

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

---

Институт электронного обучения  
Специальность 230101 Вычислительные машины, комплексы, системы и сети  
Кафедра вычислительной техники

**ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ/РАБОТА**

Тема работы
<b>Разработка цикла лабораторных работ по курсу Современные телекоммуникационные системы и сети</b>

УДК 621.39:378.662.147.88

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8301	Музыка Александр Викторович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Шерстнев В.С.	К.Т.Н.		

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Конотопский В.Ю.	К.Э.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Извеков В.Н.	К.Т.Н.		

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ВТ	Марков Н.Г.	Д.Т.Н., профессор		

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
 высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт электронного обучения  
 Направление подготовки (специальность) 230101 Вычислительные машины, комплексы,  
 системы и сети  
 Кафедра Вычислительной техники

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

\_\_\_\_\_  
 (Подпись)

\_\_\_\_\_  
 (Дата)

Н.Г.Марков

(Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ**

**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

Дипломной работы

Студенту:

Группа	ФИО
3-8301	Музыка Александр Викторович

Тема работы:

Разработка цикла лабораторных работ по курсу Современные телекоммуникационные системы и сети.

Утверждена приказом директора (дата, номер)

Срок сдачи студентом выполненной работы:

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

**Исходные данные к работе**

*(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).*

Задание на выполнение выпускной  
квалификационной работы

<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>  <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Выбор платформы выполнения лабораторных работ</li> <li>2. Выбор системы моделирования телекоммуникационных сетей</li> <li>3. Выбор протокола динамической маршрутизации</li> <li>4. Выбор технологии глобальной сети</li> <li>5. Разработка лабораторных работ:             <ol style="list-style-type: none"> <li>5.1. Основы работы с сетевым симулятором Cisco Packet Tracer</li> <li>5.2. Настройка базовых параметров коммутатора Cisco IOS</li> <li>5.3. Настройка базовых параметров маршрутизатора Cisco IOS</li> <li>5.4. Конфигурация сетей VLAN и транковых каналов</li> <li>5.5. Базовая настройка протокола EIGRP</li> <li>5.6. Базовая настройка DHCP на маршрутизаторе</li> <li>5.7. Настройка туннеля VPN GRE по схеме «точка-точка»</li> <li>5.8. Комплексная лабораторная работа на примере IT компании</li> </ol> </li> <li>6. Разработка методических указаний к выполнению лабораторных работ</li> </ol>
<p><b>Перечень графического материала</b>  <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Внешний вид программы Cisco Packet Tracer</li> <li>2. Внешний вид программы Boson NetSim</li> <li>3. Внешний вид программы GNS3</li> <li>4. Основы работы с сетевым эмулятором Cisco Packet Tracer</li> <li>5. Топология сети к лабораторной работе №2</li> <li>6. Топология сети к лабораторной работе №3</li> <li>7. Топология сети к лабораторной работе №4</li> <li>8. Топология сети к лабораторной работе №5</li> <li>9. Топология сети к лабораторной работе №6</li> <li>10. Топология сети к лабораторной работе №7</li> <li>11. Топология сети к лабораторной работе №8</li> <li>12. Организация рабочего места</li> </ol>
<p><b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b>  <i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p style="text-align: center;"><b>Раздел</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>Консультант</b></p>
<p>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p>	<p style="text-align: center;">Конотопский В.Ю.</p>

Социальная ответственность	Извеков В.Н.
<b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b>	

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	
---	--

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Шерстнев В.С.	К.Т.Н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8301	Музыка Александр Викторович		

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ**  
**ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт электронного обучения

Направление подготовки (специальность) 230101 Вычислительные машины, комплексы, системы и сети

Уровень образования специалист

Кафедра Вычислительной техники

Период выполнения (весенний семестр 2015/2016 учебного года)

Форма представления работы:

Дипломный проект/работа
-------------------------

(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН**  
**выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы:	08.06.2016
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
10.03.2016	<i>Анализ курса «Современные телекоммуникационные системы и сети»</i>	10
25.03.2016	<i>Системы моделирования телекоммуникационных сетей</i>	15
10.04.2016	<i>Протоколы динамической маршрутизации</i>	15
23.04.2016	<i>Технологии глобальных сетей</i>	15
17.05.2016	<i>Разработка лабораторных работ</i>	25
24.05.2016	<i>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</i>	10
26.05.2016	<i>Социальная ответственность</i>	10

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Шерстнев В.С.	К.Т.Н.		

**СОГЛАСОВАНО:**

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ВТ	Марков Н.Г.	Д.Т.Н., профессор		

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 90 страниц, 11 рисунков, 20 таблиц, 27 источников информации, 19 слайдов мультимедийной презентации, приложение А (объемом в 1 страницу), приложение В (объемом в 126 страниц), приложены к дипломной работе.

Ключевые слова: Cisco Packet Tracer, сетевой симулятор, VPN, Frame-Relay, маршрутизация.

Объект исследования - компьютерные сети и технологии Cisco.

Предметом исследования – системы моделирования телекоммуникационных сетей, протоколы динамической маршрутизации и технологии глобальных сетей.

Цель работы – Разработка цикла лабораторных работ по курсу Современные телекоммуникационные системы и сети.

Для достижения цели необходимо решить следующие задачи:

- Обзор и выбор систем моделирования телекоммуникационных сетей.
- Обзор и выбор протокола маршрутизации.
- Обзор и выбор технологии глобальных сетей.
- Разработка цикла лабораторных работ.

В процессе исследования проводились выбор системы моделирования телекоммуникационных сетей, сравнительный анализ VPN и Frame-Relay, изучение протоколов динамической маршрутизации и выбор оптимального протокола.

В результате исследования разработан цикл лабораторных работ для самостоятельного изучения и предоставлен лекционный материал для их выполнения.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: системы моделирования телекоммуникационных сетей имеют огромный потенциал в области обучения, применения современных телекоммуникационных технологий.

Область применения: самостоятельные практические работы студентов для закрепления лекционного материала.

Экономическая эффективность работы: рассчитана смета затрат на разработку темы проекта и рассчитана календарная продолжительность работ.

Для выполнения работы использовались программные продукты Cisco Packet Tracer, Microsoft Power Point.

Выпускная квалификационная работа выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word и представлена на CD-R (в конверте на обороте обложки).

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	10
Обозначения и сокращения .....	12
Глава 1. Анализ Курса «Современные телекоммуникационные системы и сети»	14
1.1. Программа курса .....	14
1.2. Выбор платформы для выполнения лабораторных работ .....	15
Глава 2. Системы моделирования телекоммуникационных сетей .....	17
2.1. Обзор сетевых симуляторов и эмуляторов.....	17
2.1.1. Симулятор Cisco Packet Tracer .....	17
2.1.2. Симулятор Boson NetSim .....	19
2.1.3. Эмулятор GNS3.....	21
2.2. Выбор системы моделирования.....	22
Глава 3. Протоколы динамической маршрутизации .....	25
3.1. Основные требования к протоколам динамической маршрутизации .....	26
3.2. Краткая характеристика протоколов динамической маршрутизации .....	26
3.2.1. RIP .....	27
3.2.2. IGRP.....	27
3.2.3. EIGRP .....	28
3.2.4. OSPF .....	29
3.3. Выбор протокола динамической маршрутизации .....	30
Глава 4. Технологии глобальных сетей .....	33
4.1. Краткое сравнение технологий Frame-Relay и VPN.....	34
4.2. Выбор технологии построения глобальной сети.....	40
Глава 5. Разработка лабораторных работ .....	41
5.1. Лабораторная работа №1 «Основы работы с сетевым симулятором Cisco Packet Tracer».....	42
5.2. Лабораторная работа №2 «Базовые настройки коммутатора».....	43
5.3. Лабораторная работа №3 «Базовые настройки маршрутизатора».....	44
5.4. Лабораторная работа №4 «Создание VLAN и транковых каналов» .....	46
5.5. Лабораторная работа №5 «Динамическая маршрутизация EIGRP» .....	46
5.6. Лабораторная работа №6 «Настройка DHCP».....	47

5.7. Лабораторная работа №7 «Настройка VPN».....	48
5.8. Лабораторная работа №8 «Комплексная лабораторная работа на примере ИТ компании» .....	49
5.9. Выводы по главе.....	51
Глава 6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективности ресурсосбережение	53
Глава 7. Социальная ответственность.....	71
Заключение .....	88
Список используемых источников.....	89

## ВВЕДЕНИЕ

Компьютерные сети передачи данных представляют собой результат эволюции компьютерных технологий и в настоящее время образуют основное средство коммуникации. Создание компьютерных сетей вызвано потребностью совместного использования информации на удаленных друг от друга компьютерах. Основное назначение компьютерных сетей – совместное использование ресурсов и осуществление связи как внутри одной организации, так и за ее пределами. Разделяемыми ресурсами могут быть данные, приложения, периферийные устройства.

Базовые компоненты и технологии, связанные с архитектурой локальных или глобальных сетей, могут включать в себя: серверы, концентраторы, коммутаторы, маршрутизаторы, компьютеры, средства связи между устройствами. Таким образом, компьютерная сеть представляет собой комплекс распределенной компьютерной техники, соединенной между собой системой передачи данных, содержащей коммуникационное оборудование и каналы связи.

На основании открытых систем (OSI) Международный институт стандартов (ISO) разработал семиуровневую модель в компьютерной сети. В соответствии с этой моделью взаимодействие абонентов через сеть происходит с помощью сетевых протоколов, каждый из которых работает на конкретном уровне. Под сетевым протоколом понимается строго формализованная процедура взаимодействия абонентов сети.

Передача и прием данных в сети выполняется под управлением сетевых протоколов. Решение сетевой задачи передачи данных начинается с работы протокола прикладного уровня. Далее последовательно данные проходят по всему стеку и достигают последнего физического уровня, который управляет их непосредственной передачей по физическому каналу связи. Абонент, принимающий данные, обрабатывает их аналогичным образом: передавая вверх по стеку до прикладного уровня.

В процессе обучения технологиям компьютерных сетей вызывает затруднения практическая часть исследования телекоммуникационных систем:

построение топологии сети, настройка интерфейсов, взаимодействие сетевых протоколов. Причинами этому являются высокая стоимость оборудования, организация рабочих мест для учащихся, размещение сетевых устройств.

В связи с этим появилось программное обеспечение, позволяющее проводить моделирование телекоммуникационных систем. Благодаря симуляторам компьютерных сетей эксперименты в этой области можно проводить гораздо удобнее и экономнее, чем на реальном оборудовании.

Итак, целью дипломной работы является разработка цикла лабораторных работ по курсу Современные телекоммуникационные системы и сети.

Для достижения цели необходимо решить следующие задачи:

- Выполнить обзор и выбор систем моделирования телекоммуникационных сетей.
- Выполнить обзор и выбор протокола маршрутизации.
- Выполнить обзор и выбор технологии глобальных сетей.
- Разработать цикл лабораторных работ.

## ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

OSI	Базовая эталонная модель взаимодействия открытых систем
VPN	Virtual Private Network - виртуальная частная сеть — обобщённое название технологий, позволяющих обеспечить одно или несколько сетевых соединений (логическую сеть) поверх другой сети
IOS	Операционная система
DHCP	Dynamic Host Configuration Protocol - протокол динамической настройки узла
DNS	Domain Name System - система доменных имён - компьютерная распределённая система для получения информации о доменах.
HTTP	HyperText Transfer Protocol - «протокол передачи гипертекста» - протокол прикладного уровня передачи данных
SMTP	Simple Mail Transfer Protocol - простой протокол передачи почты) - это широко используемый сетевой протокол, предназначенный для передачи электронной почты в сетях TCP/IP.
POP3	Post Office Protocol Version 3 - протокол почтового отделения, версия 3 - стандартный интернет-протокол прикладного уровня, используемый клиентами электронной почты для получения почты с удаленного сервера по TCP/IP-соединению.
NTP	Network Time Protocol - протокол сетевого времени - сетевой протокол для синхронизации внутренних часов компьютера с использованием сетей с переменной латентностью.
CCNA	Cisco Certified Network Associate - Сертифицированный Cisco Сетевой Специалист
GNS3	Graphical Network Simulator-3 (графический симулятор сети 3)
RIP	Протокол маршрутной информации (англ. Routing Information Protocol) - один из самых простых протоколов маршрутизации
IGRP	Протокол маршрутизации внутренних роутеров ( англ. Interior Gateway Routing Protokol)

EIGRP	Усовершенствованный внутренний протокол маршрутизации шлюзов (англ. Enhanced Interior Gateway Routing Protocol)
OSPF	Открытый протокол маршрутизации (англ. Open Shortest Path First)
ОС	Операционная система, (англ. operating system, OS)
ПО	Программное обеспечение
CSPF	Constrained Shortest Path First
PVC	Permanent virtual circuit- Постоянный виртуальный канал
IP	Уникальный сетевой адрес узла в компьютерной сети
ISP	Internet Service Provider - Интернет-провайдер
DOS	Disk Operating System - дисковая операционная система
DSL	Digital Subscriber Line - асимметричная цифровая линия
VLAN	Virtual Local Area Network - логическая («виртуальная») локальная компьютерная сеть
MOTD	Окно приветствия сервера
MAC	Media Access Control - управление доступом к среде
GRE	Generic Routing Encapsulation - общая инкапсуляция маршрутов
QT	Кроссплатформенный инструментарий разработки ПО

# ГЛАВА 1. АНАЛИЗ КУРСА «СОВРЕМЕННЫЕ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ»

## 1.1. Программа курса

Курс «Современные телекоммуникационные системы» посвящен изучению сетевых технологий для построения локальных и глобальных информационных сетей.

Теоретическая часть изучаемого курса включает в себя следующие разделы:

- Введение в современные телекоммуникационные системы.
- Реализации эталонной модели OSI.
- Сетевые технологии канального типа в современных вычислительных сетях.
- Задачи высокоуровневых сетевых протоколов модели OSI.
- Протоколы современных телекоммуникационных сетей.
- Современные сетевые сервисы.
- Программные решения поддержки телекоммуникационных сетей.
- Аппаратное обеспечение телекоммуникационных сетей.
- Программное обеспечение телекоммуникационного оборудования и настройка коммутаторов Cisco.
- Использование подсетей при настройке таблиц маршрутизации информационных вычислительных сетей.
- Создание и использование виртуальных локальных сетей с помощью оборудования Cisco.

Проведя анализ по программе курса «Современные телекоммуникационные системы и сети» было обнаружено, что нет таких разделов как протоколы динамической маршрутизации и технологии глобальных сетей.

Эти области для обучения являются важной частью в рамках современных телекоммуникационных сетей.

Из этого видно, что добавление новых разделов и разработка цикла лабораторных работ по данной тематике является актуальной задачей.

Так как все чаще в современных сетях используется телекоммуникационное оборудование компании Cisco Systems, то целесообразно будет разработать цикл лабораторных работ на оборудовании Cisco.

Изучив данный курс, студент должен владеть навыками построения и сопровождения локальных и глобальных информационных сетей, уметь применять свои знания на практике.

## **1.2. Выбор платформы для выполнения лабораторных работ**

Одним из крупнейших камней преткновения в исследованиях телекоммуникационных систем является высокая стоимость оборудования. Далеко не каждая лаборатория может позволить себе покупку набора беспроводных точек доступа, нескольких маршрутизаторов и прочего оборудования для проведения тестирования протоколов, решений по оптимизации архитектур, подбора определённых топологий для применения новых сетевых решений. В связи с этим были созданы программные продукты, позволяющие выполнять моделирование телекоммуникационных систем. Появление подобного программного обеспечения позволило проводить необходимые исследования и эксперименты гораздо экономнее и получать практически те же результаты, что и на реальном оборудовании.

Помимо явной экономии, подход с использованием этих программных продуктов позволяет проводить эксперименты, не строя реальную сеть, что есть достаточно трудоёмкий и требовательный ко времени процесс. Преимуществом программных продуктов является также использование определенных модулей оборудования при построении сети. Есть возможность проводить эксперименты, направленные на изучение конкретных сетевых протоколов и технологий. На сегодняшний день существует ряд инструментов, позволяющих проводить моделирование компьютерных сетей.

Основной целью при разработке лабораторных работ по курсу «Современные

телекоммуникационные системы и сети» является обучение сетевым технологиям и закрепление навыков у студентов. Для этого необходимо средство, которое не отвлекало бы от цели практического исследования, имело бы удобный и понятный интерфейс. Соответственно, при выборе программного продукта следует придерживаться заданных критериев.

При разработке лабораторных работ должны учитываться возможности симулятора и режимы его работы. Действия, выполняемые на симуляторе, должны сопутствовать ходу практического исследования и наглядно демонстрировать весь процесс работы. В основе всех лабораторных работ лежит изучение оборудования Cisco, сетевых протоколов маршрутизации, технологий глобальных сетей. Основная задача заключается в приобретении студентами знаний о современных технологиях путем построения компьютерных сетей. В соответствии с решением этой задачи предполагается формирование знаний и умений студентов.

Подводя итоги анализа, следует отметить, что не все учебные заведения могут позволить себе приобрести реальное оборудование Cisco для обучения студентов. Поэтому целесообразнее будет выполнять лабораторные работы с помощью систем моделирования телекоммуникационных сетей.

## ГЛАВА 2. СИСТЕМЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СЕТЕЙ

### 2.1. Обзор сетевых симуляторов и эмуляторов

При построении моделей телекоммуникационных сетей перед пользователем стоит вопрос, какой системой моделирования воспользоваться для построения своей модели. Актуальность данного вопроса в том, что он должна помочь начинающему пользователю в выборе той системы моделирования сетей связи, которая наиболее подходит для его модели сети связи.

Существует достаточно большое количество симуляторов и эмуляторов для построения моделей телекоммуникационных сетей. В данной главе будут показаны наиболее популярные инструменты, которые решают эту задачу.

Следует различать программные продукты типа симулятор и эмулятор.

Симуляторы - имитируют некий набор команд, который неизменен и не позволяет пользователю выйти за этот набор. При попытке выполнения неподдерживаемой команды, мы сразу получим сообщение об ошибке. Классический пример программ – симуляторов:

- Cisco Packet Tracer [6]
- Boson NetSim [5]

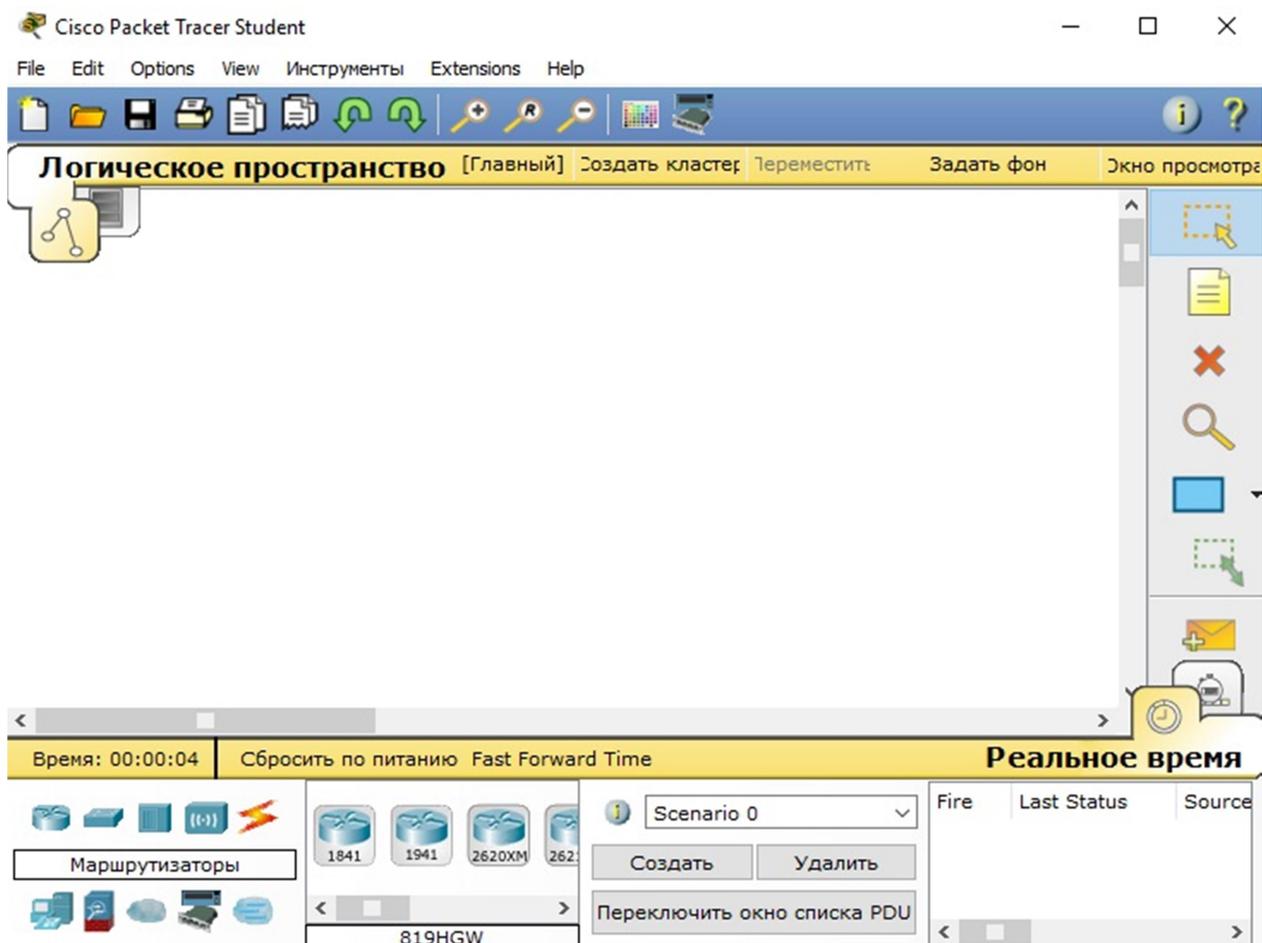
Эмуляторы же напротив - позволяют проигрывать (выполняя байт-трансляцию) образы (прошивки) реальных устройств, зачастую без видимых ограничений. В качестве примера стоит упомянуть программный продукт GNS3/Dynamips [9]

Ниже рассмотрим эти программные продукты подробнее.

#### 2.1.1. Симулятор Cisco Packet Tracer

Cisco Packet Tracer - это симулятор сети разработанный компанией Cisco и рекомендован при изучении телекоммуникационных сетей и сетевого оборудования.

Данное приложение позволяет строить сети на разнообразном оборудовании в произвольных топологиях с поддержкой разных протоколов. Программное решение Cisco Packet Tracer позволяет имитировать работу различных сетевых устройств: маршрутизаторов, коммутаторов, точек беспроводного доступа, персональных компьютеров, сетевых принтеров, IP-телефонов и т.д. Внешний вид симулятора представлен на ниже (см. Рис.1)



*Рис. 1. Внешний вид программы Cisco Packet Tracer*

Работа с интерактивным симулятором дает ощущение настройки реальной сети, состоящей из десятков или даже сотен устройств. Настройки, в свою очередь, зависят от характера устройств: одни можно настроить с помощью команд операционной системы Cisco IOS, другие – за счет графического веб-интерфейса, третьи – через командную строку операционной системы или графические меню. Благодаря такому свойству Cisco Packet Tracer, как режим визуализации, пользователь может отследить перемещение данных по сети, появление и изменение параметров IP-пакетов при прохождении данных через сетевые устройства, скорость и пути перемещения IP-пакетов. Анализ событий,

происходящих в сети, позволяет понять механизм ее работы и обнаружить неисправности. Этот симулятор доступен как под Windows, так и для Linux.

Его плюсы - дружелюбность и логичность интерфейса. Кроме этого в нем удобно проверять работу разных сетевых сервисов, вроде DHCP/DNS/HTTP/SMTP/POP3 и NTP, возможность визуально увидеть на каком из уровней модели OSI работает тот или иной протокол.

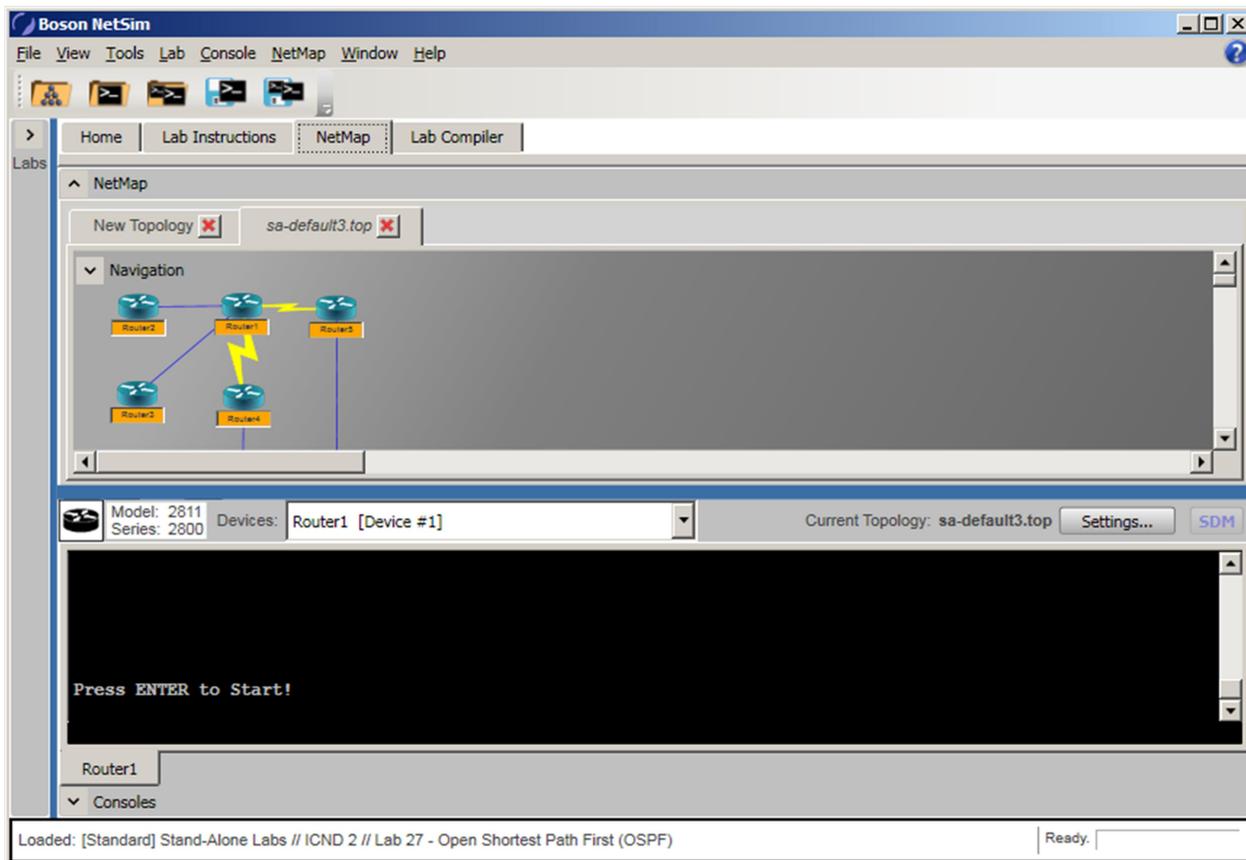
Самый главный плюс - это возможность перейти в режим симуляции и увидеть перемещения пакетов с замедлением времени.

Основным недостатком симулятора Cisco Packet Tracer является отсутствие поддержки расширенных команд конфигурирования различных протоколов, что не позволяет использовать данный сетевой симулятор для выполнения лабораторных работ выше уровня CCNA.[21]

Итак, данный симулятор имеет массу плюсов и один недостаток, который не повлияет на выполнение данного курса лабораторных работ.

### **2.1.2. Симулятор Boson NetSim**

Boson NetSim - выпускается только под Windows. Представляет собой некий сборник лабораторных работ, сгруппированный по темам экзамена. Интерфейс состоит из нескольких секций: описание задачи, карта сети, в левой части находится список всех лабораторных работ. Внешний вид программы ниже (см. Рис.2)



*Рис. 2. Внешний вид программы Boson NetSim*

Закончив выполнение лабораторных работ, можно проверить результат, и узнать, все ли было сделано.

Основные плюсы Boson NetSim:

- Симулирует сетевой трафик с помощью технологии виртуальных пакетов.
- Предоставляет два различных стиля просмотра: режим Telnet'а или режим подключения по консоли.

- Поддерживает до 200 устройств на одной топологии.

- Включает в себя лаборатории, которые поддерживают симуляцию SDM.
- Включает в себя множество Cisco устройств.

Минусы Boson NetSim:

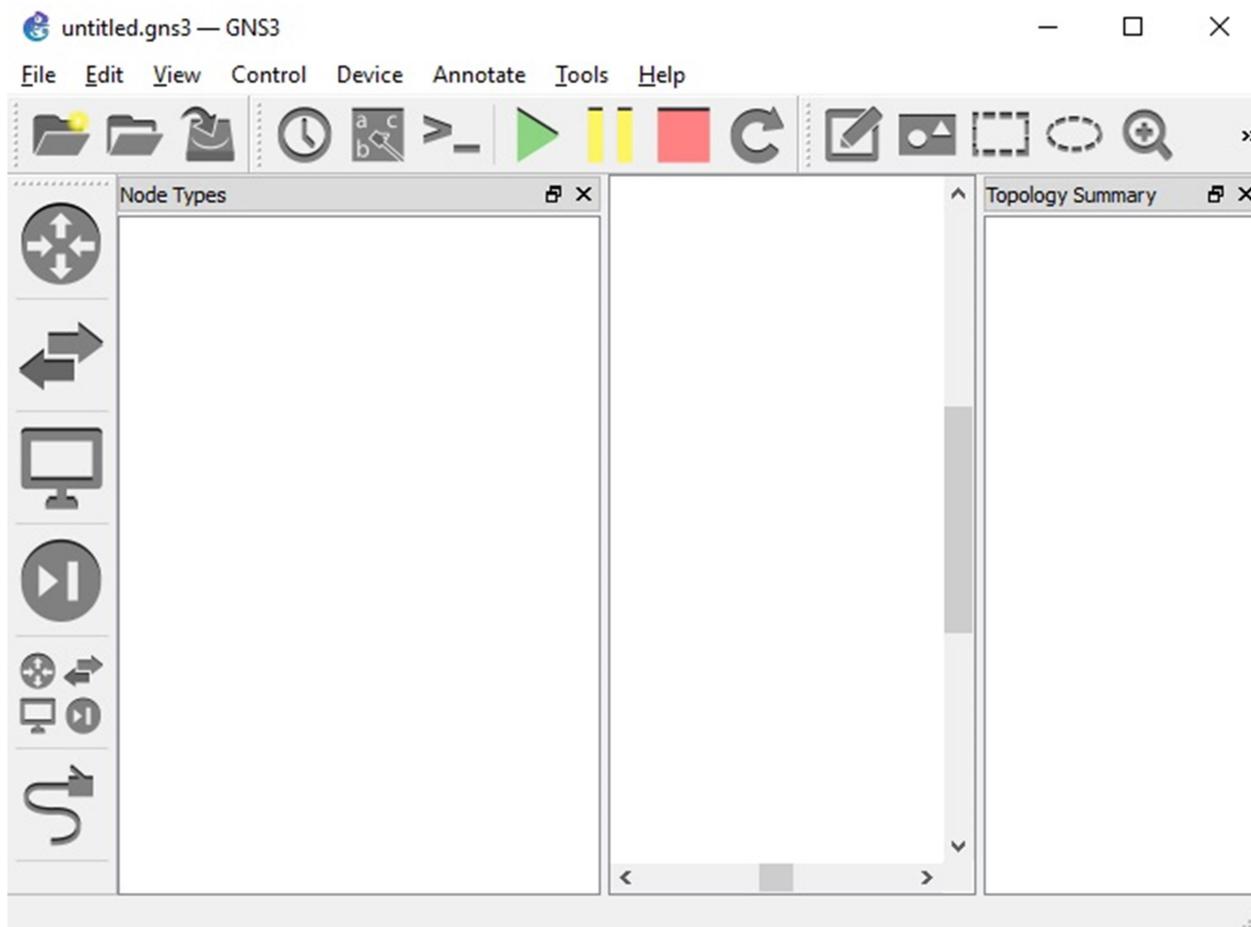
- Иногда могут проявляться разнообразные зависания программы, которые исправляются только перезапуском программы.

- Сетевой симулятор Boson NetSim платный и для его использования необходимо приобретать лицензию.

Одним из важных недостатков данного симулятора является то, что данное программное обеспечение разработано для коммерческого использования.

### 2.1.3. Эмулятор GNS3

GNS3 (Представляет собой графический интерфейс (на Qt) для эмулятора Dynamips. Свободный проект, доступен под Linux, Windows и Mac OS X. Но большинство его функций, призванных улучшить производительность, работают только под Linux, 64 битная версия так же только для Linux. Это эмулятор, который работает с реальными прошивками IOS. Внешний вид программы ниже (см. Рис.3)



*Рис. 3. Внешний вид программы GNS3*

Для того чтобы им пользоваться, у вас должны быть прошивки. Например, если вы купили маршрутизатор Cisco, то с него можно их и вытащить. К нему можно подключать виртуальные машины VirtualBox [11] или VMware Workstation [12] и создавать достаточно сложные схемы, при желании можно пойти дальше и выпустить его в реальную сеть. Кроме того, Dynamips умеет эмулировать как старые Cisco PIX (Private Internet Exchange - межсетевой экран с преобразованием сетевых адресов, выпускавшийся американской компанией Cisco Systems), так и

небезызвестную Cisco ASA (Adaptive Security Appliance - серия аппаратных межсетевых экранов, разработанных компанией Cisco Systems).

Но при всем этом есть масса недостатков.

- Количество платформ строго ограничено: запустить можно только те шасси, которые предусмотрены разработчиками Dynamips.

- Невозможно полноценно использовать коммутаторы серии Catalyst, это связано с тем, что на них используется большое количество специфических интегральных схем, которые соответственно крайне сложно эмулировать. Остается использовать сетевые модули (NM) для маршрутизаторов.

- При использовании большого количества устройств гарантированно будет наблюдаться снижение производительности.

Итак, данный эмулятор имеет большое количество плюсов, но так же имеются весомые недостатки, один из них – это отсутствие возможности эмуляции коммутаторов, которые используются в рамках данного курса лабораторных работ.

## 2.2. Выбор системы моделирования

Для того чтобы сложилось окончательное мнение о рассмотренных симуляторах моделирования сетей связи, составим сравнительную таблицу достоинств и недостатков (см. таблицу 1).

Таблица 1

ПО	Достоинства	Недостатки
Cisco Packet Tracer	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Дружественный интерфейс (GUI)</li> <li>• Моделирование в режиме реального времени</li> <li>• Большой выбор оборудования</li> <li>• Режим симуляции</li> <li>• Удобство работы с сетевыми сервисами</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Отсутствие поддержки расширенных команд конфигурации различных протоколов, что не позволяет использовать данный симулятор для выполнения лабораторных работ выше уровня CCNA</li> </ul>

## Окончание таблицы 1

ПО	Достоинства	Недостатки
Boson NetSim	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Симулирует сетевой трафик с помощью технологии виртуальных пакетов</li> <li>• Два стиля просмотра: режим Telnet'а или режим подключения по консоли</li> <li>• Поддерживает до 200 устройств на одной топологии</li> <li>• Включает в себя лаборатории, которые поддерживают симуляцию уже готовых работ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Редкие зависания программы</li> <li>• Платный</li> </ul>
GNS3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Возможность создавать виртуальные машины VirtualBox или VMware Workstation</li> <li>• Выход в реальную сеть</li> <li>• Возможность эмулировать как старые Cisco PIX, так и Cisco ASA</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Количество платформ строго ограничено</li> <li>• Невозможно полноценно использовать коммутаторы Catalyst</li> </ul>

Подводя итоги анализа следует отметить, что Cisco Packet Tracer больше подходит для выполнения лабораторных работ, благодаря такому критерию как режим симуляции, так как эта возможность позволяет сетевым специалистам наглядно продемонстрировать (для лучшего восприятия), по какому интерфейсу в данный момент перемещается пакет, какой протокол используется и на каком из семи уровней модели OSI данный протокол задействован.

Boson NetSim – не смотря на все его плюсы имеется один большой недостаток, данный симулятор платный.

GNS3 – Имеется много плюсов данного эмулятора, но есть очень важный недостаток, отсутствие полноценной поддержки коммутаторов.

Учебная среда на основе моделей развивает навыки устранения неисправностей в сети, позволяет применять творческий подход к решению задач. На основе Cisco Packet Tracer могут разрабатываться как индивидуальные лабораторные работы, так и групповые занятия. С помощью данного симулятора можно научиться создавать, настраивать, изучать сети и устранять неполадки, используя виртуальное оборудование и модели соединений.

Разумеется, ни один симулятор не может полностью заменить опыт работы в реальной сети. Однако существующее программное обеспечение в этой сфере способствует эффективному обучению сетевым технологиям.

### ГЛАВА 3. ПРОТОКОЛЫ ДИНАМИЧЕСКОЙ МАРШРУТИЗАЦИИ

Поскольку тематика лабораторных работ напрямую связана с динамической маршрутизацией, то выбор протокола динамической маршрутизации для последующего использования в лабораторных работах является одной из задач данной ВКР. Рассматривать, в рамках лабораторных работ, все возможные протоколы динамической маршрутизации не представляется возможным.

В данной главе будут предоставлены краткий обзор и сравнительная характеристика протоколов динамической маршрутизации, наиболее распространенных в сетях и предложены некоторые рекомендации по выбору протокола в зависимости от размеров и требований сети.

На данный момент трудно представить компанию, которая не имела бы сетевой инфраструктуры. Практически все современные сети являются маршрутизируемыми. С ростом размеров сети компании для поддержания ее нормальной работоспособности сетевому администратору приходится переходить от статической маршрутизации к динамической и, следовательно, к использованию одного из протоколов динамической маршрутизации. Поскольку выбор протокола оказывает существенное влияние на эффективность и надежность работы сети организации в целом, то он должен быть хорошо обоснован.

Для первоначального выбора желательно иметь краткую сравнительную характеристику протоколов.

Цель задачи по выбору протокола динамической маршрутизации - выделить наиболее существенные критерии сравнения протоколов и факторы, влияющие на их выбор, а также привести краткую сравнительную характеристику протоколов и некоторые общие рекомендации по их применению.

### **3.1. Основные требования к протоколам динамической маршрутизации**

Как известно, протоколы динамической маршрутизации позволяют маршрутизаторам сетей автоматически создавать таблицы оптимальных маршрутов и динамически модифицировать их в соответствии с изменениями, происходящими в топологии сети.

Выбор протокола маршрутизации в значительной степени зависит от следующих факторов.

- Топология и сложность сети.
- Размеры сети и необходимость в ее дальнейшем масштабировании. Возможности некоторых протоколов в этом смысле ограничены.
- Загруженность сети. Для сетей с высоким коэффициентом загруженности линий связи имеет значение способность протокола к перераспределению потоков данных.
- Требования к надежности сети. Допустимое время простоев или нестабильности в работе сети из-за отказа ее узлов.
- Требования к защите информации в сети.
- Необходимость подключения маршрутизируемого сегмента к уже существующей сети.
- Возможность организации программных маршрутизаторов. При небольшом трафике в сети или на отдельных ее участках от маршрутизаторов не требуется высокая производительность.

### **3.2. Краткая характеристика протоколов динамической маршрутизации**

Рассмотрим наиболее распространенные протоколы динамической маршрутизации (без учета Exterior Gateway Protocol):

- RIP (Routing Information Protocol) [10]
- IGRP (Interior Gateway Routing Protocol) [1]

- EIGRP (Enhanced Interior Gateway Routing Protocol) [2]
- OSPF (Open Shortest Path First) [3]

### 3.2.1. RIP

Протокол основан на дистанционно - векторном алгоритме и в большинстве реализаций использует самую простую метрику - количество промежуточных маршрутизаторов до сети назначения.

Главным достоинством протокола является легкость конфигурирования, не требующая высокой квалификации обслуживающего персонала. Протокол является открытым и поддерживается практически всеми производителями сетевого оборудования. Также имеются реализации протокола в ПО и поддержка в ряде ОС.

Основными недостатками протокола являются: медленная сходимость и большой объем служебного трафика. Это ограничило область применения протокола сетями с количеством маршрутизаторов не более пятнадцати.

В протокол RIP версии 2 добавлена поддержка маски переменной длины, мультикастинговая (многоадресная) рассылка вместо широковещательной и средства защиты при обмене маршрутной информацией в виде аутентификации по ключу MD5 и открытого (нешифрованного) текста. Протокол достаточно распространен в небольших не стремящихся к расширению локальных сетях с невысокими требованиями к надежности сети. В новой версии протокола Ripping организована поддержка протокола IPv6.[4]

### 3.2.2. IGRP

Закрытый дистанционно - векторный протокол IGRP компании Cisco Systems был спроектирован для устранения ряда недостатков протокола RIP, и имел цель обеспечить лучшую поддержку крупных сетей (до 255 маршрутизаторов), которые содержат каналы связи с отличающимися характеристиками полосы пропускания и величины задержки. Протокол использует комбинированную

метрику, которая включает задержку, полосу пропускания, надежность и загруженность маршрута. Весовые коэффициенты, определяющие вклад этих характеристик в результирующую метрику, задаются пользователем, обеспечивая гибкую адаптацию к его конкретным задачам. Показатели задержки и полосы пропускания конфигурируются для каждой линии связи предварительно, а показатели надежности и загруженности могут вычисляться в процессе обработки реального трафика в сети.

Протокол IGRP обеспечивает более быструю сходимость, чем RIP благодаря применению пакетов обновления с мгновенной рассылкой (информация об изменениях в сети отправляется сразу, как только становится доступной, не дожидаясь очередного времени обновления). Протокол поддерживает балансировку нагрузки между несколькими маршрутами даже в том случае, если их метрики не равны, но находятся в пределах определенного диапазона показателей наилучшего маршрута. При этом соотношение объемов отправляемых по каждому пути данных будет пропорционально соотношению их метрик.

К недостаткам протокола можно отнести отсутствие поддержки масок подсетей переменной длины и возможности объединения маршрутов. Периодические рассылки маршрутной информации соседним маршрутизаторам остаются широковещательными. Средства обеспечения безопасности ограничены. Отсутствуют средства аутентификации при обмене маршрутной информацией.

Протокол совместим с RIP.

### **3.2.3. EIGRP**

Компанией Cisco Systems представляется собой улучшенную версию исходного протокола IGRP. Протокол является гибридным и основан на алгоритме обновления Diffusing-Update Algorithm (DUAL). Он совмещает в себе лучшие стороны дистанционно - векторных протоколов (простота алгоритма выбора оптимального маршрута) и протоколов состояния каналов связи (быстрая сходимость и экономия полосы пропускания сети за счет сообщений только о

состоянии связей и об их изменении). Все рассылки протокола являются мультикастными или индивидуальными. Таким образом, информация рассылается только при изменениях и только тем маршрутизаторам, которых она касается. С целью повышения масштабируемости протокола в него добавлена поддержка масок подсетей переменной длины и возможность объединения маршрутов.

В последних версиях EIGRP имеются средства защиты, не позволяющие дописывать элементы в таблицу маршрутизации, и аутентификация по ключу MD5. Кроме того, в настоящее время для EIGRP разрабатывают средства поддержки IPv6, так что этот протокол будет развиваться в дальнейшем.

Основным недостатком EIGRP, как и его предшественника, является закрытость и реализация только на оборудовании Cisco Systems.

Протокол хорошо совместим с IGRP, а также с RIP.

#### **3.2.4. OSPF**

Наиболее универсальным и гибким в настройке протоколом динамической маршрутизации в корпоративных сетях на сегодняшний день является открытый протокол выбора первого кратчайшего пути OSPF. Протокол изначально был ориентирован на работу в больших сетях (до 65536 маршрутизаторов) со сложной топологией. Он основан на алгоритме состояния каналов связи и обладает высокой устойчивостью к изменениям топологии сети и быстрой сходимостью. При выборе маршрута используется метрика пропускной способности составной сети (т.е. передача данных по наиболее скоростным каналам связи). Протокол может поддерживать разные требования IP-пакетов на качество обслуживания (пропускная способность, задержка и надежность) посредством построения отдельной таблицы маршрутизации для каждого из этих показателей.

Протокол обладает и другими достоинствами, полезными в крупных современных сетях. К ним относятся возможность балансировки нагрузки между каналами с равными метриками и средства аутентификации как по нешифрованному паролю, так и по зашифрованному (путем добавления к пакету

дайджеста ключа и тела пакета по алгоритму MD5). Нумерация пакетов исключает их повторяемость и таким образом возможность повторной атаки.

Открытость протокола определяет его поддержку практически всеми производителями сетевого оборудования, реализации в ПО под все популярные ОС, а также непосредственную интеграцию в ряд ОС.

К недостаткам прокола следует отнести высокую вычислительную сложность и, следовательно, высокие требования, предъявляемые к ресурсам маршрутизатора. Вычислительная сложность OSPF растет с увеличением размеров сети. Поэтому для увеличения масштабируемости протокола применяется разделение сети на логические области, соединенные магистральной областью. Внутренняя топологическая информация между областями не передается. Сокращению размеров таблиц маршрутизации и снижению служебного трафика при обновлении топологической информации служит возможность объединения нескольких адресов сетей в один при обнаружении у них общего префикса, и замена широковещательных рассылок мультикастинговыми.

Платой за эти преимущества является сложность конфигурирования и необходимость тщательного предварительного планирования сети для ее оптимальной работы (разбивка на области, выделение магистрали, распределение функций между маршрутизаторами с учетом их вычислительной мощности: рядовые, выделенные в зоне, пограничные и т.д.

В качестве перспективных функций OSPF следует назвать поддержку протокола IPv6 и возможность выбора маршрута на основании текущего коэффициента загруженности каналов связи (расширенная версия OSPF получила название Constrained Shortest Path First — CSPF).

Протокол совместим с RIP.

### **3.3. Выбор протокола динамической маршрутизации**

Выбор протокола динамической маршрутизации зависит от размеров и требований сети.

Представлена сравнительная характеристика основных протоколов динамической маршрутизации.[15] (см. таблицу 2)

Таблица 2

<b>Критерии</b>	<b>RIP</b>	<b>IGRP</b>	<b>OSPF</b>	<b>EIGRP</b>
Безопасность	Открытый пароль или аутентификация по ключу MD5	-	Открытый пароль или аутентификация по ключу MD5	Аутентификация по ключу MD5
Тип алгоритма	Вектор расстояния	Вектор расстояния	Состояние каналов связи	Комбинированный
Балансировка нагрузки	-	Разные метрики	Одинаковые метрики	Разные метрики
Объединение маршрутов	-	-	+	+
Маска подсетей переем длины	+	-	+	+
Максимальное количество маршрутизаторов в сети	15	255	65534	255
Поддержка IPv6	-	-	+	+
Необходимость логической информации	-	-	Выделение центральной области и связанных областей	-
Доступность реализации	Открытый	Только на оборудовании Cisco	Открытый	Только на оборудовании Cisco

## Окончание таблицы 2

Учет в метрике различных характеристик пути	Одна основная	Комбинированная	Одна основная и три дополнительных	Комбинированная
Обновление маршрутной информации	Вся таблица	Вся таблица	Только изменения	Только изменения

Сравнительная характеристика показывает, что совершенными внутренними протоколами динамической маршрутизации являются OSPF и EIGRP. Но так как лабораторные работы выполняются на оборудовании cisco, то более оптимальным является протокол EIGRP.

Причины:

- Надежность и дополнительные технические преимущества оборудования фирмы Cisco Systems могут сыграть решающую роль в пользу построения сети. Тогда наибольший эффект даст использование протокола EIGRP.
- Алгоритм DUAL поддается гибкой настройке (комбинированная метрика, балансировка нагрузки путей с различными значениями метрики), это позволяет сети обеспечивать ее максимальную производительность, поскольку хорошо известно, что перед сетью могут ставиться самые разнообразные задачи, и только большие функциональные возможности и гибкость их использования помогут решить любую поставленную задачу.

## ГЛАВА 4. ТЕХНОЛОГИИ ГЛОБАЛЬНЫХ СЕТЕЙ

Поскольку тематика лабораторных работ связана с объединением сетей удаленных друг от друга, то выбор технологии глобальных сетей является одной из задач данной ВКР.

В данной главе будет представлен краткий обзор глобальных сетей и сравнительная характеристика технологий глобальных сетей, наиболее распространенных в сетях и предложены некоторые рекомендации по выбору технологии для построения сети в процессе выполнения лабораторных работ.

На данный момент невозможно представить мир без использования глобальной сети, особенно крупные компании. Для этого существуют технологии, которые служат для того, чтобы предоставлять свои сервисы большому количеству конечных абонентов, разбросанных по большой территории - в пределах области, региона, страны, континента или всего земного шара. Ввиду большой протяженности каналов связи построение глобальной сети требует очень больших затрат, в которые входит стоимость кабелей и работ по их прокладке, затраты на коммутационное оборудование и промежуточную усилительную аппаратуру, обеспечивающую необходимую полосу пропускания канала, а также эксплуатационные затраты на постоянное поддержание в работоспособном состоянии разбросанной по большой территории аппаратуры сети.

Для первоначального выбора желательно иметь краткую сравнительную характеристику технологии глобальной сети и их применение. Данная задача позволяет в процессе выбора изучить технологии и иметь представления их оптимального использования.

Цель выбора технологии глобальной сети – выделение существенных критериев выбора, проведение сравнительной характеристики, а также дальнейшее использование данной технологии в процессе выполнения лабораторных работ.

Рассмотрим две широко распространенных технологии:

- Frame-Relay [7]
- VPN [13]

Несмотря на то, что эти технологии работают на разных уровнях модели OSI, а именно:

Frame-Relay – протокол канального уровня модели OSI

VPN – не выше сетевого уровня модели OSI

Эти технологии выполняют одну и ту же функцию. Образуют канал линии связи через интернет, тем самым предоставляя удаленный доступ.

#### 4.1. Краткое сравнение технологий Frame-Relay и VPN

Сравнение Frame-Relay и VPN будет основано на следующих критериях, описанных в работе [8] (см. Таблицу 3)

Таблица 3

Критерии	Frame-Relay	IP VPN
Бюджет	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Поставщики услуг взимают больше за постоянный виртуальный канал (PVC) в сетях Frame-Relay</li> <li>• Обычно требуется два PVC для каждого сайта</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Отпадает необходимость в PVC</li> <li>• Снижает затраты на сеть</li> <li>• Обеспечивает консолидацию данных, голоса и видео трафика</li> </ul>
Быстрое развертывание	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Как правило, от 1 до 7 недель для нового PVC</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Не требуется конфигурация PVC; быстрое время развертывания</li> </ul>
Удаленный доступ	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Как правило, не предлагают удаленного доступа</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Расширяет сетевую безопасность для мобильных и работников на дому</li> </ul>

## Продолжение таблицы 3

Критерии	Frame-Relay	IP VPN
Масштабируемость	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Масштабируемость является сложной задачей для развертывания сетей Frame-Relay</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Масштабируемость не является сложной задачей для развертывания сетей на базе IP VPN, так как не требуется пиринг site-to-site</li> <li>• Значительно упрощает операции WAN</li> </ul>
Гибкость	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Как правило, развертывается только для подключения к территории между филиалами</li> <li>• Не позволяет контролируемый доступ к партнерам экстранет</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Расширяет сеть для удаленных филиалов, экстранет и мобильных сотрудников с помощью одного простого подключения</li> <li>• Обеспечивает безопасный экстранет с партнерами, поставщиками и посредниками</li> </ul>
Поддержка IP приложений	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Предназначен для 2-го уровня транспорта</li> <li>• Не имеет никакого знания трафика верхнего уровня и дает мало добавленную стоимость для верхних слоев</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Обеспечивает основу для развертывания расширенных услуг на основе IP, которые не являются жизнеспособными над Frame-Relay, такие как единая связь, многоадресная передача видео, экстранет, удаленный доступ и службы безопасности сети</li> </ul>

## Окончание таблицы 3

Критерии	Frame-Relay	IP VPN
Географический охват	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ограничены зоны обслуживания поставщика услуг</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Улучшает географический охват и предлагает основу для глобальной связи</li> </ul>
Сетевая безопасность	<ul style="list-style-type: none"> <li>Опирается на разделение трафика для передачи данных безопасности</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Обеспечивает эквивалент безопасности лучше, чем Frame-Relay, в зависимости от выбора клиента технологий MPLS или IPSec VPN; использование сильных стандартов шифрования в IPSec, такие как тройной стандарт шифрования данных (3DES) и Advanced Encryption Standard (AES), делает VPN более безопасным, чем Frame Relay</li> </ul>

Перейдем к сравнительному анализу технологий по этим критериям. (представлены основные критерии по которым возможно осуществить выбор)

### Масштабируемость

Предоставление доступа к сети для удаленных пользователей через Frame-Relay, как правило, требует предварительной инициализации отдельного PVC на каждом участке - процесс отнимает много времени и это дорого. Более того, компания берет на себя регулярные платежи за PVC.

IP VPN обеспечивает разнообразные и более экономичные способы подключения мобильных пользователей, удаленных сотрудников и других интранет компании по сети поставщика услуг или Интернет общего пользования. Пользователи могут безопасно подключаться к сети везде, где есть доступ в Интернет, с помощью дозвона, DSL, кабель или беспроводной технологии.

С IP VPN, компании могут безопасно расширить доступ к сети партнеров через открытый Интернет, без предварительной инициализации PVC. На самом деле, если поставщики и партнеры компании обслуживаются одним и тем же поставщиком услуг, может это положение экстранет VPN между поставщиками и корпоративных ресурсов, отличных от интрасети, используемого для подключения офисом и филиалами. Это добавляет еще один уровень безопасности сети за счет сохранения целостности корпоративной сети.

### **Гибкость**

Поставщики услуг, которые предлагают IP VPN, должны предоставлять услуги по управлению сетью. В зависимости от их потребностей, компании должны искать поставщиков услуг, которые могут предложить некоторые или все из следующих возможностей управления сетью:

- Возможность сохранить тип маршрута и метрику маршрута элементы таким образом, что переход к IP VPN не требует дорогостоящей модернизации в рамках внутренней сети.
- Способность поддерживать текущие и будущие число одноадресных IP-маршрутов и несмежных сетей через VPN.
- Управление производительностью.
- Ошибка идентификации и разрешения.
- Составление отчетов.
- Добавление, удаление и управление изменениями.
- Сокращение затрат.

### **Поддержка географически распределенных филиалов**

Frame-Relay сети обычно ограничиваются географической зоне обслуживания поставщика услуг, предотвращающей компаниям легко обеспечивая доступ к сети их филиалов за пределами зоны обслуживания. На самом деле, транснациональные компании с Frame-Relay сетей должны прибегать к установлению и поддержанию отношений с одним или несколькими поставщиками услуг в каждой стране, в которой они работают. При переходе на

IP VPN, компании часто могут консолидировать свои контракты с меньшим количеством поставщиков услуг, что снижает затраты и упрощает поддержку, мониторинга и расчета. Причина заключается в том, что многие поставщики услуг начинают предлагать более широкий охват для своих IP-сетей VPN, чем для их фреймов сетей ретрансляции. И даже если компания имеет удаленные филиалы и мобильных сотрудников за пределами зоны покрытия VPN провайдера, эти пользователи могут получить доступ к корпоративным ресурсам через Интернет, с помощью локального поставщика услуг Интернета (ISP).

### **Сетевая безопасность**

Поставщики услуг с надежной инфраструктуры безопасности и поддержки процессов может гарантировать, что миграция своих клиентов из Frame-Relay (технология 2-го уровня) к IP VPN (технология 3-го уровня) достигается без компромисса для безопасности сети. Поставщики услуг, которые предлагают услуги IP VPN обеспечит все или подмножество из следующих функций и служб безопасности сети:

- Разделение трафика.
- Распределение маршрута управления.
- Шифрование данных.
- На основе политик контроля доступа.
- В режиме реального времени обнаружения вторжений и аудит.
- Мониторинг отказа в обслуживании (DoS) атак.

### **Бюджет**

Потенциальная экономия средств, которые можно получить от перехода на IP VPN находятся на подъеме, поскольку затраты на низкоскоростной Frame-Relay соединений возрастает в некоторых регионах.

Сокращение затрат при переходе на IP VPN на 61 процент меньше, чем при использовании Frame-Relay. Обоснование этому служат проведенные в 2003 году исследования компанией Yankee Group [18](см. Таблицу 4)

**Frame-Relay для IP VPN миграции тематических исследований**

Следующее резюме появились в отчете Yankee Group, опубликованном в мае 2003 года под названием "Перемещение по VPN рынка объектов интеллектуальной собственности: принятие решений руководством для европейского бизнеса"

British American Tobacco Group PLC, базирующаяся в Лондоне, Англии, мигрировала из Frame-Relay на IP VPN в рамках более широкой стратегии снижения затрат, не связанных с производством. В настоящее время компания использует IP VPN для нескольких испытаний IP с поддержкой приложений, предназначенных для повышения производительности и рентабельности, в том числе веб - конференций, Wi-Fi и DSL для удаленных и домашних пользователей доступа, а также IP - телефонии.

HJ Heinz, международный производитель продуктов питания, мигрировала в IP VPN и поставлена задача поставщика услуг, который будет управлять всеми 37 европейских сайтов. Компания достигла обеих своих целей: чтобы получить более четкое представление общих затрат сети и уменьшить использование мобильного телефона. На сегодняшний день HJ Heinz установила более 7000 IP - телефонов и программных телефонов на удаленных объектах. IP - телефония позволила HJ Heinz проводить перемещения, добавления и изменения 86 процентов быстрее, чем с АТС, и позволило ИТ - персоналу сосредоточиться на других проектах. Использование мобильного телефона вниз, потому что сотрудники, путешествующие между сайтами используют программные телефоны. Наличие голосовой почты увеличило производительность до 25 процентов для некоторых сотрудников. Экономия достигается за счет внедрения в телефонии IP помог платить за подключение E1 к сайтам с существующими каналами E1, что фактически удваивает пропускную способность на экономию более чем на 60 процентов по сравнению с сетью Frame-Relay.

## 4.2. Выбор технологии построения глобальной сети

Во время изучения данной главы был рассмотрен следующий вопрос: почему перешли от Frame-Relay к IP VPN.

Основная причина перехода от Frame-Relay к IP VPN:

Переход сети от Frame-Relay к IP VPN стал привлекательным из-за изменений в эволюции требований приложений и достижения в области VPN гибкость, простоту управления и эффективность затрат.

При переходе от Frame-Relay к IP VPN, пользователи получают тактические и стратегические преимущества. В ближайшей перспективе, пользователи извлекают выгоду из экономически эффективного, безопасного подключения к сети и безопасный доступ к удаленным рабочим местам по всему миру.

Резюмируя, можно сказать, что использование VPN более оптимально для выполнения лабораторных работ. VPN стал привлекательным благодаря гибкости, простоты управления и эффективности затрат.

Подводя итоги трёх разделов посвящённых анализу, следует отметить, что все необходимые вопросы для разработки лабораторных работ были проанализированы. На основе проведённого анализа были обоснованно выбраны необходимые для изучения сетевые технологии.

## ГЛАВА 5. РАЗРАБОТКА ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

В данной главе будет описан разработанный цикл лабораторных работ. Идея цикла лабораторных работ заключается в том, чтобы изначально обучить студентов необходимым технологиям по отдельности, а в конце цикла предложить к выполнению комплексную лабораторную работу, которая будет охватывать весь пройденный материал и подтвердит качество приобретённых навыков.

За время работы над ВКР были разработаны методические указания ко всем запланированным лабораторным работам. Общий объём методических указаний составил 126 страниц. Созданные методические указания к циклу лабораторных работ приведены в приложении В.

Цикл включает в себя следующие лабораторные работы:

- Лабораторная работа №1. «Основы работы с сетевым эмулятором Cisco Packet Tracer»
- Лабораторная работа №2. «Базовые настройки коммутатора»
- Лабораторная работа №3. «Базовые настройки маршрутизатора»
- Лабораторная работа №4. «Создание VLAN и транковых каналов»
- Лабораторная работа №5. «Динамическая маршрутизация EIGRP»
- Лабораторная работа №6. «Настройка DHCP»
- Лабораторная работа №7. «Настройка VPN»
- Лабораторная работа №8. «Комплексная лабораторная работа на примере развивающейся IT компании».

Каждая лабораторная работа будет иметь следующую структуру:

1. Цель
2. Теоретическая часть
3. Список команд
4. Ход работы
5. Контрольные вопросы
6. Правила оформления отчёта

После выполнении каждой лабораторной работы студенту необходимо оформить отчет о проделанной работе, согласно нижеприведённой структуре:

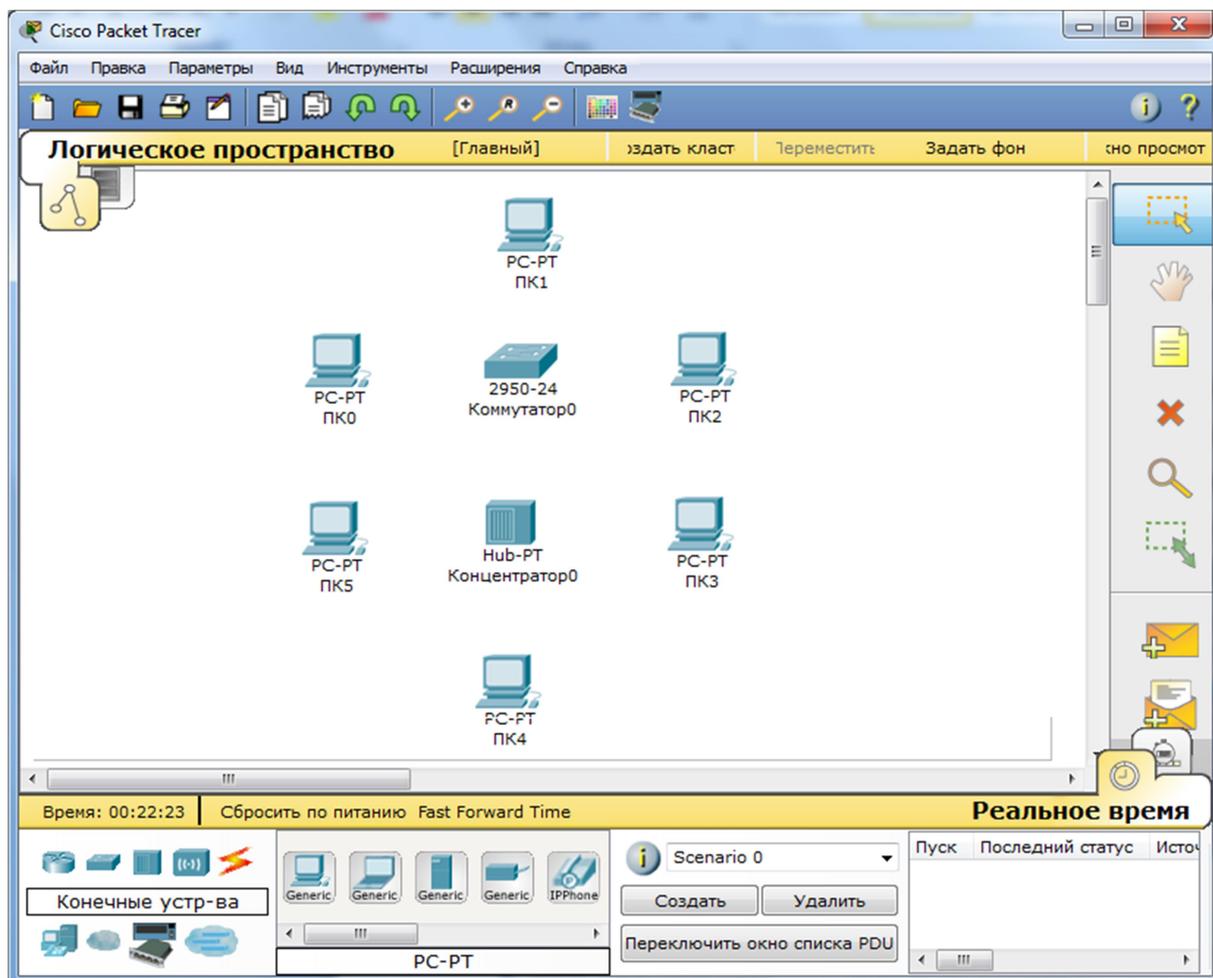
1. Титульный лист
2. Цель лабораторной работы
3. Ход работы (данный раздел состоит из последовательного описания выполняемых шагов и соответствующих копий экранов)
4. Ответы на контрольные вопросы
5. Выводы

Кратко рассмотрим содержание каждой из представленных лабораторных работ.

### **5.1. Лабораторная работа №1 «Основы работы с сетевым симулятором Cisco Packet Tracer»**

Целью данной лабораторной работы является изучение основ работы с сетевым симулятором Cisco Packet Tracer (см. Рис. 4).

В разделе теоретическая информация приведена информация о симуляторе Cisco Packet Tracer, который будет использоваться для выполнения лабораторных работ.



*Рис. 4. Основы работы с сетевым эмулятором Cisco Packet Tracer*

В ходе работы описан процесс построения простых топологий сетей, что впоследствии поможет при разработке более сложных топологий сетей.

После выполнения лабораторной работы студенту необходимо ответить на контрольные вопросы, а так же закрепить свои знания оформлением отчета.

## **5.2. Лабораторная работа №2 «Базовые настройки коммутатора»**

Целью данной лабораторной работы является знакомство с базовыми настройками коммутатора Cisco.

В разделе теоретическая информация приведены команды и их описание для выполнения данной лабораторной работы.

В ходе данной лабораторной работы предстоит построить простую сеть, используя Ethernet - кабель локальной сети, и получить доступ к коммутатору Cisco, используя консольное подключение и методы удалённого доступа.

Перед настройкой базовых параметров коммутатора нужно проверить настройки коммутатора по умолчанию.

К базовым настройкам коммутатора относятся:

- Имя устройства
- Описание интерфейса
- Локальные пароли
- Баннер MOTD (сообщение дня)
- IP-адресация
- Назначение статического MAC-адреса

Так же демонстрация использования административного IP-адреса для удалённого управления коммутатором.

Топология состоит из одного коммутатора Cisco 2960 и одного узла, который использует только порты Ethernet и консоли (см. Рис. 5)



*Рис. 5. Топология сети к лабораторной работе №2*

После выполнения лабораторной работы студенту необходимо ответить на контрольные вопросы, а так же закрепить свои знания оформлением отчета.

### **5.3. Лабораторная работа №3 «Базовые настройки маршрутизатора»**

Целью данной лабораторной работы является знакомство с базовыми настройками маршрутизатора Cisco.

В разделе теоретическая информация приведены команды и их описание для выполнения данной лабораторной работы.

В ходе данной лабораторной работы предстоит построить простую топологию, используя Ethernet - кабель локальной сети, и получить доступ к маршрутизатору Cisco, используя консольное подключение и методы удалённого доступа.

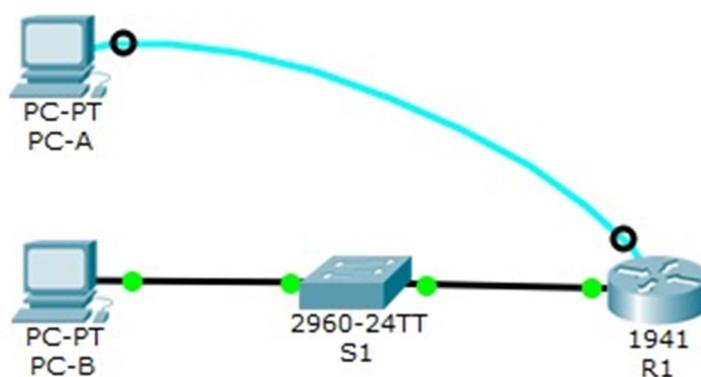
Перед настройкой базовых параметров маршрутизатора нужно очистить маршрутизатор от предыдущих настроек.

К базовым настройкам маршрутизатора относятся:

- Имя устройства
- Описание интерфейса
- Локальные пароли
- Баннер MOTD (сообщение дня)
- IP-адресация
- Назначение статического MAC-адреса

Так же демонстрация использования административного IP-адреса для удалённого управления маршрутизатором.

Топология состоит из одного маршрутизатора Cisco 1941, одного коммутатора Cisco 2960 и двух узлов, которые используют только порты Ethernet и консоли (см. Рис. 6).



*Рис. 6. Топология сети к лабораторной работе №3*

После выполнения лабораторной работы студенту необходимо ответить на контрольные вопросы, а так же закрепить свои знания оформлением отчета.

## 5.4. Лабораторная работа №4 «Создание VLAN и транковых каналов»

Целью данной лабораторной работы является знакомство с виртуальными локальными сетями (VLAN) и транковыми каналами.

В разделе теоретическая информация приведены команды и их описание для выполнения данной лабораторной работы.

В ходе данной лабораторной работы предстоит:

- Создать сети VLAN
- Назначить сети VLAN в порты доступа на коммутаторе
- Проверить корректность работы сетей VLAN
- Создать транковый канал между двумя коммутаторами, чтобы узлы в пределах одной сети VLAN могли обмениваться данными по транку вне зависимости от того, к какому коммутатору подключён узел.

Топология состоит из двух коммутаторов Cisco 2960 и трех узлов, которые используют только порты Ethernet (см. Рис. 7).

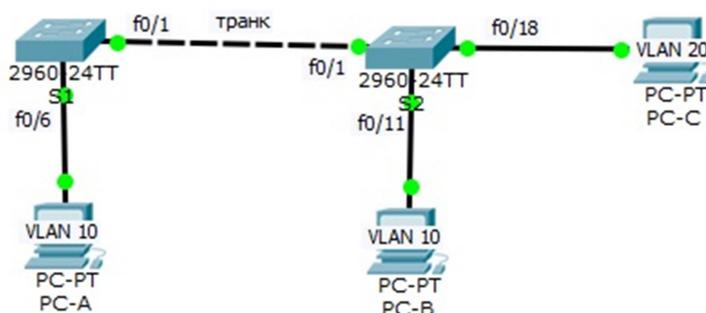


Рис. 7. Топология сети к лабораторной работе №4

После выполнения лабораторной работы студенту необходимо ответить на контрольные вопросы, а так же закрепить свои знания оформлением отчета.

## 5.5. Лабораторная работа №5 «Динамическая маршрутизация EIGRP»

Целью данной лабораторной работы является знакомство с протоколом маршрутизации EIGRP.

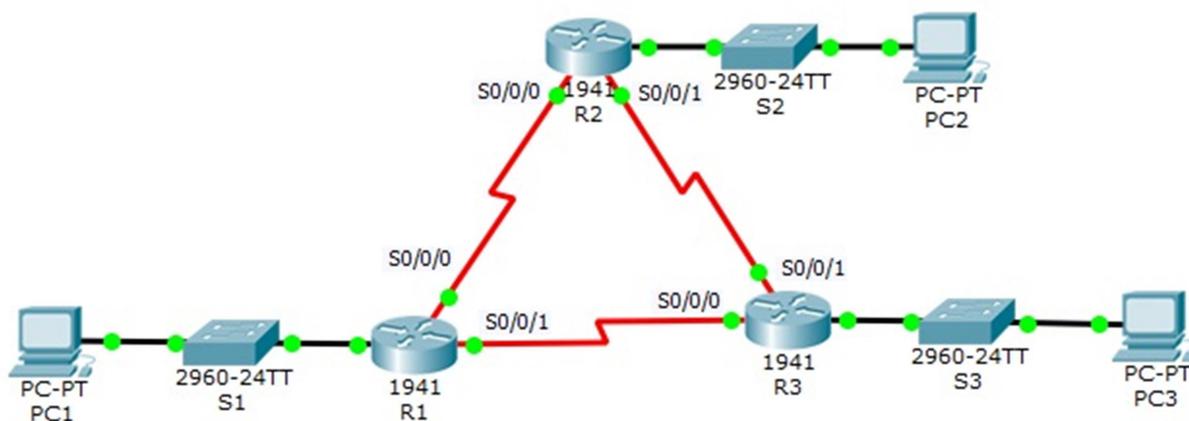
Протокол EIGRP - это высокопроизводительный протокол маршрутизации на основе векторов расстояния, относительно несложный при настройке базовых сетей.

В разделе теоретическая информация приведены команды и их описание для выполнения данной лабораторной работы.

В ходе данной лабораторной работы предстоит:

- Построить сеть и проверить соединение
- Настроить маршрутизацию EIGRP
- Проверить маршрутизацию EIGRP
- Изменить пропускную способность и настроить пассивный интерфейс, чтобы повысить эффективность работы EIGRP.

Топология состоит из трех маршрутизаторов Cisco 1941, трех коммутаторов Cisco 2960 и трех узлов, которые используют только порты Ethernet (см. Рис. 8).



*Рис. 8. Топология сети к лабораторной работе №5*

После выполнения лабораторной работы студенту необходимо ответить на контрольные вопросы, а так же закрепить свои знания оформлением отчета.

## 5.6. Лабораторная работа №6 «Настройка DHCP»

Целью данной лабораторной работы является изучение протокола динамической настройки узла (DHCP).

Маршрутизаторы Cisco могут выступать в качестве DHCP сервера.

В разделе теоретическая информация приведены команды и их описание для выполнения данной лабораторной работы.

В ходе данной лабораторной работы предстоит:

- Построение сети и настройка базовых параметров устройства
- Выполнение настройки DHCPv4-сервера
- Выполнение настройки агента-ретранслятора DHCP

Топология состоит из трех маршрутизаторов Cisco 1941, трех коммутаторов Cisco 2960 и двух узлов, которые используют только порты Ethernet (см. Рис. 9).

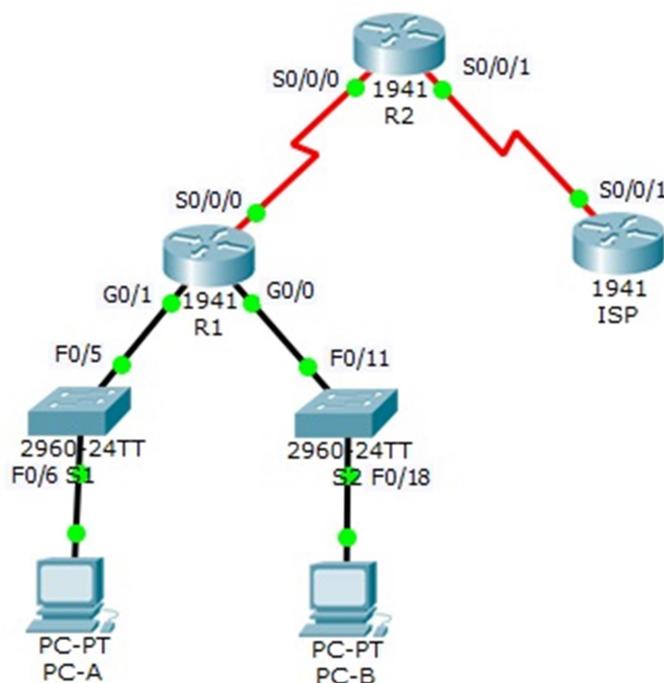


Рис. 9. Топология сети к лабораторной работе №6

После выполнения лабораторной работы студенту необходимо ответить на контрольные вопросы, а так же закрепить свои знания оформлением отчета.

### 5.7. Лабораторная работа №7 «Настройка VPN»

Целью данной лабораторной работы является изучение подключения удаленного доступа с помощью VPN.

Универсальная инкапсуляция при маршрутизации (GRE) - это протокол туннелирования, способный инкапсулировать различные протоколы сетевого уровня между двумя объектами по общедоступной сети, например, в интернете.

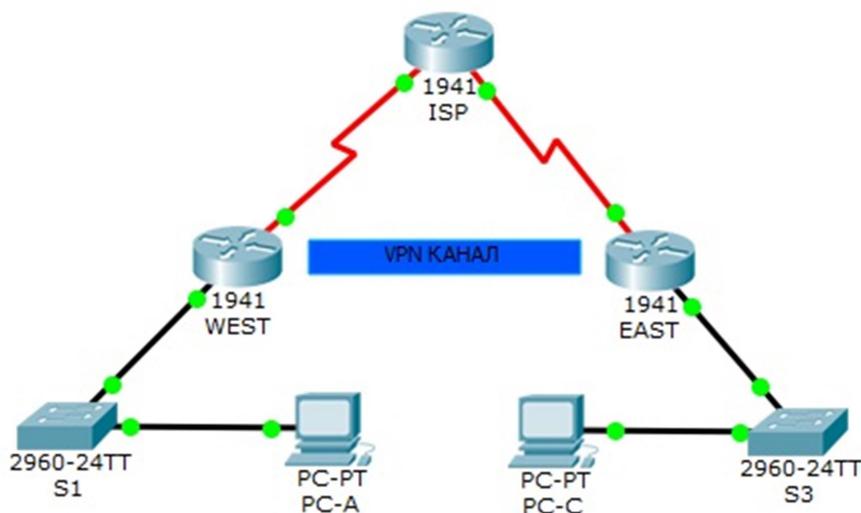
GRE можно использовать с пакетами групповой рассылки, например, EIGRP и приложениями потоковой передачи данных.

В разделе теоретическая информация приведены команды и их описание для выполнения данной лабораторной работы.

В ходе данной лабораторной работы предстоит:

- Выполнить базовую настройку устройств
- Выполнить настройку туннеля GRE
- Реализовать включение маршрутизации через туннель GRE
- Настроить протокол маршрутизации EIGRP внутри туннеля GRE VPN.

Топология состоит из трех маршрутизаторов Cisco 1941, двух коммутаторов Cisco 2960 и двух узлов, которые используют только порты Ethernet (см. Рис. 10).



*Рис. 10. Топология сети к лабораторной работе №7*

После выполнения лабораторной работы студенту необходимо ответить на контрольные вопросы, а так же закрепить свои знания оформлением отчета.

## **5.8. Лабораторная работа №8 «Комплексная лабораторная работа на примере IT компании»**

Целью данной лабораторной работы является закрепление знаний по изученному материалу на примере развивающейся компании среднего бизнеса. В этой лабораторной работе представлена топология сети состоящая из пяти маршрутизаторов Cisco 1941, четырех коммутаторов Cisco 2960, одной точки

доступа и двенадцати узлов, которые используют порты Ethernet и WiFi (см. Рис. 11).

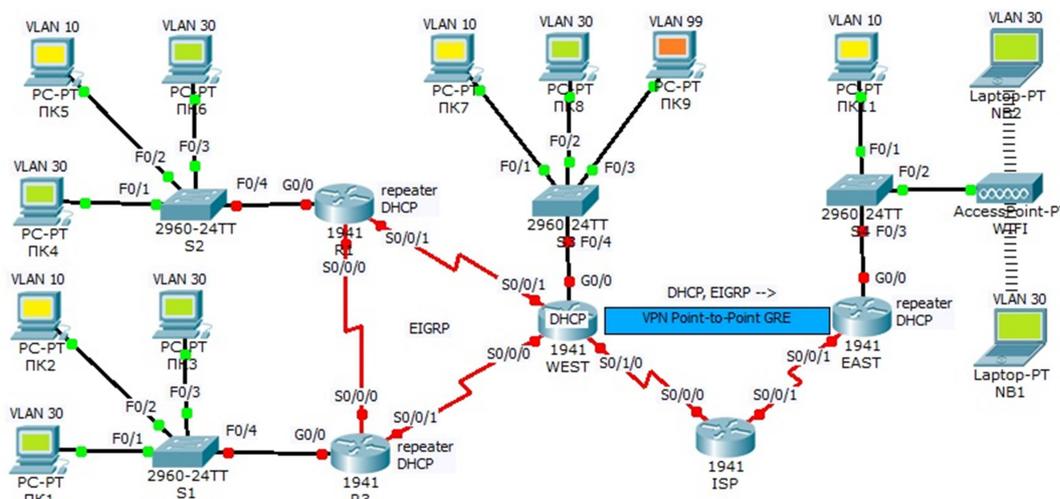


Рис. 11. Топология сети к лабораторной работе №8

Необходимо настроить сеть согласно следующему сценарию:

Вы разрабатываете сеть IT компании. Ваша компания имеет следующую структуру:

- Головной офис – маршрутизатор WEST
- Филиал 1 – маршрутизатор R1
- Филиал 2 – маршрутизатор R3
- Филиал 3 – маршрутизатор EAST (Удаленный филиал)

Вашей задачей является объединение всех филиалов в одну корпоративную сеть согласно топологии сети (см. Рис. 11).

Компания подразделяется на отделы, которые следует разграничить с помощью технологии виртуальных локальных сетей:

- Finance (Финансы) - VLAN 10
- Sales (Продажи) - VLAN 30
- Admin (Сетевой администратор) - VLAN 99

Для выполнения лабораторной работы необходимо использовать все знания, полученные в ходе выполнения методического указания, такие как базовые

настройки коммутаторов и маршрутизаторов, протокол динамической маршрутизации EIGRP, настройка VPN туннеля, настройка динамической конфигурации узла и сегментирование сети с помощью виртуальных локальных сетей.

Ход работы:

- 1) Базовые настройки коммутатора, маршрутизатора
- 2) Настройка EIGRP
- 3) Настройка VPN
- 4) Настройка DHCP
- 5) Настройка VLAN

*Примечание: Для выполнения этой работы следует выполнить цикл лабораторных работ, которые расположены в методических указаниях (приложение В).*

После выполнения лабораторной работы студенту необходимо ответить на контрольные вопросы. Это поможет оценить полученные знания и работу студента.

## **5.9. Выводы по главе**

Методические указания содержат 126 страниц и приведены в приложении В, к дипломной работе.

Вышеописанные лабораторные работы позволят студентам поучить полезные навыки в развертывании и конфигурировании вычислительных сетей предприятий на основе современных телекоммуникационных стандартов.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И  
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
3-8301	Музыка Александр Викторович

<b>Институт</b>	<b>Кафедра</b>	
<b>Уровень образования</b>	Специалист	<b>Направление/специальность</b> 230101

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. *Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих*
2. *Нормы и нормативы расходования ресурсов*
3. *Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования*

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

1. *Оценка коммерческого потенциала инженерных решений (ИР)*
2. *Формирование плана и графика разработки и внедрения ИР*
3. *Обоснование необходимых инвестиций для разработки и внедрения ИР*
4. *Составление бюджета инженерного проекта (ИП)*
5. *Оценка ресурсной, финансовой, социальной, бюджетной эффективности ИР*

**Дата выдачи задания для раздела по линейному графику**

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент	Конотопский В.Ю.	К.Э.Н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
3-8301	Музыка Александр Викторович		

## **ГЛАВА 6. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТИ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ**

Целью раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» заключается в комплексном описании и анализе финансово-экономических аспектов выполненной работы. В работе оценены полные денежные затраты на разработку ВКР, описаны результаты разработки. Также раздел содержит комплексную оценку научно-технического уровня ВКР на основе полученных данных.

### **6.1. Организация и планирование работ**

Планирование является важным и ответственным этапом при выполнении любого проекта. Планирование ВКР заключается в составлении перечня работ, необходимых для достижения поставленной задачи; определении участников каждой работы; установлении продолжительности в рабочих днях; построения линейного или сетевого графика и его оптимизации.

Для успешного проведения работы необходимо рациональное распределение нагрузки по времени этапов, что позволяет более эффективно использовать ресурсы ее исполнителей. Для определения затрат на проведение ВКР необходимо разбить поставленную тему на определенные этапы, количество и содержание которых определяется спецификой темы.

Для наглядной демонстрации результатов планирования работ данной ВКР линейный график реализации проекта, так как степень распараллеливания всего комплекса работ незначительна. Исполнителями проекта являются научный руководитель (НР) и студент-инженер (И). Описание и перечень этапов, исполнителей и их нагрузка занесены в таблицу (см. Таблицу 5).

Таблица 5. Перечень работ и продолжительность их выполнения

№ этапа	Этапы работы	Исполнители	Нагрузка исполнителей
1	Составление и утверждение технического задания	НР, И	НР – 30% И – 100%
2	Подбор и изучение материалов по теме	НР, И	НР – 20% И – 100%
3	Календарное планирование работ по теме	НР, И	НР – 10% И – 100%
4	Выбор сетевого эмулятора	И	И – 100%
5	Разработка структуры и содержания лабораторных работ	И	И – 100%
6	Отладка и тестирование лабораторных работ	И	И – 100%
7	Разработка методики проведения лабораторных работ	НР, И	НР – 30% И – 100%
8	Подведение итогов работы	НР, И	НР – 10% И – 100%
9	Составление пояснительной записки	И	И – 100%
10	Подготовка графического материала	И	И – 100%

### 6.1.1. Продолжительность этапов работ

Для расчета продолжительности этапов в отсутствия достаточно развитой нормативной базы трудоемкости планируемых процессов использован экспертный способ, предполагающий генерацию необходимых количественных оценок исполнителей проекта. Для определения вероятных (ожидаемых) значений продолжительности работ  $t_{ож}$  применяется формула .

$$t_{ож} = \frac{3 \cdot t_{\min} + 2 \cdot t_{\max}}{5}, (1)$$

- $t_{\min}$  - минимальная продолжительность работы, дн.;
- $t_{\max}$  - максимальная продолжительность работы, дн.;

Чтобы построить линейный график необходимо рассчитать по формуле длительность этапов, определяемых в рабочих днях и перевести длительность в календарные дни. Расчет продолжительности выполнения каждого этапа в рабочих днях ( $T_{РД}$ ) ведется по формуле:

$$T_{РД} = \frac{t_{ож}}{K_{ВН}} \cdot K_{Д}, (2)$$

где  $t_{ож}$  – продолжительность работы, дн.;

$K_{ВН}$  – коэффициент выполнения работ, учитывающий влияние внешних факторов на соблюдение предварительно определенных длительностей, в частности, возможно  $K_{ВН} = 1$ ;

$K_{Д}$  – коэффициент, учитывающий дополнительное время на компенсацию непредвиденных задержек и согласование работ

$$K_{Д} = 1,2;$$

Расчет продолжительности этапа в календарных днях ведется по формуле:

$$T_{КД} = T_{РД} \cdot T_{К}, (3)$$

где  $T_{КД}$  – продолжительность выполнения этапа в календарных днях;

$T_{К}$  – коэффициент календарности, позволяющий перейти от длительности работ в рабочих днях к их аналогам в календарных днях, и рассчитываемый по формуле

$$T_{К} = \frac{T_{КАЛ}}{T_{КАЛ} - T_{ВД} - T_{ПД}}, (4)$$

где  $T_{КАЛ}$  – календарные дни ( $T_{КАЛ} = 365$ );

$T_{ВД}$  – выходные дни ( $T_{ВД} = 52$ );

$T_{ПД}$  – праздничные дни ( $T_{ПД} = 10$ ).

$$T_{К} = \frac{366}{366 - 104 - 15} = 1,481, (5)$$

Таблица 6. Трудозатраты на выполнение проекта

Этап	Исполнители	Продолжительность работ, дни			Трудоемкость работ по исполнителям чел.- дн.			
					Т <sub>рд</sub>		Т <sub>кд</sub>	
		t <sub>min</sub>	t <sub>max</sub>	t <sub>ож</sub>	НР	И	НР	И
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Составление и утверждение технического задания	НР, И	2	5	3,2	1,152	3,84	1,71	5,69
Подбор и изучение материалов по теме	НР, И	3	7	4,6	1,104	5,52	1,64	8,18
Календарное планирование работ по теме	НР, И	1	4	2,2	0,264	2,64	0,39	3,91
Выбор сетевого эмулятора	И	1	3	1,8	—	2,16	—	3,20
Разработка структуры и содержания лабораторных работ	И	5	14	8,6	—	10,32	—	15,28
Отладка и тестирование лабораторных работ	И	4	10	6,4	—	7,68	—	11,37
Разработка методики проведения лабораторных работ	НР, И	7	16	10,6	3,816	12,72	5,65	18,84
Подведение итогов работы	НР, И	5	8	6,2	0,744	7,44	1,10	11,02
Составление пояснительной записки	И	9	15	11,4	—	13,68	—	20,26
Подготовка графического материала	И	1	4	2,2	—	2,64	—	3,91
Итого:				57,20	7,08	68,64	10,49	101,66

Таблица 7. Линейный график работ

Этап	НР	И	Февраль		Март			Апрель			Май		
			10	20	30	40	50	60	70	70	80	90	110
1	1,71	5,69	■										
2	1,64	8,18		■									
3	0,39	3,91											
4	-	3,20			■								
5	-	15,28			■	■							
6	-	11,37					■	■					
7	5,65	18,84						■	■	■			
8	1,10	11,02									■	■	
9	-	20,26									■	■	■
10	-	3,91											■

Р – ■ И ■

### 6.1.2. Расчет накопления готовности проекта

Расчет накопления готовности проекта демонстрирует оценку текущих результатов работы над проектом. Величина накопления готовности работы показывает, на сколько процентов по окончании текущего ( $i$ -го) этапа выполнен общий объем работ по проекту в целом.

Введем обозначения:

- $TP_{\text{общ}}$  – общая трудоемкость проекта;
- $TP_i$  ( $TP_k$ ) – трудоемкость  $i$ -го ( $k$ -го) этапа проекта,  $i = \overline{1, I}$ ;
- $TP_i^H$  – накопленная трудоемкость  $i$ -го этапа проекта по его завершении;
- $TP_{ij}$  ( $TP_{kj}$ ) – трудоемкость работ, выполняемых  $j$ -м участником на  $i$ -м этапе, здесь  $j = \overline{1, m}$  – индекс исполнителя, в нашем случае  $m = 2$ .

Степень готовности определяется формулой (6)

$$CG_i = \frac{TP_i^H}{TP_{\text{общ}}} = \frac{\sum_{k=1}^i TP_k}{TP_{\text{общ}}} = \frac{\sum_{k=1}^i \sum_{j=1}^m TP_{km}}{\sum_{k=1}^I \sum_{j=1}^m TP_{km}}, \quad (6)$$

*Таблица 8. Нарастание технической готовности работы и удельный вес каждого этапа*

Этап	$TP_i$ , %	$CG_i$ , %
Составление и утверждение технического задания	5,59	5,59
Подбор и изучение материалов по теме	8,04	13,64
Календарное планирование работ по теме	3,85	17,48
Выбор сетевого эмулятора	3,15	20,63
Разработка структуры и содержания лабораторных работ	15,03	35,66
Отладка и тестирование лабораторных работ	11,19	46,85
Разработка методики проведения лабораторных работ	18,53	65,38
Подведение итогов работы	10,84	76,22
Составление пояснительной записки	19,93	96,15
Подготовка графического материала	3,85	100,00

## 6.2. Расчет сметы затрат на выполнение проекта

В состав сметы затрат на создание проекта включается величина всех расходов, необходимых для реализации комплекса работ, составляющих содержание данной разработки. Расчет сметной стоимости ее выполнения производится по следующим статьям затрат:

- Материалы и покупные изделия
- Заработная плата
- Социальный налог
- Расходы на электроэнергию технологического оборудования
- Амортизационные отчисления
- Накладные расходы

### 6.2.1. Расчет материальных затрат

Для расчета материальных затрат учитываются стоимость материалов, покупных изделий, а также специально приобретенное оборудование, инструменты и другие материальных ценностей, расходуемых непосредственно в процессе выполнения работ над объектом проектирования. Кроме того статья включает транспортно-заготовительные расходы, связанные с транспортировкой от поставщика к потребителю, хранением и прочими процессами, обеспечивающими движение (доставку) материальных ресурсов от поставщиков к потребителю.

*Таблица 9. Расчет затрат на материалы*

№ п/п	Наименование	Кол-во, шт.	Цена за ед, руб.	Стоимость, руб.
1	Печатная бумага SvetoCopy (А4, 80 г/кв.м)	2	192	384
2	Комплект канцелярских товаров	1	76	76
	Итого			460

Допустим, что транспортно-заготовительные расходы, связанные с транспортировкой от поставщика к потребителю, хранением и прочими процессами, обеспечивающими движение (доставку) материальных ресурсов от поставщиков к потребителю составляют 5% от отпускной цены материалов, тогда расходы на материалы с учетом ТЗР равны  $C_{\text{мат}} = 460 * 1,05 = 483$  руб.

### 6.2.2. Расчет заработной платы

В данном разделе рассчитываются основные заработные платы всех исполнителей проекта, состоящие из тарифной заработной платы, премий, дополнительной зарплаты и районной надбавки, входящие в фонд заработной платы. Расчет основной заработной платы выполняется на основе трудоемкости выполнения каждого этапа и величины месячного оклада исполнителя. Величины месячных окладов (МО) для сотрудников ТПУ взяты регламентирующих документов с официального сайта ТПУ.

Среднедневная тарифная заработная плата ( $ЗП_{\text{дн-г}}$ ) рассчитывается по формуле:

$$ЗП_{\text{дн-г}} = \text{МО} / 20,58, (7)$$

учитывающей, что в 2016 году 247 рабочих дней и, следовательно, в месяце в среднем 20,58 рабочих дня (при пятидневной рабочей неделе).

Расчеты затрат на полную заработную плату приведены в таблице 10. Затраты времени по каждому исполнителю в рабочих днях с округлением до целого взяты из таблицы 6. Для учета в ее составе премий, дополнительной зарплаты и районной надбавки используется следующий ряд коэффициентов:

- $K_{\text{ПР}} = 1,1$ ;
- $K_{\text{доп.ЗП}} = 1,113$  (для пятидневной рабочей недели);
- $K_{\text{доп.ЗП}} = 1,188$  (для шестидневной рабочей недели);
- $K_{\text{р}} = 1,3$ .

Таким образом, для перехода от тарифной (базовой) суммы заработка исполнителя, связанной с участием в проекте, к соответствующему полному

заработку (зарплатной части сметы) необходимо первую умножить на интегральный коэффициент.

Для научного руководителя:  $K_{и} = 1,1 * 1,113 * 1,3 = 1,59$ .

Для инженера:  $K_{и} = 1,1 * 1,188 * 1,3 = 1,70$ .

*Таблица 10. Затраты на заработную плату*

Исполнитель	Оклад, руб./мес.	Среднедневная ставка, руб./раб.день	Затраты времени, раб.дни	Коэффициент	Фонд з/платы, руб.
НР	23 264,86	1130,28	7	1,59	12 579,98
И	14874,45	722,65	69	1,70	84 766,30
Итого:					97 346,28

### 6.2.3. Расчет затрат на социальный налог

Затраты на единый социальный налог (ЕСН), включающий в себя отчисления в пенсионный фонд, на социальное и медицинское страхование, составляют 30 % от полной заработной платы по проекту, т.е.

$$C_{\text{соц.}} = C_{\text{зп}} * 0,3, \quad (8)$$

Итак, в нашем случае  $C_{\text{соц.}} = 97\ 346,28 * 0,3 = 29\ 203,88$  руб.

### 6.2.4. Расчет затрат на электроэнергию

Данный вид расходов включает в себя затраты на электроэнергию, потраченную в ходе выполнения проекта на работу используемого оборудования, рассчитываемые по формуле:

$$C_{\text{эл.об.}} = P_{\text{об}} t_{\text{об}} \text{Ц}_{\text{Э}}, \quad (9)$$

где  $P_{\text{об}}$  – мощность, потребляемая оборудованием, кВт;

$\text{Ц}_э$  – тариф на 1 кВт·час;

$t_{об}$  – время работы оборудования, час.

Для ТПУ  $\text{Ц}_э = 5,257$  руб./кВт·час (с НДС).

Время работы оборудования вычисляется на основе итоговых данных таблицы 6 для инженера ( $T_{рд}$ ) из расчета, что продолжительность рабочего дня равна 8 часов.

$$t_{об} = T_{рд} * K_t, (10)$$

где  $K_t \leq 1$  – коэффициент использования оборудования по времени, равный отношению времени его работы в процессе выполнения проекта к  $T_{рд}$ .

Мощность, потребляемая оборудованием, определяется по формуле:

$$P_{об} = P_{ном.} * K_C, (11)$$

где  $P_{ном.}$  – номинальная мощность оборудования, кВт;

$K_C \leq 1$  – коэффициент загрузки, зависящий от средней степени использования номинальной мощности. Для маломощного технологического оборудования коэффициент  $K_C = 1$

Расчет затрат на электроэнергию при использовании технологического оборудования приведен в таблице 11

*Таблица 11. Затраты на электроэнергию технологическую*

<b>Вид оборудования</b>	<b>Время работы технологического оборудования <math>t_{об}</math>, час</b>	<b>Потребляемая мощность оборудования <math>P_{об}</math>, кВт</b>	<b>Затраты ЭОБ, руб.</b>
Ноутбук	69 * 8 * 0,5	0,065	94,31
МФУ	30	0,016	2,52
Итого:			96,83

### **6.2.5. Расчет амортизационных расходов**

В статье «Амортизационные отчисления» рассчитывается амортизация используемого оборудования за время выполнения проекта.

Используется формула

$$C_{AM} = \frac{N_A * C_{OB} * t_{рф} * n}{F_D}, (12)$$

где  $N_A$  – годовая норма амортизации единицы оборудования;

$C_{OB}$  – балансовая стоимость единицы оборудования с учетом ТЗР. При невозможности получить соответствующие данные из бухгалтерии она может быть заменена действующей ценой, содержащейся в ценниках, прейскурантах и т.п.;

$F_D$  – действительный годовой фонд времени работы соответствующего оборудования (247 рабочих дней при пятидневной рабочей неделе) можно принять  $F_D = 298 * 8 = 1976$  часа;

$t_{рф}$  – фактическое время работы оборудования в ходе выполнения проекта, учитывается исполнителем проекта;

$n$  – число задействованных однотипных единиц оборудования.

При использовании нескольких типов оборудования расчет по формуле делается соответствующее число раз, затем результаты суммируются.

Ноутбук (Н), компьютерная мышь (М) и МФУ относятся ко II амортизационной группе, срок полезного использования составляет 2-3 года.

Тогда

$$C_A = 1/2 = 0,5$$

$$C_{AM}(H) = (0,5 * 31489,5 * 552 * 1) / 1976 = 4398,33 \text{ руб}$$

$$C_{AM}(M) = (0,5 * 735 * 552 * 1) / 1976 = 102,66 \text{ руб}$$

$$C_{AM}(MФУ) = (0,5 * 4095 * 30 * 1) / 1976 = 31,09 \text{ руб}$$

Итого: 4532,08 руб

#### **6.2.6. Расчет расходов, учитываемых непосредственно на основе платежных (расчетных) документов (кроме суточных)**

Сюда относятся:

- Командировочные расходы, в т.ч. расходы по оплате суточных, транспортные расходы, компенсация стоимости жилья

- Арендная плата за пользование имуществом
- Оплата услуг связи
- Услуги сторонних организаций

Норма оплаты суточных – 100 руб./день.

Время пребывания в командировке составило 102 календарных дня (с учетом дней приезда и отъезда).

- Оплата проживания в общежитии 50 руб./день\*102 дней = 5100 руб.;
- Оплата проезда по ж.д. в обе стороны – 13262 руб.;
- Оплата Интернета за 4 месяца 425\*4= 1700

Итого по данному пункту  $C_{\text{пр}} = 102*100 + 5100 + 13262 + 1700 = 30262$  руб.

### 6.2.7. Расчет прочих расходов

В данной статье отражены прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д. Они приняты в размере 10% от суммы всех предыдущих расходов, т.е.

$$C_{\text{проч.}} = (C_{\text{мат}} + C_{\text{зп}} + C_{\text{соц}} + C_{\text{эл.об.}} + C_{\text{ам}} + C_{\text{нп}}) 0,1, (13)$$

$C_{\text{проч.}} = (483 + 97\ 346,28 + 29\ 203,88 + 96,83 + 4532,08 + 30262) * 0,1 = 16192,41$  руб.

### 6.2.8. Расчет общей себестоимости разработки

Проведя расчет по всем статьям сметы затрат на разработку, можно определить общую себестоимость проекта «Разработка комплекса лабораторных работ по изучению и настройке сетевого оборудования Cisco».

Таблица 12. Смета затрат на разработку проекта

Статья затрат	Условное обозначение	Сумма, руб.
Материальные затраты	Смат	483
Основная заработная плата	Сзп	97 346,28
Отчисления в социальные фонды	Ссоц	29 203,88
Расходы на электроэнергию технологического оборудования	Сэл.	96,83
Амортизационные отчисления	Сам	4532,08
Непосредственно учитываемые расходы	Снр	30262
Прочие расходы	Спроч	16192,41
Итого:		178 116,48

Таким образом, затраты на разработку составили  $C = 178\ 116,48$  руб.

### 6.2.9. Расчет прибыли

Прибыль от реализации проекта в зависимости от конкретной ситуации (масштаб и характер получаемого результата, степень его определенности и коммерциализации, специфика целевого сегмента рынка и т.д.) может определяться различными способами. Если исполнитель работы не располагает данными для применения «сложных» методов, то прибыль следует принять в размере  $5 \div 20\%$  от полной себестоимости проекта. Для данного проекта она составляет  $35\ 623,30$  руб. ( $20\%$ ) от расходов на разработку проекта.

### 6.2.10. Расчет НДС

НДС составляет  $18\%$  от суммы затрат на разработку и прибыли. В нашем случае

$$\text{НДС} = (178\ 116,48 + 35\ 623,30) * 0,18 = 38\ 473,16 \text{ руб.}$$

### **6.2.11. Цена разработки НИР**

Цена равна сумме полной себестоимости, прибыли и НДС, в нашем случае

$$\text{ЦНИР(ВКР)} = 178\,116,48 + 35623,30 + 38\,473,16 = 252\,212,94 \text{ руб. (14)}$$

### **6.3. Оценка результатов разработки**

Разработка цикла лабораторных работ по изучению и настройке сетевого оборудования Cisco, с помощью сетевого эмулятора, позволяет продемонстрировать в графическом виде топологию сети, представить характеристики различных сетевых устройств, а также показать работу спроектированной сети.

Цикл лабораторных работ изначально не был ориентирован на получение экономического результата. Разработка является учебно-методическим материалом, созданным в целях обновления и развития учебного фонда кафедры «Вычислительной техники». А также для развития методической базы, что приведет к повышению качества образовательного процесса, увеличению заинтересованности студентов и внедрению новых технологий, ориентированных на современное оборудование.

#### **6.3.1. Оценка научно-технического уровня НИР**

Научно-технический уровень характеризует влияние проекта на уровень и динамику обеспечения научно-технического прогресса в данной области. Для оценки научной ценности, технической значимости и эффективности данной ВКР используется метод балльных оценок. Для расчета балльной оценки для каждого признака НТУ по выбранной шкале определяется количество баллов. Обобщенную оценку проводят по сумме баллов по всем показателям. На ее основе делается вывод о целесообразности НИР.

Сущность метода заключается в том, что на основе оценок признаков работы определяется интегральный показатель (индекс) ее научно-технического уровня по формуле:

$$K_{HTU} = \sum_{i=1}^3 R_i \cdot n_i, (15)$$

где  $I_{HTU}$  – интегральный индекс научно-технического уровня;

–  $R_i$  – вес  $i$ -го признака нтэ;

–  $n_i$  – количественная оценка в баллах  $i$ -го признака нтэ.

*Таблица 13. Баллы для оценки уровня новизны*

<b>Уровень новизны</b>	<b>Характеристика уровня новизны – n1</b>	<b>Баллы</b>
Принципиально новая	Новое направление в науке и технике, новые факты и закономерности, новая теория, вещество, способ	8 – 10
Новая	По-новому объясняются те же факты, закономерности, новые понятия дополняют ранее полученные результаты	5 – 7
Относительно новая	Систематизируются, обобщаются имеющиеся сведения, новые связи между известными факторами	2 – 4
Не обладает новизной	Результат, который ранее был известен	0

*Таблица 14. Бальная оценка значимости теоретических уровней*

<b>Теоретический уровень полученных результатов – n2</b>	<b>Баллы</b>
Установка закона, разработка новой теории	10
Глубокая разработка проблемы, многоспектральный анализ взаимодействия между факторами с наличием объяснений	8
Разработка способа (алгоритм, программа и т. д.)	6
Элементарный анализ связей между фактами (наличие гипотезы, объяснения версии, практических рекомендаций)	2
Описание отдельных элементарных факторов, изложение наблюдений, опыта, результатов измерений	0,5

Таблица 15. Время реализации результатов проекта

Время реализации результатов– п3	Баллы
В течение первых лет	10
От 5 до 10 лет	4
Свыше 10 лет	2

Так как все частные признаки научно-технического уровня оцениваются по 10-балльной шкале, а сумма весов  $R_i$  равна единице, то величина интегрального показателя также принадлежит интервалу  $[0, 10]$ .

В таблице 16 указано соответствие качественных уровней НИР значениям показателя, рассчитываемого по формуле (14).

Таблица 16. Соответствие качественных уровней ВК

Уровень НТЭ	Показатель НТЭ
Низкий	1-4
Средний	4-7
Высокий	8-10

Для данной разработки частные оценки уровня  $p_i$  и их краткое обоснование даны в таблице (17).

Таблица 17. Оценки научно-технического уровня НИР

Значимость	Фактор НТУ	Уровень фактора	Выбранный балл	Обоснование выбранного балла
0,4	Уровень новизны	Новая	6	Обеспечит развитие образовательного процесса
0,1	Теоретический уровень	Разработка способа	1	Разработка нового цикла лабораторных работ

Окончание таблицы 17. Оценки научно-технического уровня НИР

<b>Значимость</b>	<b>Фактор НТУ</b>	<b>Уровень фактора</b>	<b>Выбранный балл</b>	<b>Обоснование выбранного балла</b>
0,5	Возможность реализации	В течение первых лет	10	Реализация в новом учебном году.

Отсюда интегральный показатель научно-технического уровня для нашего проекта составляет:

$$I_{\text{нту}} = 0,4*6 + 0,1*6 + 0,5*10 = 2,4 + 0,8 + 5 = 8$$

Таким образом, исходя из данных таблицы 17, данный проект имеет высокий уровень научно-технического эффекта.

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-8301	Музыка Александр Викторович

Институт	Кибернетики	Кафедра	Вычислительной техники
Уровень образования	Специалист	Направление/специальность	230101 Вычислительные машины, комплексы, системы и сети

<b>Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:</b>	
1. Объект исследования: технология, алгоритм, методика	<i>Объектом исследования дипломной работы является разработка цикла лабораторных работ по изучению и настройке сетевого оборудования Cisco</i>
<b>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:</b>	
<b>1. Производственная безопасность</b> 1.1. Анализ вредных и опасных факторов, которые может создать объект исследования. 1.2. Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований. 1.3. Обоснование мероприятий по защите исследователя от действия опасных и вредных факторов.	<u><i>Вредные факторы:</i></u> <i>повышенный уровень шума на рабочем месте, недостаточная освещенность рабочей зоны, отклонение показателей воздушной среды, повышенный уровень электромагнитных излучений, психофизиологические нагрузки</i> <u><i>Опасные факторы:</i></u> <i>опасность поражения электрическим током</i>
<b>2. Экологическая безопасность:</b> 2.1 Анализ влияния процесса исследования на окружающую среду. 2.2. Обоснование мероприятий по защите окружающей среды.	<i>Анализ влияния процесса исследования на окружающую среду (высокого электропотребления, сточных вод и бытового мусора).</i>
<b>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b> 3.1. Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований. 3.1. Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС.	<i>Пожарная безопасность (причины возгорания, категория помещения по ПБ, средства первичного тушения, действия при пожаре)</i>
<b>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b> – специальные правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	<i>Условия труда в соответствии с ТК, эргономика рабочего места в производственном помещении.</i>
<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Извеков В.Н.	к.т.н		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8301	Музыка Александр Викторович		

## ГЛАВА 7. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

### 7.1. Аннотация

Требования к социальной ответственности организаций описываются в международном стандарте IS CSR-08260008000. В настоящем стандарте используются термины и определения, приведенные в стандарте ИСО 26000:2010, в том числе: социальная ответственность. Под социальной ответственностью, прежде всего, понимают создание товаров и оказание услуг высокого качества, создание и сохранение рабочих мест, повышение уровня жизни клиентов, служащих и акционеров, а также населения тех регионов, где функционирует фирма.

Социальная ответственность по отношению к работникам заключается в предоставлении предприятием достойной оплаты и условий труда, обеспечении охраны здоровья, равных прав и возможностей трудоустройства независимо от пола, возраста, расовой принадлежности, религиозных убеждений и др. Социальная ответственность по отношению к обществу заключается в соблюдении экологической безопасности производства, поддержании мира и безопасности, соблюдении прав человека, уважении культурной целостности, спонсорские акции, участие компании в гражданской жизни.

Эффективная социальная политика позволяет компании реализовать свои основные потребности в выживании, безопасности и устойчивости. В свою очередь, это увеличивает доверие общества, инвесторов и акционеров к компании, и тем самым повышается конкурентоспособность организации. Социально ответственная ответственность способствует созданию для компании в долгосрочной перспективе благоприятного социального окружения и более стабильного развития. Предприятие и его представители не могут существовать в отрыве от общества, частью которого они являются. Они могут и должны прилагать усилия для его гармонизации и развития.

## **7.2. Введение**

Объектом исследования данной ВКР является разработка цикла лабораторных работ по изучению и настройке сетевого оборудования cisco на основе современных технологий и стандартов, пользователями которого будут студенты НИ ТПУ. При выполнении задания использовалась ПЭВМ. Поэтому целесообразно рассмотреть вопросы, связанные с сохранением работоспособности при работе с ПЭВМ и обеспечением безопасности труда. Условия труда – это множество факторов производственной среды, влияющих на работоспособность человека в процессе труда, а также на состояние его здоровья. Организация и улучшение условий труда на рабочем месте является одним из важных резервов производительности и эффективности труда.

## **7.3. Профессиональная социальная безопасность**

Безопасные и комфортные условия труда, несомненно, влияют на результат работы человека. Данный раздел направлен на изучение и анализ условий, в которых производится исследование. А также анализ вредных и опасных производственных факторов и рекомендации по их снижению.

### **7.3.1. Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований.**

К опасным факторам относят негативное воздействие на работающего человека, которое может привести к травме или ухудшению здоровья. К вредным производственным факторам относят негативное воздействие, на человека, которое приводит к ухудшению здоровья или заболеванию.

На основании ГОСТ 12.0.003-74 представлена классификация опасных и вредных производственных факторов, имевшие место при проведении исследования.

Таблица 18. Классификация опасных и вредных факторов

Источник фактора, наименование видов работ	Факторы (по ГОСТ 12.0.003-74)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
Работы на ПЭВМ;	<p>1.Отклонение показателей воздушной среды (микроклимата);</p> <p>2.повышенный уровень шума;</p> <p>4.повышенный уровень статического электричества;</p> <p>5.повышенный уровень электромагнитных излучений;</p>	1. Электрический ток.	<p>СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы», в котором описываются требования к помещению с ПЭВМ, микроклимату, уровню шума, освещенности рабочего места, организации рабочего места с ПЭВМ.</p> <p>Параметры микроклимата устанавливаются СанПиН 2.2.4-548-96.</p> <p>Параметры оптимального уровня шума устанавливаются СН 2.2.42.1.8.562-96.</p> <p>Требования к освещенности устанавливаются СанПиН 2.2.12.1.1.1278-03;</p> <p>Уровень допустимых электромагнитных излучений устанавливается СанПиН СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96.</p>

### 7.3.2. Производственная санитария

#### Состояние воздушной среды

В помещении должны быть обеспечены параметры микроклимата, которые соответствуют оптимальному тепловому и функциональному состоянию человека.

Санитарные правила и нормы предназначены для предотвращения или устранению неблагоприятного воздействия воздушной среды рабочего места, где производилось исследование, на самочувствие, работоспособность функциональное состояние и здоровье человека.

Оптимальные микроклиматические условия обеспечивают ощущение комфорта в течение всего рабочего дня, не вызывая проблем со здоровьем и создавая условия для высокого уровня работоспособности.

Согласно «Классификации вредных и опасных производственных факторов», работа инженера-программиста относится к категории Ia – сидячий вид работы с незначительными физическими напряжениями, интенсивность энергозатрат до 120 ккал/ч. Кроме того помещение предназначено для работы с ПЭВМ. В данном типе помещений предъявляются особые требования к микроклимату.

*Таблица 19. - Допустимые нормы микроклимата в рабочей зоне производственных помещений*

Сезон года	Категория тяжести выполняемых работ	Температура, С <sup>0</sup>		Относительная влажность, %		Скорость движения воздуха, м/сек	
		Фактическое значение	Допустимое значение	Фактическое значение	Допустимое значение	Фактическое значение	Допустимое значение
Холодный	1a	22-23	22-24	50	40-60	0,1	До 0,1
Теплый	1a	24-25	23-25	45	15-75	0,2	0,1-0,2

Параметры микроклимата в помещении не превышают допустимых значений. Для поддержания комфортной температуры воздуха аудитория оснащена кондиционером. Естественная вентиляция воздуха обеспечивается проветриванием помещения во время перерывов.

## Освещение

В соответствии с ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ недостаточная или избыточная освещенность рабочей зоны относится к вредным факторам.

Правильно организованное освещение рабочего места в соответствии с правилами и нормами позволяет предотвратить многие профессиональные заболевания травмы, а также обеспечивает благоприятные условия труда и сотрудник без напряжения может выполнять свои обязанности, вследствие чего повышается работоспособность и увеличивается производительность труда.

Существуют три вида освещения: естественное, искусственное, совмещенное.

В соответствии с и СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы» были выделены следующие требования к освещенности в помещениях и на рабочих местах с ПЭВМ:

1. В помещениях с ПЭВМ искусственное освещение должно равномерным. В производственных с работой преимущественно с документами, допускается комбинированная система освещения (дополнительно используются светильники местного освещения для освещения зоны местоположения документов).

2. Для поддержания оптимальных условий труда необходимо ограничивать сильную прямую и отраженную блёскость от осветительных приборов, при этом яркость светящихся поверхностей должна быть не выше 200кд/ кв. м..

3. Искусственное освещение рекомендуется создавать с помощью люминесцентных ламп типа ЛБ мощностью до 250 Вт. Для местного освещения разрешено использование ламп накаливания в светильниках.

4. Для поддержания оптимальных условий труда в помещениях с ПЭВМ необходимо проводить регулярную замену перегоревших ламп, а также мытье стекол и отчистка оконных проемов и осветительных приборов не менее двух раз в год.

В рассматриваемом помещении применяется совмещенное освещение. Основным источником освещения является 6 люминесцентных светильников с

зеркальными решетками, имеющие габаритные размеры длина – 543 мм, ширина – 543 мм. В каждом из светильников установлено 4 люминесцентные лампы типа ЛБ-40. Светильники расположены над рабочими местами в 2 ряда и создают равномерное освещение рабочих мест.

### Шум

Сильный шум вызывает трудности в распознавании цветовых сигналов, нарушает визуальное восприятие информации, понижает остроту зрения, зрительную адаптацию, снижает способность координации движений, уменьшая при этом производительность труда в среднем на 5-12%. В тоже время длительное воздействие предельно допустимого уровня шума со звуковым давлением 90дБ снижает на 30-60% производительность труда.

Основными источниками шума в помещении, где проводилось выполнение ВКР, являются ПК, периферийные устройства, кондиционер, люминесцентные лампы.

В соответствие с СН 2.2.42.1.8.562-96 » и СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 были выделены следующие требования к шуму на рабочем месте при работе с ПК:

1. Уровень шума на рабочем месте с ПЭВМ при выполнении основной работы не должен превышать 50 дБА.

2. При выполнении лабораторных, аналитических или измерительных работ уровень шума не должен превышать 60 дБА.

3. В помещениях с шумными агрегатами вычислительных машин (принтеры, АЦПУ и т.п.) норма шума не более 75 дБА таблица 5.4

**Таблица 20. Допустимые уровни звука при работе с ПЭВМ**

Рабочее место и вид трудовой деятельности,	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах, Гц									Уровни звука и эквивалентного звука (в дБА)
	31,5	3	25	50	00	000	000	000	000	
Конструкторские бюро, лаборатории, программирование	86	1	1	4	9	5	2	0	8	50

Для снижения уровня шума, производимого персональными компьютерами рекомендуется регулярно проводить их техническое обслуживание: чистка от пыли, замена смазывающих веществ; также применяются звукопоглощающие материалы. Для снижения уровня шума с улицы рекомендуется установка герметичных стеклопакетов, а также посадка зеленых насаждений на прилегающей территории.

### **Электромагнитное излучение**

Уровень электромагнитных излучений на рабочем месте оператора ПЭВМ является вредным фактором производственной среды, величины параметров которого определяются СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 и СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96.

Повышенный уровень электромагнитного излучения обусловлен большим количеством компьютерной техники в помещении.

Источниками электромагнитного излучения являются электрические сигналы цепей при работе компьютера. Воздействие электромагнитных полей незначительного уровня напряжения вызывает в организме человека нарушения, являющимися обратимыми. В то время как воздействие электромагнитных полей предельно допустимого уровня напряженности, развиваются нарушения пищеварительной системы, нервной системы, сердечно-сосудистой системы и некоторых биологических показателей крови.

Для выполнения норм предельно допустимой напряженности электромагнитного поля расстояние от глаз до монитора должно быть 60 – 70 см, но не менее 50 см. Увеличение расстояния в 2 раза приводит к 32 – кратному уменьшению плотности мощности на низких частотах.

При размещении рабочих мест, оснащенных персональными компьютерами, должно учитываться расстояние между рабочими местами, оптимальным которое является расстояние не менее 2м, и не меньше 1,2 мм расстояние между боковыми поверхностями.

Рабочие места оснащены LCD мониторами, которые гарантируют диапазон частот < 2.5 В/м. Это соответствует нормам.

### **Психофизиологические нагрузки**

Вид трудовой деятельности относится к группе В – творческая работа в режиме диалога с ПЭВМ. Категория тяжести для данной группы определяется исходя из общего времени работы с ПЭВМ за рабочий день. В зависимости от уровня нагрузки за рабочую смену устанавливается суммарное время регламентированных перерывов.

При 8-часовой рабочей смене и III категорией тяжести (до 6 часов непрерывной работы с компьютером) суммарное время перерывов должно составлять 90 минут. Рекомендуется организовывать перерывы на 10-15 минут через каждые 45-60 минут работы. Продолжительность постоянной работы с ПК не должна превышать 2 часов.

Во время перерывов следует выполнять комплекс упражнений для снятия утомления зрительного анализатора, напряжения в позвоночнике, а также общего эмоционального напряжения.

### **7.3.3. Техническая безопасность**

В кабинете находится большое количество компьютерной техники, в связи с этим, основным опасным фактором является поражение электрическим током. Кабинет, где выполнялось задание на ВКР является помещением без повышенной опасности электропоражения, так как не характеризуется наличием таких условий как повышенная влажность воздуха (более 75%), высокая температура воздуха (более 35<sup>0</sup> С), токопроводящая пыль, токопроводящие полы, возможность одновременного соприкосновения к имеющим соединения с землей металлическим элементам и металлическим корпусам электрооборудования (согласно ПУЭ 2007г.)

Электрические установки, к которым относится ПК, представляют большую потенциальную опасность для сотрудника, так как при проведении профилактических работ, обслуживания и процессе эксплуатации он может коснуться комплектующих компьютера, находящихся под напряжением.

Причинами поражения электрическим током являются: провода с поврежденной изоляцией, розетки сети без предохранительных кожухов (при использовании приборов с европейскими вилками).

Для защиты от электропоражения все токоведущие части должны быть изолированы от случайных прикосновений кожухами, а корпус устройства должен быть заземлен. Силовой щит, через который осуществляется питание устройств, должен быть оснащен автоматическим предохранителем, срабатывающим при коротком замыкании.

Для снижения величин возникающих разрядов целесообразно применение покрытия из антистатического материала.

К организационно – техническим мероприятиям относится первичный инструктаж по технике безопасности.

Первичный инструктаж по технике безопасности является обязательным условием для допуска к работе в данном помещении.

#### **7.4. Экологическая безопасность**

Любая деятельность человека, особенно производственного характера, негативно отражается на экологической среде.

Разработка программного обеспечения не связана с промышленным производством, поэтому не является источником выбросов вредных веществ в окружающую среду.

В связи с тем, что основным средством разработки является ПЭВМ, серьезной проблемой является высокое электропотребление. Это влечет за собой общий рост объема потребляемой электроэнергии. Для удовлетворения потребности в электроэнергии, приходится увеличивать мощность и количество электростанций. Это приводит к нарушению экологической обстановки, так как электростанции в своей деятельности используют различные виды топлива, водные ресурсы, а так же являются источником вредных выбросов в атмосферу.

Данная проблема является мировой. На сегодняшний день во многих странах внедрены альтернативные источники энергии (солнечные батареи, энергия ветра).

Еще одним способом решения данной проблемы является использование энергосберегающих систем.

Здание, в котором находится лаборатория, можно отнести к офисному типу, где не ведется никакого производства. К отходам, производимым в помещении можно отнести сточные воды и бытовой мусор.

Сточные воды здания относятся к бытовым сточным водам. За их очистку отвечает городской водоканал.

В ходе выполнения ВКР, образовывались различные твердые отходы. К ним можно отнести: бумагу, батарейки, лампочки, использованные картриджи, отходы от продуктов питания и личной гигиены, отходы от канцелярских принадлежностей и т.д.

Защита почвенного покрова и недр от твердых отходов реализуется за счет сбора, сортирования и утилизации отходов и их организованного захоронения

#### **7.4.1. Анализ влияния объекта исследования и процесса исследования на окружающую среду**

Любая деятельность человека, особенно производственного характера, негативно отражается на экологической среде.

Разработка программного обеспечения не связана с промышленным производством, поэтому не является источником выбросов вредных веществ в окружающую среду.

В связи с тем, что основным средством разработки является ПЭВМ, серьезной проблемой является высокое электропотребление. Это влечет за собой общий рост объема потребляемой электроэнергии. Для удовлетворения потребности в электроэнергии, приходится увеличивать мощность и количество электростанций. Это приводит к нарушению экологической обстановки, так как электростанции в своей деятельности используют различные виды топлива, водные ресурсы, а так же являются источником вредных выбросов в атмосферу.

Данная проблема является мировой. На сегодняшний день во многих странах внедрены альтернативные источники энергии (солнечные батареи, энергия ветра).

Еще одним способом решения данной проблемы является использование энергосберегающих систем.

Здание, в котором находится лаборатория, можно отнести к офисному типу, где не ведется никакого производства. К отходам, производимым в помещении можно отнести сточные воды и бытовой мусор.

Сточные воды здания относятся к бытовым сточным водам. За их очистку отвечает городской водоканал.

Основной вид мусора – это макулатура (коробки от техники, использованная бумага). Рядом со зданием предусмотрены контейнеры для отходов, а вывоз мусора осуществляется ежедневно сторонней организацией.

## **7.5. Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

### **7.5.1. Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований**

Чрезвычайные ситуации могут носить различный характер: технологический, природный, социальный, военный и т.д. Многие из чрезвычайных ситуаций являются форс-мажорными обстоятельствами, и подготовиться к ним практически не возможно.

В помещении, где ведется работа над ВКР, находится большое количество компьютерной техники. Нарушение правил эксплуатации и техники безопасности может привести к взрывам и пожару на рабочем месте. Рассмотрим подробнее данный вид чрезвычайной ситуации и меры по борьбе с ней.

### **7.5.2. Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС**

В связи с возрастающим количеством ежегодно возникающих чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, увеличением их масштабов,

ростом потерь и наносимого ущерба, проблема предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций приобретает все более острый и актуальный характер.

Исключение чрезвычайных ситуаций невозможно, поэтому стоит задача существенного уменьшения числа пострадавших, уменьшение масштабов и смягчения последствий чрезвычайных ситуаций. В сравнении с ликвидацией, деятельность по предупреждению чрезвычайных ситуаций является наиболее важной, в виду того, что действия по предотвращению чрезвычайных ситуаций (снижение потерь и ущерба) приносят большие социально-экономические результаты и могут быть более эффективными.

В работе по предупреждению пожаров большая роль принадлежит личному составу пожарной охраны, который проводит целый комплекс мероприятий по противопожарной защите объектов, осуществляет постовую и дозорную службу, выявляет имеющиеся недостатки и принимает меры к их своевременному устранению в соответствии с ФЗ от 22.07.2008 N 123-ФЗ (ред. от 13.07.2015) "Техническим регламентом о требованиях пожарной безопасности"

Помещение, где производилась дипломная работа, в соответствии с СП 12.13130.2009 и НПБ 105-03 относится к категории Д (помещения, в которых находятся негорючие вещества и материалы в холодном состоянии).

Основной причиной возникновения возгораний являются короткие замыкания. Они могут возникнуть непосредственно на рабочем месте в микросхемах ПЭВМ, или в электропроводке здания. Короткие замыкания возникают по причине плавления изоляции из-за повышения температуры кабелей электропроводки. В ПЭВМ для поддержания оптимального уровня температуры предусмотрены внутренние вентиляторы. Для снижения вероятности возникновения пожара необходимо поддерживать электрооборудование в исправном состоянии, снизить количество легко воспламеняемых веществ, периодически проводить инструктажи по технике безопасности, проверять помещения на соответствия требованиям пожарной безопасности.

П. 4.1 ГОСТ 12.1.004-85.

Организационно-технические мероприятия должны включать:

- Организацию пожарной охраны (в установленном порядке) соответствующего вида (профессиональной, добровольной и т.п.), численности и технической оснащённости
- Паспортизацию веществ, материалов, изделий, технологических процессов и объектов в части обеспечения пожарной безопасности
- Широкое привлечение общественности к вопросам обеспечения пожарной безопасности
- Организацию обучения рабочих, служащих, учащихся и населения правилам пожарной безопасности
- Разработку мероприятий по действиям администрации безопасной, инструкций о порядке работы с пожароопасными веществами и материалами, о соблюдении противопожарного режима и о действиях людей при возникновении пожара
- Разработку мероприятий по действиям администрации, рабочих, служащих и населения на случай возникновения пожара и организации эвакуации людей
- Изготовление и применение средств наглядной агитации по обеспечению пожарной безопасности

Эксплуатационные мероприятия:

- Соблюдение эксплуатационных норм оборудования;
- Обеспечение свободного подхода к оборудованию. В кабинете рабочие места размещены так, что расстояние между рабочими местами с видеотерминалами (от поверхности экрана одного, до поверхности экрана другого) составляет порядка 4,5 м, расстояния между боковыми поверхностями порядка 1,5 м, что соответствует нормам. Из вышесказанного следует, что дополнительных мер защиты не требуется;
- Содержание в исправном состоянии изоляции токоведущих проводников.

При возникновении пожара на электроустановке, для его устранения должны использоваться огнетушители углекислотные (ОУ-2) и порошковые (ОП-5). Так

же, кроме устранения самого очага пожара, требуется своевременно оповестить и организовать эвакуацию людей.

## **7.6. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности**

Пожарная безопасность в НИ ТПУ обеспечивается в соответствии с требованиями Федерального закона о пожарной безопасности №69-ФЗ от 21.12.1994 г., правилами противопожарного режима РФ и другими нормативно-правовыми актами по организации и обеспечению ПБ.

Требования законодательных актов и нормативных документов, а также приказов и инструкции, принятых в университете являются обязательными для исполнения всеми сотрудниками и студентами.

Лица допускаются к работе после прохождения первичного инструктажа.

### **Организационные мероприятия:**

- Противопожарный инструктаж обслуживающего персонала
- Обучение персонала правилам техники безопасности
- Издание инструкций, плакатов, планов эвакуации
- На случай возникновения пожара необходимо предусмотреть средства тушения и эвакуационные выходы
- Помещение должно быть оборудовано автоматической пожарной сигнализацией и связью с пожарной охраной

При возникновении пожара на электроустановке, для его устранения должны использоваться огнетушители углекислотные (ОУ-2) и порошковые (ОП-5). Также, кроме устранения самого очага пожара, требуется своевременно оповестить и организовать эвакуацию людей.

### **7.6.1. Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства.**

Работа программиста связана с постоянной работой за компьютером, следовательно, могут возникать проблемы, связанные со зрением. Также неправильная рабочая поза может оказывать негативное влияние на здоровье. Таким образом, неправильная организация рабочего места может послужить причиной нарушения здоровья и появлением психологических расстройств.

Согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы»:

- Яркость дисплея не должна быть слишком низкой или слишком высокой
- Размеры монитора и символов на дисплее должны быть оптимальными
- Цветовые параметры должны быть отрегулированы таким образом, чтобы не возникало утомления глаз и головной боли
- Опоры для рук не должны мешать работе на клавиатуре
- Нижний край монитора должен находиться на 20° ниже уровня глаз, а верхний на уровне глаз
- Дисплей должен находиться на расстоянии 45-60 см от глаз
- Локтевой сустав при работе с клавиатурой нужно держать под углом 90°
- Каждые 10 минут нужно отводить взгляд от дисплея примерно на 5-10 секунд
- Монитор должен иметь антибликовое покрытие
- Работа за компьютером не должна длиться более 6 часов, при этом необходимо каждые 2 часа делать перерывы по 15-20 минут
- Высота стола и рабочего кресла должны быть комфортными

### **7.6.2. Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны**

Конструкция рабочего стола должна гарантировать возможность оптимального расположения на рабочей поверхности необходимого

оборудования с учетом его размеров, количества, видом выполняемой работы и конструктивных особенностей .

Для взрослых Высота рабочей поверхности стола должна варьироваться в пределах 680-800 мм.

Рабочий стол должен иметь пространство для ног высотой не менее 600 мм, шириной - не менее 500 мм, глубиной на уровне колен - не менее 450 мм и на уровне вытянутых ног - не менее 650 мм.

Рабочий стул (кресло) должен быть подъемно-поворотным и регулируемым по высоте и углам наклона сиденья и спинки, а также расстоянию спинки от переднего края сиденья, при этом регулировка каждого параметра должна быть независимой, легко осуществляемой и иметь надежную фиксацию.

Поверхность сиденья, спинки и других элементов стула (кресла) должна быть полумягкой, с нескользящим, не электризующимся и воздухопроницаемым покрытием, обеспечивающим легкую очистку от загрязнений.

Монитор следует размещать на высоте 90-128 см и на расстоянии 60-70 см от оператора и на 20 градусов ниже уровня глаз. (Рис. 11)

Естественный свет должен падать на рабочее место преимущественно с левого боку. Окна в помещениях с ПЭВМ должны быть оборудованы регулируемыми устройствами (жалюзи, занавески).



**Рис. 11. Организация рабочего места**

#### *Рабочее место на предприятии.*

Научно-исследовательская работа выполнялась в рабочем кабинете, оснащенном персональными электронно-вычислительными машинами (ПЭВМ).

Рабочее место находится на четвертом этаже здания и представляет собой комнату длиной – 5 м., шириной – 4 м. и высотой – 3 м. Естественное освещение кабинета осуществляется посредством одного окна размерами 1,7 м. х 1,5 м. Искусственное освещение производится с помощью люминесцентных ламп. Дверь – деревянная, двустворчатая, коричневого цвета. Высота двери – 2,15 м., ширина - 1,1 м. Стены комнаты окрашены водоэмульсионной краской бежевого цвета. Потолок отделан подвесным фальш - потолком. Пол покрыт линолеумом. Площадь кабинета составляет 20 м<sup>2</sup>, объем – 60 м<sup>3</sup>.

Кроме естественной вентиляции, кабинет оснащен кондиционером, позволяющим поддерживать микроклимат в помещении.

Помещение оборудовано на три рабочих места, на каждом из которых установлен 1 персональный компьютер с ЖК монитором. Требования, которые определены к минимальной площади и объему на одно рабочее место – при периметральном расположении площадь одного рабочего места должна быть не менее 4,0 кв.м. – для данного помещения выполняются.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе работы были решены следующие задачи:

- Сделан анализ курса «Современные телекоммуникационные системы и сети»
- Произведен обзор и выбор:
  - Систем моделирования телекоммуникационных сетей
  - Протоколов маршрутизации
  - Технологий глобальных сетей
- Разработан цикл лабораторных работ

Таким образом, можно считать, что достигнута цель ВКР – создан цикл лабораторных работ по дисциплине Современные телекоммуникационные системы и сети с помощью симулятора Cisco Packet Tracer.

Во время выполнения выпускной квалификационной работы была сделана рабочая командировка в Уральский Федеральный Университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина для участия на первом Всероссийском хакатоне по тематике «Промышленные сети на технологиях Cisco» (см. Приложение А) и обмена опытом с преподавателями УрФУ и сетевой академии Cisco при УрФУ в вопросах обучения студентов сетевым технологиям.

В результате были разработаны методические указания к циклу лабораторных работ, которые позволят в короткие сроки изучить основы настройки сетевого оборудования Cisco.

Методические указания занимают 126 страниц и приведены в приложении В.

Также был составлен календарный график выполнения работ, произведена стоимостная оценка разработки.

В разделе безопасность и экологичность работы проведена оценка производственной и экологической безопасности.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. An Introduction to IGRP. Cisco Systems, Inc. [электронный ресурс] // Режим доступа свободный: <http://www.cisco.com/c/en/us/support/docs/ip/interior-gateway-routing-protocol-igrp/26825-5.html>
2. An Introduction to EIGRP. Cisco Systems, Inc. [электронный ресурс] // Режим доступа свободный: <https://tools.ietf.org/html/draft-savage-eigrp-00>
3. An Introduction to OSPF protocol [электронный ресурс] // Режим доступа свободный: <https://www.ietf.org/rfc/rfc2328.txt>
4. An Introduction to RIP protocol [электронный ресурс] // Режим доступа свободный: <http://www.ciscolab.ru/routing/23-vvedenie-v-protokol-rip.html>
5. Boson NetSim [электронный ресурс] // Режим доступа свободный: <http://www.boson.com/netsim-cisco-network-simulator>
6. Cisco Packet Tracer [электронный ресурс] // Режим доступа свободный: [http://www.cisco.com/c/dam/en\\_us/training-events/netacad/course\\_catalog/docs/Cisco\\_PacketTracer\\_DS.pdf](http://www.cisco.com/c/dam/en_us/training-events/netacad/course_catalog/docs/Cisco_PacketTracer_DS.pdf)
7. Frame-Relay [электронный ресурс] // Режим доступа свободный: <https://tools.ietf.org/html/rfc2427>
8. Frame Relay в Cisco [электронный ресурс] // Режим доступа свободный: [http://www.cisco.com/warp/public/cc/so/neso/vpn/vpnsp/vpnmi\\_wp.htm](http://www.cisco.com/warp/public/cc/so/neso/vpn/vpnsp/vpnmi_wp.htm)
9. GNS3/Dynamips [электронный ресурс] // Режим доступа свободный: <https://www.gns3.com/>
10. RIP Version 2 protocol [электронный ресурс] // Режим доступа свободный: <http://www.protocols.ru/files/RFC/RFC-2453.pdf>
11. Software Oracle VM VirtualBox [электронный ресурс] // Режим доступа свободный: <http://download.virtualbox.org/virtualbox/UserManual.pdf>
12. Software VMware Workstation [электронный ресурс] // Режим доступа свободный: <http://www.vmware.com/>
13. VPN [электронный ресурс] // Режим доступа свободный: <https://tools.ietf.org/html/rfc4026>

14. Алиев Т.И. / учебное пособие/ сети ЭВМ и телекоммуникации/ СП. 2011// Режим доступа свободный.
15. Блэк У. Интернет: протоколы безопасности. Учебный курс. – СПб.: Питер, 2001 // Режим доступа свободный.
16. Башлы П. Н. Современные сетевые технологии: учебное пособие, - М., 2006
17. Ицыксон В.М. Курс лекций «Технологии компьютерных сетей» 2012.
18. Интернет издание о высоких технологиях [электронный ресурс] // Режим доступа свободный: <http://www.cnews.ru/reviews/free/telecom2004/part1/>
19. К. Пакет. Создание сетей удаленного доступа Cisco - М: "Вильямс", 2003.- 672 стр.
20. Методы коммутации [электронный ресурс] // Режим доступа свободный: <http://wiki.mvtom.ru/index.php/>
21. Официальный сайт компании Cisco [электронный ресурс] // Режим доступа свободный: [www.cisco.com](http://www.cisco.com)
22. Проектирование и анализ вычислительных сетей в программном продукте Cisco Packet Tracer [электронный ресурс] // Режим доступа свободный: [http://elearning.bmstu.ru/portal\\_iu5/pluginfile.php/644/mod\\_page/content/7/proekt\\_i\\_analiz\\_Cisco\\_Packet\\_Tracer.pdf](http://elearning.bmstu.ru/portal_iu5/pluginfile.php/644/mod_page/content/7/proekt_i_analiz_Cisco_Packet_Tracer.pdf)
23. Протокола динамической маршрутизации [электронный ресурс] // Режим доступа свободный: [http://cad.kpi.ua/attachments/043\\_2011\\_031.pdf](http://cad.kpi.ua/attachments/043_2011_031.pdf)
24. Фролов А.И. Сети ЭВМ и телекоммуникации. Орел: 2006. – 71 с. // Режим доступа свободный:
25. Что такое GNS3? [электронный ресурс] // Режим доступа свободный: <http://ccnastepbystep.blogspot.ru/2009/12/gns3.html>
26. Чернова Е.В. Теоретические аспекты применения специализированного программного обеспечения в подготовке конкурентоспособного ит-специалиста [электронный ресурс] // Режим доступа свободный: <http://www.sworld.com.ua/simpoz2/130.pdf>
27. Эволюция вычислительных систем [электронный ресурс] // Режим доступа свободный: [http://sesia5.ru/lokseti/s\\_11.htm](http://sesia5.ru/lokseti/s_11.htm)