

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1 ПОСТАНОВКА ТЕХНИЧЕСКОГО ЗАДАНИЯ.....	6
1.1 Описание предметной области .....	6
1.2 Обоснование потребности проектирования ЛВС .....	6
1.3 Определение перечня функций пользователей в сети .....	7
2 ОПИСАНИЕ ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ТЕХНОЛОГИИ.....	9
3 РАЗРАБОТКА ВАРИАНТОВ КОНФИГУРАЦИИ ЛВС .....	10
3.1 Анализ существующей инфраструктуры .....	10
3.2 Предложение возможных вариантов конфигурации .....	11
3.3 Выбор оптимальной конфигурации .....	12
4 РАЗРАБОТКА СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ ЛВС .....	13
4.1 Проектирование подсистемы рабочего места.....	13
4.2 Проектирование горизонтальной подсистемы .....	14
4.3 Проектирование вертикальной подсистемы .....	20
4.4 Проектирование магистральной подсистемы .....	21
4.5 Административная подсистема .....	21
4.6 Расчет дополнительных и вспомогательных элементов СКС.....	25
4.7 Расчет стоимости используемого оборудования и программного обеспечения .....	28
5 НАСТРОЙКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ .....	29
5.1 Настройка сетевого серверного программного обеспечения.....	29
5.1.1 Начальная настройка .....	29
5.1.2 Начальная DNS-серверов .....	29
5.1.3 Настройка DHCP-серверов .....	33
5.1.4 Настройка проху-серверов.....	34
5.2 Настройка сетевого клиентского программного обеспечения.....	35
6 ПЛАНИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СЕТИ .....	36
6.1 Общие принципы безопасности .....	36
6.2 Оценка вероятных угроз.....	36

					ЯАС.1610574.ПЗ		
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.		Яблонский А.С.			Проектирование и расчет ЛВС (Пояснительная записка)	Лит.	Лист
Провер.		Макарычев М.Ю.					Листов
Реценз.							3
Н. Контр.							41
Утверд.						Учреждение образования «Полоцкий государственный университет» гр. 16–ИТ-3	

6.3 Распределение прав пользователей.....	36
7 УЧЕТ ТРЕБОВАНИЙ ОХРАНЫ ТРУДА .....	37
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	39
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	40
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	41

					ЯАС.1610574.ПЗ	Лист
						4
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## ВВЕДЕНИЕ

Локальная вычислительная сеть (ЛВС) — компьютерная сеть, покрывающая обычно относительно небольшую территорию или небольшую группу зданий (дом, офис, фирму, институт). Также существуют локальные сети, узлы которых разнесены географически на расстояния более 12 500 км (космические станции и орбитальные центры). Несмотря на такие расстояния, подобные сети всё равно относят к локальным.

Существует множество способов классификации сетей. Основным критерием классификации принято считать способ администрирования. То есть в зависимости от того, как организована сеть и как она управляется, её можно отнести к локальной, распределённой, городской или глобальной сети.

Компьютеры могут соединяться между собой, используя различные среды доступа: медные проводники (витая пара), оптические проводники (оптоволоконные кабели) и через радиоканал (беспроводные технологии). Проводные, оптические связи устанавливаются через Ethernet, беспроводные — через Wi-Fi, Bluetooth, GPRS и прочие средства. Отдельная локальная вычислительная сеть может иметь связь с другими локальными сетями через шлюзы, а также быть частью глобальной вычислительной сети (например, Интернет) или иметь подключение к ней.

Чаще всего локальные сети построены на технологиях Ethernet или Wi-Fi. Для построения простой локальной сети используются маршрутизаторы, коммутаторы, точки беспроводного доступа, беспроводные маршрутизаторы, модемы и сетевые адаптеры. Реже используются преобразователи (конвертеры) среды, усилители сигнала (повторители разного рода) и специальные антенны.

Целью данной курсовой работы является разработка инфраструктуры внутренней сети предприятия. В соответствии с заданием необходимо разработать инфраструктуру предприятия, состоящего из двух зданий (одно двухэтажное и одно трёхэтажное), находящихся на расстоянии 2 километра друг от друга. При этом следует уделить внимание экономической стороне, целесообразности использования различного оборудования, топологии сети, способам подключения оборудования.

# 1 ПОСТАНОВКА ТЕХНИЧЕСКОГО ЗАДАНИЯ

## 1.1 Описание предметной области

Проектируемая сеть должна включать технологии, соотносящиеся по цене и качеству, быть гибкой в управлении, расширении, конфигурировании. Желательно, чтобы сеть можно было разделять на физически и логически независимые участки. Модульность сети позволяет изменять её части не влияя на её работу в целом. Благодаря модульности также возможно поэтапное введение сети в эксплуатацию.

При проектировании структурированных кабельных систем (далее СКС) зданий необходимо учитывать следующие исходные данные:

- 1 поэтажные планы двух зданий с указанием линейных размеров;
- 2 данные об общей используемой площади помещений, площади, предназначенной для размещения персонала: одно двухэтажное и одно трёхэтажное здания, минимальная полезная площадь двух зданий 600 метров квадратных;
- 3 значения высот этажей: от 2.5 м;
- 4 сетевая технология Ethernet;
- 5 минимальное расстояние между зданиями 2000 м;
- 6 минимальное количество рабочих мест 90;
- 7 минимальная скорость вертикальной подсистемы 1000 Мбит/с.

Очевидно, что работа организации будет связана с обработкой большого количества информации и потоков данных. Необходима тесная связь между отделами.

В организации имеются следующие основные отделы:

- 1 отдел кадров;
- 2 отдел администрирования;
- 3 отдел по работе с клиентами;
- 4 бухгалтерия;
- 5 отдел разработки;
- 6 отдел тестирования.

## 1.2 Обоснование потребности проектирования ЛВС

На сегодняшний день возможности ЛВС настолько огромны, что они широко используются не только IT компаниями, но и рядовыми организациями. Пользователям одной ЛВС становятся доступны информационные ресурсы всех компьютеров сети, практикуется совместное использование оборудования, легко объединяются ПК, где операционные системы различны. ЛВС могут с легкостью использоваться для передачи данных, голоса и видео данных в пределах своей сети или сети предприятия. Топология прокладки таких сетей позволяет при необходимости легко наращивать ее функциональность и размеры. Некоторые сети могут повысить мобильность сотрудников в офисных или производственных помещениях, вдобавок

исключив некоторые затраты на ее установку. Они обеспечивают большую надежность, отличную пропускную способность и гарантию защиты от простоев. Грамотное построение локальной сети и настройка локальной сети позволят успешно вести совместную работу над бизнес-проектами.

ЛВС обладает следующими преимуществами:

- 1 распределение данных (Data Sharing). Данные в ЛВС хранятся на сервере и могут быть доступны для чтения и записи на рабочих станциях пользователей;
- 2 совместное использование элементов сети, доступ к локальным сетевым устройствам (принтеры, сканеры, факсы и другие внешние устройства);
- 3 возможность быстрого доступа к необходимой информации;
- 4 распределение программ (Software Sharing). Все пользователи ЛВС могут совместно иметь доступ к программам поддерживающим сетевой режим;
- 5 надежное хранение и резервирование данных;
- 6 защиту информации;
- 7 использование ресурсов современных технологий (доступ в Интернет, системы электронного документооборота и проч.).

### 1.3 Определение перечня функций пользователей в сети

В последнее время, в связи с увеличением трафика приложений, активного использования ресурсов локальных вычислительных сетей для передачи трафика возникла необходимость разделить их на разные уровни доступа к сети, а также они будут выполнять разные функции.

Функции системного администратора:

- 1 неограниченный доступ ко всем ресурсам сети;
- 2 обеспечение и контроль физической связи;
- 3 использование ресурсов сети;
- 4 настройка активного оборудования;
- 5 настройка общего доступа и предопределённого круга программ;
- 6 обеспечение стабильной работы сети;
- 7 использование необходимого программного обеспечения;
- 8 контроль присутствия в сети;
- 9 мониторинг состояния активного сетевого оборудования и линий связи;
- 10 создание и использование средств организации коллективной работы.

Функции директора фирмы:

- 1 неограниченный доступ ко всем ресурсам сети;
- 2 контроль доступа к ресурсам;
- 3 контроль присутствия в сети;
- 4 использование ресурсов сети Интернет;
- 5 использование необходимого программного обеспечения;
- 6 создание и использование средств организации коллективной работы;
- 7 полный доступ к глобальной сети Интернет.

					ЯАС.1610574.ПЗ	Лист
						7
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Функции рабочего фирмы:

- 1 ограниченный доступ к ресурсам сети;
- 2 работа с документацией;
- 3 полный доступ к глобальной сети Интернет;
- 4 передача и прием данных по сети;
- 5 использование необходимого программного обеспечения;
- 6 создание и использование средств организации коллективной работы.

Функции секретаря:

- 1 неограниченный доступ ко всем ресурсам сети;
- 2 работа с важной документацией;
- 3 доступ к глобальной сети Интернет;
- 4 передача и прием данных по сети;
- 5 использование необходимого программного обеспечения.

Функции бухгалтера:

- 1 ограниченный доступ ко всем ресурсам сети;
- 2 работа с документацией;
- 3 доступ к глобальной сети Интернет;
- 4 передача и прием данных по сети;
- 5 использование необходимого программного обеспечения.

Функции программиста:

- 1 использование баз данных;
- 2 доступ к веб-ресурсам;
- 3 использование средств коммуникации;
- 4 передача файлов;
- 5 использование внутреннего сервера.

Функции тестировщика:

- 1 использование базы данных;
- 2 доступ к глобальной сети Интернет;
- 3 передача данных и связь;
- 4 обработка документов;
- 5 иные вспомогательные сетевые средства тестирования ПО.

Как видно, без функций ЛВС для разделения ресурсов и т.д. в данном случае не обойтись. ЛВС будет использоваться для передачи и приёма большого количества информации. Также необходимо обеспечить надёжную связь между отделами.

					ЯАС.1610574.ПЗ	Лист 8
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## 2 ОПИСАНИЕ ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ТЕХНОЛОГИИ

В локальных сетях, как правило, используется разделяемая среда передачи данных (моноканал) и основная роль отводится протоколами физического и канального уровней, так как эти уровни в наибольшей степени отражают специфику локальных сетей.

Сетевая технология – это согласованный набор стандартных протоколов и реализующих их программно-аппаратных средств, достаточный для построения локальной вычислительной сети. Сетевые технологии называют базовыми технологиями или сетевыми архитектурами локальных сетей.

Сетевая технология или архитектура определяет топологию и метод доступа к среде передачи данных, кабельную систему или среду передачи данных, формат сетевых кадров тип кодирования сигналов, скорость передачи в локальной сети. В современных локальных вычислительных сетях широкое распространение получили такие технологии или сетевые архитектуры, как: Ethernet, Token-Ring, ArcNet, FDDI.

Основная сетевая технология, как следует из задания, - Ethernet. Стандарт, на котором будет построена сеть внутри зданий был выбран 1000BASE-T, Gigabit Ethernet: 1 Гбит/с (125 Мбайт/с) по витой паре 5-й категории.

Параметры протокола 1000 BASE-T Gigabit Ethernet описываются документом IEEE Std 802.3ab, утвержденным Ассоциацией стандартов Института инженеров электроники и электротехники (IEEE-SA). Второй стандарт называется ANSI/TIA-854 “Спецификация физического уровня дуплексного 1000 BASE-TX Gigabit Ethernet симметричных кабельных систем. Оба стандарта используют все четыре пары в кабеле, но в каждом применена различная техника передачи и схема кодирования. В соответствии с 802.3ab (1000Base-T) поток данных со скоростью 1 Гбит/с распределяется равномерно по всем четырем парам, таким образом, по каждой из них данные передаются со скоростью 250Мбит/с. Причем передача по каждой паре ведется в двух направлениях. В соответствии с ANSI/TIA-854 (1000Base-TX) физически разделены передающие и приемные пары, т.е. по двум парам данные передаются со скоростью 500Мбит/с, по двум другим передача ведется с той же скоростью в обратном направлении. Для работы такого приложения требуется более высокое качество кабельной системы (КС).

Стандарт 1000BASE-LX будет использоваться для связи зданий (магистрального уровня). Для прокладки сети между зданиями целесообразно использовать оптоволоконный кабель, так как он обладает необходимыми нам преимуществами. Этот стандарт использует одномодовое или многомодовое оптическое волокно во втором окне прозрачности с длиной волны равной 1310 нм. Дальность прохождения сигнала зависит только от типа используемых приемопередатчиков и, как правило, составляет для одномодового оптического волокна до 5 км и для многомодового оптического волокна до 550 метров. Таким образом, он позволит прокладывать кабель на расстояние до 5 км и обеспечит скорость передачи данных до 1 Гбит/с.

## 3 РАЗРАБОТКА ВАРИАНТОВ КОНФИГУРАЦИИ ЛВС

### 3.1 Анализ существующей инфраструктуры

Рабочие места сотрудников предприятия размещаются в двух зданиях – трёхэтажном и двухэтажном. Здания будем обозначать буквами А и Б соответственно. Расположение информационных розеток может немного изменяться при проектировании сети, насколько позволяет длина патч-корда.

Структурные характеристики зданий представлены в таблице 3.1.1.

**Таблица 3.1.1** – Структурные характеристики зданий А и Б

Характеристика	Размеры (м)
Высота этажа	3
Наружная стена (толщина)	0,3
Межкомнатная стена (толщина)	0,1
Дверь (ширина / высота)	0,9 / 2
Окно (ширина)	0,9
Расстояние от пола до короба	0,6
Расстояние от потолка до короба	0,8

На первом этаже здания А располагаются:

- 1 серверная;
- 2 столовая;
- 3 зона отдыха;
- 4 рабочие кабинеты;
- 5 переговорная.

На втором этаже здания А располагаются:

- 1 кабинет директора;
- 2 бухгалтерия;
- 3 кабинет секретаря;
- 4 зона отдыха;
- 5 рабочие кабинеты.

На третьем этаже здания А располагаются:

- 1 зона отдыха;
- 2 рабочие кабинеты;

3 На первом этаже здания Б располагаются:

- 1 серверная;
- 2 зона отдыха;
- 3 рабочие кабинеты;
- 4 столовая;
- 5 переговорная.



На втором этаже здания Б располагаются:

- 1 кабинет директора;
- 2 бухгалтерия;
- 3 зона отдыха;
- 4 рабочие кабинеты.

Схема расстановки рабочих мест сотрудников приведена в приложении А.

### 3.2 Предложение возможных вариантов конфигурации

Рассмотрим основные физические топологии сети и их характеристики.

Полносвязная топология соответствует сети, в которой каждый компьютер сети связан со всеми остальными. Несмотря на логическую простоту, этот вариант оказывается громоздким и неэффективным. Действительно, каждый компьютер в сети должен иметь большое количество коммуникационных портов, достаточное для связи с каждым из остальных компьютеров сети. глобальных сетях при небольшом количестве компьютеров.

Ячеистая топология (mesh) получается из полносвязной путем удаления некоторых возможных связей. В сети с ячеистой топологией непосредственно связываются только те компьютеры, между которыми происходит интенсивный обмен данными, а для обмена данными между компьютерами, не соединенными прямыми связями, используются транзитные передачи через промежуточные узлы.

Общая шина является очень распространенной (а до недавнего времени самой распространенной) топологией для локальных сетей. В этом случае компьютеры подключаются к одному коаксиальному кабелю по схеме «монтажного ИЛИ». Передаваемая информация может распространяться в обе стороны. Применение общей шины снижает стоимость проводки, унифицирует подключение различных модулей, обеспечивает возможность почти мгновенного широковещательного обращения ко всем станциям сети. Таким образом, основными преимуществами такой схемы являются дешевизна и простота разводки кабеля по помещениям. Самый серьезный недостаток общей шины заключается в ее низкой надежности: любой дефект кабеля или какого-нибудь из многочисленных разъемов полностью парализует всю сеть. К сожалению, дефект коаксиального разъема редкостью не является. Другим недостатком общей шины является ее невысокая производительность, так как при таком способе подключения в каждый момент времени только один компьютер может передавать данные в сеть. Поэтому пропускная способность канала связи всегда делится здесь между всеми узлами сети.

Топология звезда. В этом случае каждый компьютер подключается отдельным кабелем к общему устройству, называемому концентратором, который находится в центре сети. В функции концентратора входит направление передаваемой компьютером информации одному или всем остальным компьютерам сети. Главное преимущество этой топологии перед общей шиной - существенно большая надежность. Любые неприятности с кабелем касаются лишь того компьютера, к которому этот кабель присоединен, и только неисправность концентратора может вывести из строя всю сеть. Кроме того, концентратор может играть роль интеллектуального

фильтра информации, поступающей от узлов в сеть, и при необходимости блокировать запрещенные администратором передачи.

К недостаткам топологии типа звезда относится более высокая стоимость сетевого оборудования из-за необходимости приобретения концентратора. Иногда имеет смысл строить сеть с использованием нескольких концентраторов, иерархически соединенных между собой связями типа звезда. В настоящее время иерархическая звезда является самым распространенным типом топологии связей как в локальных, так и глобальных сетях.

Дерево — это топология сетей, в которой каждый узел более высокого уровня связан с узлами более низкого уровня звездообразной связью, образуя комбинацию звезд. Также дерево называют иерархической звездой.

Название дерево пришло из теории графов. Первый узел дерева принято называть корнем, следующие узлы высокого уровня — родительскими, а узлы более низкого уровня — дочерними. Таким образом каждый дочерний узел, который имеет связь с более низкими узлами, является для этих узлов родительским.

К достоинствам данной топологии можно отнести то, что сеть с данной топологией легко увеличить и легко её контролировать (поиск обрывов и неисправностей). Недостатками является то, что при выходе из строя родительского узла, выйдут из строя и все его дочерние узлы (выход из строя корня — выход из строя всей сети), и также ограничена пропускная способность (доступ к сети может быть затруднён).

### 3.3 Выбор оптимальной конфигурации

При выборе конфигурации следует учитывать тот факт, что отказ одной из составляющих сети, не приводил бы к остановке деятельности всей сети. Также при выборе следующих параметров следует учитывать наличие у сети таких характеристик как:

- 1 легкая расширяемость;
- 2 обеспечение альтернативной маршрутизации, максимальная надёжность передачи данных;
- 3 выбор оптимального маршрута передачи блоков данных (минимизация числа каналов образующих последовательностей);
- 4 легкий поиск обрывов и неисправностей;
- 5 высокая пропускная способность;
- 6 предоставление приемлемого времени ответа и нужной пропускной способности;
- 7 выбор оптимальной конфигурации должен быть выгодным для компании с экономической точки зрения.

Исходя из данных параметров, в разрабатываемой сети будет использоваться топология «дерево». Данная технология отвечает всем вышеперечисленным требованиям и выигрывает даже с недостатком в финансовом плане.

## 4 РАЗРАБОТКА СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ ЛВС

### 4.1 Проектирование подсистемы рабочего места

При проектировании сети было решено размещать розетки в соответствии с планом размещения рабочих мест. Это позволит несколько сократить время реализации кабельной системы. Информационные розетки (далее ИР) стандарта 838С (RJ-45) размещаются непосредственно рядом со столом и прикрываются им, это обеспечивает отсутствие лишних выступающих проводов и возможности случайного их обрыва. При использовании ИР их соединение с компьютером производится с помощью патч-корда UTP Category 5 длиной 2 м.

Розетки устанавливаются в расчёте одна информационная розетка на одно рабочее место гнездом вниз, для уменьшения попадания мусора и пыли в них. Розетки устанавливаются непосредственно под коробом. Короб располагается на высоте 600 мм от пола. В таблицах 4.1.1, 4.1.2, 4.1.3, 4.1.4, 4.1.5 приведено количество рабочих мест, количество ИР для зданий А и Б.

**Таблица 4.1.1** – Количество рабочих мест, количество ИР для первого этажа здания А

№ помещения	Количество рабочих мест	Количество ИР
100	2	2
101	4	4
103	2	2
104	2	2

**Таблица 4.1.2** – Количество рабочих мест, количество ИР для второго этажа здания А

№ помещения	Количество рабочих мест	Количество ИР
200	5	5
201	1	1
202	15	15
203	1	1
204	4	5

**Таблица 4.1.3** – Количество рабочих мест, количество ИР для третьего этажа здания А

№ помещения	Количество рабочих мест	Количество ИР
300	1	1
301	6	6
302	6	6
303	1	1
304	5	5

**Таблица 4.1.4** – Количество рабочих мест, количество ИР для первого этажа здания Б

№ помещения	Количество рабочих мест	Количество ИР
10	2	2
11	6	7
12	6	6
14	1	1

**Таблица 4.1.5** – Количество рабочих мест, количество ИР для второго этажа здания Б

№ помещения	Количество рабочих мест	Количество ИР
20	3	3
21	15	15
22	1	1
23	1	1
24	6	6

Количество окончных шнуров определяется исходя из общего количества рабочих мест и сетевых устройств: 98 патч-кордов для подключения компьютеров к розеткам. На случай повреждения или утери патч-кордов в процессе монтажа сети, а также в связи с отсутствием подробной информации о количестве сетевого оборудования, используемого на рабочих местах, их количество будет взято с запасом.

Результаты расчета всего необходимого приведены в таблице 4.1.6.

**Таблица 4.1.6** – Подсчёт количества оборудования для организации подсистемы рабочего места

Предмет	Где используется	Количество	С учётом запаса
ИР RJ-45	Здание А	56	62
ИР RJ-45	Здание Б	42	47
Сумма		98	109
Патч-корд RJ-45 STR cat. 5 (2м)	Здание А	56	62
Патч-корд RJ-45 STR cat. 5 (2м)	Здание Б	42	47
Сумма		98	109

Схема размещения информационных розеток представлена на плане трассировки кабеля в ПРИЛОЖЕНИИ Б.

## 4.2 Проектирование горизонтальной подсистемы

В качестве метода прокладки кабеля, выбрана прокладка его в кабельных коробах. В декоративных целях выбрана высота прокладки кабеля 0,6 метра в помещениях, содержащих рабочие места.

В коридорах кабельные короба будут располагаться на расстоянии 0,3 метра под потолком. Вертикальные переходы кабеля будут осуществляться внутри помещений.

Для реализации горизонтальных подсистем зданий предполагается использование экранированной витой пары категории 5. Для каждого рабочего места оставляется запас кабеля на разводку – 0,3 м. Аналогичные запасы для коммутационных шкафов и серверных стоек составляют 1 и 1,5 метра соответственно. Дополнительно рассчитывается технологический запас кабеля в размере 10%. Расчет использования данного кабеля приводится в таблицах 4.2.1 – 4.2.5.

**Таблица 4.2.1 – Расчёт использования кабеля в здании А, этаж 1**

Узел А	Узел Б	Расчёт количества кабеля (мм)	Результат (мм)	+10%
ИР 100.1	КС	300+2600+1200+100+579+5000+600+3105+895+100+2600+600+1715+1500	20894	22938,4
ИР 100.2	КС	300+1200+100+579+5000+600+3105+895+100+2600+600+1715+1500	18294	20123,4
ИР 101.1	КС	300+5000+600+3105+895+100+2600+600+1715+1500	16415	18056,5
ИР 101.2	КС	300+3105+895+100+2600+600+1715+1500	10815	11896,5
ИР 101.3	КС	300+895+100+2600+600+1715+1500	7710	8481
ИР 101.4	КС	300+2570+100+2600+600+1715+1500	9385	10323,5
ИР 103.1	КС	300+2520+100+2300+600+1715+1500	9035	9938,5
ИР 103.2	КС	300+2779+1600+1600+3079+2520+100+2300+600+1715+1500	18093	19902,3
ИР 104.1	КС	300+1479+100+1600+1600+3079+2520+100+2300+600+1715+1500	16893	18582,3
ИР 104.2	КС	300+758+820+2779+1600+1600+3079+2520+100+2300+600+1715+1500	19671	21638,1
Итого:			147205	161925,5

**Таблица 4.2.2 – Расчёт использования кабеля в здании А, этаж 2**

Узел А	Узел Б	Расчёт количества кабеля (мм)	Результат (мм)	+10%
ИР 200.1	КШ1	300+2255+544+100+5000+100+596+1370+1192+2437+579+2510+2210+1820+805+1000	22818	25099,8
ИР 200.2	КШ1	300+544+100+5000+100+596+1370+1192+2437+579+2510+2210+1820+805+1000	20563	22619,3
ИР 200.3	КШ1	300+3079+100+5000+100+596+1370+1192+2437+579+2510+2210+1820+805+1000	23098	25407,8

Продолжение таблицы 4.2.2

ИР 200.4	КШ1	300+2140+3079+100+5000+100+596+1370+1192+2437+579+2510+2210+1820+805+1000	25238	27761,8
ИР 200.5	КШ1	300+1948+2140+3079+100+5000+100+596+1370+1192+2437+579+2510+2210+1820+805+1000	27186	29904,6
ИР 201.1	КШ1	300+2300+100+596+1370+1192+2437+579+2510+2210+1820+805+1000	17219	18940,9
ИР 202.1	КШ1	300+2224+2656+596+1370+1192+2437+579+2510+2210+1820+805+1000	19699	21668,9
ИР 202.2	КШ1	300+2656+596+1370+1192+2437+579+2510+2210+1820+805+1000	17475	19222,5
ИР 202.3	КШ1	300+1370+1192+2437+579+2510+2210+1820+805+1000	14223	15645,3
ИР 202.4	КШ1	300+1192+2437+579+2510+2210+1820+805+1000	12853	14138,3
ИР 202.5	КШ1	300+2437+579+2510+2210+1820+805+1000	11661	12827,1
ИР 202.6	КШ1	300+2510+2210+1820+805+1000	8645	9509,5
ИР 202.7	КШ1	300+2210+1820+805+1000	6135	6748,5
ИР 202.8	КШ1	300+1820+805+1000	3925	4317,5
ИР 202.9	КШ1	300+805+1000	2105	2315,5
ИР 202.10	КШ1	300+2553+1000	3853	4238,3
ИР 202.11	КШ1	300+2200+2553+1000	6053	6658,3
ИР 202.12	КШ1	300+2900+620+2200+2553+1000	9573	10530,3
ИР 202.13	КШ1	300+2060+2900+620+2200+2553+1000	11633	12796,3
ИР 202.14	КШ1	300+2179+639+2060+2900+620+2200+2553+1000	14451	15896,1
ИР 202.15	КШ1	300+2040+2179+639+2060+2900+620+2200+2553+1000	16491	18140,1
ИР 203.1	КШ1	300+2900+100+639+2060+2900+620+2200+2553+1000	15272	16799,2
ИР 204.1	КШ1	300+899+1600+100+8000+100+1600+3200+100+639+2060+2900+620+2200+2553+1000	27871	30658,1
ИР 204.2	КШ1	300+1754+2563+610+2347+1840+5162+1600+100+8000+100+1600+3200+100+639+2060+2900+620+2200+2553+1000	41248	45372,8
ИР 204.3	КШ1	300+2563+610+2347+1840+5162+1600+100+8000+100+1600+3200+100+639+2060+2900+620+2200+2553+1000	39494	43443,4

## Окончание таблицы 4.2.2

ИР 204.4	КШ1	300+2347+1840+5162+1600+100+8000 +100+1600+3200+100+639+2060+290 0+620+2200+2553+1000	36321	39953,1
ИР 204.5	КШ1	300+1840+5162+1600+100+8000+100 +1600+3200+100+639+2060+2900+62 0+2200+2553+1000	33974	37371,4
Итого:			489077	537984,7

Таблица 4.2.3 – Расчёт использования кабеля в здании А, этаж 3

Узел А	Узел Б	Расчёт количества кабеля (мм)	Резуль- тат (мм)	+10%
ИР 300.1	КШ2	300+579+100+429+1542+1169+1859+ 100+780+4819+620+3300+4005+1000	20602	22662,2
ИР 301.1	КШ2	300+3525+429+1542+1169+1859+100 +780+4819+620+3300+4005+1000	23448	25792,8
ИР 301.2	КШ2	300+1542+1169+1859+100+780+4819 +620+3300+4005+1000	19494	21443,4
ИР 301.3	КШ2	300+1169+1859+100+780+4819+620+ 3300+4005+1000	17952	19747,2
ИР 301.4	КШ2	300+1859+100+780+4819+620+3300+ 4005+1000	16738	18461,3
ИР 301.5	КШ2	300+300+100+780+4819+620+3300+4 005+1000	15224	16746,4
ИР 301.6	КШ2	300+2420+300+100+780+4819+620+3 300+4005+1000	17644	19408,4
ИР 302.1	КШ2	300+4819+620+3300+4005+1000	14044	15448,4
ИР 302.2	КШ2	300+3300+4005+100	7705	8475,5
ИР 302.3	КШ2	300+4005+1000	5305	5835,5
ИР 302.4	КШ2	300+860+5373+1000	7533	8286,3
ИР 302.5	КШ2	300+3779+860+5373+1000	11312	12443,2
ИР 302.6	КШ2	300+4300+956+3779+860+5373+1000	16568	18224,8
ИР 303.1	КШ2	300+2079+100+956+3779+860+5373+ 1000	14447	15891,7
ИР 304.1	КШ2	300+2963+360+2660+1779+2063+2279 +820+1600+100+8000+100+1600+320 0+100+956+3779+860+5373+1000	39892	43881,2
ИР 304.2	КШ2	300+2660+1779+2063+2279+820+1600 +100+8000+100+1600+3200+100+956 +3779+860+5373+1000	36569	40225,9
ИР 304.3	КШ2	300+1779+2063+2279+820+1600+100 +8000+100+1600+3200+100+956+377 9+860+5373+1000	33909	37299,9

## Окончание таблицы 4.2.3

ИР 304.4	КШ2	300+2279+820+1600+100+8000+100+1600+3200+100+956+3779+860+5373+1000	30067	33073,7
ИР 304.5	КШ2	300+820+1600+100+8000+100+1600+3200+100+956+3779+860+5373+1000	27788	30566,8
Итого:			376286	413914,6

Таблица 4.2.4 – Расчёт использования кабеля в здании Б, этаж 1

Узел А	Узел Б	Расчёт количества кабеля (мм)	Результат (мм)	+10%
ИР 10.1	КС1	300+2226+1597+1600+100+2150+100+1600+3820+2258+3100+520+2899+900+100+3908+100+2296+600+1462+1500	33136	36449,6
ИР 10.2	КС1	300+1597+1600+100+2150+100+1600+3820+2258+3100+520+2899+900+100+3908+100+2296+600+1462+1500	30910	34001
ИР 11.1	КС1	300+2258+3100+520+2899+900+100+3908+100+2296+600+1462+1500	19943	21937,3
ИР 11.2	КС1	300+3100+250+2899+900+100+3908+100+2296+600+1462+1500	17415	19156,5
ИР 11.3	КС1	300+250+2899+900+100+3908+100+2296+600+1462+1500	14315	15746,5
ИР 11.4	КС1	300+900+100+3908+100+2296+600+1462+1500	11166	12282,6
ИР 11.5	КС1	300+3820+100+3908+100+2296+600+1462+1500	14086	15494,6
ИР 11.6	КС1	300+2290+3820+100+3908+100+2296+600+1462+1500	16376	18013,6
ИР 11.7	КС1	300+2868+2290+3820+100+3908+100+2296+600+1462+1500	19244	21168,4
ИР 12.1	КС1	300+3100+3020+1600+3908+100+2296+600+1462+1500	17886	19674,6
ИР 12.2	КС1	300+3020+1600+3908+100+2296+600+1462+1500	14786	16264,6
ИР 12.3	КС1	300+1600+3908+100+2296+600+1462+1500	11766	12942,6
ИР 12.4	КС1	300+1250+100+2296+600+1462+1500	7508	8258,8
ИР 12.5	КС1	300+3050+1250+100+2296+600+1462+1500	10558	11613,8



## Окончание таблицы 4.2.4

ИР 12.6	КС1	300+2979+3050+1250+100+2296+600 +1462+1500	13537	14890,7
ИР 14.1	КС1	300+1479+100+1803+600+1462+1000	6744	7418,4
Итого:			259376	285313,6

Таблица 4.2.5 – Расчёт использования кабеля в здании Б, этаж 2

Узел А	Узел Б	Расчёт количества кабеля (мм)	Результат (мм)	+10%
ИР 20.1	КШЗ	300+3290+809+100+3851+1048+3020+237 9+2064+2435+2120+2256+2602+720+3035 +4779+100+2186+1000	38094	41903,4
ИР 20.2	КШЗ	300+809+100+3851+1048+3020+2379+206 4+2435+2120+2256+2602+720+3035+4779 +100+2186+1000	34804	38284,4
ИР 20.3	КШЗ	300+3504+100+3851+1048+3020+2379+20 64+2435+2120+2256+2602+720+3035+477 9+100+2186+1000	37499	41248,9
ИР 21.1	КШЗ	300+720+3035+4779+100+2186+1000	12120	13332
ИР 21.2	КШЗ	300+2602+720+3035+4779+100+2186+100 0	14722	16194,2
ИР 21.3	КШЗ	300+2256+2602+720+3035+4779+100+218 6+1000	16978	18675,8
ИР 21.4	КШЗ	300+2120+2256+2602+720+3035+4779+10 0+2186+1000	19098	21007,8
ИР 21.5	КШЗ	300+2435+2120+2256+2602+720+3035+47 79+100+2186+1000	21533	23686,3
ИР 21.6	КШЗ	300+2064+2435+2120+2256+2602+720+30 35+4779+100+2186+1000	23597	25956,7
ИР 21.7	КШЗ	300+2379+2064++2435+2120+2256+2602 +720+3035+4779+100+2186+1000	25976	28573,6
ИР 21.8	КШЗ	300+1048+3020+2379+2064++2435+2120 +2256+2602+720+3035+4779+100+2186+ 1000	30044	33048,4
ИР 21.9	КШЗ	300+700+3851+1048+3020+2379+2064++ 2435+2120+2256+2602+720+3035+4779+1 00+2186+1000	34595	38054,5
ИР 21.10	КШЗ	300+1920+700+3851+1048+3020+2379+20 64++2435+2120+2256+2602+720+3035+4 779+100+2186+1000	36515	40166,5
ИР 21.11	КШЗ	300+2279+1920+700+3851+1048+3020+23 79+2064++2435+2120+2256+2602+720+3 035+4779+100+2186+1000	38794	42673,4

#### Окончание таблицы 4.2.5

ИР 21.12	КШЗ	300+3196+3300+1579+100+2186+1000	11661	12827,1
ИР 21.13	КШЗ	300+3300+1579+100+2186+1000	8465	9311,5
ИР 21.14	КШЗ	300+1579+100+2186+1000	5165	5681,5
ИР 21.15	КШЗ	300+4779+100+2186+1000	8365	9201,5
ИР 22.1	КШЗ	300+2300+2186+1000	5786	6364,6
ИР 23.1	КШЗ	300+600+100+1913+1000	3913	4304,3
ИР 24.1	КШЗ	300+3737+1600+1600+1600+2002+100+1600+3483+600+100+1913+1000	19635	21598,5
ИР 24.2	КШЗ	300+2279+3737+1600+1600+1600+2002+100+1600+3483+600+100+1913+1000	21914	24105,4
ИР 24.3	КШЗ	300+679+3036+2279+3737+1600+1600+1600+2002+100+1600+3483+600+100+1913+1000	25629	28191,9
ИР 24.4	КШЗ	300+2291+679+3036+2279+3737+1600+1600+1600+2002+100+1600+3483+600+100+1913+1000	27920	30712
ИР 24.5	КШЗ	300+2220+3195+3850+1600+100+2002+100+1600+3483+600+100+1913+1000	22063	24269,3
ИР 24.6	КШЗ	300+3195+3850+1600+100+2002+100+1600+3483+600+100+1913+1000	19843	21827,3
Итого:			564728	621200,8

Теперь возможно подсчитать совокупные затраты кабеля на организацию горизонтальной подсистемы:

$$161925,5 + 537984,7 + 413914,6 + 285313,6 + 621200,8 = 2020339,2 \text{ (мм)}.$$

Как видно из приведённых расчётов, в горизонтальную подсистему включено коммутационное оборудование, помещенное в шкафы.

### 4.3 Проектирование вертикальной подсистемы

Кабели вертикальной подсистемы связывают между собой коммутационное оборудование в помещениях с кроссовых этажей и серверную. Подсистема строится на основе неэкранированных 4-парных кабелей (UTP) категории 5. Произведём расчет кабеля для организации вертикальной подсистемы данных зданий (см таблицу 4.3.1). Как и ранее, подсчет производится с обеспечением технологического запаса длины кабеля в 10%.

**Таблица 4.3.1 – Расчёт кабеля для вертикальных подсистем**

Здание	Узел А	Узел Б	Расчёт количества кабеля (мм)	Результат	+10%
А	КШ 1	КС	1500+1715+600+2300+3000+600+1173+1600+1000	13488	14837
А	КШ 2	КС	1500+1715+600+2300+3000+3000+600+1173+1600+1000	16488	18137
Б	КШ 3	КС1	1500+1462+600+1803+600+1913+1600+1000	10478	11526
Итого:				40454	44500

Исходя из приведенных данных можно сказать, что затраты кабеля на организацию вертикальной подсистемы составят 44500 (мм).

#### 4.4 Проектирование магистральной подсистемы

В данном проекте в качестве стандарта для магистральной подсистемы используется 1000BASE-LX, предусматривающий использование оптоволоконного кабеля с максимальной длиной сегмента в 5 км.

Согласно заданию, расстояние между зданиями составляет 2000 м. Как и ранее необходимо предусмотреть технологический запас кабеля в размере 10%. Итоговая длина магистрали – 2200 м.

Данная магистраль будет проложена в закладных безнапорных ПВХ трубах с диаметром 110 мм внутри канализационной системы. Длина одного сегмента трубы – 2м, следовательно, понадобится приобрести 1100 таких сегментов.

Затраты кабеля на подведение его к серверной стойке составляют незначительную часть от всей длины магистрали и покрываются запланированным излишком кабеля. Им же обеспечивается обязательный запас в 3 м с каждой стороны.

#### 4.5 Административная подсистема

К решениям, затрагивающим административную подсистему относятся такие, как выбор серверных стоек и коммутационных шкафов, конкретного оборудования, способа подключения (коммутации) всех частей кабельной системы и выбор всего сетевого серверного оборудования.

Важной единицей организации как горизонтальной, так и вертикальной подсистем зданий является коммутационный шкаф. В качестве типового коммутационного шкафа выбран шкаф настенный WALLGUARD PRO 6 G, производитель NL. Высота данного шкафа – 6U (19”), что обеспечит достаточную гибкость в установке оборудования и относительную компактность решения.

Основной единицей оборудования в шкафу является, конечно же, коммутатор. В первом здании на первом этаже будет использоваться D-Link DGS-1210-28/ME, количество портов – 24, на втором этаже - TP-Link T1600G-52TS, количество портов – 48, на третьем этаже - D-Link DGS-1210-28/ME, количество портов –

24. Во втором здании на первом этаже будет выбран коммутатор D-Link DGS-1210-28/ME, количество портов – 24, на втором этаже - TP-Link T1600G-52TS, количество портов – 48.

Для облегчения монтажа сети, принято решение поместить в шкаф наряду с коммутатором патч-панель. Выбор патч-панели осуществлялся при обязательном условии совпадения количества портов с коммутаторными – так достигается наибольшая эффективность использования оборудования. Выбранная патч-панель в первом здании - Exalan EX03-F24, во втором - TELCO TWT-PP24TLC-45.

Стоит отметить, что решение использовать патч-панели для коммутации, ведёт к необходимости использовать дополнительные патч-корды в каждом шкафу для связи патч-панели с коммутатором. Оптимальная длина таких патч-кордов – 0,5 м.

Обычно, при определении необходимого количества патч-кордов берётся запас в 10%, однако в данном случае количество портов значительно превышает количество необходимых подключений для каждого шкафа, следовательно, расчет количества патч-кордов по количеству портов обеспечит необходимый технологический запас.

В таблице 4.5.1 приводятся окончательные расчеты количества оборудования, необходимого для организации коммутационных шкафов.

**Таблица 4.5.1** – Количество оборудования, необходимого для коммутационных шкафов

Предмет	Где используется	Количество
Патч-корд RJ-45 STP cat. 5 0,5м	Здание А	56
Патч-корд RJ-45 STP cat. 5 0,5м	Здание Б	42
Сумма		98
Коммутатор TP-Link T1600G-52TS	Здание А	1
Коммутатор D-Link DGS-1210-28/ME	Здание А	2

Окончание таблицы 4.5.1

Коммутатор TP-Link T1600G-52TS	Здание Б	1
Коммутатор D-Link DGS-1210-28/ME	Здание Б	1
Сумма		5
Патч-панель Exalan EX03-F24	Здание А	3
TELCO TWT-PP24TLC-45	Здание Б	2
Сумма		5

Следующим элементом административной подсистемы является серверная стойка (СС) и её оборудование. При выборе места для будущего расположения серверной стойки (аппаратной) играют роль следующие факторы:

- аппаратная должна быть совмещена (максимально приближена) с коммутационной здания;

- помещение не должно быть проходным;
- не рекомендуется расположение аппаратной в подвале, на верхних этажах;
- соблюдение минимальной площади аппаратной – 14 м<sup>2</sup> и правил расположения стойки в ней.

Данные требования учтены.

Единой серверной стойкой признана стойка NT RS4220 G на 42 юнита (размером 19 дюймов). Такие стойки будут использоваться в обоих зданиях.

Источник бесперебойного питания (ИБП, УПС) - UPS 2200VA Smart X APC – будет занимать нижние 4 юнита стойки. Расположение внизу монтажного конструктива обуславливается большим весом данного устройства – 40 килограмм.

Коммутаторы TP-Link T1600G-52TS, D-Link DGS-1210-28/ME и патч панель Exalan EX03-F24 (аналогичные рассмотренным ранее) обеспечат подключение к вертикальным и горизонтальным подсистемам СКС в первом здании.

Коммутатор D-Link DGS-1210-28/ME и патч панель TELCO TWT-PP24TLC-45(аналогичные рассмотренным ранее) обеспечат подключение к вертикальным и горизонтальным подсистемам СКС во втором здании.

Медиа конвертер TP-LINK MC210CS обеспечит соединение аппаратной с магистральной подсистемой. В аппаратной обоих зданий будет располагаться один медиа конвертер.

И наконец собственно сам сервер - ASUS RS700-E7/RS8, устанавливается в стойку, занимаемый размер – 1U. Такие сервера будут использоваться во двух стойках.

Наглядно расположение оборудования в стойке представлено в таблицах 4.5.2 и 4.5.3

**Таблица 4.5.2 – Расположение оборудования в серверной стойке здания А**

№ юнита	Использование
U42 – U22	Свободны для установки дополнительного оборудования
U21	
U20	Сервер ASUS RS700-E7/RS8
U19	
U18	
U17	
U16	Коммутатор D-Link DGS-1210-28/ME
U15	
U14	Патч панель Exalan EX03-F24
U13	
U12	Медиаконвертер TP-LINK MC210CS
U11	
U10	
U9-4	Свободны для установки дополнительного ИБП
U5	

## Окончание таблицы 4.5.2

U4	ИБП 2200VA Smart X APC
U3	
U2	
U1	

**Таблица 4.5.3** – Расположение оборудования в серверной стойке здания Б

№ юнита	Использование
U42 – U22	Свободны для установки дополнительного оборудования
U21	
U20	Сервер ASUS RS700-E7/RS8
U19	
U18	
U17	
U16	Коммутатор D-Link DGS-1210-28/ME
U15	
U14	Патч панель TELCO TWT-PP24TLC-45
U13	
U12	Медиаконвертер TP-LINK MC210CS
U11	
U10	
U9-4	Свободны для установки дополнительного ИБП
U5	
U4	ИБП 2200VA Smart X APC
U3	
U2	
U1	

Перечень всего необходимого оборудования для организации серверных приведен в таблицах 4.5.4 и 4.5.5.

**Таблица 4.5.4** – Перечень оборудования серверной здания А

Предмет	Количество
ИБП UPS 2200VA Smart X APC	1
Коммутатор TP-Link T1600G-52TS	1
Патч-панель Exalan EX03-F24	1
Медиа конвертер TP-LINK MC210CS	1
Коммутатор D-Link DGS-1210-28/ME	2
Сервер ASUS RS700-E7/RS8	1

**Таблица 4.5.5 – Перечень оборудования серверной здания Б**

Предмет	Количество
ИБП UPS 2200VA Smart X APC	1
Коммутатор TP-Link T1600G-52TS	1
Коммутатор D-Link DGS-1210-28/ME	1
Патч-панель TELCO TWT-PP24TLC-45	1
Медиа конвертер TP-LINK MC210CS	1
Сервер ASUS RS700-E7/RS8	1

Стоимость всего использованного оборудования приведена в спецификации, в ПРИЛОЖЕНИИ Д к данной пояснительной записке.

#### 4.6 Расчет дополнительных и вспомогательных элементов СКС

К таковым элементам относится в первую очередь настенный кабельный канал, роль которого зачастую выполняет декоративный короб. В данном проекте предусматривается именно использование декоративного короба не только исходя из эстетических принципов, но и для механической защиты проложенных в нем кабелей.

Произведём расчет необходимого количества короба по помещениям. Результаты расчета приведены в таблице 4.6.1. Результирующие значения в таблице округлены до 2 метров, так как это стандартная длина одной планки короба.

**Таблица 4.6.1 – Расчёт необходимого количества короба для зданий**

Помещение	Расчет количества короба, мм	Результат, мм
	Первый этаж здание А	3800
А-100	2600+1200	8816
А-101	579+5000+600+3105+895+2570	12749
А-102	2600+2300+600+1715+3000	10215
А-103	2520+3079+1600+1600+2779+820	12398
А-104	1479+758	2237
	Второй этаж здание А	
А-200	2255+544+3079+2140+1948	9966
А-201	5000+2300	7300
А-202	2224+2656+596+1370+1192+2437+579+2510+2210+1820+805+1600+2553+3000+2200+620+2900+2060+639+2179+2040	38190
А-203	2900+3200+1600	7700
А-204	899+5162+1840+2347+610+2563+1754	15175

Коридоры А-2 этаж	8000	8000
	Третий этаж здание А	
А-300	579	579
А-301	3525+429+1542+1169+1859+300+2420	11244
А-302	780+4819+620+3300+4005+1600+5373+600+860+3779+956+4300	42236
А-303	2079+3200+1600	6879
А-304	1600+820+2279+2063+1779+2660+360+2963	14524
Коридоры А-3 этаж	8000	8000
	Первый этаж здание Б	
Б-10	2226+1597+1600	5423
Б-11	1600+3820+2258+3100+520+2899+900+3820+2290+2868	29498
Б-12	3100+3020+1600+3908+1250+3050+2979	18907
Б-13	2296+1803+600+1462+3000	9161
Б-14	1479	1479
Коридоры Б-1 этаж	2150	2150
	Второй этаж здание Б	
Б-20	3290+809+3504	7603
Б-21	2279+1920+700+3851+1048+3020+2379+2064+2435+2120+2256+2602+720+3035+4779+1579+3300+3196	43283
Б-22	2300+2186+1913+1600+600	9599
Б-23	600+3483+1600	5683
Б-24	2220+3195+3850+3737+1600+1600+1600+2279+3036+679+2291	26087
Коридоры Б-2 этаж	2002	2002
	Сумма	380703
	Технологический запас (10%)	38070
	Итого	418773

Таким образом, для монтажа необходимо приобрести 418773 метров короба, что соответствует 210 стандартным планкам длиной по 2 м.

Для расчёта количества кабель-канала воспользуемся формулой  $S = \frac{n \cdot s1}{k \cdot 0,5}$ , где  $n$  – количество кабелей,  $s1$  – поперечное сечение одного кабеля (для UTP Category 20 -  $S1 = 22 \text{ мм}^2$ ),  $k$  – коэффициент наполненности короба.

Для рабочих помещений количество кабелей в коробе не превышает 15 штук. Т.е. потребуется короб сечением не менее  $S = \frac{15 \cdot 22}{0,6 \cdot 0,5} = 1100 \text{ мм}^2$ , Будем использовать кабель-канал SE 2М 40X40 мм.



Для аппаратной, а также коридоров количество кабелей в коробе не превышает 21 штук. Т.е. потребуется короб сечением не менее  $S = \frac{21 \cdot 22}{0,6 \cdot 0,5} = 1540 \text{ мм}^2$ . Будем использовать кабель-канал SE 2М 40Х40 мм.

Рассчитаем необходимое количество вспомогательных элементов короба – Т- и L-образных углов, заглушек и внутренних углов. Расчеты представлены в таблице 4.6.2, нумерация помещений согласно рассмотренной ранее.

**Таблица 4.6.2 – Вспомогательные элементы короба в помещениях зданий**

Помещение	L-угол	Т-соединение	Заглушка	Внешний угол	Внутренний угол
А-100	0	0	1	0	0
А-101	0	0	1	0	2
А-102	0	3	0	0	1
А-103	4	0	0	0	1
А-104	0	0	2	0	0
А-200	0	0	2	0	1
А-201	0	0	1	0	1
А-202	0	3	2	0	4
А-203	1	0	2	0	1
А-204	1	1	3	0	3
Коридоры А-2 этаж	0	0	1	0	0
А-300	0	0	1	0	0
А-301	0	0	2	0	2
А-302	0	2	1	0	3
А-303	1	0	2	0	1
А-304	1	0	2	0	2
Коридоры А-3 этаж	0	0	1	0	0
Б-10	1	0	2	0	0
Б-11	1	0	2	0	2
Б-12	0	0	2	0	2
Б-13	0	3	0	0	1
Б-14	0	0	1	0	0
Коридоры Б-1 этаж	0	0	0	0	0
Б-20	0	0	2	0	1
Б-21	0	0	2	0	4
Б-22	1	2	1	0	1
Б-23	1	0	1	0	0
Б-24	5	1	3	0	2
Коридоры Б-2 этаж	0	0	1	0	0

#### Окончание таблицы 4.6.2

Сумма	17	15	41	0	35
Запас	2	2	4	0	4
Итого	19	17	45	0	39

Рассчитаем количество необходимых элементов крепления (дюбель-гвоздей) для закрепления короба на стенах. Оно рассчитывается из расчета 2 дюбель-гвоздя на стандартную двухметровую планку короба. Было подсчитано что в проекте потребуется 210 таких планок для всех зданий, что означает что понадобится 420 дюбель-гвоздей. Так как дюбель-гвозди продаются в пачках по 200 штук, необходимо закупить 3 таких пачек.

Расчет стоимости элементов СКС, рассмотренных в данном пункте, представлен в спецификации в ПРИЛОЖЕНИИ Д.

#### 4.7 Расчет стоимости используемого оборудования и программного обеспечения

В качестве рабочих станций для пользователей зданий выбраны компьютеры ASUS EeBox PC E410-B029A и ноутбуки Acer Extensa EX2540-55BU (NX.EFHER.014). Дополнительно для каждого компьютера приобретается 21.5" ЖК монитор LG 22M38D-B и беспроводной набор клавиатура-мышь Microsoft Wireless Comfort Desktop.

Антивирусное ПО - Microsoft Security Essentials входит в состав предустановленной ОС.

Используемая серверная операционная система – Ubuntu Server 12.04 LTS, распространяется бесплатно.

Расчет стоимости перечисленного оборудования и программного обеспечения представлен в таблице 4.7.1. Расчет стоимости остальных элементов и оборудования СКС представлен в спецификации в ПРИЛОЖЕНИИ Д.

**Таблица 4.7.1 – Расчёт стоимости используемого оборудования и ПО**

Предмет	Количество	Стоимость за единицу	Сумма
Компьютер ASUS EeBox PC E410-B029A	82	514,9	42221,8
ЖК монитор LG 22M38D-B	82	200	16400
Microsoft Comfort Desktop (Клавиатура+мышь)	82	142,7	11701,4
Принтер Brother HL-L6300DW (HLL6300DWR1)	2	952,64	1905,28
Принтер EPSON L810 (C11CE32402)	33	817,30	26970,9
Ноутбук Acer Extensa EX2540-55BU (NX.EFHER.014)	14	949,10	13287,4
Итого			112486,78

## 5 НАСТРОЙКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

### 5.1 Настройка сетевого серверного программного обеспечения

Сервер здания использует три сетевых адаптера, посредством которых он должен быть подключен:

- к интернет-модему;
- напрямую к серверу соседнего здания посредством оптоволоконного кабеля;
- к коммутатору подсети своего здания.

На сервере должна быть запущена служба сервера DHCP, раздающая рабочим станциям подсети здания IP-адреса, DNS-суффикс, шлюз по умолчанию и адрес сервера DNS.

Также должна быть запущена служба сервера DNS, выполняющая роль первичного DNS-сервера для подсети здания и роль кеширующего DNS-сервера для подсети соседнего здания. Сервер должен осуществлять маршрутизацию пакетов с одного сетевого адаптера на другой, что позволит осуществлять доступ компьютерам одной подсети к компьютерам другой. Также на сервере должна быть запущена служба прокси-сервера, позволяющая осуществлять доступ к интернету рабочим станциям подсети здания на основе аутентификации по паре логин-пароль.

#### 5.1.1 Начальная настройка

Для начала необходимо настроить сами сетевые интерфейсы (сетевые карты) каждого из серверов. Это можно сделать редактированием файла `etc/network/interfaces` на каждом отдельном сервере. Рассмотрим пример такого файла для второго сервера на листинге 5.1.1.1.

**Листинг 5.1.1.1** – Настройка интерфейсов первого сервера, файл `etc/network/interfaces`

```
1:  # The loopback network interface
2:  auto lo
3:  iface lo inet loopback
4:  auto eth0
5:  iface eth0 inet static
6:  address 192.168.2.1
7:  netmask 255.255.255.0
8:  auto eth1
9:  iface eth1 inet dhcp
10: auto eth2
11: iface eth2 inet static
12: address 172.16.1.2
13: netmask 255.255.255.0
14: up route add -net 192.168.1.0 netmask 255.255.255.0
15: g2.16.1.1
```

Строки 1-3 задают так называемый loopback-адрес, т.е. адрес по обращению, к которому сервер отправит запрос самому себе. Строки 4-7 приведённого листинга задают адрес и маску подсети для интерфейса с подсетью здания.

Строки 8 и 9 описывают интерфейс с модемом для получения доступа в интернет. В данном случае используется получение сетевого адреса по dhcp.

Далее аналогичным образом настраиваются интерфейс первого сервера.

Строка 14 настраивает маршрутизацию пакета в подсети первого здания. Для этого указываются адрес подсети, маска и основной шлюз в данной подсети.

Примеры аналогичных файлов (etc/network/interfaces) для первого сервера приведены в листинге 5.1.1.2.

**Листинг 5.1.1.2** – Настройка интерфейсов второго сервера, файл etc/network/interfaces

```
1:  # The loopback network interface
2:  auto lo
3:  iface lo inet loopback
4:  auto eth0
5:  iface eth0 inet static
6:  address 192.168.1.1
7:  netmask 255.255.255.0
8:  auto eth1
9:  iface eth1 inet dhcp
10: auto eth2
11: iface eth2 inet static
12: address 172.16.1.1
13: netmask 255.255.255.0
14: up route add -net 192.168.2.0 netmask 255.255.255.0
15: gw 172.16.1.2
```

Также необходимо серверам задать собственные имена, что можно сделать редактированием файла /etc/hostname на каждом сервере. Пример для второго сервера см. листинг 5.1.1.3.

**Листинг 5.1.1.3** – Настройка имени второго сервера, файл /etc/hostname

```
1:  serverB
```

Также необходимо указать что в качестве основного DNS-сервера будет выступать данный компьютер (файл /etc/resolv.conf.d/head. см. листинг 5.1.1.4).

**Листинг 5.1.1.4** – Настройка головного DNS-сервера, файл etc/resolv.conf.d/head

```
1:  nameserver 127.0.0.1
```

В заключение необходимо включить маршрутизацию пакетов. для этого нужно в файле /etc/sysctl.conf в строке net.ipv4.ip\_forward = 0 значение «0» поменять на «1».

На данном этапе первоначальную настройку серверов можно считать завершённой.

## 5.1.2 Настройка DNS-серверов

Изначально необходимо установить программу bind9 следующей командой:  
apt-getinstallbind9

Далее будем производить настройку данной программы. Сперва установим в файле конфигурации etc/bind/named.conf.options адреса интерфейсов которые будут обслуживаться DNS-сервером (параметр listen-on) и вышестоящий DNS-сервер (параметр forwarders), которому будут направляться запросы, если адрес не найден в базе сервера.

Строки, которые необходимо добавить в файл настройки на сервере Б представлены в листинге 5.1.2.1.

### Листинг 5.1.2.1 – Настройка второго DNS-сервера, файл

/etc/bind/named.conf.options

```
1: forwarders {
2: 172.16.1.1;
3: 8.8.8.8;
4: };
5: listen-on {
6: 127.0.0.1;
7: 192.168.2.1;
8: 172.16.1.2;
9: 172.16.2.2;
10: };
```

В данном листинге в строке 2 записан адрес первого сервера, в строках 6,7 и 8 последовательно записаны адреса интерфейсов с подсетью здания, с первым и вторым сервером.

### Листинг 5.1.2.2 – Настройка первого DNS-сервера, файл

/etc/bind/named.conf.options

```
1: forwarders {
2: 172.16.1.2;
3: 8.8.8.8;
4: };
5: listen-on {
6: 127.0.0.1;
7: 192.168.1.1;
8: 172.16.1.1;
9: };
```

В каждом из серверов в качестве вышестоящего используется DNS-сервер компании Google (8.8.8.8), к которому запрос на разрешение сетевого имени будет отправлен после того как это не смогут сделать сервера.

Настройка прямой и обратной зон DNS-сервера приводится в файле etc/bind/named.conf.local. Данный файл содержит сведения о зонах в следующем формате:

```
zone "<имя_зоны>" IN {
typemaster; - тип – основная;
file "/var/lib/bind/forward.db"; - путь к файлу с параметрами зоны;
```

allow-update { }; - разрешения на изменения файла указанного в file;  
};

Содержимое файла etc/bind/named.conf.local для второго сервера представлено в листинге 5.1.2.3.

**Листинг 5.1.2.3** – Настройка второго DNS-сервера, файл

/etc/bind/named.conf.local

```
1: zone "andrey.local" IN {  
2:   type master;  
3:   file "/var/lib/bind/forward.db";  
4:   allow-update { any; };  
5: };  
6: zone "2.168.192.in-addr.arpa" IN {  
7:   type master;  
8:   file "/var/lib/bind/reverse.db";  
9:   allow-update { any; };  
10: };
```

Содержимое файлов, указанных при настройке приведено в листингах 5.1.2.4 и 5.1.2.5.

**Листинг 5.1.2.4** – Настройка второго DNS-сервера, файл

/var/lib/bind/forward.db

```
1: $TTL 3h  
2: @ IN SOA serverB.andrey2.local. root.andrey2.local.  
3:   1 1d 12h  
4:   1w 3h  
5:   IN NS serverB.andrey2.local.  
6:   serverB IN A 192.168.2.1
```

**Листинг 5.1.2.5** – Настройка второго DNS-сервера, файл /var/lib/bind/re-

verse.db

```
1: $TTL 3h  
2: @ IN SOA serverB.andrey2.local. root.andrey2.local.  
3:   1 1d 12h  
4:   1w 3h  
5: @ IN NS serverB.andrey2.local.  
6: 1 PTR serverB.andrey2.local.
```

Поясним некоторые строки в файле var/lib/bind/forward.db.

Строка 1 задает время жизни записи в кэше сервера. В строке 2 последовательно задаются имя мастер-сервера зоны DNS, e-mail адрес администратора зоны (без указания символа @), серийный номер файла - 1 (необходимо увеличивать его на 1 при каждом редактировании), 1d – период обновления, 12h – время повтора обновления после неудачи, 1w – максимальное время использования записей при невозможности их обновления, 3h – минимальное время жизни записи.

Строки 5 и 6 задают имя и IP адрес DNS-сервера, отвечающего за данную зону. В файле var/lib/bind/reverse.db большинство записей аналогичны, строка 6 устанавливает соответствие адреса 192.168.2.1 имени сервера server.andrey.local.

Настройка первого DNS-сервера выполняется аналогично, отличные параметры приведены в таблице 5.1.2.1.

**Таблица 5.1.2.1 – Параметры настройки DNS-серверов для всех зданий**

Параметр	Первый сервер	Второй сервер
Имя прямой зоны	andrey.local	andrey.local
Имя обратной зоны	1.168.192.in-addr.arpa	2.168.192.in-addr.arpa
Имя мастер-сервера	serverA	serverB
Адрес мастер-сервера	192.168.1.1	192.168.2.1

На данном этапе настройку DNS-серверов можно считать законченной.

### 5.1.3 Настройка DHCP-серверов

Задача DHCP-сервера – раздать в своей сети всем клиентам IP-адрес, маску подсети, адреса основного шлюза и DNS-сервера. В качестве DHCP сервера будет выступать программа `isc-dhcp-server`, её можно установить следующей командой:

```
apt-get install isc-dhcp-server
```

Настройка данной программы включает в себя 2 этапа – настройка интерфейсов, по которым будет происходить раздача параметров, а также самих параметров. За первую функцию отвечает файл `/etc/default/isc-dhcp-server`, который содержит строку со списком интерфейсов. Она приведена в листинге 5.1.3.1.

**Листинг 5.1.3.1 – Настройка DHCP-сервера, файл `/etc/default/isc-dhcp-server`**

```
1: INTERFACES="eth0"
```

Данная настройка будет одинаковой для всех серверов, так как сервера включены в подсети своих зданий по интерфейсам `eth0`.

За настройку параметров, передаваемых клиентам, отвечает файл `/etc/dhcp/dhcpd.conf`. Пример такого файла для первого и второго сервера представлены в листинге 5.1.3.2 и 5.1.3.3 соответственно.

**Листинг 5.1.3.2 – Настройка DHCP-сервера 1, файл `/etc/dhcp/dhcpd.conf`**

```
1: default-lease-time 604800;
2: max-lease-time 604800;
3: ddns-updates on;
4: ddns-update-style interim;
5: authoritative;
6: subnet 192.168.1.0 netmask 255.255.255.0 {
7: range 192.168.1.10 192.168.2.254;
8: option domain-name-servers 192.168.1.1;
9: option domain-name " andrey.local ";
10: option routers 192.168.1.1;
11: option broadcast-address 192.168.2.255;
12: }
```

### Листинг 5.1.3.3 – Настройка DHCP-сервера 2, файл /etc/dhcp/dhcpd.conf

```
1:  default-lease-time 604800;
2:  max-lease-time 604800;
3:  ddns-updates on;
4:  ddns-update-style interim;
5:  authoritative;
6:  subnet 192.168.2.0 netmask 255.255.255.0 {
7:    range 192.168.2.10 192.168.2.254;
8:    option domain-name-servers 192.168.2.1;
9:    option domain-name "andrey.local ";
10:   option routers 192.168.2.1;
11:   option broadcast-address 192.168.2.255;
12: }
```

Следует пояснить параметры, задаваемые данным файлом. Строки 1 и 2 задают максимальное и стандартное время занятия одним клиентом IP-адреса. Строки 3 и 4 сообщают клиенту что динамическое обновление включено. Параметр `interim` в строке 4 является единственным допустимым вариантом и все ещё указывается по соображениям обратной совместимости. Другой возможный вариант – `ad hoc` является устаревшим. Строка 5 определяет данный DHCP-сервер как единственный в подсети. Строка 6 задает адрес и маску подсети, а строки 7 – 11 такие её параметры как диапазон возможных адресов, адрес DNS-сервера, имя домена, адреса основного шлюза и широковещательного запроса.

### 5.1.4 Настройка проху-серверов

Как уже было сказано ранее. в качестве проху-сервера будет выступать программа `squid3`. Также, для ведения зашифрованного файла с паролями пользователей необходима программа `htpasswd`, которая входит в состав пакета `apache2-utils`. Установку необходимых программ можно произвести следующими двумя командами:

- `apt-getinstallsquid`;
- `apt-getinstallapache2-utils`.

В первую очередь необходимо настроить программу `squid`. Пример настройки приведён в листинге 5.1.4.1. Указываются только те строки, которые необходим изменить в исходном файле. Номера строк могут не совпадать.



#### Листинг 5.1.4.1– Настройка проxy-сервера, файл /etc/squid/squid.conf

```
1:  auth_param basic program /usr/lib/squid/nscs_  
2:  auth /etc/squid/passwd  
3:  auth_param basic children 5  
4:  auth_param basic realm Squid proxy-caching web server  
5:  auth_param basic credentialsttl 2 hours  
6:  acl password proxy_auth REQUIRED  
7:  #http_access allow localnet  
8:  http_access allow password
```

Далее для добавления пользователей используется утилита htpasswd:htpasswd -с /etc/squid/passwdandrey

Далее программа попросит ввести пароль для пользователя andrey. Ключ –с указывается только для первого пользователя и означает что необходимо создать новый файл /etc/squid/passwd.

Последним что необходимо сделать – перезагрузить все настроенные программы и интерфейсы. Исходя из того, что было произведено большое количество настроек оптимальным будет перезагрузить сразу весь сервер командой reboot.

## 5.2 Настройка сетевого клиентского программного обеспечения

Единственной настройкой, которую необходимо произвести на клиенте, является указание адреса и порта прокси сервера. Для каждого здания будет указан адрес собственного сервера – 192.168.1.1 для первого здания, 192.168.2.1 для второго здания. При настройке проксирования стандартный порт не изменялся – 3128.

## 6 ПЛАНИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СЕТИ

### 6.1 Общие принципы безопасности

Под информационной безопасностью понимается защищенность информационной системы от случайного или преднамеренного вмешательства, наносящего ущерб владельцам или пользователям информации. На практике важнейшими являются три аспекта информационной безопасности:

- 1 доступность (возможность за разумное время получить требуемую информационную услугу);
- 2 целостность (актуальность и непротиворечивость информации, ее защищенность от разрушения и несанкционированного изменения);
- 3 конфиденциальность (защита от несанкционированного доступа).

### 6.2 Оценка вероятных угроз

Рассмотрим непосредственно угрозы, которые могут повлиять на работу ЛВС предприятия:

- 1 несанкционированный доступ к данным – относительно низкая вероятность, т.к. для этого злоумышленнику необходимо проникнуть в здание. Для запрета доступа «снаружи» сети применяются сетевые экраны (firewall) на клиентских машинах;
- 2 компьютерные вирусы – высокая вероятность обуславливается тем, что на предприятии возможен выход в сеть Интернет. Для защиты используется антивирусное ПО;
- 3 физические повреждения сети – низкая вероятность. Здания оснащены постами охраны, что затрудняет физический доступ к элементам сети. Также для защиты кабелей, они прокладываются в декоративных коробах.

Угрозы работоспособности сети, связанные с природными и техногенными катаклизмами, не рассматриваются, так как защита от них не относится к функциям СКС. Данная функция возложена на архитектурные и инфраструктурные особенности зданий.

### 6.3 Распределение прав пользователей

Для разграничения доступа среди работников используется проксирование зданий. Пример настройки приведен выше.

На основе данной технологии, в последствии сетевой администратор может создавать дополнительные ограничения для пользователей сети. Также возможна организация ограничений для пользователей на уровне используемых приложений (тестовые сервера, базы данных и т.д.).

## 7 УЧЕТ ТРЕБОВАНИЙ ОХРАНЫ ТРУДА

При выполнении строительно-монтажных работ необходимо строго соблюдать правила техники безопасности, руководствуясь «Правилами по охране труда при работах на кабельных линиях связи и проводного вещания (радиофикации)».

Хранение и складирование материалов, оборудования, конструкций должно осуществляться в соответствии с требованиями стандартов или технических условий на оборудование, материалы, изделия.

Электроинструмент и ручные электрические машины должны быть безопасны в работе и удовлетворять требованиям ГОСТ 12.2.013.0.

Перед началом работ с ручными электрическими машинами, переносными светильниками и электроинструментом следует производить:

- 1 проверку комплектности и надежности крепления деталей;
- 2 проверку внешним осмотром исправности кабеля, его штепсельной вилки;
- 3 целости изоляционных деталей корпуса, рукоятки и крышей щеткодержателей;
- 4 наличие защитных кожухов и их исправности;
- 5 проверку четкости работы выключателя;
- 6 проверку работы на холостом ходу.

Кабельные шкафы внутри помещений должны устанавливаться и крепиться к полу или стене в таких местах, чтобы не мешать движению людей. Двери шкафов должны свободно открываться. Расстояние от электрооборудования или газопроводов до распределительного шкафа должно быть не менее 0,5 м. Распределительные шкафы, установленные как на улице, так и внутри зданий, должны быть заземлены.

Двери шкафов должны быть снабжены крючками, которые во время работы в шкафу препятствовали бы их самопроизвольному закрыванию.

Кабельные линии электросвязи, электропитания, оборудование связи и другое запроектированное оборудование не являются источниками повышенного электромагнитного излучения, поэтому мероприятия по защите окружающей среды от ЭМИ проектом не предусматриваются.

Работники, выполняющие работы на кабельных линиях связи и проводного вещания (радиофикации), должны быть обеспечены специальной одеждой, специальной обувью и другими средствами индивидуальной защиты в соответствии с действующими типовыми отраслевыми нормами бесплатной выдачи специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты работникам связи, и типовыми отраслевыми нормами бесплатной выдачи специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты рабочим и служащим, занятым на строительных, строительно-монтажных и ремонтно-строительных работах.

По окончании производства работ привести рабочие площадки в порядок, не оставлять после себя мусор, металлолом, масляные пятна и другие загрязнения окружающей среды.

Требования охраны труда перед началом работы при работе с электрооборудованием.

Работнику во время работы ЗАПРЕЩАЕТСЯ:

- 1 допускать захламленность рабочего места бумагой в целях недопущения накопления органической пыли: производить отключение питания во время выполнения активной задачи;
- 2 производить частые переключения питания;
- 3 включать сильно охлажденное (принесенное с улицы в зимнее время) оборудование;
- 4 производить самостоятельно вскрытие и ремонт оборудования;
- 5 в аварийной обстановке следует оповестить об опасности окружающих людей и действовать в соответствии с планом ликвидации аварий.

После окончания работы необходимо обесточить все средства вычислительной техники и периферийное оборудование. В случае непрерывного производственного процесса необходимо оставить включенными только необходимое оборудование.

Рассмотрим требования охраны труда при работе на ПК:

- 1 помещения, где используется компьютерная аппаратура, должны иметь естественное и искусственное освещение. Искусственное освещение следует осуществлять в виде системы комбинированного освещения с использованием люминесцентных ламп типа ЛБ. Освещенность в зоне размещения рабочего документа должна быть 300-500 Лк. Местное освещение не должно создавать бликов на поверхности экрана и увеличивать освещенность экрана более 300 Лк. Общее освещение следует выполнять в виде сплошных или прерывистых линий светильников, расположенных сбоку от рабочих мест, параллельно линии зрения пользователя ПК;
- 2 в производственных помещениях, в которых работа на ПК является основной, должны обеспечиваться оптимальные параметры микроклимата. Для поддержания оптимальных параметров микроклимата рекомендуется установка кондиционера;
- 3 в помещениях, оборудованных ПК, уровень шума на рабочем месте не должен превышать 50 дБ «А» (Сан НиП 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шумы на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки»);
- 4 электропитание ГТК и печатающих устройств осуществляется от однофазной сети переменного тока напряжением 220В и частоты колебаний 50 Гц;
- 5 компьютер должен быть заземлен согласно ГОСТ 2.1.030-81;

К работе на компьютере и периферийном оборудовании допускаются лица, изучившие инструкцию по охране труда при работе на ПК, прошедшие инструктаж по охране труда и расписавшиеся в журнале инструкций. Разработанная ЛВС не противоречит требованиям охраны труда.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения данного курсового проекта были сформулированы и описаны цели использования сети организации, осуществлен выбор размера и структуры сети, кабельной системы, разработана инфологическая и физическая модель сети, а также сетевого оборудования, сетевых программных средств и способов администрирования сети, также произведена стоимостная оценка локальной сети. В ходе реализации проекта были применены некоторые инженерные решения. Выбранная схема расположения рабочих мест соответствует всем принятым стандартам и может быть изменена. Использование для передачи данных технологии 1000BaseT позволяет получить высокопроизводительную ЛВС, но накладывает жесткие требования по качеству монтажа всего сетевого оборудования. В проекте предусмотрены средства защиты рабочих мест. Они несут рекомендательный характер и могут быть изменены по усмотрению системного администратора. Использование программируемого коммутатора позволит также эффективно управлять сетью и повысить ее производительность. В дальнейшем данная сеть может легко масштабироваться. Была высчитана общая стоимость проекта. Все расчеты выполнены с большой точностью, что исключает риск не правильной оценки стоимости проекта. Была произведена настройка DHCP, DNS для корректной работы системы.

Спроектированы подсистема рабочего места, горизонтальная и административная подсистемы. Выполнены расчеты необходимого оборудования и материалов, произведено обоснование выбора активного оборудования, топологии сети, используемых протоколов, размещения рабочих мест. Таким образом, в ходе проделанной работы был создан проект, реализующий поставленную задачу.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Википедия [Электронный ресурс] Wikipedia Foundation, Inc. Режим доступа: <http://ru.wikipedia.org/>. Дата доступа: 12.04.2018.
- 2 Топология компьютерной сети [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Звезда\\_\(топология\\_компьютерной\\_сети\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Звезда_(топология_компьютерной_сети)). Дата доступа: 24.04.2018.
- 3 Дерево (топология компьютерной сети) [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Дерево\\_\(топология\\_компьютерной\\_сети\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Дерево_(топология_компьютерной_сети)). Дата доступа: 20.04.2018.
- 4 Статья «Локально-вычислительная сеть (ЛВС)» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.victel.by/lvs/>. Дата доступа: 07.05.2018.
- 5 Компьютерный интернет-магазин [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://ram.by/>. Дата доступа: 09.05.2018.
- 6 Каталог оборудования, поставляемого компанией «Компьютермаркет НИКС» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.nix.ru/price/index.html>. Дата доступа: 12.05.2018.
- 7 Каталог оборудования [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://texus.by/catalog/koroba\\_elektrotekhnicheskie/](https://texus.by/catalog/koroba_elektrotekhnicheskie/). Дата доступа: 19.05.2018.