начало)
25
26
27 START_ROUTING_TABLE
28 #Module Object ID, Table Size, Number of Interfaces, Route Source
29 652,4,0,2
30 #Module Hierarchical Name:
31 Logical Network.router_6.ip
32 #Interface Information: Interface, Subinterface, IP Address, Mask
33 #IP Directly Connected Networks:
34 #-----
35 #Dest Address,Subnet Mask,Next Hop,Administrative Weight
36 #-----
37 192.0.0.0,255.255.255.0,192.0.0.1,0
38 192.0.1.0,255.255.255.0,192.0.1.1,0
39 192.0.2.0,255.255.255.0,192.0.2.1,0
40 192.0.3.0,255.255.255.0,192.0.3.1,0
41 END_ROUTING_TABLE
42
43
44 START_ROUTING_TABLE
45 #Module Object ID, Table Size, Number of Interfaces, Route Source
46 2066,4,0,2
47 #Module Hierarchical Name:
48 Logical Network.router_1.ip
49 #Interface Information: Interface, Subinterface, IP Address, Mask
50 #IP Directly Connected Networks:
51 #-----
52 #Dest Address,Subnet Mask,Next Hop,Administrative Weight
53 #-----
54 192.0.4.0,255.255.255.0,192.0.4.1,0
55 192.0.5.0,255.255.255.0,192.0.5.1,0
56 192.0.2.0,255.255.255.0,192.0.2.2,0
57 192.0.6.0,255.255.255.0,192.0.6.1,0
58 END_ROUTING_TABLE
59
Generic Data File: xxRIP-NoFailure-ip_routes
File Edit Options Windows Help маршруты к несвязанным напрямую сетям (продолжение)
157 START_ROUTING_TABLE
158 #Module Object ID,Table Size,Number of Interfaces,Is static
159 151,14,4,0
160 #Module Hierarchical Name:
161 Logical Network.router_6.rip
162 #Interface Information: Interface,IP Address,Mask
163 4,-1,192.0.0.1,255.255.255.0
164 10,-1,192.0.1.1,255.255.255.0
165 11,-1,192.0.2.1,255.255.255.0
166 12,-1,192.0.3.1,255.255.255.0
167 #RIP Routing Table Contents:
168 #-----
169 # Int Addr,Dest Network,Dest Net Mask,Metric,Next Hop Addr,Route Tag
170 #-----
171 15,192.0.15.0,Invalid,1,192.0.0.2,0,0
172 16,192.0.16.0,Invalid,1,192.0.0.2,0,0
173 12,192.0.12.0,Invalid,1,192.0.1.2,0,0
174 14,192.0.14.0,Invalid,1,192.0.1.2,0,0
175 4,192.0.4.0,Invalid,1,192.0.2.2,0,0
176 5,192.0.5.0,Invalid,1,192.0.2.2,0,0
177 6,192.0.6.0,Invalid,1,192.0.2.2,0,0
178 7,192.0.7.0,Invalid,2,192.0.2.2,0,0
179 8,192.0.8.0,Invalid,2,192.0.2.2,0,0
180 10,192.0.10.0,Invalid,3,192.0.2.2,0,0
181 9,192.0.9.0,Invalid,2,192.0.1.2,0,0
182 11,192.0.11.0,Invalid,2,192.0.1.2,0,0
183 13,192.0.13.0,Invalid,2,192.0.1.2,0,0
184 17,192.0.17.0,Invalid,2,192.0.0.2,0,0
185 END_ROUTING_TABLE
186
187
188 START_ROUTING_TABLE
189 #Module Object ID,Table Size,Number of Interfaces,Is static
190 1555,14,4,0
191 #Module Hierarchical Name:
  
```

Рисунок 4.15 — Таблицы маршрутизации узлов

Посмотрите так же IP-адреса, маски подсети и таблицы маршрутизации узлов в первом сценарии.

4.5.2. Исследования работы протокола OSPF

Для исследования протоколов OSPF необходимо будет создать проект, содержащий три сценария:

- **Сценарий 1.** Спроектировать и исследовать работу сети, состоящей из 12 маршрутизаторов, которые работают по про-

- токолу OSPF и принадлежат к одному иерархическому уровню. Балансировка нагрузки на маршрутах отсутствует.
- **Сценарий 2.** Построенную в сценарии 1 сеть разбить на иерархические области и исследовать ее работу в этом случае.
 - **Сценарий 3.** Настроить балансировку нагрузки на каком-либо маршруте сети сценария 1. Исследовать работу сети.

4.5.2.1. Создание проекта и сценария 1

Создайте новый проект под названием **xx_ OSPF** (где **xx** — номер вашего варианта), а так же пустой сценарий с именем **NoAreas** для построения сети масштаба **Campus**, размером **500*500** метров.

4.5.2.2. Проектирование сети сценария 1

С помощью [инструмента быстрого конфигурирования](#) создайте сеть из 5 маршрутизаторов типа **ethernet4_slip_8_gtwy** смешанной топологии кольцо-звезда (**Mesh, Full**) с центром кольца $(X, Y) = (220, 250)$ и длиной радиуса=120 метров. В качестве связи между объектами используйте соединение **PPP_DS3**. Затем достройте сеть, как показано на рисунке (Рисунок 4.16). Для удобства используйте в работе увеличение **Zoom +** рабочей области сценария.

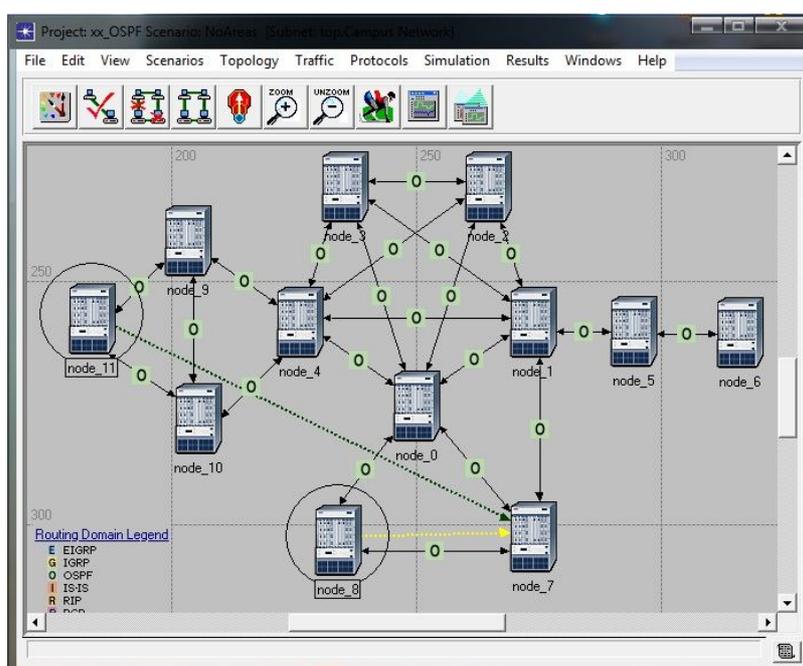


Рисунок 4.16 — Построенная сеть сценария NoAreas

4.5.2.3. Настройка стоимости связи

Стоимость соединения можно рассчитать по формуле:

Стоимость = (Общая пропускная способность) / (Пропускная способность соединения).

Значение Общей пропускной способности по умолчанию = 1000000 кбит/с.

Примем для нашего случая стоимость связи между 8 и 9 узлами = 10 единицам. Тогда, значение пропускной способности этого соединения будет равно:

$10 = 1000000 / (\text{Пропускная способность соединения}) \rightarrow$

Пропускная способность соединения = 100000 (кбит/с).

Установим рассчитанное значение пропускной способности выбранного соединения в настройках параметров маршрутизации. Выберите узлы 8 и 7, кликнув по ним правой мыши удерживая зажатой кнопку Shift (способ множественного выбора объектов). Затем в меню Редактора проекта выберите **Protocols** → **IP** → **Routing** → **Configure Interface Metric Information** и установите рассчитанное выше значение пропускной способности **Bandwidth (Kbps)** для интерфейсов выбранной связи, выбрав **Interfaces across selected links** (см. Рисунок 4.17).

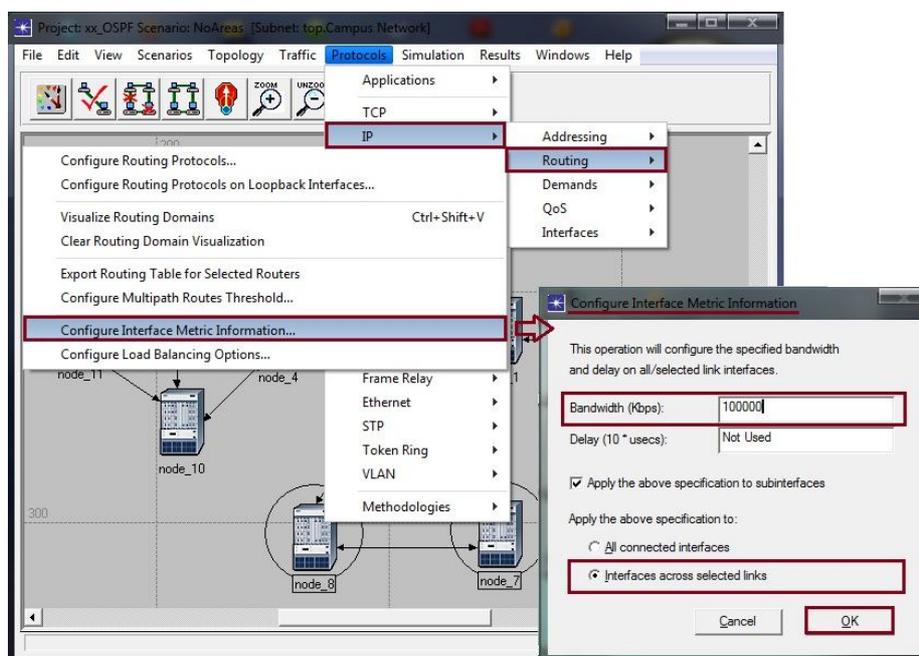


Рисунок 4.17 — Установка величины пропускной способности

Для остальных соединений установите значение пропускной способности, исходя из величины стоимости соединений = 1 единице.

4.5.2.4. *Настройка запросов трафика*

Настроим запросы трафика от станции 11 до станции 7, а так же от станции 8 до станции 7. Пример настройки запроса между станциями 8 и 7 приведен ниже.

Выделите маршрутизаторы 8 и 7. Затем в меню Редактор проекта выберите **Protocols** → **IP** → **Demands** (Запросы) → **Create Traffic Demands** (Создать запрос трафика). В открывшемся окне выберите направление (**Direction**) запроса — от маршрутизатора 8, как показано на рисунке (Рисунок 4.18). Можно выбрать цвет для отражения данного запроса на рабочей сетке.

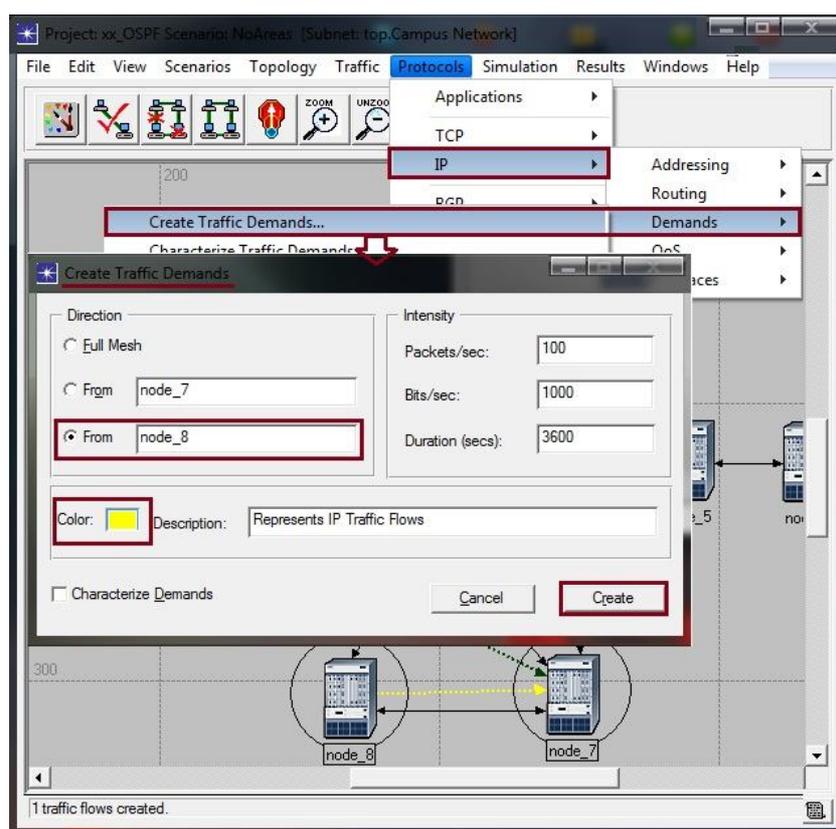


Рисунок 4.18 — Настройка запроса трафика

По аналогии настройте запрос трафика от станции 11 до станции 7.

4.5.2.5. *Настройка адресации и параметров маршрутизации*

Настройте протокол маршрутизации OSPF так, чтобы он использовался для маршрутизации пакетов всех интерфейсов всех маршрутизаторов, по аналогии с примером настройки протокола маршрутизации RIP в [пункте 1.3.1](#).

Для того чтобы можно было изучить маршрутизацию пакетов созданных нами запросов трафика, выделите узлы, которые являются началами запросов, и, как показано на рисунке (Рисунок 4.19), в меню Редактора проекта выберите **Protocols**→**IP**→**Routing**→**Export Routing Table for Selected Routers** (Экспортировать таблицы маршрутизации для выбранных роутеров). Откроется окно, показывающее количество выбранных узлов.

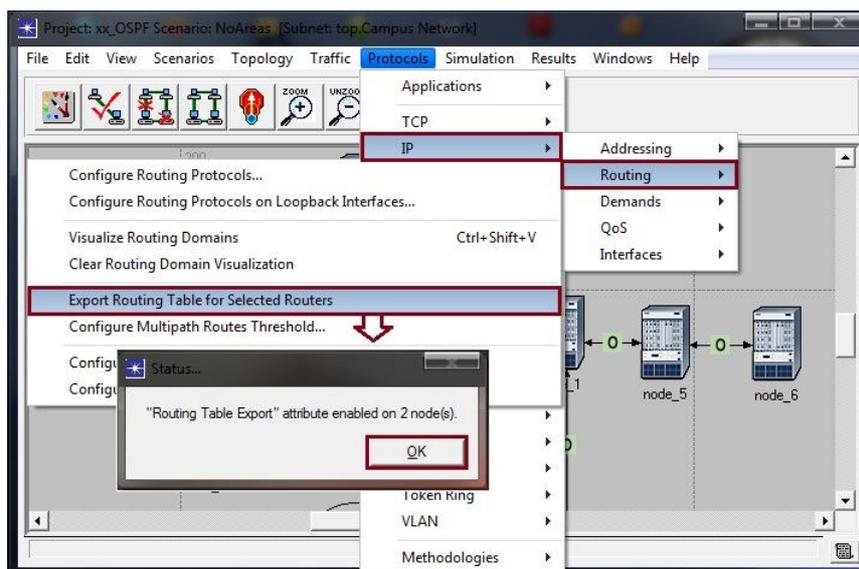


Рисунок 4.19 — Настройка экспорта таблиц маршрутизации

Воспользуйтесь услугой автоматического присвоения IP адресов для всех узлов, выбрав ее в меню редактора проекта **Protocols** → **IP** → **Addressing** → **Auto-Assign IP Addresses**. Теперь в атрибутах маршрутизаторов, в настройках интерфейсов, указаны IP адреса и маски подсети.

Мы закончили создание и настройку сети сценария 1.

4.5.2.6. Настройка симуляции

Установите [длительность моделирования](#) на 10 минут.

4.5.2.7. Проектирование сети сценария 2

Во втором сценарии построенная в первом сценарии сеть будет разделена на иерархические уровни. [Продублируйте](#) сценарий 1 и назовите его **WithAreas**.

Разделим сеть на 2 области и центральную магистраль. Пусть первая область будет включать узлы 11, 10, 9, 4. Выберите все соединения между указанными узлами, а затем в меню Редактора проекта откройте **Protocols** → **OSPF** → **Configure Areas**. В окне настройки области, как показано на рисунке (Рисунок 4.20) введите ее идентификатор **ID-0.0.0.1**. Подобным образом создайте следующие области:

- область (**ID 0.0.0.2**), включающую маршрутизаторы 8, 0, 7;
- область (**ID 0.0.0.3**), с соединяющими узлами 1, 5, 6.

Центральная структура имеет ID **0.0.0.0**. Она не настроена, т.к это делается по умолчанию.

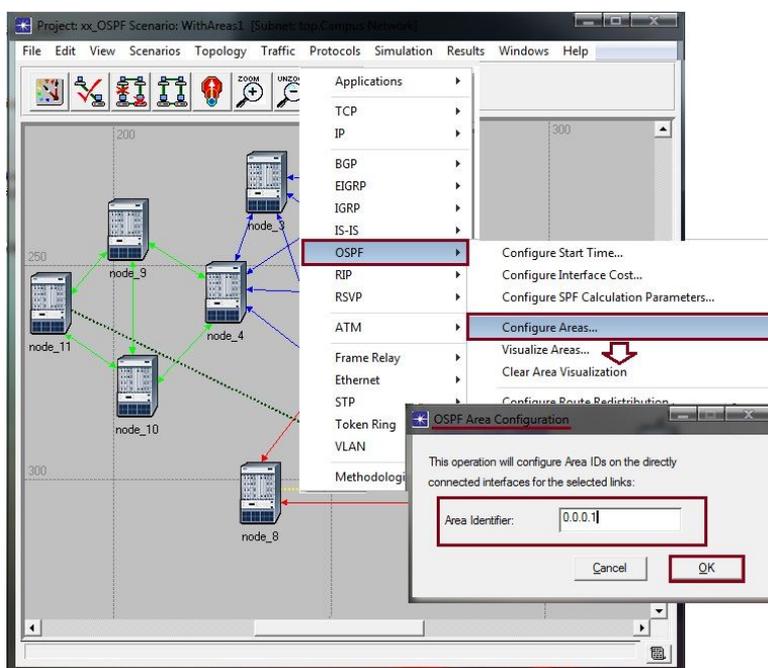


Рисунок 4.20 — Разбиение сети на иерархические уровни

Для просмотра настроенных областей, воспользуйтесь услугой отображения их на рабочей сетке, открыв в меню Редактора проекта **Protocols** → **OSPF** → **Visualize Areas**. Откроется окно **OSPF Area Visualization**, в котором отражены цвета, используемые для обозначения той или иной области, как показано на Рисунок 4.21.

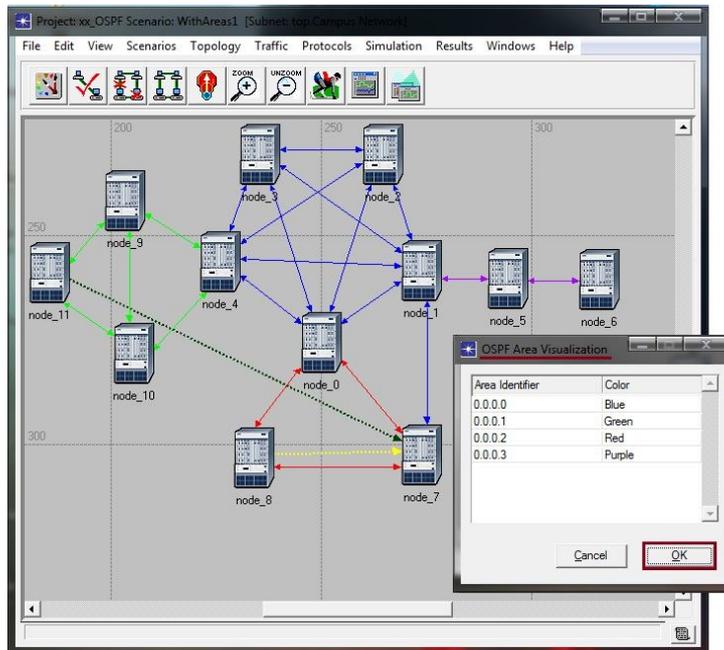


Рисунок 4.21 — Отображение областей сети в цвете

В атрибутах 9 узла (**OSPF Parameters** → **Loopback Interfaces** → **row 0**) установите значение идентификатора области (**Area ID**) для интерфейса обратной связи на **0.0.0.2**.

4.5.2.8. Создание и проектирование сценария 3

Продублируйте сценарий 1 и назовите его **LoadBalancing**. В этом сценарии мы настроим балансировку нагрузки узлов 11 и 7.

Для этого выделите указанные узлы и в меню Редактора проекта выберите **Protocols** → **IP** → **Routing** → **Configure Load Balancing Options** (конфигурация параметров балансировки загрузки). В отрывшемся окне выберите параметр **Packet-Based** (основные пакеты) для выбранных роутеров (**Selected Routers**).

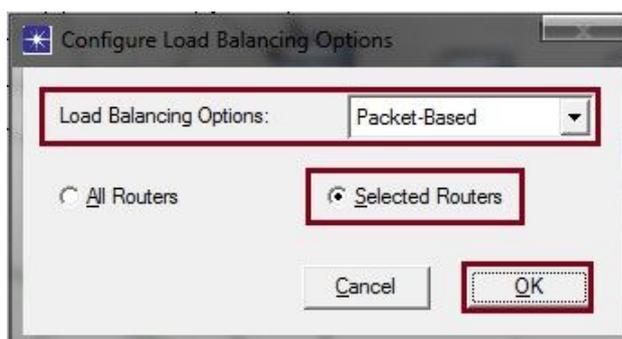


Рисунок 4.22 — Настройка балансировки нагрузки

4.5.2.9. Просмотр результатов

Используя [менеджер сценариев](#), запустите моделирование всех 3 сценариев.

Для просмотра запросов трафика в каждом сценарии в меню редактора проекта выберите **Protocols** → **IP** → **Demands** → **Display Routes for Configured Demands** (отобразить маршруты сконфигурированных запросов). В открывшемся окне **Route Reports for IP Traffic Flows** (отчет путей прохождения запроса трафика) раскройте все ветки, как показано на рисунке (Рисунок 4.23) . Выберите запрос трафика и установите **Yes** в колонке **Display** (показать). После проделанных действий в рабочей области отобразится требуемый маршрут.

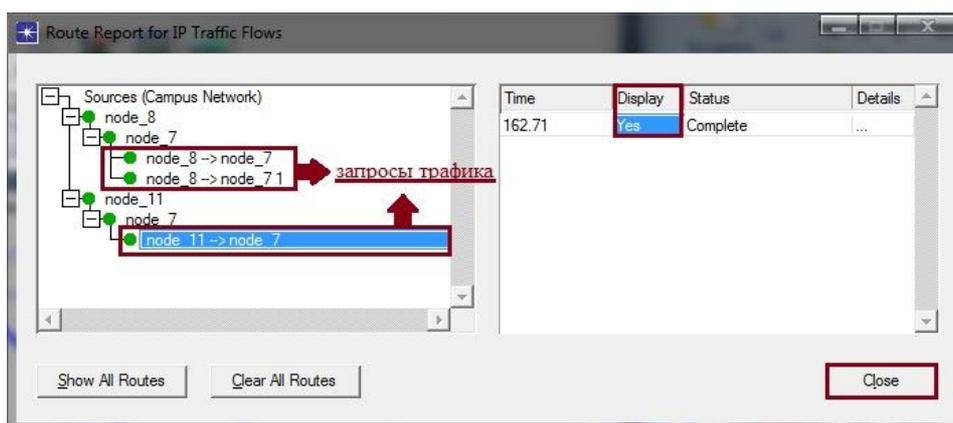


Рисунок 4.23 — Настройка отображения путей прохождения запросов трафика

4.6. Контрольные вопросы

1. Назовите уровни модели OSI.
2. Дайте определения понятиям протокол, интерфейс и стек протоколов.
3. Назовите основные протоколы семейства протоколов TCP/IP.
4. Объясните принцип работы протокола ICMP.
5. Что такое эхо-запросы и эхо-ответы? Для чего они нужны?
6. Что такое маршрутизатор?
7. Что такое таблица маршрутизации?
8. Назовите известные Вам протоколы маршрутизации и дайте краткое описание каждому из них.
9. В каких сетях используют RIP и OSPF маршрутизации?
10. Что такое IP адрес?
11. Приведите разновидности IP адресов.
12. Что такое IP маршрутизация?

5. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3 ОРГАНИЗАЦИЯ ЛВС МНОГОЭТАЖНОГО ЗДАНИЯ

Продолжительность — 4 часа.

Максимальный рейтинг — 6 баллов.

5.1. Цель работы

Познакомиться с методами организации ЛВС многоэтажного здания и изучить влияние архитектуры сети на производительность работы приложений для пользователя.

5.2. Задание

Исследовать способы организации ЛВС многоэтажного здания (количество этажей и пользователей на каждом из них задано в соответствии с вариантом индивидуального задания) для нахождения лучшей архитектуры для построения сети такого рода, путем изучения ее производительности для случаев:

- **Сценарии 1.** Спроектировать сеть по топологии типа «последовательное соединение». Коммутаторы каждого этажа через последовательное соединение подключаются к главному коммутатору в подвале.
- **Сценарии 2.** Топология «последовательное соединение» будет сохранена, однако основной коммутатор перенести на пятый этаж
- **Сценарии 3.** Спроектировать сеть по топологии «звздообразная магистраль». Центральный коммутатор в подвале напрямую связать с коммутаторами рабочих групп на каждом этаже.

Примечание. Примем, что пользователи на каждом этаже для удобства объединены в рабочую группу 10Base-T коммутатором в коммуникационном шкафу этажа. Они разделяют между собой использование сервера Oracle, а также шесть серверов для хранения файлов, печати и почты, расположенных в подвале.

5.3. Программа работы

1. Ознакомиться с теоретическим материалом по теме лабораторной работы.
2. Спроектировать в соответствии с заданным вариантом схемы исследуемых сетей на основе виртуальной среды для моделирования OPNET IT Guru для случаев (сценариев):
 - топология «последовательное соединение»
 - топология сети остается последовательной, однако основной коммутатор перемещен на 5 этаж;
 - топология «звездообразная магистраль».
3. Произвести следующие настройки для всех сценариев:
 - свойств двухуровневого приложения Oracle по схеме клиент/сервер;
 - приложений, используемых в сети (Email, File Printing, Chatty_Oracle_App);
 - профилей сети — приложений, связанных с разными ПК;
 - 6 серверов Oracle_Server
 - свойств рабочих групп (общее количество пользователей и количество пользователей заданных профилей для каждого этажа) согласно полученному варианту.
4. Произвести настройку и запуск моделирования для получения информации о производительности сети (время отклика приложения Oracle для различных пользователей) для каждого случая, согласно варианту.
5. Сравнить результаты и изучить на основе проделанного моделирования влияние архитектуры сети на работу приложений для пользователя.
6. Составить отчет о проделанной работе, в котором привести:
 - схемы исследуемых сетей, согласно варианту;
 - результаты моделирования каждого сценария;
 - выводы о проделанной работе, исходя из полученных результатов моделирования;
 - ответы на контрольные вопросы.

5.4. Варианты индивидуальных заданий

Таблица 5.1 — Варианты индивидуального задания для лабораторной работы №3

Вариант	Кол-во этажей здания	Кол-во пользователей каждого этажа	Кол-во пользователей профиля «Email»	Кол-во пользователей профиля «File Printing»
01	10	100	5	1
02	12	140	4	2
03	14	120	3	3
04	16	80	2	4
05	10	180	1	5
06	12	200	4	1
07	14	210	3	2
08	16	200	2	3
09	10	150	7	4
10	12	150	5	5
11	14	150	3	1
12	16	150	2	2
13	10	90	1	3
14	12	95	4	4
15	14	90	5	5
16	16	85	7	1
17	10	250	2	2
18	12	80	1	3
19	14	250	3	4
20	16	170	6	5

5.5. Пример выполнения лабораторной работы

В данной лабораторной работе необходимо спроектировать и изучить влияние архитектуры сетей 3-х различных сценариев на производительность работы приложений пользователей:

- **Сценарий 1** — топология сети «последовательного соединения». Необходимо построить подсеть — ЛВС 10-этажного здания, в котором по легенде располагается некоторая орга-

низация, к примеру, банк. Коммутаторы каждого этажа которой через последовательное соединение подключаются к главному коммутатору в подвале (Рисунок 5.1).

- **Сценарий 2.** Необходимо построить подсеть, топология сети которой остается последовательной, как и в сценарии 1, однако основной коммутатор будет перемещен на 5 этаж (Рисунок 5.2, а).
- **Сценарий 3-**топология сети «звездообразной магистрали». Подсеть, основной коммутатор которой переместится в подвал, но центральный коммутатор в подвале напрямую связан с коммутаторами рабочих групп на каждом этаже (Рисунок 5.2, б).

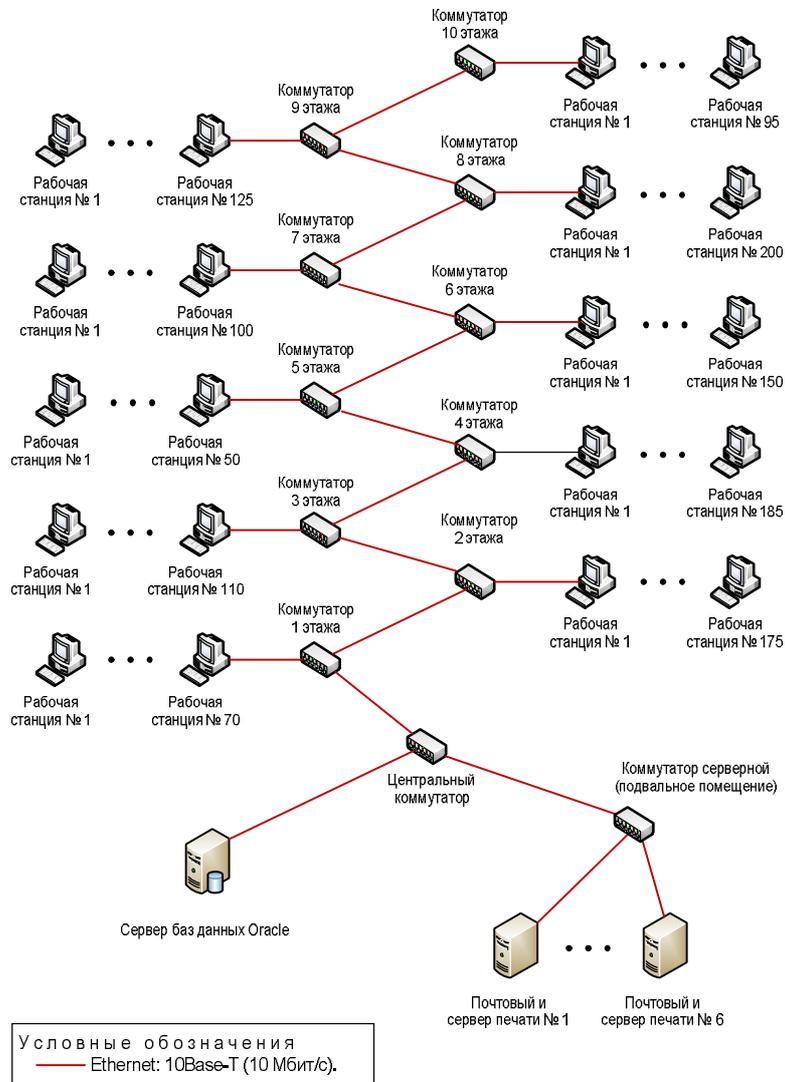


Рисунок 5.1 — Структурная схема сети первого сценария

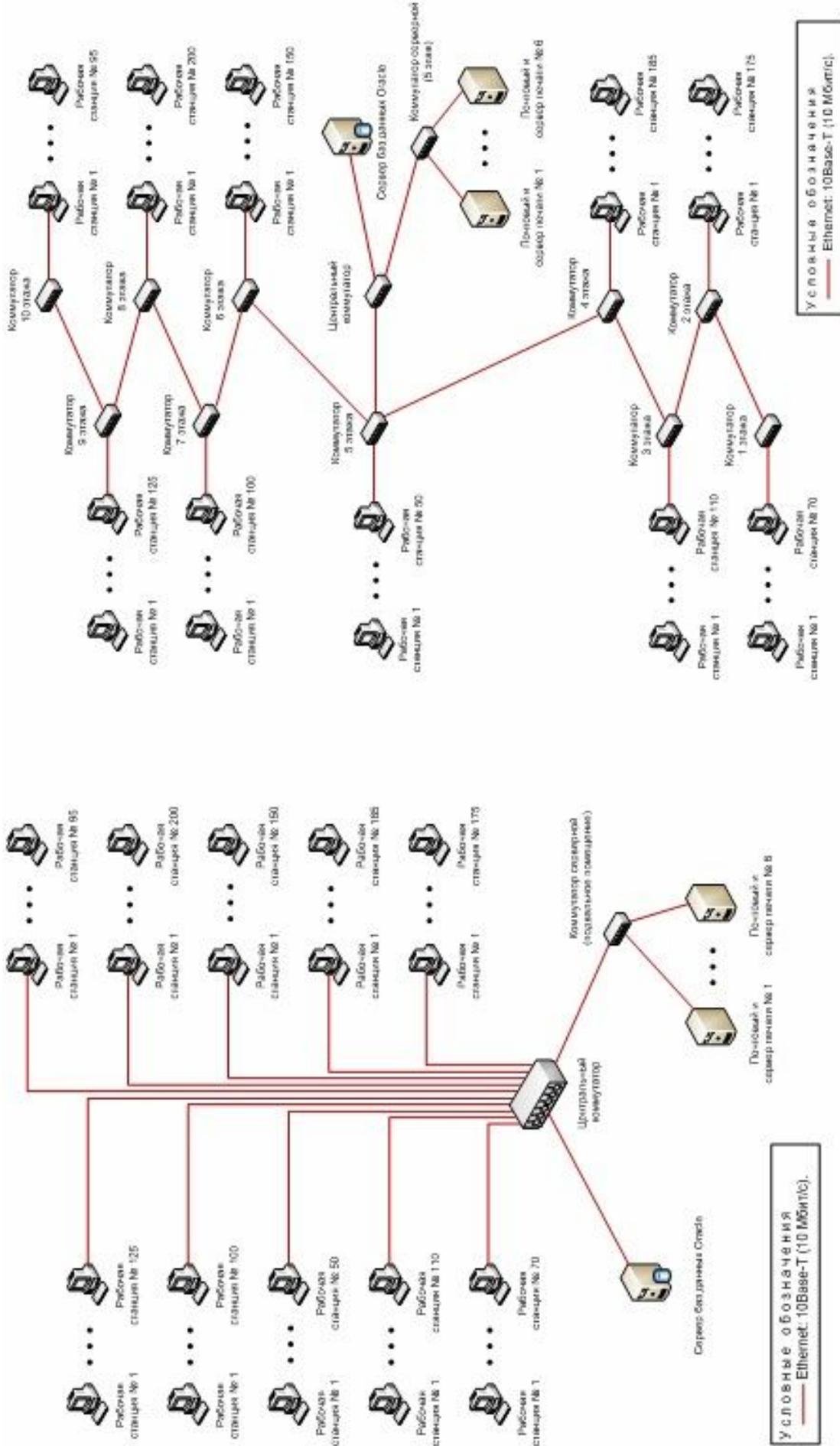


Рисунок 5.2 — Структурные схемы сети второго сценария и третьего сценария слева и справа соответственно

Примечание. Подсети множества станций и их связи взаимосвязаны друг с другом, но графически объединены в одну иконку.

5.5.1. Создание сценария 1

Создайте новый [проект](#) в OPNET Guru IT Academic Edition под названием **xx_Building_LAN** (где «xx» — номер Вашего варианта), а также пустой сценарий под названием **Chain_Network_In_Basement** масштаба **офиса**.

5.5.1.1. Проектирование сети сценария 1

В сценарии 1 мы будем строить подсеть — ЛВС 10-этажного здания, в котором располагается банк.

На каждом этаже организации располагаются отделения с определенным числом пользователей, образующих рабочие группы (**10BaseT_LAN** — рабочая группа, станции которой объединены концентратором Ethernet с помощью проводов 10BaseT), которые подсоединены к соответствующим коммутаторам (**ethernet16_switch**) этих этажей, которые в свою очередь через последовательное соединение подключаются к главному коммутатору (**ethernet16_switch**) в подвале.

В подвальном помещении расположены 6 серверов (**eth4_slip4_multihomed_server**), объединенных коммутатором (**ethernet16_switch**), для печати, хранения файлов и работы с почтой (**6 File Print & Email Servers**), кроме того имеется сервер баз данных (**Oracle Server**). Все элементы сети соединены проводами **10BaseT**. Для удобства сервера подвального помещения выделим в подсеть (**subnet**), под названием **6 File Print & Email Servers**.

Для создания подсети разверните палитру объектов и перетащите в рабочую область объект под названием **subnet** из палитры **Internet_toolbox**. Назовите его **Building_Subnet**.

Зайдите в созданную Вами подсеть двойным щелчком левой кнопки мыши.

Примечание. Чтобы снова выйти из подсети, вы можете нажать кнопку выхода из подсети, расположенную над рабочей областью. Либо щелкнуть правой кнопкой мыши в рабочей области и выбрать **Go To Parent Subnet** (перейти в родительскую подсеть).

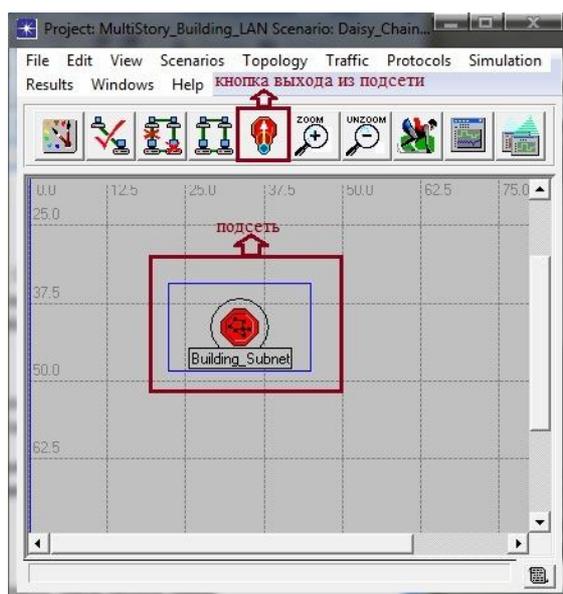


Рисунок 5.3 — Созданная подсеть Building_Subnet

Руководствуясь описанием особенностей сети банка, предложенным выше, и данными таблицы (Таблица 5.2), построим сеть первого сценария, которая в результате должна выглядеть как на рисунке (Рисунок 5.4).

Таблица 5.2 — Компоненты сети

Объект	Количество	Object Palette:	Имя объекта	
Элементы подсети Building_Subnet	subnet	1	Internet_toolbox	6 File Print & Email Servers
	ethernet16_switch	11	Internet_toolbox	Floor (1—10 в зависимости от этажа) Switch либо Core Switch
	10BaseT_LAN	10	Internet_toolbox	N Users Floor (1—10) , где N — количество рабочих станций
	ethernet_server	1	Internet_toolbox	Oracle Server
Элементы серверной подсети 6 File Print & Email Servers	ethernet16_switch	1	Internet_toolbox	Switch
	eth4_slip4_multihomed_server	6	client_server	server (1—6)

Для того чтобы организовать соединение между основным коммутатором (**Core Switch**) и коммутатором (**Switch**), объединяющий шесть серверов в подвале, из палитры объектов достаньте кабель **10BaseT**, нажмите левой кнопкой мыши сначала на коммутатор, а затем на подсеть и в появившемся окне из списка компонентов данной подсети выберите входящий в нее коммутатор (**6 File Print & Email Servers.Switch**).

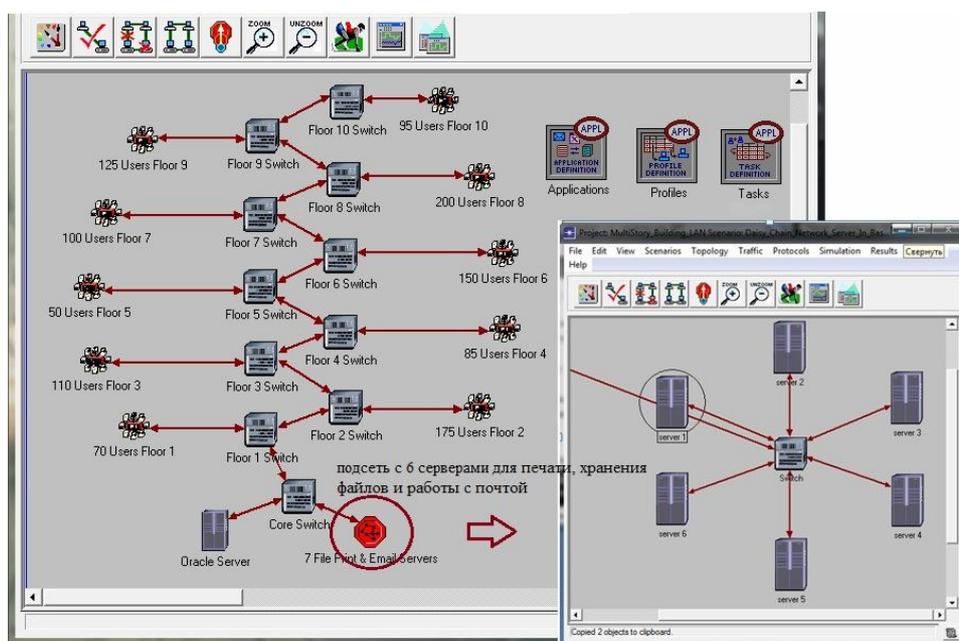


Рисунок 5.4 — Готовая сеть первого сценария

Для исследования и настройки работы построенной сети включим в сценарий (из палитры **Internet_toolbox**) следующие приложения:

Application Config. Используется для определения характеристик приложений, создаваемых в виде потоков и имеющих собственные параметры трафика. Управление приложениями осуществляется в ветке Определение Приложений (**Application Definitions**).

Profile Config. Используется для определения профилей. Профили это группы приложений, которые будут использоваться различными конечными пользователями. Каждому профилю дается название и описывается ряд пользовательских характеристик: время начала работы, продолжительность, окончание, интенсивность его пребывания и работы в сети и какими из предложенных (созданных) приложений он пользуется. Заявления, определенные в профилях, должны быть заранее определены в

элементе **Application_Config**, иначе они не доступны на **Profile_Config**.

Task Config. Используется для определения выполняемых объектом задач и их свойств. Построенная ЛВС должна соответствовать сети на рисунке (Рисунок 5.5).

5.5.1.2. Настройка свойств приложения Oracle

По заданию мы должны обеспечить сотрудникам банка доступ к базе данных и работу с двухуровневым приложением Oracle по схеме клиент/сервер. Для этого в настройках объекта **Tasks** (выполняемые задачи) разверните строку **Task Specification** (спецификации задачи) и в поле **Value** (значение) напротив **rows** (количество значений) укажите количество задач — **1**. Появится новая строка (новая задача) — **row 0**, в которой введите название задачи (**Task Name**) — **Oracle_2_Tier_Application** (двухуровневое приложение Oracle по схеме клиент/сервер). Далее в строчке **ACE Filename** выберите в предложенном списке задачу **Oracle_DB_Application** как показано на рисунке (Рисунок 5.5).

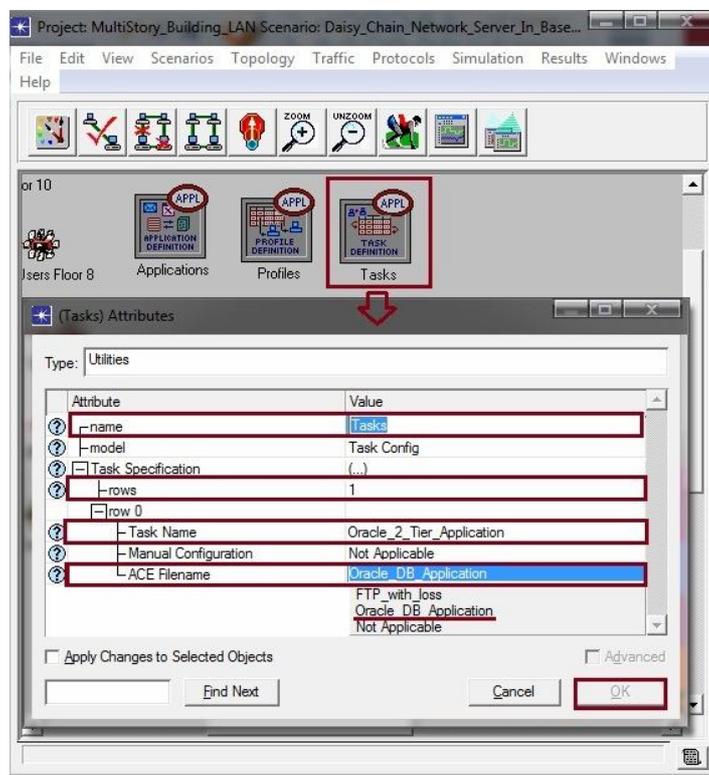


Рисунок 5.5 — Настройка свойств приложения Oracle

5.5.1.3. *Настройка приложений, используемых в сети*

Пользователи сети должны иметь доступ к серверам печати, хранения файлов и работы с почтой.

Произведем определение характеристик используемых в сети приложений. Для этого внутри объекта **Applications** разверните строку **Application Definitions** (Определение Приложений), количество (**rows**) используемых приложений — **3**. Далее произведите настройку этих приложений:

row 0

Name = File Printing //название приложения — распечатка файлов//

Description → Print = B/W Images //описание свойств приложения → распечатка изображений//

row 1

Name = Email //название приложения — Электронная почта//.

Description → Email = Low Load //описание свойств приложения → низкая нагрузка//

row 2

Name = Chatty_Oracle_App

Description → Custom = Edit... — (Ввод...). Появится новое окно **(Custom) Table**. В строке описания задач **Task Description** выберите значение **Edit...** Появится таблица описания задачи **Task Description Table**. Установите в поле **Task Weight** (нагрузка) значение **10**, как на рисунке (Рисунок 5.6).

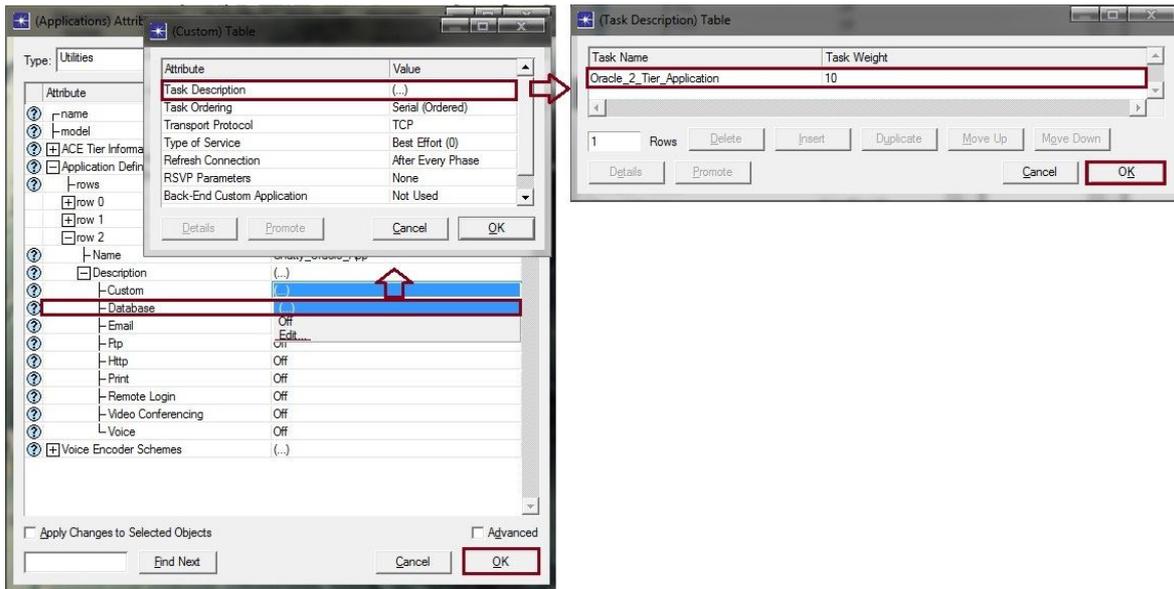


Рисунок 5.6 — Открытие окна описания задач.

Кроме заданных нами параметров, внутри объекта **Applications**, развернув строку информации об уровнях ACE (**ACE Tier Information**), мы можем увидеть 3 приложения с именами **Client**, **Oracle App server** и **Oracle DB server**. Они появились автоматически после настройки свойств объекта **Tasks**.

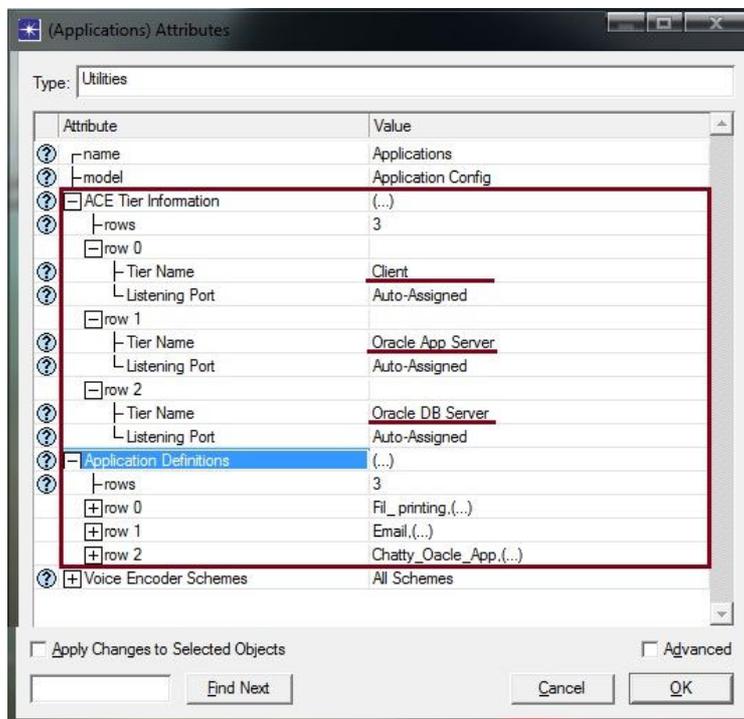


Рисунок 5.7 — Определение характеристик используемых в сети приложений

5.5.1.4. *Настройка профилей*

Теперь необходимо осуществить настройку групп приложений (профилей), которые будут использоваться конечными пользователями. Для этого, как показано на рисунке (Рисунок 5.8), в настройках объекта **Profiles** разверните строку **Profile Configuration** (настройка профиля), создайте 3 профиля и дайте характеристику для каждого из них.:

row 0

Profile Name = Email

Applications → rows = 1

Applications → row 0 → Name = Email

Operation mode = Simultaneous //режим работы = одновременный //

Start Time (seconds) = uniform (5, 10)

row 1

Profile Name = File Printing

Applications → rows = 1

Applications → row 0 → Name = File Printing

Operation mode = Simultaneous Start Time (seconds) = uniform (20, 50)

row 2

Profile Name = ACE (Chatty_Oracle_App)

Applications → rows = 1

Applications → row 0 → Name = Chatty_Oracle_App

Applications → row 0 → Start Time Offset (seconds) = constant (2)

Applications → row 0 → Repeatability (Повторяемость) → Inter-repetition Time (seconds) (Время между повторениями) = exponential (700)

Applications → row 0 → Repeatability → Repetition Pattern (повторяемость шаблона) = Concurrent (согласовано)

Operation mode = Simultaneous

Start Time (seconds) = uniform (1, 20)

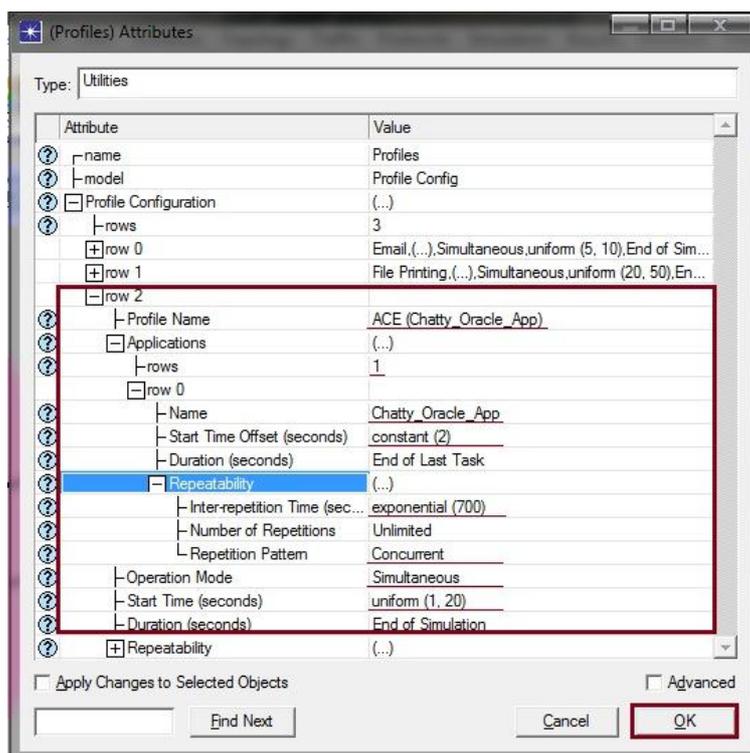


Рисунок 5.8 — Пример настройки профиля ACE (Chatty_Oracle_App)

5.5.1.5. Настройка оборудования для конечных пользователей

Рабочая группа каждого этажа определяется одним объектом **LAN**, эмитирующим некую сеть абонентов, в имени которого (к примеру, **95 Users Floor 10**) указан номер этажа (**Floor 10**) и количество рабочих станций (**95 Users**) группы.

- Для того чтобы указать число рабочих станций группы, в настройках объекта напротив **Number of Workstations** введите необходимое значение.
- Для обеспечения работы рабочих станций с двухуровневым приложением Oracle по схеме клиент/сервер настройте клиент для каждой рабочей группы. Для этого в настройках каждого объекта в параметре **Application: ACE Tier Configuration** добавьте одно новое значение (новую задачу) и отредактируйте его, выбрав напротив **Tier Name** значение **Client**.

- Для каждой рабочей группы, на основе профилей, созданных в элементе рабочей области **Profiles**, необходимо указать, какие именно группы приложений будут доступны для каждой подсети, а так же число пользователей, допущенных к работе с ними. Для этого в настройках свойств каждой подсети выбрав **Application: Supported Profiles** (приложения: поддерживаемые профили) → **rows**, указать количество доступных профилей, а затем в каждом из них указать имена приложений в строке **Profile Name** и число клиентов **Number of Clients** их использующих. На рисунке (Рисунок 5.9) приведен пример настройки оборудования подсети 10 этажа.

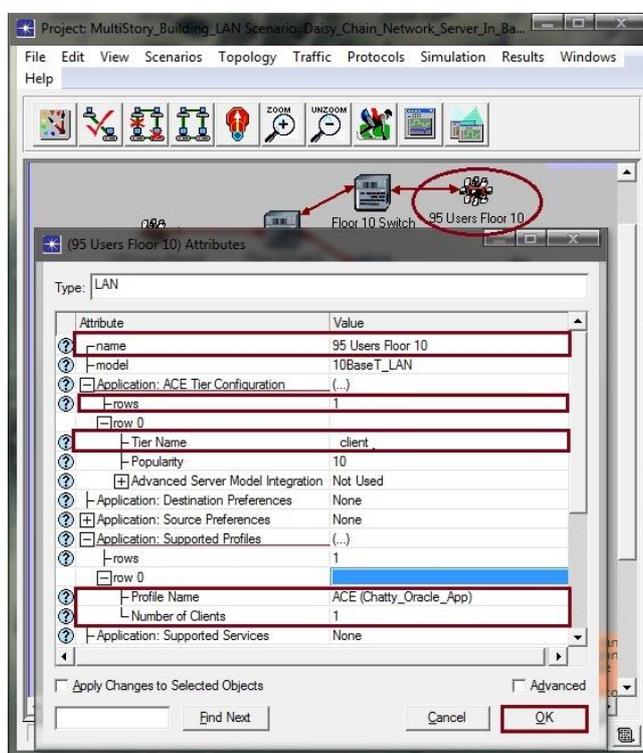


Рисунок 5.9 — Пример настройки оборудования для окончных пользователей

Воспользуйтесь таблицей, чтобы настроить работу рабочих групп каждого этажа для нашего случая.

Таблица 5.3 — Настройка оборудования для оконечных пользователей

этаж	Number of Workstations	Profile Name	Number of Clients
1	70	Email ACE (Chatty_Oracle_App)	2 1
2	175	Email	1
3	110	File Printing Email	2 1
4	85	File Printing	1
5	50	Email ACE (Chatty_Oracle_App)	2 2
6	150	File Printing	2
7	100	Email	2
8	200	Email	2
9	125	File Printing	1
10	95	ACE (Chatty_Oracle_App)	1

5.5.1.6. Настройка серверов

Необходимо провести настройку сервера баз данных, работающего по схеме клиент/сервер и 6 серверов печати, файловых и почтовых данных.

- Для обеспечения работы серверов печати, файловых и почтовых данных необходимо указать предоставляемые сервером услуги. Для этого в настройках каждого из этих 6 серверов в строке **Application: Supported Services** (поддерживаемые сервисы) в поле **Value**, выберите **Edit...** Появится таблица, показанная на рисунке (Рисунок 5.10), в которую занесите предоставляемые сервером услуги, введя предварительно их количество в поле **Rows**.

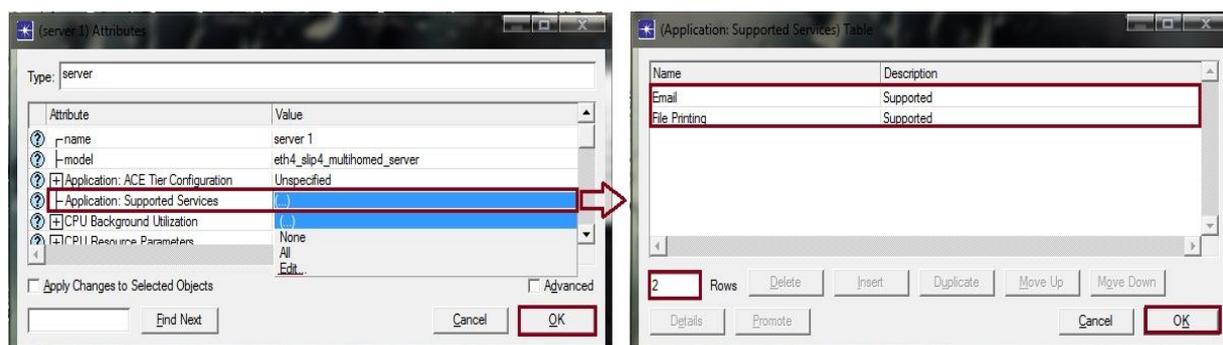


Рисунок 5.10 — Пример настройки серверов

- Для обеспечения работы сервера баз данных с двухуровневым приложением Oracle по схеме клиент/сервер необходимо произвести настройки, аналогичные проделанным ранее настройкам этого приложения для рабочих станций в п 1.3.3, добавьте 2 новых значения с именами **Oracle App Server** и **Oracle DB Server**, а так же укажите предоставляемую сервером услугу **Chatty_Oracle_App**.

5.5.1.7. Выбор исследуемых статистик

По заданию необходимо произвести оценку производительности сети путем сравнения времени отклика приложения Oracle. Настройте сбор данной статистики (**Requesting Client Custom Application** (пользовательские приложения, запрашиваемые клиентами) → **Application Response Time (sec)** (время отклика приложения в секундах)) с подсетей 1, 5 и 10 этажей.

5.5.1.8. Настройка и запуск симуляции

Установите длительность моделирования на 1 час и запустите процесс моделирования.

5.5.1.9. Просмотр и анализ результатов

Произведем оценку производительности сети путем сравнения времени отклика приложения Oracle для пользователей на этажах 1, 5 и 10.

Для сравнения необходимых показателей выбранных подсетей необходимо выделить одну из них, к примеру, подсеть 10 этажа, и, щелкнув на ней правой кнопкой мыши, выбрать **View Results**. В открывшемся окне обзора результатов разверните поле со статистикой, которая показывает времена отклика приложения Oracle.

Проделайте те же действия для рабочей группы 5 этажа и нажмите кнопку **Add** (добавить), а затем нажмите на панель первого созданного Вами графика для отображения статистики на одной и той же панели для пользователей с разных этажей. Повторите эти шаги, чтобы добавить время отклика приложений для пользователей 1го этажа на тот же график.

Проанализируйте полученные графики времени отклика приложения Oracle каждого выбранного этажа.

5.5.2. Исследование сети второго сценария

В сценарии 2 мы перестроим сеть, созданную в первом сценарии. Топология ее останется последовательной, однако основной коммутатор будет перемещен на 5 этаж.

5.5.2.1. Создание второго сценария

Продублируйте первый сценарий и введите название для второго — **Chain_Network_In_On_5_Floor**

Перестройте архитектуру сети так, чтобы основной коммутатор находился на пятом этаже, как показано на рисунке (Рисунок 5.11).

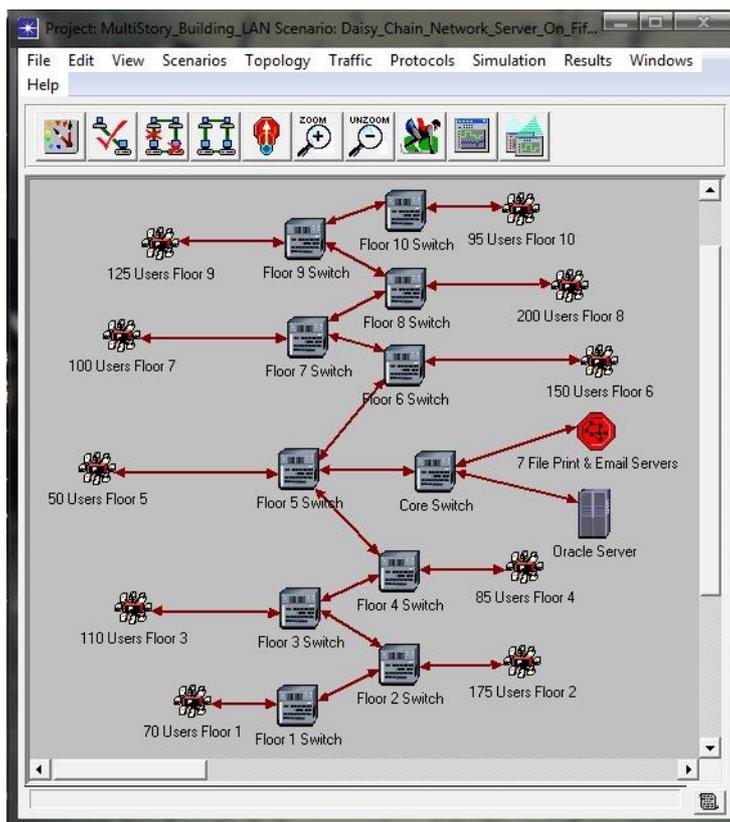


Рисунок 5.11 — Созданная сеть второго сценария

5.5.2.2. *Настройка и запуск моделирования*

Запустите моделирование для часа рабочего дня.

5.5.2.3. *Просмотр и анализ результатов*

Сравните время реакции приложений для пользователей на разных этажах для первого и второго сценариев. В результате должно получиться три окна статистики времени отклика приложения Oracle для пользователей первого пятого и десятого этажей. Изменилось ли время реагирования приложений для пользователей на верхних этажах? Как изменилось время ожидания для пользователей 1 этажа?

5.5.3. Исследование сети третьего сценария

5.5.3.1. *Создание третьего сценария*

Продублируйте сценарий 2 и введите название для третьего сценария — **Star_Network**. Измените структуру сети созданного сценария так, чтобы, как показано на рисунке (Рисунок 5.12),

центральный коммутатор находился в подвале и был напрямую связан с коммутаторами рабочих групп на каждого этажа.

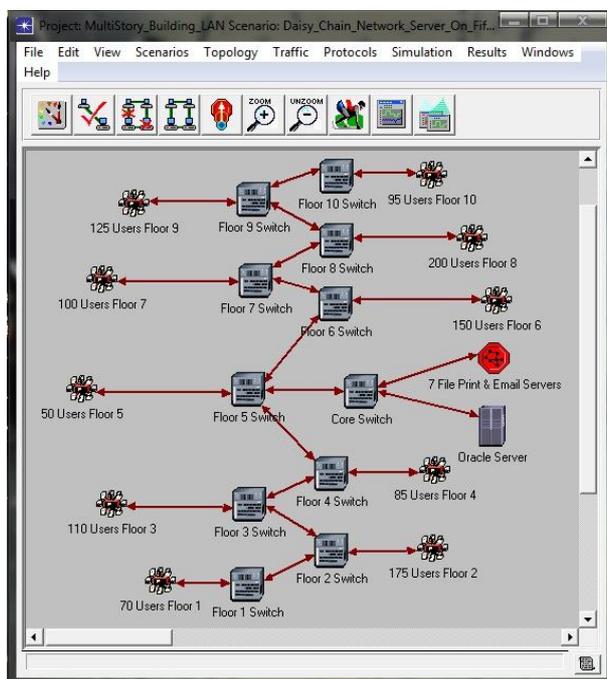


Рисунок 5.12 — Готовая сеть третьего сценария

5.5.3.2. *Настройка и запуск моделирования*

Перезапустите моделирование для загруженного часа рабочего, чтобы оценить производительность сети.

5.5.3.3. *Сравнение результатов моделирование всех 3 сценариев*

Сравните время отклика для всех 3 сценариев.

5.6. Контрольные вопросы

1. Что такое топология сети?
2. Приведите основные виды топологий и укажите их основные достоинства и недостатки.
3. Приведите классификацию компьютерных сетей по размерам.

4. Приведите классификацию компьютерных сетей по способам управления.
5. Что такое рабочая группа?
6. Что такое сервер?
7. Что такое клиент сети?
8. Что такое производительность сети?
9. Приведите основные показатели производительности сети.
10. Какие методы повышения производительности сети Вы знаете?

6. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4 РЕАЛИЗАЦИЯ ПОДКЛЮЧЕНИЯ К ИНТЕРНЕТУ МАЛОЙ ДОМАШНЕЙ СЕТИ

Продолжительность — 4 часа.

Максимальный рейтинг — 6 баллов.

6.1. Цель работы

Познакомиться с методами подключения к интернету.

6.2. Задание

В этой работе необходимо построить малую домашнюю сеть, подключенную к внешней сети, состоящей из N пользователей, M из которых имеют доступ к определенным услугам/приложениям, предоставляемым разными серверами интернета (M и N заданы вариантом индивидуального задания).

В четырех сценариях необходимо исследовать производительность сети и использование канала связи при изменении скорости передачи данных с внешней сетью путем применения разных методов подключения — через модем с низкой и высокой скоростью, кабельное подключение, подключение по линии T1.

6.3. Программа работы

1. Ознакомиться с теоретическим материалом по теме лабораторной работы.
2. Спроектировать в соответствии с заданным вариантом схему исследуемой сети на основе виртуальной среды для моделирования OPNET IT Guru.
3. Руководствуясь инструкциями, произвести настройки:
 - приложений, используемых в сети;
 - профилей сети;
 - настройку предоставляемых услуг для заданных серверов интернета;
 - профилей пользователей.

4. Произвести настройку и запуск моделирования для получения следующей информации:
 - Время отклика интернет-приложений.
 - Использование связи для скачивания/загрузки, для следующих случаев:
 - Сценарий 1. Скорость передачи данных — 20 кбит/с — (dial-up соединение — модем с низкой скоростью);
 - Сценарий 2. Скорость передачи данных — 40 кбит/с (dial-up соединение — модем с высокой скоростью);
 - Сценарий 3. Скорость передачи данных — 512 кбит/с; (WAN-соединение — кабельное подключение);
 - Сценарий 4. Скорость передачи данных — 1,544 Мбит/с (соединение по линии T1).
5. Произвести сравнение полученных результатов.
6. Составить отчет о проделанной работе, в котором привести:
 - схемы исследуемых сетей, согласно варианту;
 - результаты моделирования каждого сценария;
 - выводы о проделанной работе, исходя из полученных результатов моделирования;
 - ответы на контрольные вопросы.

6.4. Варианты индивидуальных заданий

Таблица 6.1 — Варианты индивидуального задания для лабораторной работы № 4

Вариант	Количество рабочих станций PC Researcher	Количество приложений Web Browsing (Heavy) для пользователя(ей) профиля Researcher	Генерация трафика связи ip_traffic_flow в направлении Music Server → PC1 Web Browser . Параметр строки traffic (bit/seconds)
01	1	3	11000
02	2	1	10000
03	3	1	14000
04	1	2	14000

Окончание табл. 6.1

Вариант	Количество рабочих станций PC Researcher	Количество приложений Web Browsing (Heavy) для пользователя(ей) профиля Researcher	Генерация трафика связи ip_traffic_flow в направлении Music Server → PC1 Web Browser . Параметр строки traffic (bit/seconds)
05	2	2	12000
06	3	2	11000
07	1	3	10000
08	2	1	13000
09	3	1	15000
10	1	2	15000
11	2	2	13000
12	3	2	10000
13	1	1	17000
14	2	1	16000
15	3	1	13000
16	1	3	12000
17	2	1	15000
18	3	2	14000
19	1	1	15000
20	2	2	14000

6.5. Пример выполнения лабораторной работы

В данной лабораторной работе необходимо спроектировать сеть (Рисунок 6.1) и исследовать способы ее подключения к глобальной сети Интернет. В четырех сценариях будет изменяться скорость передачи данных с внешней сетью:

- **сценарий 1.** Скорость передачи данных — 20 кбит/с — (dial-up соединение — модем с низкой скоростью);
- **сценарий 2.** Скорость передачи данных — 40 кбит/с (dial-up соединение — модем с высокой скоростью);
- **сценарий 3.** Скорость передачи данных — 512 кбит/с; (WAN-соединение — кабельное подключение);

– *сценарий 4*. Скорость передачи данных — 1,544 Мбит/с (соединение по линии T1).

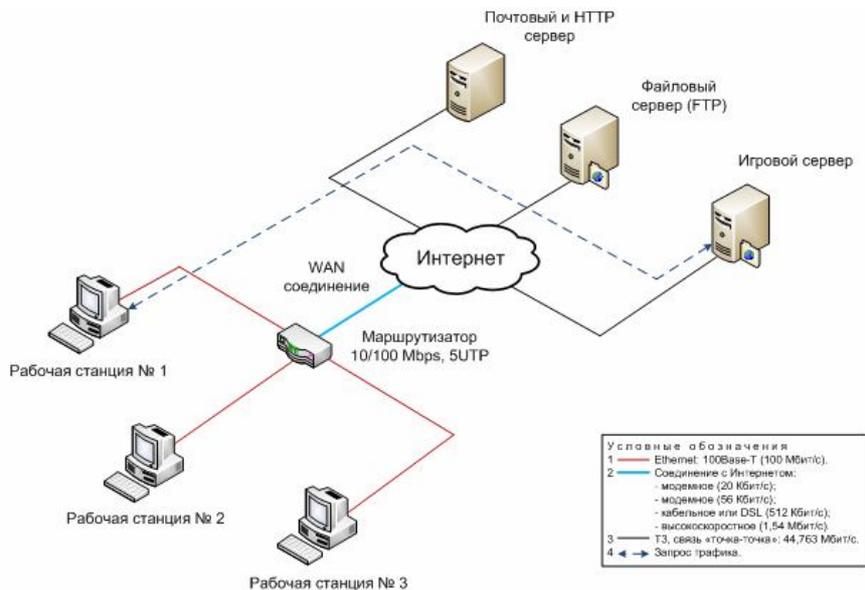


Рисунок 6.1 — Структурная схема сети

6.5.1. Создание проекта и исследование соединения сценария 1

Создайте проект под названием **xx_Home_LAN** (где **xx** — номер вашего варианта) и сценарий с именем **20K_dialup_connection** масштаба сети — офис. В первом сценарии сформируем такую глобальную связь как 20 кбит/с dial-up соединение.

6.5.2. Проектирование исследуемой сети

Спроектируем малую домашнюю сеть, состоящую из 3 рабочих станций (**ethernet_wkstn**) — **PC1 Web Browser**, **PC2 Researcher** и **Macintosh Game Player**, соединенных коммутатором (**ethernet16_switch**), подключенным к маршрутизатору (**ethernet2_slip8_gtwy**) проводами **100BaseT**. Затем соединим маршрутизатор и сеть Internet (**ip3_cloud** — находится в палитре **Internet_toolbox**) связью **ppp_adv**. Пользователи сети через интернет имеют доступ к серверам **Web and Email Server**, **Music Server** и **Game Server**. Для подключения серверов к Интернету

используйте связь ТЗ. Построенная сеть должна выглядеть так, как показано на рисунке (Рисунок 6.2).

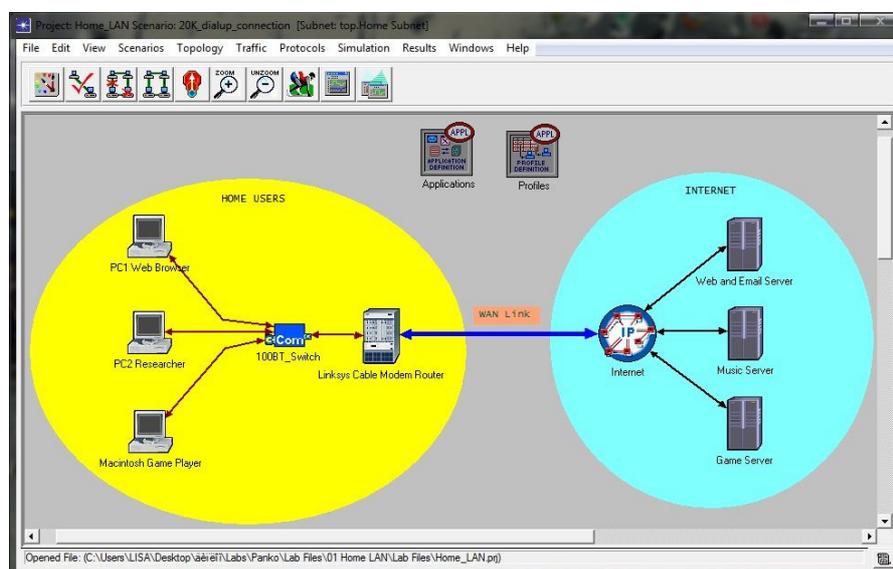


Рисунок 6.2 — Сеть сценария 1

6.5.3. Настройка и конфигурирование объектов сети

Подробно настройка сетевого оборудования была рассмотрена в соответствующих пунктах лабораторной работы № 3.

6.5.3.1. Настройка приложений, используемых в сети

С помощью приложения **Application Config** настроим приложения, используемые в сети рабочими станциями. В нашем случае это приложения **Web Browsing (Heavy)** с жесткой загрузкой **Http** (значение **Heavy Browsing**), **Web Browsing (Light)** с «легкой» загрузкой **Http (Light Browsing)**, **File Transfer (Light)** средней нагрузкой **Ftp (Medium Load)** и **Email (Light)** с низкой нагрузкой **Email (Low Load)**.

6.5.3.2. Настройка профилей

Создадим 3 профиля, использующих одно или несколько приложений, определенных в объекте **Application Config**. В нашем случае это профили:

- Web Browser, использующий приложение Web Browsing (Light);
- Researcher, использующий приложения Web Browsing (Heavy) и Email (Light);
- Game Player использующие приложения File Transfer (Light).

6.5.3.3. Настройка серверов Интернета

Для работы серверов необходимо указать [поддерживаемые ими сервисы](#). В нашем случае это:

- для Web and Email Server это сервисы Web Browsing (Light), Web Browsing (Heavy) и Email (Light);
- для сервера Game Player — File Transfer (Light).

6.5.3.4. Настройка профилей пользователей

Настроим [профили, поддерживаемые рабочими станциями](#):

- для пользователя PC1 Web Browser — профиль Web Browsing (Light);
- для пользователя PC2 Researcher — профиль Researcher;
- для пользователя Macintosh Game Player — профиль Game Player.

6.5.3.5. Настройка генерирования трафика для пользователя PC1 Web Browser

Для получения данных о времени отклика интернет-приложений, а так же использования связи для скачивания/загрузки от пользователя **PC1 Web Browser** к серверу с музыкой **Music Server**, настроим генерирование трафика от данной рабочей станции к серверу и наоборот. Для этого в палитре объектов в группе **Internet_toolbox** выберите связь с названием **ip_traffic_flow** и соедините пользователя с сервером в прямом и обратном направлениях. В настройках протянутой связи выберите направление **Music Server → PC1 Web Browser** и для него, в строках **Traffic (bit/seconds)** и **Traffic (packet/seconds)**, выберите значение **Edit...** в открывшихся окнах укажите значения в соответствии с **рисунком** (Рисунок 6.3).

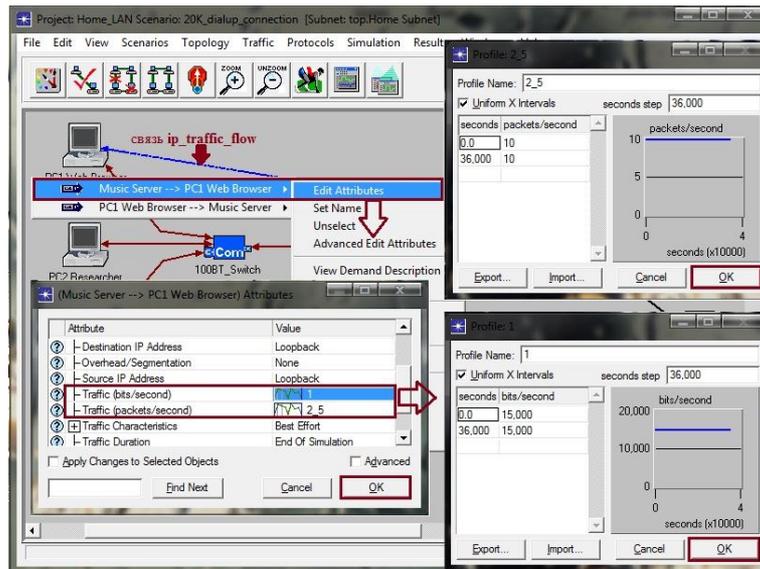


Рисунок 6.3 — Настройка генерирования трафика

6.5.3.6. Настройка соединения с интернетом

Для настройки глобальной связи как 20 кбит/с в настройках объекта WAN link в поле значения атрибута **data rate** (скорость передачи данных) введите значение «20000».

6.5.3.7. Выбор исследуемых статистик

В работе для исследований необходимо собрать следующие статистические данные:

- производительность WAN соединения. Для этого выберите статистику point-to-point **utilization** (использование) в обоих направлениях для этого соединения;
- производительность соединения для **PC1 Web Browser**. Для этого выберите статистику **Client Http** → **Page Response Time** для этого объекта

Для возможности проведения дополнительных исследований, в глобальных статистиках проекта выберите пункты **Email**, **Eternet**, **Ftp**, **HTTP**, **TCP**.

6.5.3.8. Настройка и запуск моделирования

Для имитации этой сети мы будем использовать высокую точность моделирования дискретных событий. Модель воспроиз-

водит приложения пакетов типа клиент-сервер, которые представляют реальный мировой трафик сети. Продолжительность моделирования составляет 8 часов, чтобы представлять собой типичный день. Параметры настройки являются одинаковыми для каждого сценария этого проекта.

6.5.3.9. Просмотр результатов

Теперь мы можем просматривать различные статистические данные, в том числе время отклика web-приложений опытного пользователя **PC2 Researcher** (один из пользователей домашней сети) и использования глобального соединения.

- Для просмотра и оценки использования WAN соединения **utilization** (использование) в обоих направлениях просмотрите результаты моделирования объекта **WAN link** путем отображения обоих статистик **Stacked Statistics**.
- Для оценки производительности соединения для **PC2 Researcher** просмотрите время отклика **web-страниц** и количество поступающего трафика.

6.5.4. Создание и исследование соединения сценария 2

Во втором сценарии необходимо исследовать соединение с Интернетом через модем при скорости загрузки 40 кбит/с. Это реальная пропускная способность для модема, скорость загрузки которого оценивается в 56 кбит/с.

Продублируйте сценарий 1 и назовите сценарий **40K_dialup_connection**. В настройках объекта **WAN link** измените значение скорости передачи данных на «**40000**».

Перезапустите моделирование.

6.5.4.1. Просмотр результатов

Выполните шаги, упомянутые выше, чтобы просмотреть использование соединения, а также время отклика со стороны пользователя **PC2 Researcher**. Как изменились данные по использованию соединения и времени отклика web-приложений? Опишите изменения.

6.5.5. Создание и исследование соединения сценария 3

В третьем сценарии, вы будете моделировать скорость загрузки **512 кбит/с**. Это реалистичная пропускная способность для кабельного модема или DSL линии.

Продублируйте сценарий и назовите его **512K_Cable_Modem_connection**. В настройках объекта **WAN link** измените значение скорости передачи данных на «**512000**».

Перезапустите моделирование.

6.5.5.1. Просмотр результатов

Просмотрите и оцените результаты использования связи, времени отклика и принимаемого трафика для **PC2 Researcher**. Опишите изменения.

6.5.6. Создание и исследование соединения сценария 4

В четвертом сценарии мы проведем **T1-соединение** с интернетом. **T1** линии предлагают номинальную скорость передачи данных **1,544 Мбит/с** в обоих направлениях. Это скорость является фактической пропускной способностью. Единственная проблема заключается в том, что затраты на **T1** линию составляют несколько сот долларов в месяц.

Продублируйте сценарий и назовите его **T1_connection** (**T1-соединение**). Измените скорость передачи данных на **T1**. Перезапустите моделирование.

Вместо просмотра результатов только лишь для связи **T1**, сравним результаты использования и времени реакции для всех 4 сценариев. Это даст нам более широкое представление об эффекте изменения скорости передачи данных.

6.5.7. Сравнение результатов

Сравните полученные статистики использования соединения. Для сравнения времени отклика, отмените предыдущие статистики, затем измените фильтр в правом нижнем углу с **As Is** на

average (среднее значение). Далее просмотрите статистику **Page Response Time (Global Statistics-HTTP)**. Сделайте выводы о целесообразности применения того или иного соединения в различных сетях.

6.6. Контрольные вопросы

1. Опишите способы доступа ко внешним сетям.
2. Назовите основные протоколы семейства протоколов TCP/IP.
3. Что такое маршрутизатор? Функции и принцип работы.
4. Опишите магистральные технологии передачи данных по сетям.
5. Опишите последовательность моделирования в Opnet подключения малой домашней сети ко внешним сетям.

7. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5 МЕЖСЕТЕВОЙ ЭКРАН

Продолжительность — 4 часа.

Максимальный рейтинг — 6 баллов.

7.1. Цель работы

Целью работы является изучение основных принципов работы межсетевого экрана (брандмауэра) и оценка его влияния на работу сети.

7.2. Задание

В лабораторной работе будет исследована работа сети некоторого банка, спроектированной на основе ЛВС, построенной в лабораторной работе № 2, состоящей из N отделов (каждый с ее собственной сетью), использующая выход в Интернет через межсетевой экран. Пользователи каждого отдела* пытаются получить доступ к различным он-лайн приложениям серверов интернета (электронная почта, веб-браузер, и авторизация кредитных карт). В то же время, некоторые пользователи компании используют незаконную загрузку мультимедиа файлов, тем самым, замедляя работу сети. Мы рассмотрим работу сети и настройку брандмауэра для двух случаев:

- **сценарий 1.** Передача мультимедиа трафика разрешена;
- **сценарий 2.** Передача мультимедиа трафика запрещена с целью разгрузки канала и уменьшения времени доступа к базе данных с информацией авторизации кредитных карт (время отклика запросов к базе данных не должно выходить за границы 2-х секунд).

(*) — Количество пользователей в каждом отделе**, а также количество пользователей того или иного он-лайн приложения заданы в вариантах индивидуальных заданий.

(**) — Количество пользователей каждого отдела остается без изменений для каждого варианта, заданного в лабораторной работе № 3.

7.3. Программа работы

1. Ознакомиться с теоретическим материалом по теме лабораторной работы.
2. Спроектировать в соответствии с заданным вариантом схему исследуемой сети на основе виртуальной среды для моделирования OPNET IT Guru, используя созданные ранее сети в л.р. № 3.
3. Руководствуясь инструкциями произвести в соответствии с вариантом настройки:
 - приложений, используемых в сети;
 - профилей сети — приложений, связанных с разными ПК;
 - предоставляемых услуг для заданных серверов интернета;
 - сетей отделов;
 - соединения «Межсетевой экран-интернет».
4. Исследовать методы настройки и работу межсетевого экрана для случаев (сценариев):
 - Передача мультимедиа трафика разрешена;
 - Передача мультимедиа трафика запрещена.
5. Осуществить настройку и запуск моделирования. Исследовать влияние межсетевого экрана на производительность сети, проанализировав следующую информацию по каждому из сценариев:
 - время отклика запросов к базе данных;
 - пропускной способности соединения «Межсетевой экран — Интернет»;
 - использования соединения «Межсетевой экран — Интернет».
6. Произвести сравнение и анализ полученных результатов.
7. Составить отчет о проделанной работе, в котором привести:
 - схему исследуемой сети, согласно варианту;
 - результаты моделирования каждого сценария;
 - выводы о проделанной работе, исходя из полученных результатов моделирования;
 - ответы на контрольные вопросы.

7.4. Варианты индивидуальных заданий

Таблица 7.1 — Варианты индивидуального задания для лабораторной работы № 5

Вариант	Настройка профилей для компонентов отделов каждого этажа			
	Схема	Количество пользователей профиля "Web & Email"	Количество пользователей профиля "Credit Card Authorization"	Количество пользователей профиля "Video & Music "
01	2	35	70	5
02	1	25	65	6
03	2	17	67	7
04	1	10	59	8
05	2	10	51	9
06	1	18	75	5
07	2	20	68	6
08	1	20	70	7
09	2	11	53	8
10	1	5	57	9
11	2	6	40	5
12	1	13	50	6
13	2	9	45	7
14	1	22	75	8
15	2	14	62	9
16	1	20	54	5
17	2	25	73	6
18	1	13	47	7
19	2	30	72	8
20	1	17	69	9

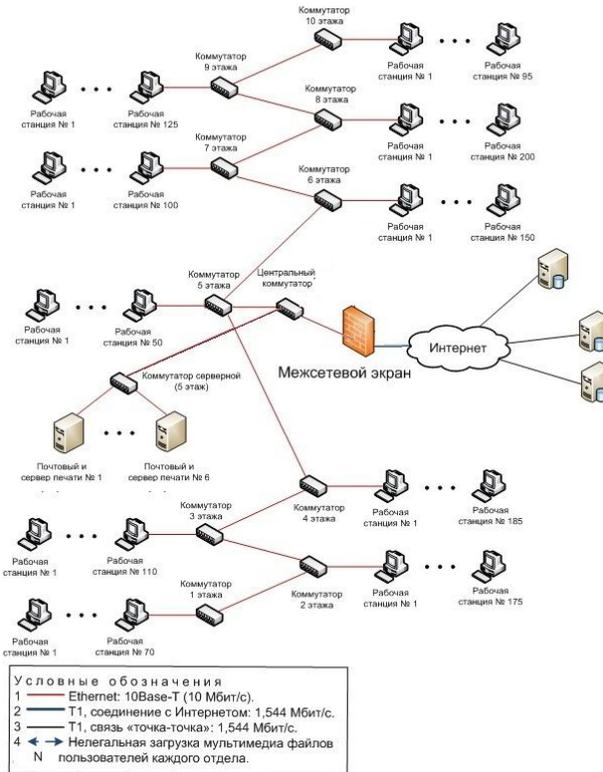


Рисунок 7.1 — Структурная схема сети № 1 для исследования межсетевого экрана

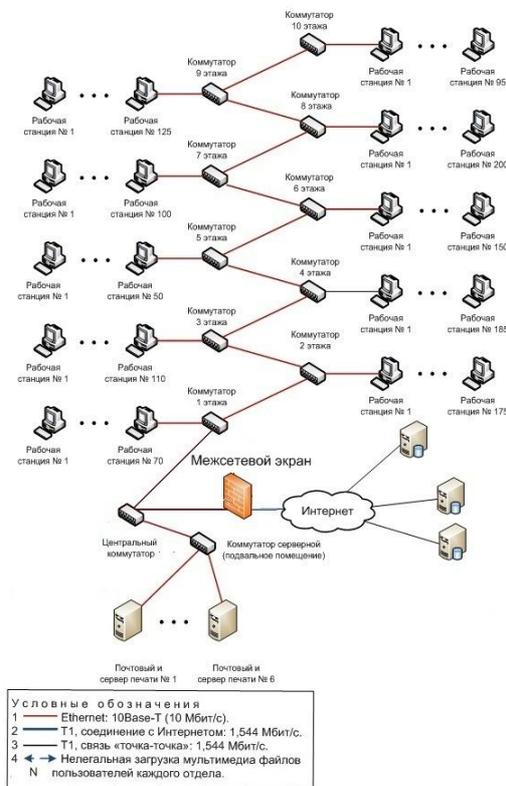


Рисунок 7.2 — Структурная схема сети № 2 для исследования межсетевого экрана

7.5. Пример выполнения лабораторной работы

В данной лабораторной работе необходимо исследовать влияние межсетевого экрана на производительность сети. Для этого мы создадим 2 сценария в которых:

- **сценарий 1.** Передача мультимедиа трафика межсетевым экраном разрешена;
- **сценарий 2.** Передача мультимедиа трафика межсетевым экраном запрещена.

Структурная схема сети приведена на рисунке (Рисунок 7.2).

7.5.1. Создание сценария 1

Воспользуемся созданной ранее в л.р. № 3 (сценарий 1) сетью немного ее видоизменив. Уберите из рабочей области объекты **Task** и **Oracle Server**, а так же удалите в настройках рабочих подсетей и объекта **Applications** настройки в пункте **ACE Tier Information**. Теперь подключите сеть банка к интернету через межсетевой экран. Для этого к центральному коммутатору с помощью провода **10BaseT** подключим коммутатор с межсетевым экраном (**ethernet2_slip8_firewall** с палитры **internet_toolbox**), который соединен с интернетом (**ip32_cloud**) соединением **ppp_adv** (из палитры **links_advanced**). Работники организации имеют доступ к 3 серверам интернета, которые соединены с ним при помощи кабеля **T1** (из палитры **links**). Построенная сеть должна быть подобной сети на рисунке (Рисунок 7.3).

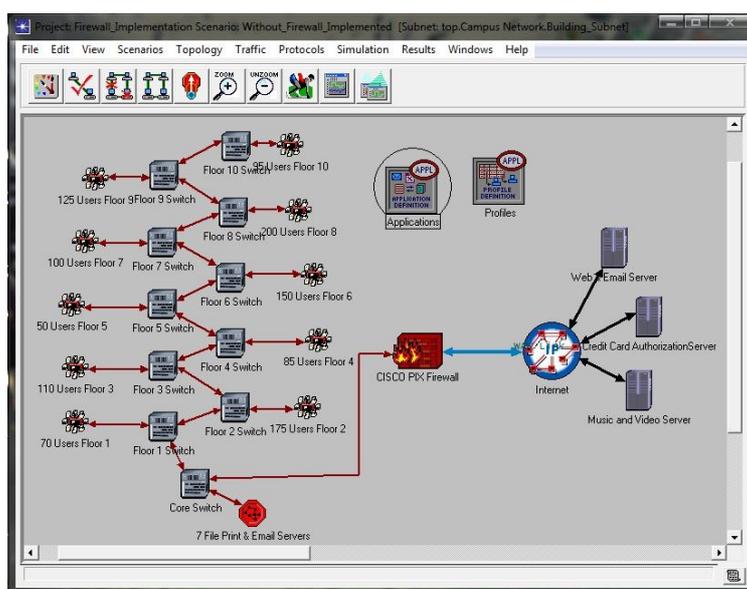


Рисунок 7.3 — Готовая сеть сценария 1

7.5.1.1. Настройка и конфигурирование объектов сети

Воспользуйтесь примерами настройки сетевого оборудования, приведенных в соответствующих [пунктах](#) предыдущих лабораторных работ № 3 и № 4.

7.5.1.2. Настройка приложений, используемых в сети

С помощью объекта **Application Config**, настроим приложения, используемых в сети. В нашем случае это приложения:

- **Email** с низкой нагрузкой **Email (Low Load)**.
- **File Printing** с параметром распечатки **Print — B/W Images**.
- **Web Browsing** с «легкой» загрузкой **Http (Light Browsing)**.
- **Music and Video Transfer** с поддержкой голосовых переговоров **Voice** (для настройки **Voice** выберите напротив него значение (...)) и в открывшемся окне введите параметры согласно приведенным на рисунке (Рисунок 7.4).
- **Credit Card AuthorizationServer** с поддержкой базы данных **Database** (для настройки **Database** выберите напротив него значение (...)) и в открывшемся окне введите параметры согласно приведенным на рис. 7.5).

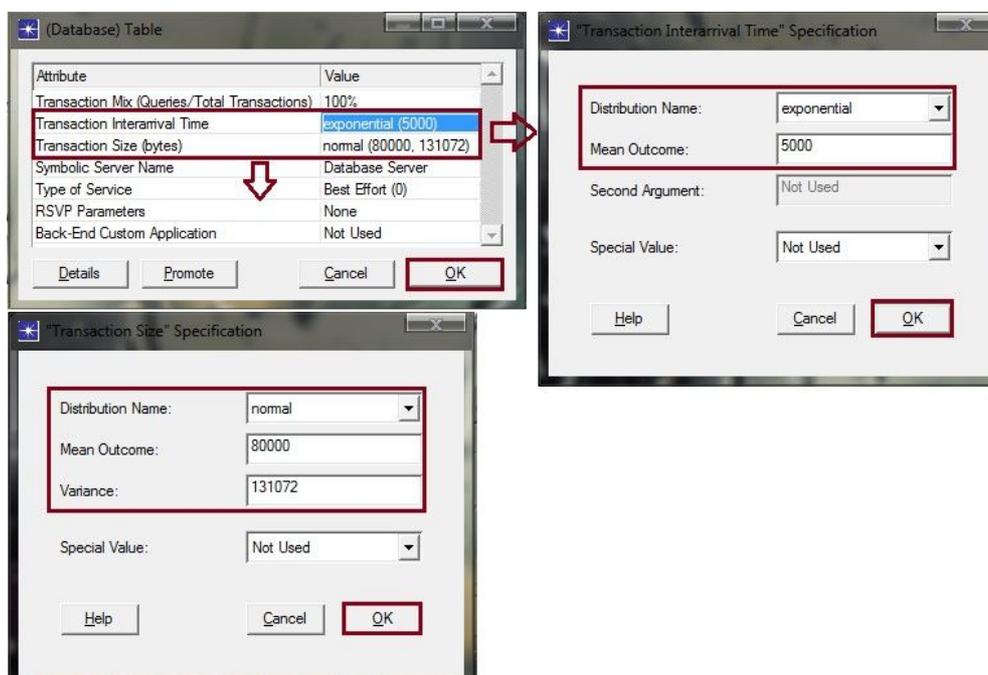


Рисунок 7.4

7.5.1.3. *Настройка профилей*

Создадим 4 профиля, использующих одно или несколько приложений, определенных в **Application Config**. В нашем случае это профили:

- **Web Browsing (Light)** (использование HTTP приложений), с поддержкой приложения **Web Browsing (Light)** с параметром **Start Time (seconds) = uniform (10, 40)**.
- **Email** (работа с электронной почтой), с поддержкой приложения **Email** с параметром **Start Time (seconds) = uniform (10, 15)**.
- **Music and Video Transfer** (профиль для доступа к музыке и видео) с поддержкой приложения **Music and Video Transfer** с параметром **Start Time (seconds) = uniform (10, 40)**.
- **Credit Card Authorization** (пользование базами данных, содержащими сведения о клиентах) с поддержкой приложения **Credit Card Authorization** с параметром **Start Time (seconds) = uniform (500, 3600)**.
- **File Printing** (распечатка файлов), с поддержкой приложения **File Printing** с параметром **Start Time (seconds) = uniform (20, 50)**.

Задайте одновременный (**Simultaneous**) режим работы для всех профилей, значения количество повторений (**Repeatability**) и длительности (**Duration**) оставьте по умолчанию **Once at Start Time** и **End of simulation** соответственно.

7.5.1.4. *Настройка серверов Интернета*

Для работы серверов необходимо указать поддерживаемые ими услуги (см л.р. №3 п 5.3.4) в нашем случае:

- для серверов **Web and Email Server** это сервисы **Web Browsing (Light)** и **Email (Light)**;
- для сервера **Credit Card Authorization** — **Credit Card Authorization**;
- для сервера **Music and Video Transfer** — **Music and Video Transfer**.

7.5.1.5. *Настройка профилей пользователей*

Настройте профили поддерживаемые пользователями каждой подсети в соответствии с таблицей

Таблица 7.2 — Параметры настроек профилей пользователей

Этаж	Profile Name	Number of Clients
1	Web Browsing	1
	Music and Video Transfer	1
	Credit Card Authorization	10
	Email	2
2	Music and Video Transfer	1
	Credit Card Authorization	10
	Email	1
3	Music and Video Transfer	1
	Credit Card Authorization	10
	Email	2
4	Music and Video Transfer	3
	Credit Card Authorization	10
5	Music and Video Transfer	5
	Credit Card Authorization	10
	Email	4
6	Music and Video Transfer	3
	Credit Card Authorization	10
7	Music and Video Transfer	2
	Credit Card Authorization	10
8	Music and Video Transfer	5
	Credit Card Authorization	7
9	Music and Video Transfer	5
	Credit Card Authorization	12
10	Web Browsing	4
	Music and Video Transfer	5
	Credit Card Authorization	10

7.5.1.6. Настройка параметров межсетевого экрана

В первом сценарии передача мультимедиа трафика (музыка и видео) разрешена. Пользователи сети через интернет имеют доступ к базе данных **Credit Card Authorization**. В настройках межсетевого экрана по умолчанию этот доступ зарыт. Его можно открыть, изменив в настройках значение **Proxy Server Information** → **row 6** (соответствует **Application: Remote Login** (удаленный доступ), **Database** (доступ к базе данных) → **Proxy Server Deployed** на **Yes**. Остальные параметры оставить установленными по умолчанию.

7.5.1.7. Настройка соединения «Межсетевой экран — Интернет»

Задайте проводу, соединяющий межсетевой экран и Интернет, тип соединения **T1**.

7.5.1.8. Выбор исследуемых статистик

Для исследования работы межсетевой экрана необходимо собрать следующие статистики:

- использование (**utilization**) связи "Межсетевой экран — Интернет" в обоих направлениях;
- пропускная способность (**point-to-point throughput (packets/sec)**) связи "Межсетевой экран — Интернет";
- времени отклика запроса к базе данных (**DB Query Response time (sec)**) в [глобальных статистиках проекта](#);
- статистики HTTP протокола в глобальных статистиках проекта.

7.5.1.9. Настройка моделирования

Установите длительность моделирования на 1 час.

7.5.2. Создание второго сценария

Во втором сценарии запрещена нелегальная передача данных с мультимедиа серверов.

Продублируйте уже созданный сценарий и назовите сценарий **Yes_Firewall**.

7.5.2.1. Настройка параметров межсетевого экрана

Настроим межсетевой экран на исключение мультимедиа трафика. Для этого в его настройках выберите **Proxy Server Information** → **row 8 (Application: Voice)**, затем измените значение **Proxy Server Deployed = No**.

7.5.2.2. Настройка и запуск моделирования

Настройте параметры сбора информации моделирования по всем двум сценариям через [менеджер сценариев](#).

7.5.2.3. Анализ результатов

Оцените и сравните результаты времени отклика запросов к базе данных (**DB Response Time**) двух сценариев. Как повлияло включение межсетевого экрана в работу сети. Проанализируйте эффективность полосы пропускания связи «Межсетевой экран — Интернет».

7.6. Контрольные вопросы

1. Опишите функции межсетевого экрана.
2. Охарактеризуйте классы безопасности компьютерных сетей.
3. Опишите настройки брандмауэра в Opnet.
4. Охарактеризуйте задачи сетевой безопасности и пути ее обеспечения.
5. Перечислите виды сетевых атак и средств по обеспечению безопасности сети.

8. ТВОРЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ: ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ КОМПЬЮТЕРНЫХ СЕТЕЙ И СИСТЕМ

8.1. Цель работы

Целью работы является изучение основных принципов обеспечения надежности и безопасности сложных компьютерных сетей на примере сети некой организации.

8.2. Задание

Спроектируйте сеть организации (согласно варианту индивидуального задания) на основе виртуальной среды для моделирования OPNET IT Guru.

Предложите методы повышения производительности сети и примените наиболее подходящий из них для Вашего случая.

В соответствии с требованиями к надежности и безопасности заданной сети разработайте и реализуйте в Вашем проекте наиболее подходящий способ ее защиты от следующих видов атак и угроз:

- удаленное проникновение в компьютер;
- локальное проникновение в компьютер;
- SPAM-рассылки;
- компьютерные вирусы и черви;
- внутренние и внешние хакерские атаки;

Разработайте способы, возможности и параметры настроек для организации удаленного доступа к информационным ресурсам Вашего предприятия.

Произведите выбор и соответствующие настройки оборудования, осуществите моделирование построенной сети для сбора необходимых статистик (указаны в требованиях к содержанию отчета).

8.2.1. Требования к разрабатываемой компьютерной сети

Главным требованием, предъявляемым к сетям, является выполнение сетью ее основной функции — обеспечение пользо-

вателям потенциальной возможности доступа к разделяемым ресурсам всех компьютеров, объединенных в сеть. Все остальные требования — производительность, надежность, защищенность, расширяемость, масштабируемость и т.д. — связаны с качеством выполнения этой основной задачи.

В данной работе разрабатываемая компьютерная сеть должна удовлетворять следующим основным требованиям:

- **Простота.** Компьютерная сеть должна быть простой и удобной с точки зрения ее эксплуатации и технического обслуживания. В соответствии с данным требованием осуществляется проектирование топологии локальных сегментов информационной сети и способы их объединения.
- **Производительность.** Потенциально высокая производительность — это одно из основных свойств распределенных систем, к которым относятся компьютерные сети. Это свойство обеспечивается возможностью распараллеливания работ между несколькими компьютерами сети. Существует несколько основных характеристик производительности сети:
 - время реакции;
 - пропускная способность;
 - задержка передачи и вариация задержки передачи.
- **Надежность.** Под требованием к надежности системы в данном случае следует понимать обеспечение 100% сохранности информационных данных используемых сетью.
- **Безопасность,** то есть способность системы защитить данные от несанкционированного доступа к защищенной информации. Всегда имеется потенциальная угроза взлома защиты сети от неавторизованных пользователей, если сеть имеет выходы в глобальные сети общего пользования.
- **Экономичность.** Проектируемая сеть должна быть обеспечена необходимым аппаратным и программным обеспечением в соответствии с принципом необходимой достаточности, при этом должны быть учтены вид деятельности как самого предприятия в целом, так и направление работы каждого отдела.

8.2.2. Требования к содержанию отчета по проделанной работе

В результате проделанной работы необходимо представить отчет, содержащий легенду, эскиз сети, таблицу маршрутизации, примеры настройки оборудования, результаты моделирования и выводы по ним.

Отчет должен содержать следующие ниже пункты.

Постановка задачи проектирования:

- описание деятельности подразделений предприятия (организации), использующих информационную сеть;
- описание сферы применения информационных сетей (структура и функции объекта управления);
- перечень имеющегося оборудования, которое предполагается использовать в составе информационной сети;
- специфические условия эксплуатации оборудования (если таковые имеются).

Выбор и обоснование:

- технологии связи (предполагаемый трафик и нагрузка на сервер);
- топологии локальных сегментов информационной сети и способов их объединения;
- способов обеспечения надежности и безопасности сети;
- методов повышения производительности сети;
- сетевого оборудования в соответствии с принципом необходимой достаточности для каждого отдела (сетевых адаптеров, повторителей, концентраторов и т.д.);
- комплектующих сервера, а так же сетевых операционных систем и программного обеспечения сервера и рабочих станций.

Результаты исследований (моделирования) в виде скриншотов и их пояснения по следующим статистическим показателям:

- для маршрутизатора: объем трафика переданного, полученного, отброшенного по протоколу IP;
- для коммутатора: объем трафика переданного, полученного, отброшенного;
- для сервера: загрузка процессора, обращение к приложениям сервера — трафик, полученный и отправлен-

ный (**Application Demand** → **Traffic Sent, Traffic Received**), загрузка сервера **FTP, HTTP, E-mail, DB**, в разделе **Requesting Server Custom Application** → **Application Response, Total Request/Response Size, Traffic Received/Sent, Application/Group Response Time**, загрузку в **Responding Server Custom Application**;

- для конечных пользователей: задержка, объем трафика полученного, отправленного для всех типов приложений;
- для канала между сервером и маршрутизатором, а также для интернет-соединения снять все типы предлагаемой статистики.

Выводы на основе результатов моделирования.

8.3. Варианты индивидуальных заданий

Таблица 8.1 — Общая структура предприятия

№	Название	Особенности	Класс безопасности
	Банк «Столетие»	<p>Имеет главный офис и 3 филиала. Архитектура главного офиса и филиалов построена по типу «клиент-сервер».</p> <p><i>Главный офис</i> имеет сервер, который хранит информацию по данным клиентов (ФИО, номер счета, пароль и т.д.), кроме того, в здании имеются 2 банкомата. В бухгалтерском и кадровом отделах (отдел1 и отдел2 соответственно) находятся по 2 принтера, 1 стационарному и 1 Ip-телефону. Также по 2 Ip-телефона и 2 принтера подключено в бухгалтерии и кадровом отделе, 1</p>	В3

Продолжение табл. 8.1 №	Название	Особенности	Класс безопасности
		<p>принтер имеется в административном отделе. В здании находятся 3 банкомата.</p> <p>Выход в интернет каждого офиса происходит через VPN-канал. Необходимо обеспечить защищенный канал связи, доступ к серверам филиальной сети.</p>	
	Университет	<p>Университет имеет главный корпус и 2 филиала.</p> <p><i>Главный корпус</i> включает в себя 3 компьютерных класса, рабочие станции которых имеют ограниченный доступ в интернет. имеет сервер, который хранит информацию по личным данным студентов и работников университета (ФИО, дом адрес, паспортные данные и т.д.).</p> <p>В бухгалтерском и кадровом отделах (отдел1 и отдел2 соответственно) находятся по 2 принтера, 1 стационарному и 1 Ip-телефону. Также по 2 Ip-телефона и 2 принтера подключено в бухгалтерии и кадровом отделе, 1 принтер имеется в административном отделе.</p> <p>В корпусах каждого <i>филиала</i> так же имеется по 2 компьютерных класса с ограниченным доступом в интернет. В бухгалтерском отделе имеется 1 стационарный телефон и 1 принтер.</p> <p>Архитектура ЛВС типа</p>	С1

Продолжение табл. 8.1 №	Название	Особенности	Класс безопасности
		«Клиент-сервер».	
	Частная Охран-ная фирма «Барс»	<p>Включает главный офис и 3 филиала. У организации в каждом отделении имеется по 3 машины, снабженные радиостанциями. В бухгалтерском и кадровом отделах имеется по 2 стационарных телефона и 1 принтеру, В диспетчерский отдел снабжен 2 Ir-телефонами и 2 стационарными телефонами.</p> <p>В <i>главном офисе</i> обеспечить выход круглосуточного доступа в Интернет.</p>	В2
	Сеть супер-маркетов «Weekend»	<p>Имеет Главное Отделение и 2 филиала. В каждом здании, помимо торговых залов, имеются Отдел менеджеров (отдел1) и Отдел фасовки готовой продукции (отдел2), в которых находятся по 1 принтеру и 1 Ir-телефону. Так же по 2 Ir-телефона и 2 принтера подключено в бухгалтерии и кадровом отделе, 1 принтер имеется в административном отделе. В главном отделении находятся 4 банкомата.</p> <p>Необходимо обеспечить подключение банкоматов по выделенной линии.</p>	В2
	Общественная организация «Мир»	<p>Организация включает в себя главный офис и 3 филиала.</p> <p><i>Главный офис</i> имеет отдел по связям с общественностью, пользующийся конференс-</p>	В3

Продолжение табл. 8.1	Особенности	Класс безопасности
№	Название	
	<p>связью.</p> <p>В качестве физической линий связи между зданиями использовать беспроводные системы.</p> <p>Необходимо спроектировать распределенную базу данных со 100% сохранностью информации, предоставить управляемый ограниченный доступ к ресурсам Интернета и ограниченную авторизованную связь с корпоративной сетью (доступ к серверам филиальной сети).</p>	

Таблица 8.2 — Структура главного офиса

Вариант		1	2	3	4	5	6	7
Географическое место расположения		Москва	Томск	Омск	Краснодар	Белгород	Липетск	Сочи
Количество этажей		3	5	2	3	4	4	2
Площадь каждого этажа, м ²		300	400	300	300	350	350	400
Количество рабочих мест в каждом отделе	бухгалтерия	5	8	4	6	8	5	8
	кадровый	4	5	3	5	5	4	6
	админ.	3	5	5	4	5	4	5
	отдел № 1	10	12	12	10	11	11	15
	отдел № 2	10	10		10	8	9	13
	отдел № 3	10	10	8	8	12	9	10
	отдел №4	10	9	10	8	8	10	11
Количество рабочих мест оборудованных компьютерами	бухгалтерия	3	5	3	4	6	3	8
	кадровый	2	5	2	2	3	1	4
	админ.	3	2	4	2	2	1	4
	отдел № 1	10	12	8	10	11	11	15
	отдел № 2	10	10	8	10	8	9	13
	отдел № 3	10	10	2	8	12	9	10

Окончательный вариант 8.2		1	2	3	4	5	6	7
Географическое место расположения		Москва	Томск	Омск	Краснодар	Белгород	Липецк	Сочи
тером	отдел №4	10	9	–	8		10	11
Внутренние сервера	файловый	+	+	–	+	+	–	+
	Базы данных	+	+	+	+	+	+	+
	Сервер №1	+	+	+	+	+	+	+
	Сервер №2	–	–	+	+	–	+	–
Количество сотрудников, имеющих доступ к внутренним серверам	бухгалтерия	3	1	1	1	2	2	3
	кадровый	2	2	2	1	3	1	2
	админ.	1	1	2	2	1	1	3
	отдел № 1	1	2	1	3	1	2	3
	отдел № 2	1	1	3	2	2	1	1
	отдел № 3	2	–	1	–	–	–	–
Количество сотрудников, имеющих доступ в интернет	бухгалтерия	3	1	1	1	2	2	3
	кадровый	2	2	2	1	3	1	2
	админ.	3	1	2	2	1	1	3
	отдел № 1	2	2	1	3	1	2	3
	отдел № 2	2	1	3	2	2	1	1
	отдел № 3	3	–		–	1	–	1
Услуги и сервисы интернет-ресурсов	Web & Email	+	+	+	+	+	+	+
	Video Conferencing	+	+	+	+	+	+	+
	On-line Games	–	+	+	–	–	+	+
	Video & Music	+	+	–	+	–	–	+

Таблица 8.3 — Структура офисов филиалов

Вариант	а	б	в	г	д	е	ж
Удаленность от главного офиса, км	6	5	1	4	10	8	3
Количество этажей	3	2	4	3	3	2	5
Площадь каждого этажа, м ²	300	350	400	420	350	350	400
Коли- Бухгалте-	5	6	6	4	2	4	2

Продолжение табл. 8.3

Вариант		а	б	в	г	д	е	ж
число рабочих мест в каждом отделе	рия							
	кадровый	6	5	4	5	4	3	5
	админ.	4	2	3	4	2	3	4
	отдел № 1	9	10	7	11	10	8	9
	отдел № 2	8	10	8	8	10	8	11
	отдел № 3	8	9	8	10	7	12	10
Количество рабочих мест оборудованных компьютером	отдел №4	8	9	–	8	–	8	11
	бухгалтерия	3	2	3	3	2	4	2
	кадровый	5	2	4	2	1	2	2
	админ	3	1	3	1	–	2	–
	отдел № 1	9	9	7	8	7	8	9
	отдел № 2	8	9	8	8	9	8	7
Количество сотрудников, имеющих доступ в интернет	отдел № 3	8	5	8	5	7	10	10
	отдел № 4	–	–	6	8	–	8	11
	бухгалтерия	3	2	3	2	3	2	2
	кадровый	2	2	2	1	2	1	2
	Админ.	1	1	2	3	1	–	2
	отдел № 1	8	9	7	8	7	8	9
Внутренние сервера	отдел № 2	8	9	7	7	9	8	7
	отдел № 3	8	5	8	5	7	10	10
	отдел №4	–	–	5	2	–	3	–
	файловый	+	+	+	–	+	–	+
Услуги и сервисы интернет-ресурсов	Базы данных	+	+	–	+	+	+	+
	Сервер №1	+	+	+	+	+	+	+
	Сервер №2	–	+	+	–	+	–	–
	Web & Email	+	+	+	+	+	+	+
Услуги и сервисы интернет-ресурсов	Video & Music	+	+	+	+	+	+	+
	Video Conferencing	+	+	+	–	–	+	–
	On-line	+	+	+	+	+	+	+

Окончательная табл. 8.3		а	б	в	г	д	е	ж
	Games							
Количество сотрудников, имеющих доступ к внутренним серверам	бухгалтерия	1	2	1	2	2	1	2
	кадровый	2	2	3	1	1	2	2
	Администрат.	3	1	3	1	–	2	–
	отдел № 1	1	2	1	1	3	2	2
	отдел № 2	2	3	–	1	1	4	2
	отдел № 3	1	–	3	–	2	–	2
	отдел №4	–	–	–	–	5	–	–

8.4. Пример выполнения задания

Существует множество способов обеспечения безопасности компьютерных сетей: VPN, VLAN, брандмауэры, экранированные подсети (демилитаризованная зона), подключения Dual Homing и т.д. Ниже приведены настройки объектов сети в OPNET для организации того или иного метода защиты сетей.

8.4.1. Настройка VPN соединения

В OPNET произвести настройки VPN соединения и исследовать его свойства можно через утилиту **IP VPN Config**, которая находится в палитре объектов **utilities**. В атрибутах этого объекта, в ветке **VPN Configuration** (настройка VPN), указать количество соединений и следующие настройки для каждого из них:

- режим использования (**Operation Mode**) VPN соединения на принудительный (**Compulsory**) или добровольный (**Voluntary**);
- начальную и конечную точки VPN туннеля в стоках **Tunnel Source Name** и **Tunnel Destination Name** соответственно;
- время шифрования и дешифрования в секундах в строке **Delay Information** → **Encryption Delay (sec)**, **Decryption Delay (sec)**;

- Количество (**rows**) и имена удаленных клиентских рабочих станций (**Client Node Name**) в строке **Remote Client List**.

8.4.2. Определение VLAN в настройках объектов сети

- В настройках рабочих станций в ветке **IP Host Parameters** → **Interface Information** → **Layer 2 Mappings** → **VLAN Identifier** для рабочих станций.
- В настройках маршрутизаторов в ветке **IP Routing Parameters** → **Interface Information_row *i*** (где *i* — номер интерфейса) → **Layer 2 Mappings** → **VLAN Identifier**.
- В настройках коммутатора в ветке **VLAN Parameters** произвести следующие изменения:
 - параметру **Scheme** присвоить значение **Port-Based VLAN**, чтобы коммутатор разделял соединенные устройства в виртуальные сети;
 - в строке **Supported VLANs** ввести Edit и во всплывающем окне, изображенном добавить строку для каждой VLAN, поддерживаемой узлом. Каждая VLAN определяется идентификационным номером (**VID**).

8.4.3. Настройка контроля доступа (ACL)

Чтобы запрограммировать ACL в OPNET, необходимо в настройках маршрутизатора раскрыть ветку **IP Routing Parameters** → **Extended ACL Configuration**, где указать количество списков и их имена (**List Name**), содержащих те или иные правила. В каждом из списков для каждого правила должны быть прописаны следующие параметры:

- разрешение или запрещение трафика в строке **Action**;
- указать протокол в строке **Protocol**;
- указать IP адреса (**IP Address**) и **Wildcard** (символические группы) источника (**Source**) и приемника (**Destination**);
- в настройках портов (**Port Configuration**) каждого списка указать **Operator** и **Port Value**.

Списки ACL должны быть присвоены к каждому интерфейсу маршрутизатора. Параметры фильтрации при получении либо ретрансляции пакетов можно установить в строке **IP Routing Parameters**→**Interface Information**→**row i**→**Packet Filter**→**Send Filter** и **Receive Filter**, где *i* — номер интерфейса маршрутизатора.

9. ОРГАНИЗАЦИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ. ПРИМЕНЕНИЕ РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЫ

Целью самостоятельной работы является формирование и закрепление навыков, полученных при изучении, моделировании, проектировании и расчете компьютерных сетей.

Самостоятельная работа включает работу над индивидуальными заданиями Творческого задания по основным темам, изучаемым в теоретическом курсе предмета — моделирование локальных вычислительных сетей (ЛВС), структурированных кабельных систем (СКС), корпоративных сетей (КС) и т.п.

Самостоятельная работа включает: текущую работу над лекциями, учебной, методической и технической литературой при усвоении материала, рассмотренного на лекциях; подготовку к лабораторным работам и к защите отчетов по лабораторным работам; выполнение рейтинговых индивидуальных и творческих заданий.

Таблица 9.1 — Балльная раскладка по дисциплине «Компьютерные сети и системы» (Максимальный балл)

Элементы учебной деятельности	1КТ	2КТ	На конец семестра	Всего за семестр
Посещение занятий	3	3	3	9
Индивидуальные задания	5	5	5	15
Выполнение и защита лабораторных работ	11	11	12	34
Своевременность выполнения заданий	4	4	4	12
Творческое задание	–	–	30	30
ВСЕГО	23	46	100	100

10. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для проведения лабораторных занятий по курсу «Компьютерные сети и системы» по направлению подготовки 210100.68 «Электроника и наноэлектроника» с квалификацией (степенью) «магистр» учебная аудитория должна быть оснащена рабочими станциями (персональными ЭВМ класса не ниже чем процессор Core 2 Duo с жестким диском и монитором не менее 19"), связанными в единую локальную сеть посредством управляемого коммутатора. Количество персональных компьютеров — один на каждого обучающегося. В зависимости от количества рабочих станций формируется численность группы, предпочтительно — не более 12 человек.

Так же рабочие станции используются для информационного поиска и подготовки к лабораторным и практическим работам в рамках самостоятельной работы студентов, в связи с чем необходимым требованием является доступ в Интернет к поисковым порталам и официальному сайту OPNET www.opnet.com.

Предпочтительным является проведение аудиторных занятий в помещениях, оснащенных интерактивными досками и проекционным оборудованием, так как большой объем изучаемого материала требует интенсивных способов его представления.

Лабораторный практикум проводится с использованием методических пособий, выдаваемых преподавателем на время проведения занятий.

Допуск к компьютерному и коммутационному оборудованию студент получает после получения соответствующего инструктажа по технике безопасности.

11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Михальченко С.Г., Агеев Е.Ю. Эксплуатация и развитие компьютерных систем и сетей: учеб. пособие / В 2-х разделах. — Томск: ТУСУР, 2007. — Раздел 1. — 213 с.
2. Михальченко С.Г., Агеев Е.Ю. Эксплуатация и развитие компьютерных систем и сетей: учебное пособие / В 2-х разделах. — Томск : ТУСУР, 2007. — Раздел 2. — 216 с.
3. Михальченко С.Г., Агеев Е.Ю. Эксплуатация и развитие компьютерных систем и сетей : Руководство к организации самостоятельной работы / Томск : ТУСУР, 2007. — 127 с.
4. Система моделирования Opnet [Электронный ресурс] : Комплекс лабораторных работ / сост. Raymond R. Panko. — Режим доступа :
http://www.opnet.com/services/university/lab_manuals.html.
5. Система моделирования Opnet [Электронный ресурс] : Комплекс лабораторных работ / сост. U. Ramon Llull. — Режим доступа :
http://www.opnet.com/services/university/lab_manuals.html.
6. Маколкина М.А. Моделирование сетей связи с применением пакета OpNet : методические указания к лабораторным работам / Санкт-Петербург : ГОУВПО СПбГУТ. — СПб, 2009. — 26 с.
7. Исследование и разработка методики моделирования процессов в мультисервисных телекоммуникационных системах [Электронный ресурс] : Автореферат магистерской работы / Режим доступа :
<http://masters.donntu.edu.ua/2010/fkita/gaskova/diss/index.htm>.
8. Система моделирования Opnet [Электронный ресурс] : официальный сайт производителя. — Режим доступа :
<http://www.opnet.com>.
9. Норенков И.П., Трудоношин В.А. Телекоммуникационные технологии и сети. 2-е изд., испр. и доп. — М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2000. — 248 с.
10. Информатика. Базовый курс : Учебник для вузов / С.В. Симонович [и др.] ; ред. : С.В. Симонович. — 2-е изд. — СПб. : Питер, 2007. — 639[1] с.: ил., табл. — (Учебник для

- вузов) (300 лучших учебников для высшей школы). — Библиогр. : с. 631—632. — Алф. указ. : с. 633—639. — ISBN 5-94723-752-0.
11. Информатика : базовый курс : Учебник для вузов / О.А. Акулов, Н.В. Медведев. — 4-е изд., стереотип. — М. : Омега-Л, 2007. — 557[3] с. : ил. — (Высшее техническое образование). — Библиогр. : с. 556—557. — ISBN 5-365-00803-0.
 12. Информатика : учебное пособие / Н.П. Фефелов ; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. — Томск : ТУСУР, 2006. — 264 с. : ил. — Библиогр. : с. 250—251. — ISBN 5-86889-284-4.
 13. Корпоративные информационные сети / Под ред. М.Б. Купермана // Информсвязь. — 1997. — Вып.3.
 14. Локальные вычислительные сети : Справочник / Под ред. С.В. Назарова. — М.: Финансы и статистика, 1994.