

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1 ПОСТАНОВКА ТЕХНИЧЕСКОГО ЗАДАНИЯ	6
1.1 Описание предметной области.....	6
1.2 Обоснование необходимости проектирования ЛВС.....	7
1.3 Расчет количества рабочих мест в подсети.....	8
2 РАЗРАБОТКА ВАРИАНТОВ КОНФИГУРАЦИИ ЛВС	10
2.1 Анализ существующих инфраструктур.....	10
2.2 Описание используемой топологии компьютерной системы.....	12
3 РАЗРАБОТКА СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ ЛВС И ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ.....	13
3.1 Проектирование подсистемы рабочего места.....	13
3.2 Размещение рабочих мест в помещениях зданий	13
3.3 Проектирование горизонтальной подсистемы	14
3.4 Проектирование вертикальной подсистемы	24
3.5 Проектирование магистральной подсистемы	26
3.6 Выбор пассивного сетевого оборудования	26
4 НАСТРОЙКА СЕТЕВОГО ОБОРУДОВАНИЯ И ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ	29
4.1 Типы активного сетевого оборудования	29
4.2 Выбор активного сетевого оборудования	29
5 РАСЧЁТ СТОИМОСТИ ОБОРУДОВАНИЯ ЛОКАЛЬНОЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СЕТИ	32
5.1 Расчет количества материалов, и расчет его стоимости.....	32
5.2 Расчет стоимости активного оборудования.....	32
6 НАСТРОЙКА СЕТЕВОГО И ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ	33
6.1 Разбиение на сети и подсети с выбором IP адресов.....	33
6.2 Настройка сетевого серверного программного обеспечения в программе Cisco Packet Tracer.	39
6.3 Настройка сетевого клиентского программного обеспечения в программе Cisco Packet Tracer	42
6.4 Настройка сетевого дополнительного оборудования в Windows 11	42
7 ПЛАНИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СЕТИ.....	45
7.1 Общие принципы безопасности	45
7.2 Оценка вероятных угроз	46
7.3 Распределение прав пользователей	46
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	48

					<i>ЛЕН.465616.ПЗ</i>		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.		Ланцев Е.Н.			Проектирование и расчет локальной вычислительной сети (пояснительная записка)	для	Лист
Провер.		Русецкий И.С.					Листов
Реценз.							3
Н. Контр.							46
Утверд.						Учреждение образования «Полоцкий государственный университет» гр. 21-ИТ-1	

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	49
ПРИЛОЖЕНИЕ А (обязательное) Схема размещения рабочих мест первого этажа здания А	50
ПРИЛОЖЕНИЕ Б (обязательное) Схема трассировки первого этажа здания А .	51
ПРИЛОЖЕНИЕ В (обязательное) Схема размещения рабочих мест второго этажа здания А	52
ПРИЛОЖЕНИЕ Г (обязательное) Схема трассировки второго этажа здания А .	53
ПРИЛОЖЕНИЕ Д (обязательное) Схема размещения рабочих мест первого этажа здания Б.....	54
ПРИЛОЖЕНИЕ Е (обязательное) Схема трассировки первого этажа здания Б .	55
ПРИЛОЖЕНИЕ Ж (обязательное) Схема размещения рабочих мест второго этажа здания Б.....	56
ПРИЛОЖЕНИЕ З (обязательное) Схема трассировки второго этажа здания Б ..	57

ВВЕДЕНИЕ

Курсовой проект представляет собой работу, основанную на построение двух зданий, проведении в них локальной вычислительной сети (ЛВС) и подсчете затрат.

Локальная вычислительная сеть — компьютерная сеть, которая обычно покрывает относительно небольшую территорию или небольшую группу зданий. Ее задача состоит в том, чтобы обрабатывать, хранить и передавать данные. Представляет собой кабельную систему объекта (здания) или группы объектов (зданий). На данный момент трудно представить работу современного офиса без локальной вычислительной сети, а без информационно-вычислительной сети сейчас не обходится ни одно предприятие.

Структурированная кабельная сеть — физическая основа инфраструктуры здания, позволяющая свести в общую систему множество сетевых информационных сервисов разного назначения: локальные вычислительные сети и телефонные сети, системы безопасности, видеонаблюдения и т.д. В нее входит набор кабелей и коммутационного оборудования, и методика их совместного использования, которая позволяет создавать структуры связей в локальных сетях разного назначения.[1]

Локальная вычислительная система позволяет организовать общий доступ в интернет без, настроить сервер или установить программу для обмена мгновенными сообщениями. Так же локальная система предоставляет возможность сотрудникам совместно трудиться над документами и проектами на сервере, не создавая дубликатов и копий. Компания, в свою очередь, экономит на стоимости расходных материалов, приобретая сетевой принтер или сканер.

Компьютеры соединяются между собой, используя различное оборудование: медные проводники (витая пара), оптические проводники (оптические кабели) и через радиоканал (беспроводные технологии). Проводные, оптические связи устанавливаются посредством “Ethernet”. Отдельная локальная вычислительная сеть может иметь связь и с другими локальными сетями с использованием шлюзов, а также быть частью и иметь доступ к глобальной сети Интернет.

Создание и проектирование структурированной кабельной сети — это разработка документации, где описана структура сети и ее топология, имеются схема расположения конечных устройств пользователей, компьютерных розеток и характеристики оборудования для построения ЛВС.

Принципами проектирования локальной вычислительной сети являются обеспечение высокой скорости и безопасности передачи данных. Учитывая необходимые требования, инженеры-проектировщики выбирают максимально подходящее сетевое оборудование и операционная система для сервера и пользовательских устройств.

1 ПОСТАНОВКА ТЕХНИЧЕСКОГО ЗАДАНИЯ

1.1 Описание предметной области

Локальная сеть — это среда, в которой несколько компьютеров объединены в единую информационную сеть с использованием проводной или беспроводной связи. Специализированное программное обеспечение, такие как сетевые ОС и протоколы передачи данных, также включаются в ЛВС.

В состав ЛВС входят:

- компьютеры (с обязательно установленными сетевыми адаптерами);
- сервера;
- сетевые кабели;
- маршрутизаторы;
- коммутаторы;
- иное оборудование (принтеры, сканеры и т.д.);
- специализированное программное обеспечение (сетевые ОС и протоколы передачи данных) [1].

Локальные вычислительные сети широко используются в домашних и офисных средах для обмена данными и ресурсами между компьютерами. Они также используются в более крупных предприятиях для управления и обработки большого объема информации. Благодаря использованию ЛВС возможно сократить затраты на проводку кабелей, повысить скорость передачи данных и упростить процесс обмена информацией между компьютерами и другими устройствами в сети [2].

Локальные вычислительные сети широко используются в домашних и офисных средах для обмена данными и ресурсами между компьютерами. Они также используются в более крупных предприятиях для управления и обработки большого объема информации. Благодаря использованию ЛВС возможно сократить затраты на проводку кабелей, повысить скорость передачи данных и упростить процесс обмена информацией между компьютерами и другими устройствами в сети [3].

Сервер — это компьютер, который выделен из группы персональных компьютеров (или рабочих станций) для выполнения сервисных задач без непосредственного участия человека. Он может иметь аналогичную аппаратную конфигурацию, как и рабочие станции, но отличается от них по задачам, которые выполняет.

Серверы, как правило, размещаются в специально оборудованных помещениях, называемых дата-центрами. Однако, более простые модели серверов могут быть размещены в обычных офисных помещениях, отличаясь от десктопных компьютеров только автономной работой и подключением к блоку бесперебойного питания повышенной ёмкости. Управление серверами осуществляют квалифицированные специалисты — системные администраторы.

					ЛЕН.465616.ПЗ	Лист
						6
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Маршрутизатор – это специализированное оборудование, которое перенаправляет данные между различными сегментами сети с помощью таблиц маршрутизации и правил [4]. Он может соединять сети разных типов и архитектур, обеспечивая передачу данных между ними.

Сетевой коммутатор, в свою очередь, предназначен для объединения нескольких компьютеров в пределах одного или нескольких сегментов сети. Он работает на канальном (втором) уровне модели OSI и обычно используется в локальных сетях для управления трафиком и предотвращения коллизий.[5]

1.2 Обоснование необходимости проектирования ЛВС

Локальная вычислительная сеть также позволяет повысить уровень безопасности компании. Системный администратор может настроить различные уровни доступа для каждого сотрудника в зависимости от его должности и необходимых ресурсов. Это поможет защитить конфиденциальные данные компании от несанкционированного доступа.

Кроме того, локальная сеть может существенно уменьшить расходы на программное обеспечение и его лицензии. Вместо того чтобы устанавливать и обновлять программы на каждом компьютере, они могут быть установлены на сервере, и сотрудники смогут иметь к ним доступ через локальную сеть. Это упрощает управление программным обеспечением и экономит деньги компании.

Современные локальные сети могут также использовать облачные технологии для хранения данных и резервного копирования, что обеспечивает более надежную и безопасную защиту данных компании.

Несмотря на многочисленные преимущества, локальные сети могут иметь свои недостатки. Например, они могут быть подвержены сбоям в работе, если сервер выходит из строя или возникают проблемы с сетью. Кроме того, локальные сети требуют постоянного технического обслуживания и модернизации для обеспечения надежной работы.

Для организации ЛВС требуется квалифицированный специалист, такой как системный администратор, который может настроить и обслуживать сеть, обеспечивая ее стабильную работу. Он также может установить и настроить необходимое оборудование, такое как маршрутизаторы, коммутаторы и принтеры.

Хотя ЛВС может быть очень полезной, ее настройка и поддержка может быть сложной задачей. Необходимо учитывать множество факторов, таких как количество устройств, типы приложений, которые будут использоваться, и требования к безопасности.

					ЛЕН.465616.ПЗ	Лист
						7
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1.3 Расчет количества рабочих мест в подсети

Исходя из условий индивидуального задания требуется спроектировать 2 здания, рассчитанных на размещение 158 сотрудников. В данных зданиях требуется разместить 20 рабочих помещений по 8 рабочих мест в каждом. Кроме этого необходимо предусмотреть наличие вспомогательных помещений, таких как: серверная, гардероб, вахта, столовая, комната отдыха, санитарные комнаты.

Для начала проверим, хватит ли рабочих мест на 158 сотрудников. Для этого должно выполняться следующее неравенство

$$N \leq n * m. \quad (2.1)$$

где N – количество сотрудников, чел.;

n – количество помещений, шт.;

m – количество рабочих мест в помещении, шт.

Подставляя имеющиеся значения в неравенство (2.2):

$$158 \leq 20 * 8 \quad (2.2)$$

$$158 \leq 160$$

видим, что неравенство выполняется, следовательно, рабочих мест хватит для размещения 158 сотрудников.

Следующим шагом является определение общего количества помещений, включая вспомогательные. Перечень необходимых помещений и их количество представлены в таблице 2.1.

Таблица 1.1 – Общее количество помещений

Название помещения	Количество
Рабочее помещение	20
Серверная	2
Гардероб	2
Столовая	2
Комната отдыха	4
Вахта	2
Санитарная комната	8
Итого:	43

Получаем, что требуется разместить 43 помещений в два двухэтажных здания. Причём требуется учитывать, что определённые помещения должны присутствовать в обоих зданиях, такие как вахта, серверная, гардероб. Так же есть помещения, которые должны быть на каждом этаже, такие как санитарные комнаты и комнаты отдыха. Распределение помещений по этажам представлено в таблице 2.2.

Таблица 1.2 – Распределение помещений на этажах

Форма основания здания	Этаж	Название помещения	Количество
Квадрат	1	Рабочее помещение	3
		Серверная	1
		Гардероб	1
		Столовая	1
		Комната отдыха	1
		Вахта	1
		Санитарная комната	2
	2	Рабочее помещение	7
		Комната отдыха	1
		Санитарная комната	2
Гексагон	1	Рабочее помещение	3
		Серверная	1
		Гардероб	1
		Столовая	1
		Комната отдыха	1
		Вахта	1
		Санитарная комната	2
	2	Рабочее помещение	7
		Комната отдыха	1
		Санитарная комната	2

2 РАЗРАБОТКА ВАРИАНТОВ КОНФИГУРАЦИИ ЛВС

2.1 Анализ существующих инфраструктур

Топология Шина является одной из классических топологий локальных сетей и представляет собой наиболее дешевый и простой способ подключения. Она основывается на применении всего лишь одной линии в виде коаксиального кабеля, который является источником и проводником в обмене информацией между пользователями. По этому кабелю передаются сигналы от всех устройств в сети, которые при этом имеют одинаковые права доступа к линии.

Одним из главных преимуществ топологии Шина является минимальное использование проводов, что позволяет снизить затраты на проводку и установку сети. Также соединенные приборы имеют одинаковые права доступа, а неисправность одного устройства не влияет на работу других, что улучшает надежность сети.

Однако, у топологии Шина есть и некоторые недостатки. Она имеет низкую производительность, так как все устройства в сети делят один канал, что приводит к снижению скорости передачи данных. Кроме того, проблемы с разъемами проводов могут приводить к низкой надежности соединения, а также возможны проблемы с нахождением поломок в связи с параллельным включением адаптеров. Кроме того, топология Шина не подходит для сетей с большим количеством устройств, так как возможно использование только небольшого количества приборов.

Таким образом, топология Шина является хорошим вариантом для небольших сетей с ограниченным количеством устройств, где главными критериями являются экономичность и простота. Однако, для более крупных и сложных сетей рекомендуется выбирать более производительные и надежные топологии.

Топология «Звезда» - одна из наиболее распространенных топологий в компьютерных сетях. Она представляет собой схему соединения, в которой все устройства сети подключены к одному центральному узлу - серверу, который является контроллером доступа к сети и обеспечивает передачу данных между устройствами.

Один из главных плюсов топологии «Звезда» — это отсутствие конфликтов при схеме с управлением одним компьютером. Это связано с тем, что все устройства обращаются только к серверу, который распределяет трафик между ними. Благодаря этому, сеть становится более стабильной и надежной, поскольку один из компьютеров не может перегружать сеть, что ведет к снижению производительности.

Еще одним преимуществом топологии «Звезда» является ее простота и относительная дешевизна в установке и поддержке. Кроме того, данный тип сети является одним из наиболее безопасных методов подключения, поскольку

обладает свойствами простого контроля за сетью и позволяет максимально ограничить доступ «лишних» участников.

Тем не менее, у топологии «Звезда» есть и свои минусы. Один из главных недостатков — это зависимость всей сети от одного компьютера - сервера. Если сервер выходит из строя, то все устройства, подключенные к сети, теряют возможность обмена информацией. Кроме того, топология «Звезда» характеризуется большим расходом провода, что повышает затраты на создание и поддержку сети.

Так же существует так называемая «иерархическая звезда» или «дерево». Дерево – топология компьютерной сети, в которой каждый узел более высокого уровня связан с узлами более низкого уровня звездообразной связью, образуя комбинацию звезд.

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.

Также деревья могут быть как активными, так и пассивными. В активных деревьях в качестве узлов используют компьютеры, в пассивных – коммутаторы.

Таким образом эта топология объединяет в себе свойства двух других топологий: шина и звезда.

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, и также ограничена пропускная способность[7].

Топология Кольцо в компьютерных сетях представляет собой способ соединения устройств в виде замкнутого кольца. Каждое устройство соединено с предыдущим и следующим устройством, образуя кольцо. Одно из устройств выполняет роль контроллера, который управляет передачей данных по кольцу.

Плюсами топологии Кольцо является:

1. Высокая надежность: если одно из устройств отказывает, кольцо остается функционирующим. Кольцо может обходить поврежденный участок, передавая данные по другой части кольца. Также высокая производительность: все устройства имеют равные права доступа к передаче данных, а контроллер управляет передачей, предотвращая возможные коллизии.

2. Простая масштабируемость: добавление новых устройств не требует значительных изменений в структуре кольца. Для добавления нового устройства достаточно подключить его к кольцу и настроить контроллер.

3. Высокая безопасность: в отличие от топологии «Шина», в которой все устройства имеют равные права доступа к сети, в топологии «Кольцо» передача данных контролируется контроллером, что уменьшает риск несанкционированного доступа к сети.

Минусами топологии Кольцо является:

1. Повреждение линии может привести к нарушению работы всего кольца, пока не будет обнаружено и устранено место повреждения.

Ограниченное количество устройств: количество устройств, которые можно подключить к кольцу, ограничено физическими ограничениями длины кольца. [6]

2. Повышенная сложность управления: контроллер, который управляет передачей данных, является единой точкой отказа. Если контроллер отказывает, вся сеть останавливается. Кроме того, настройка и управление контроллером может потребовать определенных знаний и умений.

2.2 Описание используемой топологии компьютерной системы

При выборе оптимальной топологии нужно учитывать несколько критериев, таких как:

- быстроедействие;
- надёжность;
- максимально безопасная передача данных;
- высокая скорость сети.

Исходя из преимуществ и недостатков, перечисленных в предыдущем пункте, а также изучив основные требования и критерии, предъявляемые к локальной вычислительной сети, можно сделать вывод, что наиболее оптимальным будет использование топологии «иерархическая звезда» или «дерево». На рисунке 2.1 представлена схема топологии «Дерево».

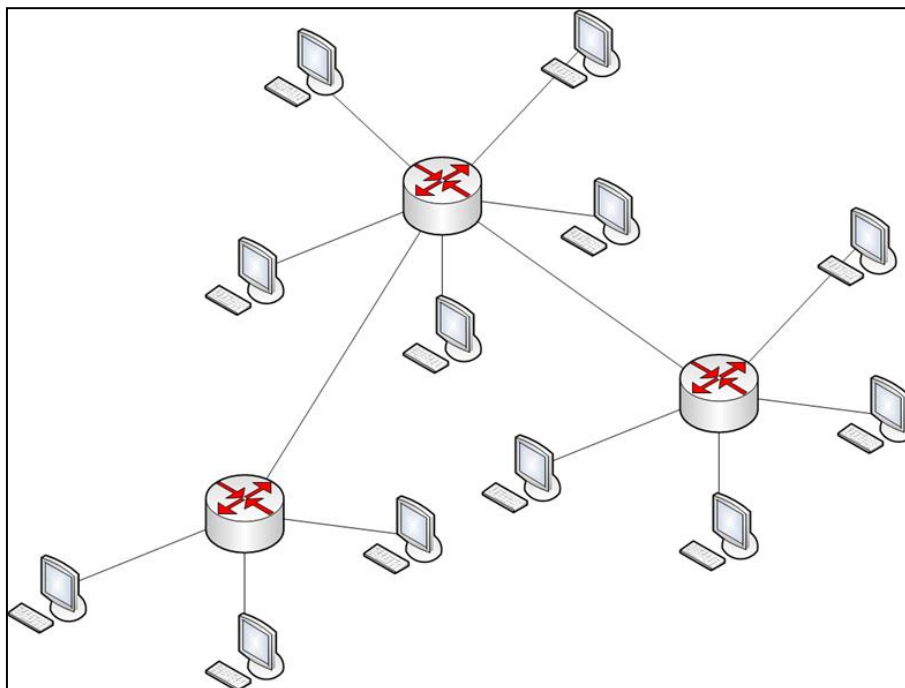


Рисунок 2.1 – Схема топологии «Дерево»

3 РАЗРАБОТКА СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ ЛВС И ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ

3.1 Проектирование подсистемы рабочего места

При планировании расположения рабочих мест в офисных зданиях требуется разработать соответствующий проект. Важно учесть нормы, установленные в Санитарных правилах и нормах (СанПиН). Данные, используемые в таблице 3.1, были учтены в соответствии с этим документом.

Таблица 3.1 – Перечень основных характеристик зданий

Параметр	Значение, м
Высота этажа	3,0
Размер дверного проёма (Ш × В)	0,9 × 2,0
Размер оконного проёма (Ш × В)	0,9 × 1,5
Высота оконного проёма над полом	0,8
Высота перекрытия	0,4
Толщина внешних стен	0,2
Толщина внутренних стен	0,1

3.2 Размещение рабочих мест в помещениях зданий

Согласно СанПиН, для каждого рабочего места рекомендуется выделять площадь в размере 4,5 м². План расположения рабочих мест можно найти в приложениях А, В, Д, Ж и К. В таблицах 3.2 и 3.3 указана площадь рабочих помещений.

Таблица 3.2 – Площадь рабочих помещений в здании «А»

Номер помещения	Минимальная площадь согласно СанПиН	Площадь рабочего помещения, кв. м
1	34	61
2	34	53
3	34	63
4	34	75
5	34	49

Продолжение таблицы 3.2

Номер помещения	Минимальная площадь согласно СанПиН	Площадь рабочего помещения, кв. м
6	34	42
7	34	39
8	34	50
9	34	34
10	34	34

Таблица 3.3 – Площадь рабочих помещений в здании «Б»

Номер помещения	Минимальная площадь согласно СанПиН	Площадь рабочего помещения, кв. м
1	34	96
2	34	39
3	34	34
4	34	34
5	34	34
6	34	34
7	34	34
8	34	34
9	34	34
10	34	34

3.3 Проектирование горизонтальной подсистемы

В качестве кабельных сегментов горизонтальной подсистемы для зданий применяется кабель УТР категории 5е. При прокладке кабеля к коммутационному шкафу (КШ) необходимо учесть длину кабеля, к которой добавляется высота шкафа (0,7 метра в данном случае).

Для расчета длины кабеля в горизонтальной подсистеме, использующей витую пару, был применен запас в размере 10% от итогового результата для возможности увеличения длины кабеля при необходимости. Подробные расчеты представлены в таблицах 3.1 и 3.2.

Таблица 3.4 – Расчет длины кабеля горизонтальной подсистемы здания А

№ шкафа	№ узла	Расчет длины	Длина, м
КШ №1	Р-ка А 40.1	$0,7 + 1,3$	2,0
КШ №1	Р-ка А 1.1	$0,7 + 1,3 + 9,2 + 4,9 + 2,8$	18,9
КШ №1	Р-ка А 1.2	$0,7 + 1,3 + 9,2 + 4,9 + 1,5$	17,6
КШ №1	Р-ка А 1.3	$0,7 + 1,3 + 9,2 + 4,9 + 1,5 + 2,9$	20,5
КШ №1	Р-ка А 1.4	$0,7 + 1,3 + 9,2 + 4,9 + 1,5 + 2,9 + 1,6$	22,1
КШ №1	Р-ка А 1.5	$0,7 + 1,3 + 9,2 + 4,9 + 1,5 + 2,9 + 1,6 + 1,6$	23,7
КШ №1	Р-ка А 1.6	$0,7 + 1,3 + 9,2 + 4,9 + 1,5 + 2,9 + 1,6 + 1,6 + 2,8$	26,5
КШ №1	Р-ка А 1.7	$0,7 + 1,3 + 9,2 + 4,9 + 1,5 + 2,9 + 1,6 + 1,6 + 2,8 + 1,5 + 4,0$	32
КШ №1	Р-ка А 1.8	$0,7 + 1,3 + 9,2 + 4,9 + 1,5 + 2,9 + 1,6 + 1,6 + 2,8 + 1,5 + 4,0 + 1,2 + 1,6 + 3,1$	37,9
КШ №1	Р-ка А 21.2	$0,7 + 1,3 + 9,2 + 4,9 + 1,5 + 2,9 + 1,6 + 1,6 + 2,8 + 1,5 + 4,0 + 1,2 + 0,8$	34
КШ №1	Р-ка А 21.1	$0,7 + 1,3 + 9,2 + 4,9 + 1,5 + 2,9 + 1,6 + 1,6 + 2,8 + 1,5 + 4,0 + 1,2 + 1,6$	34,8
КШ №2	Р-ка А 3.1	$0,7 + 0,8$	1,5
КШ №2	Р-ка А 3.2	$0,7 + 0,8 + 1$	2,5
КШ №2	Р-ка А 3.3	$0,7 + 0,8 + 1 + 1,3$	3,8
КШ №2	Р-ка А 3.4	$0,7 + 0,8 + 1 + 1,3 + 1,1$	4,9
КШ №2	Р-ка А 3.5	$0,7 + 0,8 + 1 + 1,3 + 1,1 + 1,4$	6,3
КШ №2	Р-ка А 2.1	$0,7 + 0,8 + 1 + 1,3 + 1,1 + 1,4 + 0,9 + 0,7$	7,9
КШ №2	Р-ка А 2.2	$0,7 + 0,8 + 1 + 1,3 + 1,1 + 1,4 + 0,9 + 0,7 + 1,3$	9,2
КШ №2	Р-ка А 2.3	$0,7 + 0,8 + 1 + 1,3 + 1,1 + 1,4 + 0,9 + 0,7 + 1,3 + 1,2$	10,4
КШ №2	Р-ка А 2.4	$0,7 + 0,8 + 1 + 1,3 + 1,1 + 1,4 + 0,9 + 0,7 + 1,3 + 1,2 + 1,3$	11,7
КШ №2	Р-ка А 2.5	$0,7 + 0,8 + 1 + 1,3 + 1,1 + 1,4 + 0,9 + 0,7 + 1,3 + 1,2 + 1,3 + 3,9 + 1,5$	17,1

Продолжение таблицы 3.4

№ шкафа	№ узла	Расчет длины	Длина, м
КШ №2	Р-ка А 2.6	$0,7 + 0,8 + 1 + 1,3 + 1,1 + 1,4 + 0,9 + 0,7 + 1,3 + 1,2 + 1,3 + 3,9 + 1,5 + 1,9$	19
КШ №2	Р-ка А 2.7	$0,7 + 0,8 + 1 + 1,3 + 1,1 + 1,4 + 0,9 + 0,7 + 1,3 + 1,2 + 1,3 + 3,9 + 1,5 + 1,9 + 1,2$	20,2
КШ №2	Р-ка А 2.8	$0,7 + 0,8 + 1 + 1,3 + 1,1 + 1,4 + 0,9 + 0,7 + 1,3 + 1,2 + 1,3 + 3,9 + 1,5 + 1,9 + 1,2 + 1,2$	21,4
КШ №2	Р-ка А 3.6	$0,7 + 0,8 + 1 + 1,3 + 1,1 + 1,4 + 0,9 + 4,6$	11,8
КШ №2	Р-ка А 3.7	$0,7 + 0,8 + 1 + 1,3 + 1,1 + 1,4 + 0,9 + 4,6 + 3,7$	15,5
КШ №2	Р-ка А 3.8	$0,7 + 0,8 + 1 + 1,3 + 1,1 + 1,4 + 0,9 + 4,6 + 3,7 + 1,4 + 5,1$	22
КШ №2	Р-ка А 50.1	$0,7 + 0,8 + 1 + 1,3 + 1,1 + 1,4 + 0,9 + 4,6 + 3,7 + 1,4 + 8,2$	25,1
КШ №2	Р-ка А 30.2	$0,7 + 0,8 + 1 + 1,3 + 1,1 + 1,4 + 0,9 + 4,6 + 3,7 + 1,4 + 8,2 + 4,4 + 11,4 + 1,5$	42,4
КШ №2	Р-ка А 30.1	$0,7 + 0,8 + 1 + 1,3 + 1,1 + 1,4 + 0,9 + 4,6 + 3,7 + 1,4 + 8,2 + 4,4 + 11,4$	40,9
КШ №1	Р-ка А 4.1	$0,7 + 0,9 + 3,0 + 2,3 + 4,2$	11,1
КШ №1	Р-ка А 4.2	$0,7 + 0,9 + 3,0 + 2,3$	6,9
КШ №1	Р-ка А 4.3	$0,7 + 0,9 + 3,0 + 0,9$	5,5
КШ №1	Р-ка А 4.4	$0,7 + 0,9 + 3,0 + 0,9 + 2,4$	7,9
КШ №1	Р-ка А 4.5	$0,7 + 0,9 + 3,0 + 0,9 + 2,4 + 2,4$	10,3
КШ №1	Р-ка А 4.6	$0,7 + 0,9 + 3,0 + 0,9 + 2,4 + 2,4 + 2,4$	12,7
КШ №1	Р-ка А 4.7	$0,7 + 0,9 + 3,0 + 0,9 + 2,4 + 2,4 + 3,6$	13,9
КШ №1	Р-ка А 5.1	$0,7 + 0,9 + 3,0 + 0,9 + 2,4 + 2,4 + 3,6 + 1,2 + 4,6 + 0,5 + 0,7$	20,9
КШ №1	Р-ка А 5.2	$0,7 + 0,9 + 3,0 + 0,9 + 2,4 + 2,4 + 3,6 + 1,2 + 4,6 + 0,5 + 1,4$	21,6
КШ №1	Р-ка А 5.3	$0,7 + 0,9 + 3,0 + 0,9 + 2,4 + 2,4 + 3,6 + 1,2 + 4,6 + 0,5 + 1,6 + 2,5$	24,3
КШ №1	Р-ка А 5.4	$0,7 + 0,9 + 3,0 + 0,9 + 2,4 + 2,4 + 3,6 + 1,2 + 4,6 + 0,5 + 1,6 + 2,5 + 2,0$	26,3
КШ №1	Р-ка А 5.5	$0,7 + 0,9 + 3,0 + 0,9 + 2,4 + 2,4 + 3,6 + 1,2 + 4,6 + 0,5 + 1,6 + 2,5 + 3,7 + 0,7$	28,7
КШ №1	Р-ка А 5.6	$0,7 + 0,9 + 3,0 + 0,9 + 2,4 + 2,4 + 3,6 + 1,2 + 4,6 + 0,5 + 1,6 + 2,5 + 3,7 + 0,7 + 1,2$	29,9
КШ №1	Р-ка А 5.7	$0,7 + 0,9 + 3,0 + 0,9 + 2,4 + 2,4 + 3,6 + 1,2 + 4,6 + 0,5 + 1,6 + 2,5 + 3,7 + 0,7 + 1,2 + 1,2$	31,1

Продолжение таблицы 3.4

№ шкафа	№ узла	Расчет длины	Длина, м
КШ №1	Р-ка А 5.8	$0,7 + 0,9 + 3,0 + 0,9 + 2,4 + 2,4 + 3,6 + 1,2 + 4,6 + 0,5 + 1,6 + 2,5 + 3,7 + 0,7 + 1,2 + 1,2 + 1,2$	32,3
КШ №1	Р-ка А 4.8	$0,7 + 0,9 + 3,0 + 0,9 + 2,4 + 2,4 + 3,6 + 1,2 + 4,6 + 1,6$	21,3
КШ №2	Р-ка А 6.1	$0,7 + 1,0 + 3,0 + 6,4 + 0,8 + 4,7 + 5,0 + 5,2 + 1,4 + 2,1 + 1,6 + 1,6$	33,6
КШ №4	Р-ка А 6.2	$0,7 + 1,0 + 3,0 + 6,4 + 0,8 + 4,7 + 5,0 + 5,2 + 1,4 + 2,1 + 1,6$	31,9
КШ №2	Р-ка А 6.3	$0,7 + 1,0 + 3,0 + 6,4 + 0,8 + 4,7 + 5,0 + 5,2 + 1,4 + 2,1$	30,3
КШ №2	Р-ка А 6.4	$0,7 + 1,0 + 3,0 + 6,4 + 0,8 + 4,7 + 5,0 + 5,2 + 1,4$	28,2
КШ №2	Р-ка А 6.5	$0,7 + 1,0 + 3,0 + 6,4 + 0,8 + 4,7 + 5,0 + 1,2$	22,8
КШ №2	Р-ка А 6.6	$0,7 + 1,0 + 3,0 + 6,4 + 0,8 + 4,7 + 5,0 + 1,2 + 1,3$	24,1
КШ №2	Р-ка А 6.7	$0,7 + 1,0 + 3,0 + 6,4 + 0,8 + 4,7 + 5,0 + 1,2 + 1,3 + 1,2$	25,3
КШ №2	Р-ка А 6.8	$0,7 + 1,0 + 3,0 + 6,4 + 0,8 + 4,7 + 5,0 + 1,2 + 1,3 + 1,2 + 1,1$	26,4
КШ №2	Р-ка А 7.1	$0,7 + 1,0 + 3,0 + 6,4 + 0,8 + 4,7 + 5,0 + 1,2 + 1,3 + 1,0 + 1,1$	26,2
КШ №2	Р-ка А 7.2	$0,7 + 1,0 + 3,0 + 6,4 + 0,8 + 4,7 + 5,0 + 1,2 + 1,3 + 1,1$	25,2
КШ №2	Р-ка А 7.3	$0,7 + 1,0 + 3,0 + 6,4 + 0,8 + 4,7 + 5,0 + 1,2 + 1,1$	23,9
КШ №2	Р-ка А 7.4	$0,7 + 1,0 + 3,0 + 6,4 + 0,8 + 4,7 + 5,0 + 1,1$	22,7
КШ №2	Р-ка А 7.5	$0,7 + 1,0 + 3,0 + 6,4 + 0,8 + 4,7 + 0,8$	17,4
КШ №2	Р-ка А 7.6	$0,7 + 1,0 + 3,0 + 6,4 + 0,8 + 4,7 + 1,3 + 0,8$	18,7
КШ №2	Р-ка А 7.7	$0,7 + 1,0 + 3,0 + 6,4 + 0,8 + 4,7 + 1,2 + 0,8 + 1,3$	19,9
КШ №2	Р-ка А 7.8	$0,7 + 1,0 + 3,0 + 6,4 + 0,8 + 4,7 + 0,8 + 1,3 + 1,2 + 1,4$	21,3
КШ №2	Р-ка А 22.1	$0,7 + 1,0 + 3,0 + 6,4 + 0,8$	11,9
КШ №2	Р-ка А 8.1	$0,7 + 1,0 + 3,0 + 6,4 + 0,6$	11,7

Продолжение таблицы 3.4

№ шкафа	№ узла	Расчет длины	Длина, м
КШ №2	Р-ка А 8.2	$0,7 + 1,0 + 3,0 + 6,4 + 0,6 + 1,0$	12,7
КШ №2	Р-ка А 8.3	$0,7 + 1,0 + 3,0 + 6,4 + 0,6 + 1,0 + 1,3$	14
КШ №2	Р-ка А 8.4	$0,7 + 1,0 + 3,0 + 6,4 + 0,6 + 1,0 + 1,3 + 1,2$	15,2
КШ №2	Р-ка А 8.5	$0,7 + 1,0 + 3,0 + 6,4 + 0,6 + 1,0 + 1,3 + 1,2 + 3,8 + 1,5$	20,5
КШ №2	Р-ка А 8.6	$0,7 + 1,0 + 3,0 + 6,4 + 0,6 + 1,0 + 1,3 + 1,2 + 3,8 + 1,5 + 1,7$	22,2
КШ №2	Р-ка А 8.7	$0,7 + 1,0 + 3,0 + 6,4 + 0,6 + 1,0 + 1,3 + 1,2 + 3,8 + 1,5 + 1,7 + 1,4$	23,6
КШ №2	Р-ка А 8.8	$0,7 + 1,0 + 3,0 + 6,4 + 0,6 + 1,0 + 1,3 + 1,2 + 3,8 + 1,5 + 1,7 + 1,5 + 1,0$	24,7
КШ №2	Р-ка А 9.1	$0,7 + 1,0 + 3,0 + 6,4 + 0,6 + 1,0 + 1,3 + 1,2 + 3,8 + 1,5 + 1,7 + 1,5 + 1,0 + 1,0 + 1,0$	26,7
КШ №2	Р-ка А 9.2	$0,7 + 1,0 + 3,0 + 6,4 + 0,6 + 1,0 + 1,3 + 1,2 + 3,8 + 1,5 + 1,7 + 1,5 + 1,0 + 1,0 + 1,0 + 1,3$	28
КШ №2	Р-ка А 9.3	$0,7 + 1,0 + 3,0 + 6,4 + 0,6 + 1,0 + 1,3 + 1,2 + 3,8 + 1,5 + 1,7 + 1,5 + 1,0 + 1,0 + 1,0 + 1,3 + 1,3$	29,3
КШ №2	Р-ка А 9.4	$0,7 + 1,0 + 3,0 + 6,4 + 0,6 + 1,0 + 1,3 + 1,2 + 3,8 + 1,5 + 1,7 + 1,5 + 1,0 + 1,0 + 1,0 + 1,3 + 1,3 + 1,0$	30,3
КШ №2	Р-ка А 9.5	$0,7 + 1,0 + 3,0 + 6,4 + 0,6 + 1,0 + 1,3 + 1,2 + 3,8 + 1,5 + 1,7 + 1,5 + 1,0 + 1,0 + 6,2 + 0,9$	32,8
КШ №2	Р-ка А 9.6	$0,7 + 1,0 + 3,0 + 6,4 + 0,6 + 1,0 + 1,3 + 1,2 + 3,8 + 1,5 + 1,7 + 1,5 + 1,0 + 1,0 + 6,2 + 0,9 + 1,3$	34,1
КШ №2	Р-ка А 9.7	$0,7 + 1,0 + 3,0 + 6,4 + 0,6 + 1,0 + 1,3 + 1,2 + 3,8 + 1,5 + 1,7 + 1,5 + 1,0 + 1,0 + 6,2 + 0,9 + 1,3 + 1,3$	35,4
КШ №2	Р-ка А 9.8	$0,7 + 1,0 + 3,0 + 6,4 + 0,6 + 1,0 + 1,3 + 1,2 + 3,8 + 1,5 + 1,7 + 1,5 + 1,0 + 1,0 + 6,2 + 0,9 + 1,3 + 1,3 + 1,3$	36,7
КШ №2	Р-ка А 10.1	$0,7 + 1,0 + 3,0 + 6,4 + 0,6 + 1,0 + 1,3 + 1,2 + 3,8 + 1,5 + 1,7 + 1,5 + 1,0 + 1,0 + 6,2 + 0,9$	32,8
КШ №2	Р-ка А 10.2	$0,7 + 1,0 + 3,0 + 6,4 + 0,6 + 1,0 + 1,3 + 1,2 + 3,8 + 1,5 + 1,7 + 1,5 + 1,0 + 1,0 + 6,2 + 0,9 + 1,4$	34,2

№ шкафа	№ узла	Расчет длины	Длина, м
КШ №2	Р-ка А 10.3	$0,7 + 1,0 + 3,0 + 6,4 + 0,6 + 1,0 + 1,3 + 1,2 + 3,8 + 1,5 + 1,7 + 1,5 + 1,0 + 1,0 + 6,2 + 0,9 + 1,4 + 1,3$	35,5
КШ №2	Р-ка А 10.4	$0,7 + 1,0 + 3,0 + 6,4 + 0,6 + 1,0 + 1,3 + 1,2 + 3,8 + 1,5 + 1,7 + 1,5 + 1,0 + 1,0 + 6,2 + 0,9 + 1,4 + 1,3 + 1,3$	36,8
КШ №2	Р-ка А 10.5	$0,7 + 1,0 + 3,0 + 6,4 + 0,6 + 1,0 + 1,3 + 1,2 + 3,8 + 1,5 + 1,7 + 1,5 + 1,0 + 1,0 + 6,2 + 5,6 + 0,8$	38,3
КШ №2	Р-ка А 10.6	$0,7 + 1,0 + 3,0 + 6,4 + 0,6 + 1,0 + 1,3 + 1,2 + 3,8 + 1,5 + 1,7 + 1,5 + 1,0 + 1,0 + 6,2 + 5,6 + 0,8 + 1,4$	39,7
КШ №2	Р-ка А 10.7	$0,7 + 1,0 + 3,0 + 6,4 + 0,6 + 1,0 + 1,3 + 1,2 + 3,8 + 1,5 + 1,7 + 1,5 + 1,0 + 1,0 + 6,2 + 5,6 + 0,8 + 1,4 + 1,1$	40,8
КШ №2	Р-ка А 10.8	$0,7 + 1,0 + 3,0 + 6,4 + 0,6 + 1,0 + 1,3 + 1,2 + 3,8 + 1,5 + 1,7 + 1,5 + 1,0 + 1,0 + 6,2 + 5,6 + 0,8 + 1,4 + 1,1 + 1,4$	42,2
Итого			1976,3

Общая длина кабеля для горизонтальной подсистемы первого двухэтажного здания «А» с учётом добавления запаса в 10% составит

$$1976,3 \cdot 110\% \approx 2173,9 \text{ (м)}. \quad (3.1)$$

Таблица 3.5 – Расчет длины кабеля горизонтальной подсистемы здания Б

№ шкафа	№ узла	Расчет длины	Длина, м
КШ №2	Р-ка Б 40.1	$0,7 + 2,1$	2,8
КШ №2	Р-ка Б 30.1	$0,7 + 2,1 + 3,4 + 3,0 + 9,4 + 1,4 + 1,3$	21,3
КШ №2	Р-ка Б 30.2	$0,7 + 2,1 + 3,4 + 3,0 + 9,4 + 1,4$	20,0
КШ №2	Р-ка Б 1.1	$0,7 + 2,1 + 3,4 + 3,0 + 9,4 + 4,1 + 6,6 + 1,9 + 2,4 + 1,7 + 1,3$	36,6
КШ №2	Р-ка Б 1.2	$0,7 + 2,1 + 3,4 + 3,0 + 9,4 + 4,1 + 6,6 + 1,9 + 2,4 + 1,7$	35,5
КШ №2	Р-ка Б 1.3	$0,7 + 2,1 + 3,4 + 3,0 + 9,4 + 4,1 + 6,6 + 1,9 + 2,4$	33,6

Продолжение таблицы 3.5

№ шкафа	№ узла	Расчет длины	Длина, м
КШ №2	Р-ка Б 1.4	$0,7 + 2,1 + 3,4 + 3,0 + 9,4 + 4,1 + 6,6 + 1,9$	31,2
КШ №2	Р-ка Б 1.5	$0,7 + 2,1 + 3,4 + 3,0 + 9,4 + 4,1 + 6,6 + 1,0$	30,3
КШ №2	Р-ка Б 1.6	$0,7 + 2,1 + 3,4 + 3,0 + 9,4 + 4,1 + 6,6 + 1,0 + 3,0$	33,3
КШ №2	Р-ка Б 1.7	$0,7 + 2,1 + 3,4 + 3,0 + 9,4 + 4,1 + 6,6 + 1,0 + 3,0 + 2,9 + 1,6$	37,8
КШ №2	Р-ка Б 1.8	$0,7 + 2,1 + 3,4 + 3,0 + 9,4 + 4,1 + 6,6 + 1,0 + 3,0 + 2,9 + 1,6 + 2,6$	40,4
КШ №2	Р-ка Б 1.9	$0,7 + 2,1 + 3,4 + 3,0 + 9,4 + 4,1 + 6,6 + 1,0 + 3,0 + 2,9 + 1,6 + 2,6 + 2,7$	43,1
КШ №2	Р-ка Б 1.10	$0,7 + 2,1 + 3,4 + 3,0 + 9,4 + 4,1 + 6,6 + 1,0 + 3,0 + 2,9 + 1,6 + 2,6 + 2,7 + 2,7$	45,8
КШ №2	Р-ка Б 21.1	$0,7 + 2,1 + 3,4 + 3,0 + 9,4 + 4,1 + 4,0$	26,7
КШ №2	Р-ка Б 50.1	$0,7 + 2,1 + 3,4 + 3,0 + 9,4 + 4,1 + 6,6 + 1,0 + 3,0 + 2,9 + 1,6 + 2,6 + 2,7 + 2,7$	45,8
КШ №1	Р-ка Б 3.1	$0,7 + 2,2$	2,9
КШ №1	Р-ка Б 3.2	$0,7 + 2,2 + 1,3$	4,2
КШ №1	Р-ка Б 3.3	$0,7 + 2,2 + 1,3 + 1,2$	5,4
КШ №1	Р-ка Б 3.4	$0,7 + 2,2 + 1,3 + 1,2 + 1,2$	6,6
КШ №1	Р-ка Б 3.5	$0,7 + 2,2 + 1,3 + 1,2 + 1,2 + 1,2$	7,8
КШ №1	Р-ка Б 3.6	$0,7 + 2,2 + 1,3 + 1,2 + 1,2 + 1,2 + 1,3$	9,1
КШ №1	Р-ка Б 3.7	$0,7 + 2,2 + 1,3 + 1,2 + 1,2 + 1,2 + 1,3 + 1,5$	10,6
КШ №1	Р-ка Б 3.8	$0,7 + 2,2 + 1,3 + 1,2 + 1,2 + 1,2 + 1,3 + 1,5 + 1,5$	12,1
КШ №1	Р-ка Б 2.1	$0,7 + 2,2 + 1,3 + 1,2 + 1,2 + 1,2 + 1,3 + 1,5 + 1,5 + 1,0 + 3,0 + 5,6 + 1,3 + 1,4 + 1,5$	25,9
КШ №1	Р-ка Б 2.2	$0,7 + 2,2 + 1,3 + 1,2 + 1,2 + 1,2 + 1,3 + 1,5 + 1,5 + 1,0 + 3,0 + 5,6 + 1,3 + 1,4$	24,4
КШ №1	Р-ка Б 2.3	$0,7 + 2,2 + 1,3 + 1,2 + 1,2 + 1,2 + 1,3 + 1,5 + 1,5 + 1,0 + 3,0 + 5,6 + 1,3$	23,0
КШ №1	Р-ка Б 2.4	$0,7 + 2,2 + 1,3 + 1,2 + 1,2 + 1,2 + 1,3 + 1,5 + 1,5 + 1,0 + 3,0 + 5,6$	21,7
КШ №1	Р-ка Б 2.5	$0,7 + 2,2 + 1,3 + 1,2 + 1,2 + 1,2 + 1,3 + 1,5 + 1,5 + 1,0 + 3,0 + 5,1 + 4,9 + 0,8$	26,9

Продолжение таблицы 3.5

№ шкафа	№ узла	Расчет длины	Длина, м
КШ №1	Р-ка Б 2.6	$0,7 + 2,2 + 1,3 + 1,2 + 1,2 + 1,2 + 1,3 + 1,5 + 1,5 + 1,0 + 3,0 + 5,1 + 4,9 + 0,8 + 1,4$	28,3
КШ №1	Р-ка Б 2.7	$0,7 + 2,2 + 1,3 + 1,2 + 1,2 + 1,2 + 1,3 + 1,5 + 1,5 + 1,0 + 3,0 + 5,1 + 4,9 + 0,8 + 1,4 + 3,0 + 3,6$	34,9
КШ №1	Р-ка Б 2.8	$0,7 + 2,2 + 1,3 + 1,2 + 1,2 + 1,2 + 1,3 + 1,5 + 1,5 + 1,0 + 3,0 + 5,1 + 4,9 + 0,8 + 1,4 + 3,0 + 3,6 + 1,4$	36,3
КШ №2	Р-ка Б 22.1	$0,7 + 0,6 + 3,0 + 0,9$	5,2
КШ №2	Р-ка Б 4.1	$0,7 + 0,6 + 3,0 + 1,2 + 5,4 + 3,0 + 2,4 + 1,7$	18,0
КШ №2	Р-ка Б 4.2	$0,7 + 0,6 + 3,0 + 1,2 + 5,4 + 3,0 + 2,4 + 1,7 + 1,1$	19,1
КШ №2	Р-ка Б 4.3	$0,7 + 0,6 + 3,0 + 1,2 + 5,4 + 3,0 + 2,4 + 1,7 + 1,1 + 1,3$	20,4
КШ №2	Р-ка Б 4.4	$0,7 + 0,6 + 3,0 + 1,2 + 5,4 + 3,0 + 2,4 + 1,7 + 1,1 + 1,3 + 1,1$	21,5
КШ №2	Р-ка Б 4.5	$0,7 + 0,6 + 3,0 + 1,2 + 5,4 + 3,0 + 2,4 + 1,7 + 1,1 + 1,3 + 1,1 + 1,3$	22,8
КШ №2	Р-ка Б 4.6	$0,7 + 0,6 + 3,0 + 1,2 + 5,4 + 3,0 + 2,4 + 1,7 + 1,1 + 1,3 + 1,1 + 1,3 + 0,6 + 6,7 + 1,7$	31,8
КШ №2	Р-ка Б 4.7	$0,7 + 0,6 + 3,0 + 1,2 + 5,4 + 3,0 + 2,4 + 1,7 + 1,1 + 1,3 + 1,1 + 1,3 + 0,6 + 6,7 + 1,7 + 1,3$	33,1
КШ №2	Р-ка Б 4.8	$0,7 + 0,6 + 3,0 + 1,2 + 5,4 + 3,0 + 2,4 + 1,7 + 1,1 + 1,3 + 1,1 + 1,3 + 0,6 + 6,7 + 1,7 + 1,3 + 1,2$	34,3
КШ №2	Р-ка Б 5.3	$0,7 + 0,6 + 3,0 + 1,2 + 5,4 + 3,0 + 2,4 + 1,7 + 1,1 + 1,3 + 1,1 + 1,3 + 0,6 + 6,7 + 1,7$	31,8
КШ №2	Р-ка Б 5.2	$0,7 + 0,6 + 3,0 + 1,2 + 5,4 + 3,0 + 2,4 + 1,7 + 1,1 + 1,3 + 1,1 + 1,3 + 0,6 + 6,7 + 1,7 + 1,3$	33,1
КШ №2	Р-ка Б 5.1	$0,7 + 0,6 + 3,0 + 1,2 + 5,4 + 3,0 + 2,4 + 1,7 + 1,1 + 1,3 + 1,1 + 1,3 + 0,6 + 6,7 + 1,7 + 1,3 + 1,3$	34,4
КШ №2	Р-ка Б 5.4	$0,7 + 0,6 + 3,0 + 1,2 + 5,4 + 3,0 + 2,4 + 1,7 + 1,1 + 1,3 + 1,1 + 1,3 + 0,6 + 6,7 + 6,8 + 0,8$	37,7
КШ №2	Р-ка Б 5.5	$0,7 + 0,6 + 3,0 + 1,2 + 5,4 + 3,0 + 2,4 + 1,7 + 1,1 + 1,3 + 1,1 + 1,3 + 0,6 + 6,7 + 6,8 + 0,8 + 1,4$	39,1
КШ №2	Р-ка Б 5.6	$0,7 + 0,6 + 3,0 + 1,2 + 5,4 + 3,0 + 2,4 + 1,7 + 1,1 + 1,3 + 1,1 + 1,3 + 0,6 + 6,7 + 6,8 + 0,8 + 1,4 + 1,1$	40,2
КШ №2	Р-ка Б 5.7	$0,7 + 0,6 + 3,0 + 1,2 + 5,4 + 3,0 + 2,4 + 1,7 + 1,1 + 1,3 + 1,1 + 1,3 + 0,6 + 6,7 + 6,8 + 0,8 + 1,4 + 1,1 + 1,3$	41,5

Продолжение таблицы 3.5

№ шкафа	№ узла	Расчет длины	Длина, м
КШ №2	Р-ка Б 5.8	$0,7 + 0,6 + 3,0 + 1,2 + 5,4 + 3,0 + 2,4 + 1,7 + 1,1 + 1,3 + 1,1 + 1,3 + 0,6 + 6,7 + 6,8 + 0,8 + 1,4 + 1,1 + 1,3 + 1,4$	42,9
КШ №2	Р-ка Б 6.5	$0,7 + 0,6 + 3,0 + 1,2 + 5,4 + 3,0 + 2,4 + 1,7 + 1,1 + 1,3 + 1,1 + 1,3 + 0,6 + 6,7 + 6,8 + 0,8$	37,7
КШ №2	Р-ка Б 6.4	$0,7 + 0,6 + 3,0 + 1,2 + 5,4 + 3,0 + 2,4 + 1,7 + 1,1 + 1,3 + 1,1 + 1,3 + 0,6 + 6,7 + 6,8 + 0,8 + 1,3$	39,0
КШ №2	Р-ка Б 6.3	$0,7 + 0,6 + 3,0 + 1,2 + 5,4 + 3,0 + 2,4 + 1,7 + 1,1 + 1,3 + 1,1 + 1,3 + 0,6 + 6,7 + 6,8 + 0,8 + 1,3 + 1,0$	40,0
КШ №2	Р-ка Б 6.2	$0,7 + 0,6 + 3,0 + 1,2 + 5,4 + 3,0 + 2,4 + 1,7 + 1,1 + 1,3 + 1,1 + 1,3 + 0,6 + 6,7 + 6,8 + 0,8 + 1,3 + 1,0 + 1,4$	41,4
КШ №2	Р-ка Б 6.1	$0,7 + 0,6 + 3,0 + 1,2 + 5,4 + 3,0 + 2,4 + 1,7 + 1,1 + 1,3 + 1,1 + 1,3 + 0,6 + 6,7 + 6,8 + 0,8 + 1,3 + 1,0 + 1,4 + 1,1$	42,5
КШ №2	Р-ка Б 6.6	$0,7 + 0,6 + 3,0 + 1,2 + 5,4 + 3,0 + 2,4 + 1,7 + 1,1 + 1,3 + 1,1 + 1,3 + 0,6 + 6,7 + 6,8 + 6,6 + 1,3$	44,8
КШ №2	Р-ка Б 6.7	$0,7 + 0,6 + 3,0 + 1,2 + 5,4 + 3,0 + 2,4 + 1,7 + 1,1 + 1,3 + 1,1 + 1,3 + 0,6 + 6,7 + 6,8 + 6,6 + 1,3 + 1,2$	46,0
КШ №2	Р-ка Б 6.8	$0,7 + 0,6 + 3,0 + 1,2 + 5,4 + 3,0 + 2,4 + 1,7 + 1,1 + 1,3 + 1,1 + 1,3 + 0,6 + 6,7 + 6,8 + 6,6 + 1,3 + 1,2 + 1,3$	47,3
КШ №1	Р-ка Б 7.1	$0,7 + 1,2 + 3,0 + 4,3 + 6,2 + 6,6 + 6,6 + 1,3 + 1,2 + 1,3$	32,4
КШ №1	Р-ка Б 7.2	$0,7 + 1,2 + 3,0 + 4,3 + 6,2 + 6,6 + 6,6 + 1,3 + 1,2$	31,1
КШ №1	Р-ка Б 7.3	$0,7 + 1,2 + 3,0 + 4,3 + 6,2 + 6,6 + 6,6 + 1,3$	29,9
КШ №1	Р-ка Б 7.4	$0,7 + 1,2 + 3,0 + 4,3 + 6,2 + 6,6 + 0,8 + 1,0 + 1,3 + 1,2 + 1,3$	27,6
КШ №1	Р-ка Б 7.5	$0,7 + 1,2 + 3,0 + 4,3 + 6,2 + 6,6 + 0,8 + 1,0 + 1,3 + 1,2$	26,3
КШ №1	Р-ка Б 7.6	$0,7 + 1,2 + 3,0 + 4,3 + 6,2 + 6,6 + 0,8 + 1,0 + 1,3$	25,1
КШ №1	Р-ка Б 7.7	$0,7 + 1,2 + 3,0 + 4,3 + 6,2 + 6,6 + 0,8 + 1,0$	23,8
КШ №1	Р-ка Б 7.8	$0,7 + 1,2 + 3,0 + 4,3 + 6,2 + 6,6 + 0,8$	22,8

Продолжение таблицы 3.5

№ шкафа	№ узла	Расчет длины	Длина, м
КШ №1	Р-ка Б 8.1	$0,7 + 1,2 + 3,0 + 4,3 + 6,2 + 6,6 + 0,7 + 1,0 + 1,4 + 1,2 + 1,2$	27,5
КШ №1	Р-ка Б 8.2	$0,7 + 1,2 + 3,0 + 4,3 + 6,2 + 6,6 + 0,7 + 1,0 + 1,4 + 1,2$	26,3
КШ №1	Р-ка Б 8.3	$0,7 + 1,2 + 3,0 + 4,3 + 6,2 + 6,6 + 0,7 + 1,0 + 1,4$	25,1
КШ №1	Р-ка Б 8.4	$0,7 + 1,2 + 3,0 + 4,3 + 6,2 + 6,6 + 0,7 + 1,0$	23,7
КШ №1	Р-ка Б 8.5	$0,7 + 1,2 + 3,0 + 4,3 + 6,2 + 6,6 + 0,7$	22,7
КШ №1	Р-ка Б 8.6	$0,7 + 1,2 + 3,0 + 4,3 + 6,2 + 1,4 + 1,3 + 1,6$	19,7
КШ №1	Р-ка Б 8.7	$0,7 + 1,2 + 3,0 + 4,3 + 6,2 + 1,4 + 1,3$	18,1
КШ №1	Р-ка Б 8.8	$0,7 + 1,2 + 3,0 + 4,3 + 6,2 + 1,4$	18,9
КШ №1	Р-ка Б 9.1	$0,7 + 1,2 + 3,0 + 4,3 + 6,2 + 1,1 + 1,0 + 1,4$	18,9
КШ №1	Р-ка Б 9.2	$0,7 + 1,2 + 3,0 + 4,3 + 6,2 + 1,1 + 1,0$	17,5
КШ №1	Р-ка Б 9.3	$0,7 + 1,2 + 3,0 + 4,3 + 6,2 + 1,1$	16,5
КШ №1	Р-ка Б 9.4	$0,7 + 1,2 + 3,0 + 4,3 + 1,1 + 0,9 + 0,9 + 1,4 + 1,2$	14,7
КШ №1	Р-ка Б 9.5	$0,7 + 1,2 + 3,0 + 4,3 + 1,1 + 0,9 + 0,9 + 1,4$	13,5
КШ №1	Р-ка Б 9.6	$0,7 + 1,2 + 3,0 + 4,3 + 1,1 + 0,9 + 0,9$	12,1
КШ №1	Р-ка Б 9.7	$0,7 + 1,2 + 3,0 + 4,3 + 1,1 + 0,9$	11,2
КШ №1	Р-ка Б 9.8	$0,7 + 1,2 + 3,0 + 4,3 + 0,6$	9,8
КШ №1	Р-ка Б 10.1	$0,7 + 1,2 + 3,0 + 4,3 + 1,7 + 1,3 + 1,4 + 1,1$	14,7
КШ №1	Р-ка Б 10.2	$0,7 + 1,2 + 3,0 + 4,3 + 1,7 + 1,3 + 1,4$	13,6
КШ №1	Р-ка Б 10.3	$0,7 + 1,2 + 3,0 + 4,3 + 1,7 + 1,3$	12,2
КШ №1	Р-ка Б 8.3	$0,7 + 1,2 + 3,0 + 4,3 + 6,2 + 6,6 + 0,7 + 1,0 + 1,4$	25,1
КШ №1	Р-ка Б 8.4	$0,7 + 1,2 + 3,0 + 4,3 + 6,2 + 6,6 + 0,7 + 1,0$	23,7
КШ №1	Р-ка Б 8.5	$0,7 + 1,2 + 3,0 + 4,3 + 6,2 + 6,6 + 0,7$	22,7
КШ №1	Р-ка Б 8.6	$0,7 + 1,2 + 3,0 + 4,3 + 6,2 + 1,4 + 1,3 + 1,6$	19,7
КШ №1	Р-ка Б 8.7	$0,7 + 1,2 + 3,0 + 4,3 + 6,2 + 1,4 + 1,3$	18,1
КШ №1	Р-ка Б 8.8	$0,7 + 1,2 + 3,0 + 4,3 + 6,2 + 1,4$	18,9

Продолжение таблицы 3.5

№ шкафа	№ узла	Расчет длины	Длина, м
КШ №1	Р-ка Б 9.1	$0,7 + 1,2 + 3,0 + 4,3 + 6,2 + 1,1 + 1,0 + 1,4$	18,9
КШ №1	Р-ка Б 9.2	$0,7 + 1,2 + 3,0 + 4,3 + 6,2 + 1,1 + 1,0$	17,5
КШ №1	Р-ка Б 9.3	$0,7 + 1,2 + 3,0 + 4,3 + 6,2 + 1,1$	16,5
КШ №1	Р-ка Б 9.4	$0,7 + 1,2 + 3,0 + 4,3 + 1,1 + 0,9 + 0,9 + 1,4 + 1,2$	14,7
КШ №1	Р-ка Б 9.5	$0,7 + 1,2 + 3,0 + 4,3 + 1,1 + 0,9 + 0,9 + 1,4$	13,5
КШ №1	Р-ка Б 9.6	$0,7 + 1,2 + 3,0 + 4,3 + 1,1 + 0,9 + 0,9$	12,1
КШ №1	Р-ка Б 9.7	$0,7 + 1,2 + 3,0 + 4,3 + 1,1 + 0,9$	11,2
КШ №1	Р-ка Б 9.8	$0,7 + 1,2 + 3,0 + 4,3 + 0,6$	9,8
КШ №1	Р-ка Б 10.1	$0,7 + 1,2 + 3,0 + 4,3 + 1,7 + 1,3 + 1,4 + 1,1$	14,7
КШ №1	Р-ка Б 10.2	$0,7 + 1,2 + 3,0 + 4,3 + 1,7 + 1,3 + 1,4$	13,6
КШ №1	Р-ка Б 10.3	$0,7 + 1,2 + 3,0 + 4,3 + 1,7 + 1,3$	12,2
КШ №1	Р-ка Б 10.4	$0,7 + 1,2 + 3,0 + 4,3 + 1,7$	10,9
КШ №1	Р-ка Б 10.5	$0,7 + 1,2 + 3,0 + 4,3 + 0,6$	9,8
КШ №1	Р-ка Б 10.6	$0,7 + 1,2 + 3,0 + 2,5 + 1,2$	8,6
КШ №1	Р-ка Б 10.7	$0,7 + 1,2 + 3,0 + 2,5 + 1,2 + 1,5$	10,1
КШ №1	Р-ка Б 10.8	$0,7 + 1,2 + 3,0 + 2,5 + 1,2 + 1,5 + 1,5$	11,6
Итого			2018,9

Суммарная длина кабеля для горизонтальной подсистемы второго двухэтажного здания с учётом 10% запаса составит

$$2018,9 \cdot 110\% \approx 2220,79 \text{ (м)}. \quad (3.2)$$

Длина кабеля для горизонтальной подсистемы равна 1976,

$$2220,79 + 2173,9 = 4394,69 \text{ (м)}. \quad (3.3)$$

3.3 Проектирование вертикальной подсистемы

Необходимо отметить, что вертикальная подсистема проведена в зданиях А и Б. Подсистема соединяет главные кроссовые шкафы каждого этажа с центральной аппаратной здания. Для проведения вертикальной подсистемы используется кабель UTP Category 5e.

					ЛЕН.465616.ПЗ	Лист
						24
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Правила для проведения расчетов остаются теми же, что и для подсчета горизонтальной системы.

Высота стен зданий равна 3 м. Ширина перекрытий между этажами во всех зданиях равна 0,4 м.

Здание А квадратной формы, здание Б – гексагон. Рабочие места для сотрудников организации находятся в двух зданиях.

В вертикальную подсистему входят кабели, которые соединяют коммутационные шкафы со стойками.

Длина кабеля представлена в таблицах 3.3 и 3.4. В первом здании А размещаются подсети топологии звезда и звезда-шина. Во втором здании размещены подсети топологии звезда, звезда-шина и древовидная. Необходимо учесть высоту, равную 0,7 м – высота от пола до коммутационного шкафа.

Таблица 3.6 – Расчёт длины кабеля вертикальной подсистемы здания А

№ устройства	№ узла	Расчет длины	Длина, м
КС	КШ №1	$(0,7 + 1,0 + 2,3 + 0,7) \cdot 14$	65,8
КС	КШ №2	$(0,7 + 1,0 + 2,3 + 0,7) \cdot 41$	192,7
Итого			258,5

Суммарная длина кабеля вертикальной подсистемы здания А с учётом 10% запаса составит

$$258,5 \cdot 110\% \approx 284,35 \text{ (м)}. \quad (3.4)$$

Таблица 3.7 – Расчёт длины кабеля вертикальной подсистемы здания Б

№ устройства	№ узла	Расчет длины	Длина, м
КС2	КШ №1	$(0,7 + 1,2 + 2,3 + 0,7) \cdot 33$	161,7
КС2	КШ №2	$(0,7 + 0,6 + 2,3 + 0,7) \cdot 25$	107,5
Итого			275,2

Суммарная длина кабеля вертикальной подсистемы здания Б с учётом 10% запаса составит

$$275,2 \cdot 110\% \approx 302,72 \text{ (м)}. \quad (3.5)$$

Установка вертикальной прокладки кабеля представляет определенную сложность, так как требуется выбрать наиболее подходящую схему проведения кабеля.

Кабель, который прокладывается по вертикальной конструкции, требует специального крепления, предназначенного именно для этой цели. При монтаже крепления необходимо учесть, чтобы не повредить внешнюю оболочку кабеля и сохранить надежное соединение жил внутри муфты. Это важно, так как вес

кабельной системы может вызвать деформацию, если не обеспечить правильную установку крепления.

Итоговая длина вертикальной системы двух зданий составит

$$284,35 + 302,72 \approx 587,07 \text{ (м)}. \quad (3.6)$$

3.4 Проектирование магистральной подсистемы

Для соединения зданий, расположенных на расстоянии 3000 м, используется одномодовый оптоволоконный кабель для прокладки его в грунт. Кабель подводится к зданиям используя шахты, которые расположены непосредственно в серверных. Это позволяет избежать лишней проводки по помещениям. Глубина прокладки этого кабеля – 2 м.

Длина кабеля, проводимого от А до Б равна

$$0,7 + 0,2 + 3000 + 0,2 + 0,2 + 1,0 + 1,0 = 3003,3 \text{ (м)}. \quad (3.7)$$

Из этого следует, что итоговая длина одномодового оптоволоконного кабеля с учетом 10 % запаса составляет

$$3003,3 \cdot 110\% \approx 3303,43 \text{ (м)}. \quad (3.8)$$

3.6 Выбор пассивного сетевого оборудования

Для данного курсового проекта в качестве кабельных сегментов вертикальной подсистемы используется кабель UTP Category 5e, предоставляющий высокоскоростной доступ в интернет и цифровое ТВ. Скорость передачи данных – до 1000 Мбит/с.

Вид кабеля: U/UTP, категория – 5е. Количество пар: 4. Кабель не экранирован. Материал проводника – алюминиевый проводник. Материал наружной оболочки – поливинилхлорид. В ходе разработки курсового проекта был выбран кабель U/UTP Cat 5e 4x2x24AWG CCA. Кабель представлен на рисунке 3.1.

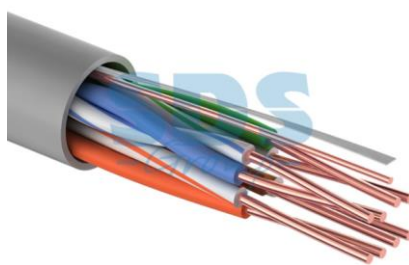


Рисунок 3.1 – Кабель U/UTP Cat 5e 4x2x24AWG CCA

Расположение розеток осуществляется в соответствии с планом расположения рабочих мест. Будут использоваться информационные розетки Schneider Electric W59 RSI-152K5E-5-86, представленные на рисунке 3.2.



Рисунок 3.2 – Розетка Schneider Electric W59 RSI-152K5E-5-86

Для соединения компьютеров пользователей с розетками используются патч-корды UTP категории 5е длиной 1 метр. Патч-корды - это кабели, которые служат для соединения двух сетевых устройств. Они обычно имеют разъемы на обоих концах, позволяющие подключать их к портам устройств. Патч-корды используются для соединения компьютеров, маршрутизаторов, коммутаторов, сетевых хранилищ и других устройств, которые требуют подключения к сети. На рисунке 3.3 представлен патч-корд UTP категории 5е.

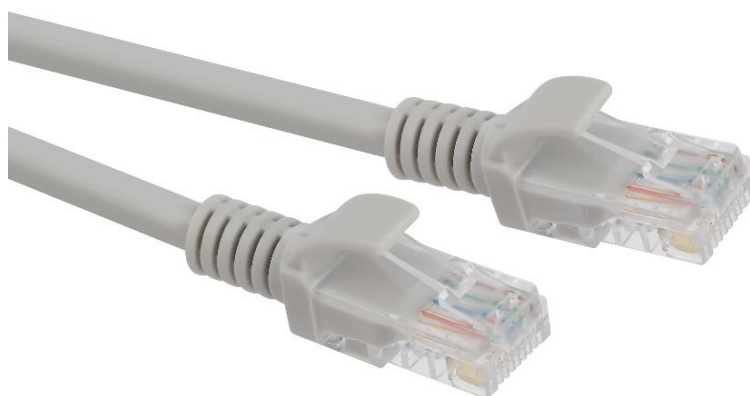


Рисунок 3.3 – Патч-корд UTP Category 5e

Оптический кабель используется для передачи информации с помощью световых сигналов, в отличие от медных кабелей, где информация передается электрическими сигналами. Оптические кабели содержат специальный материал - оптическое волокно, обычно изготовленное из кремния или других

полупроводниковых материалов. Оно позволяет световому сигналу передаваться на большие расстояния без искажений и потерь. Оптические кабели широко используются для передачи данных между компьютерными системами, телекоммуникационными сетями и другими сетевыми устройствами. В данном случае был выбран кабель ОКВнг(А)-HF-C-1 (G.657.A)изображенный на рисунке 3.4.



Рисунок 3.4 – Кабель ОКВнг(А)-HF-C-1 (G.657.A)

4 НАСТРОЙКА СЕТЕВОГО ОБОРУДОВАНИЯ И ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

4.1 Типы активного сетевого оборудования

Активное сетевое оборудование – это устройства, которые используются для управления, маршрутизации, усиления, преобразования и передачи сигналов данных в компьютерных сетях. Они предназначены для усиления сигнала и передачи его на большие расстояния, а также для обеспечения стабильной и надежной работы сети.

Примерами активного сетевого оборудования являются коммутаторы, медиаконвертеры. Они используются для управления сетевым трафиком, маршрутизации данных между сетями, усиления сигнала передачи данных, повтора сигналов на большие расстояния и т.д.

Активное сетевое оборудование отличается от пассивного сетевого оборудования, такого как кабели, разъемы и соединители, которые не выполняют функций обработки и усиления сигналов, но являются необходимыми элементами для соединения активного оборудования и компьютеров в сети.

4.2 Выбор активного сетевого оборудования

Ethernet-коммутаторы EVIDENCE Cross 24/FC предназначены для построения мультисервисных сетей, решая любые задачи заказчика. Внедрение комплексных интегрированных решений позволяет развернуть мультисервисную сеть с требуемым функционалом в кратчайшие сроки. Передовые технологии, применяемые в коммутаторах EVIDENCE, позволяют повысить производительность локальной сети и обеспечить повышенный уровень безопасности. Внешний вид коммутатора представлен на рисунке 4.1, а характеристики представлены в таблице 4.1.



Рисунок 4.1 - Внешний вид коммутатора EVIDENCE Cross 24/FC

Роутеры QTECH серии QSR-1920 это устройства нового поколения, разработанные для применения в корпоративных сетях, филиальных отделениях, финансовых/правительственных/производственных и других крупных компаний с распределённой сетью офисов и департаментов, для установки связности между главным офисом и удалённым филиалом в компаниях SMB сектора. Роутеры сочетают различные современные технологии, такие как маршрутизация, коммутация, QoS, безопасность, 3G/4G для предоставления гибкого, высокоэффективного и более надёжного доступа пользователей к сервисам. Внешний вид роутера представлен на рисунке 4.1, а характеристики представлены в таблице 4.1.



Рисунок 4.1 - Внешний вид коммутатора QTECH QSR-1920

Таблица 4.1 – Характеристики коммутатора QTECH QSR-1920

Характеристика	Значение
Напряжение питания, В	120-240В
Частотный диапазон устройств Wi-Fi	2.4 ГГц
Количество LAN-портов	8

МФУ Canon MAXIFY MB2140 – полноцветное multifunctionальное устройство формата SRA3, рассчитанное на печать и копирование средних объемов полноцветных и монохромных документов, а также эффективное сканирование документов в цвете и ч/б. Поддержка облачной и мобильной печати, эффективная работа с документами и новые возможности персонализации позволят настроить комфортную работу и упростить процессы документооборота. Внешний вид принтера представлен на рисунке 4.3, а характеристики представлены в таблице 4.3.



Рисунок 4.3 - Внешний вид МФУ Canon MAXIFY MB2140

Таблица 4.3 – Характеристики МФУ Canon MAXIFY MB2140

Характеристика	Значение
Тип печати	Лазерный
Количество USB портов	2
Скорость ч/б печати	19 стр/мин
Максимальное разрешение	600 x 1200
Формат печати	A4/LTR/LGL/A3/

5 РАСЧЁТ СТОИМОСТИ ОБОРУДОВАНИЯ ЛОКАЛЬНОЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СЕТИ

5.1 Расчет количества материалов, и расчет его стоимости

Таблица 5.1 – Расчет стоимости пассивного оборудования

Наименование	Единица измерения	Кол-во	Цена за единицу товара, руб	Сумма, руб
Патч-корд UTP, Cat.5E Арт.РР12	1 Штука	163	2,57	418,91
Розетка Schneider Electric W59 RSI-152K5E-5-86	1 Штука	163	33,40	5444,2
Кабель U/UTP Cat 5e 4x2x24AWG CCA	Бухта (100 метров)	44	47,32	2082,08
Кабель ОКВнг(А)-HF-C-1 (G.657.A)	Бухта (100 метров)	33	56,11	1848,22
Итоговая стоимость:				9793,41

5.2 Расчет стоимости активного оборудования

Для определения стоимости необходимого оборудования был проведен поиск компонентов в интернет-магазинах, которые лучше всего подходят по характеристикам к заданным сетевым технологиям. Была также учтена стоимость дополнительного оборудования. Расчет стоимости закупаемого активного оборудования представлен в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Расчёт стоимости активного оборудования

Наименование	Кол-во	Цена за единицу товара, руб	Сумма, руб
Коммутатор EVIDENCE Cross 24/FC	16 Штук	2328,05	37248,8
Маршрутизатор QTECH QSR- 1920	2 Штуки	7173,7195	14347,439
МФУ Canon MAXIFY MB2140	5 Штук	824,73	4123,65
Итоговая стоимость:			55719,889

6 НАСТРОЙКА СЕТЕВОГО И ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

6.1 Разбиение на сети и подсети с выбором IP адресов

Деление сети на подсети позволяет более эффективно использовать доступные адреса IP и управлять сетью. Это позволяет лучше организовать трафик, повысить безопасность сети, упростить ее администрирование и уменьшить нагрузку на сетевое оборудование. Также это позволяет разделить одну большую сеть на несколько меньших, что упрощает ее масштабирование и обеспечивает более гибкое управление трафиком.

Согласно индивидуальному заданию между двумя зданиями требуется распределить 2 сети по 8 подсетей. При делении на подсети следует выделить отдельно для комнаты отдыха, столовой, серверной и ресепшена. Оставшиеся подсети распределить по рабочим местам. При определении необходимого количества IP адресов следует учитывать, что потребуется 2 дополнительных IP адреса, 1 – для адреса сети, 1 – для широковещательного адреса. Также необходимо учитывать, что выделенное количество IP адресов должно быть степенью двойки. Распределение сетей и подсетей по зданиям представлено в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Распределение сетей и подсетей

Сеть	Подсеть	Количество компьютеров	Необходимое количество IP адресов	Выделенное количество IP адресов
1	1	1	3	4
	2	1	3	4
	3	1 + 1	4	4
	4	2 + 1	5	8
	5	10	12	16
	6	20	32	32
	7	20	22	32
	8	30	32	32

Сет ь	Подсеть	Количество компьютеров	Необходимое количество IP адресов	Выделенное количество IP адресов
2	1	1	3	4
	2	1	3	4
	3	1 + 1	4	4
	4	3	5	8
	5	10	12	16
	6	20	22	32
	7	20 + 2	24	32
	8	30	32	32

В комнате отдыха будет располагаться 4 компьютеров, в столовой, серверной и на ресепшене – по 1. При выделении IP адресов первый и последний адрес из интервала будут уходить на коммутатор и на широковещательный адрес соответственно. Распределение IP адресов по сетям и подсетям первой и второй сети представлено в таблицах 6.2 и 6.3.

Таблица 6.2 – Разбиение первой сети на подсети

Сеть	Подс еть	Название	В десятичной системе	В двоичной системе
1	1	IP _{к1}	10.10.0.0	00001010.00001010.00000000. 00000000
		IP _{пер}	10.10.0.1	00001010.00001010.00000000. 00000001
		IP _{посл}	10.10.0.2	00001010.00001010.00000000. 00000111
		IP _{BC}	10.10.0.3	00001010.00001010.00000000. 00001000
		Mask	255.255.255.252	11111111.11111111.11111111. 11111100

Продолжение таблицы таблицы 6.2

Сеть	Подс еть	Название	В десятичной системе	В двоичной системе
1	2	IP _{к2}	10.10.0.4	00001010.00001010.00000000. 00001001
		IP _{пер}	10.10.0.5	00001010.00001010.00000000. 00001010
		IP _{посл}	10.10.0.6	00001010.00001010.00000000. 00011010
		IP _{ВС}	10.10.0.7	00001010.00001010.00000000. 00011011
		Mask	255.255.255.252	11111111.11111111.11111111. 11111000
	3	IP _{к3}	10.10.0.8	00001010.00001010.00000000. 00011100
		IP _{пер}	10.10.0.9	00001010.00001010.00000000. 00011101
		IP _{посл}	10.10.0.10	00001010.00001010.00000000. 00100101
		IP _{ВС}	10.10.0.11	00001010.00001010.00000000. 00100110
		Mask	255.255.255.252	11111111.11111111.11111111. 11111100
	4	IP _{к4}	10.10.0.12	00001010.00001010.00000000. 00100111
		IP _{пер}	10.10.0.13	00001010.00001010.00000000. 00101000
		IP _{посл}	10.10.0.18	00001010.00001010.00000000. 00110000
		IP _{ВС}	10.10.0.19	00001010.00001010.00000000. 00110001
		Mask	255.255.255.248	11111111.11111111.11111111. 11111100
	5	IP _{к5}	10.10.0.20	00001010.00001010.00000000. 00110010
		IP _{пер}	10.10.0.21	00001010.00001010.00000000. 00110011
		IP _{посл}	10.10.0.34	00001010.00001010.00000000. 01010011
		IP _{ВС}	10.10.0.35	00001010.00001010.00000000. 01010100

Продолжение таблицы таблицы 6.2

Сеть	Подс еть	Название	В десятичной системе	В двоичной системе
1	5	Mask	255.255.255.240	11111111.11111111.11111111. 11110000
	6	IP _{кб}	10.10.0.36	00001010.00001010.00000000. 01010101
		IP _{пер}	10.10.0.37	00001010.00001010.00000000. 01010110
		IP _{посл}	10.10.0.66	00001010.00001010.00000000. 10010110
		IP _{ВС}	10.10.0.67	00001010.00001010.00000000. 10010111
		Mask	255.255.255.224	11111111.11111111.11111111. 11100000
	7	IP _{к7}	10.10.0.68	00001010.00001010.00000000. 10011000
		IP _{пер}	10.10.0.69	00001010.00001010.00000000. 10011001
		IP _{посл}	10.10.0.98	00001010.00001010.00000000. 11011001
		IP _{ВС}	10.10.0.99	00001010.00001010.00000000. 11011001
		Mask	255.255.255.224	11111111.11111111.11111111. 11100000
	8	IP _{к8}	10.10.0.100	00001010.00001010.00000000. 11011011
		IP _{пер}	10.10.0.101	00001010.00001010.00000000. 11011100
		IP _{посл}	10.10.0.130	00001010.00001010.00000000. 11111110
		IP _{ВС}	10.10.0.131	00001010.00001010.00000000. 11111111
		Mask	255.255.255.224	11111111.11111111.11111111. 11100000

Таблица 6.3 – Разбиение второй сети на подсети

Сеть	Подс еть	Название	В десятичной системе	В двоичной системе
2	1	IP _{к1}	10.10.1.0	00001010.00001010.00000001. 00000000
		IP _{пер}	10.10.1.1	00001010.00001010.00000001. 00000001
		IP _{посл}	10.10.1.2	00001010.00001010.00000001. 00000111
		IP _{ВС}	10.10.1.3	00001010.00001010.00000001. 00001000
		Mask	255.255.255.252	11111111.11111111.11111111. 11111100
	2	IP _{к2}	10.10.1.4	00001010.00001010.00000001. 00001001
		IP _{пер}	10.10.1.5	00001010.00001010.0000000s 1.00001010
		IP _{посл}	10.10.1.6	00001010.00001010.00000001. 00011010
		IP _{ВС}	10.10.1.7	00001010.00001010.00000001. 00011011
		Mask	255.255.255.252	11111111.11111111.11111111. 11111000
	3	IP _{к3}	10.10.1.8	00001010.00001010.00000001. 00011100
		IP _{пер}	10.10.1.9	00001010.00001010.00000001. 00011101
		IP _{посл}	10.10.1.10	00001010.00001010.00000001. 00100101
		IP _{ВС}	10.10.1.11	00001010.00001010.00000001. 00100110
		Mask	255.255.255.252	11111111.11111111.11111111. 11111100
	4	IP _{к4}	10.10.1.12	00001010.00001010.00000001. 00100111
		IP _{пер}	10.10.1.13	00001010.00001010.00000001. 00101000

Продолжение таблицы таблицы 6.3

Сеть	Подс еть	Название	В десятичной системе	В двоичной системе
2	4	IP _{посл}	10.10.1.18	00001010.00001010.00000001. 00110000
		IP _{ВС}	10.10.1.19	00001010.00001010.00000001. 00110001
		Mask	255.255.255.248	11111111.11111111.11111111. 11111100
	5	IP _{к5}	10.10.1.20	00001010.00001010.00000001. 00110010
		IP _{пер}	10.10.1.21	00001010.00001010.00000001. 00110011
		IP _{посл}	10.10.1.34	00001010.00001010.00000001. 01010011
		IP _{ВС}	10.10.1.35	00001010.00001010.00000001. 01010100
		Mask	255.255.255.240	11111111.11111111.11111111. 11110000
	6	IP _{к6}	10.10.1.36	00001010.00001010.00000001. 01010101
		IP _{пер}	10.10.1.37	00001010.00001010.00000001. 01010110
		IP _{посл}	10.10.1.66	00001010.00001010.00000001. 10010110
		IP _{ВС}	10.10.1.67	00001010.00001010.00000001. 10010111
		Mask	255.255.255.224	11111111.11111111.11111111. 11100000
	7	IP _{к7}	10.10.1.68	00001010.00001010.00000001. 10011000
		IP _{пер}	10.10.1.67	00001010.00001010.00000001. 10011001
		IP _{посл}	10.10.1.98	00001010.00001010.00000001. 11011001
		IP _{ВС}	10.10.1.99	00001010.00001010.00000001. 11011001

Сеть	Подс еть	Название	В десятичной системе	В двоичной системе
2	7	Mask	255.255.255.224	11111111.11111111.11111111. 11100000
	8	IP _{к8}	10.10.1.100	00001010.00001010.00000001. 11011011
		IP _{пер}	10.10.1.101	00001010.00001010.00000001. 11011100
		IP _{посл}	10.10.1.130	00001010.00001010.00000001. 11111110
		IP _{ВС}	10.10.1.131	00001010.00001010.00000001. 11111111
		Mask	255.255.255.224	11111111.11111111.11111111. 11100000

6.2 Настройка сетевого серверного программного обеспечения в программе Cisco Packet Tracer.

На схеме использована программа Cisco Packet Tracer, которая является симулятором сети передачи данных, разработанным компанией Cisco Systems. Она позволяет создавать рабочие модели сетей, настраивать маршрутизаторы и коммутаторы, а также обеспечивает взаимодействие между несколькими пользователями через облачные сервисы. С помощью Cisco Packet Tracer на схеме можно увидеть работу самой сети, оборудование, узлы и другие компоненты, как показано на рисунке 6.1.

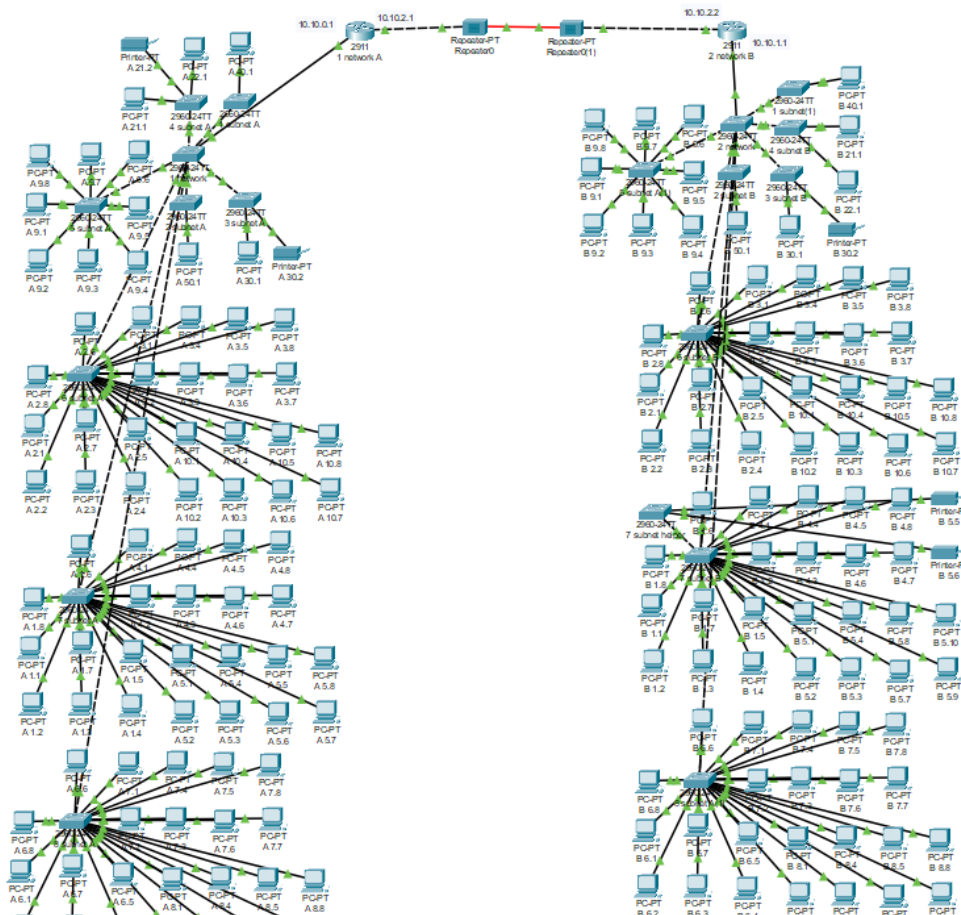


Рисунок 6.1 – Топология сети

При использовании программы Cisco Packet Tracer была выполнена настройка сетевого программного обеспечения. Моделирование подсетей было осуществлено в соответствии с предварительно выбранной топологией.

На рабочей области были размещены два роутера и 32 коммутатора, и для обеспечения эффективной работы сетей и подсетей требовалась правильная настройка оборудования. Начальным шагом была настройка роутера.

Одним из важных аспектов работы с подсетями является настройка виртуальных локальных сетей (VLAN). В Рисунке 6.2 приведен пример кода, демонстрирующий добавление VLAN и назначение им соответствующих названий. Это позволит эффективно управлять трафиком в сети и обеспечить более гибкую конфигурацию сетевых устройств.

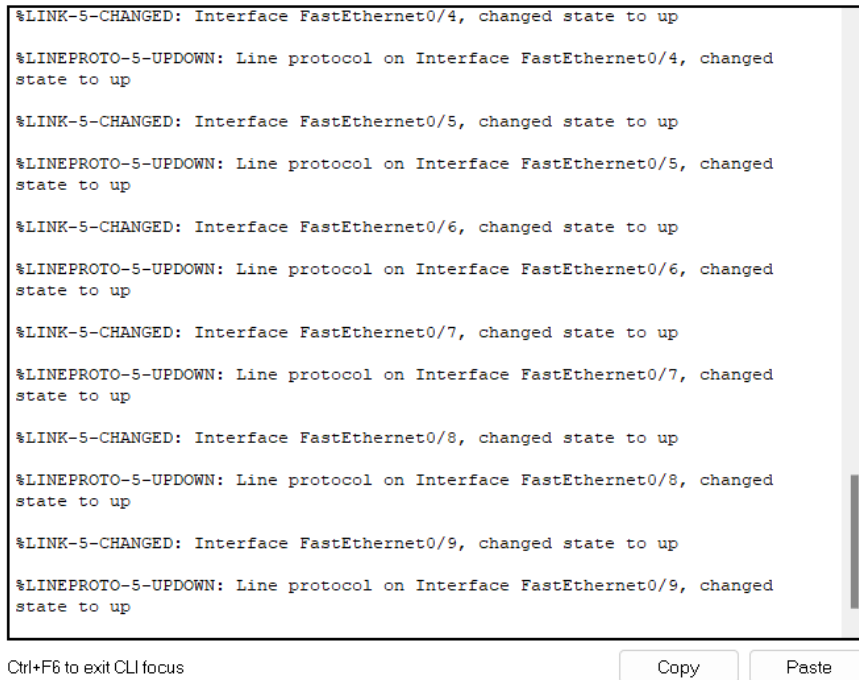


Рисунок 6.2 – Добавление VLAN

Коммутаторы служат для расширения сети, для подключения проводов к персональным компьютерам, которые мы так же разместим на рабочей области. Настройка коммутатора представлена на рисунке 6.3.

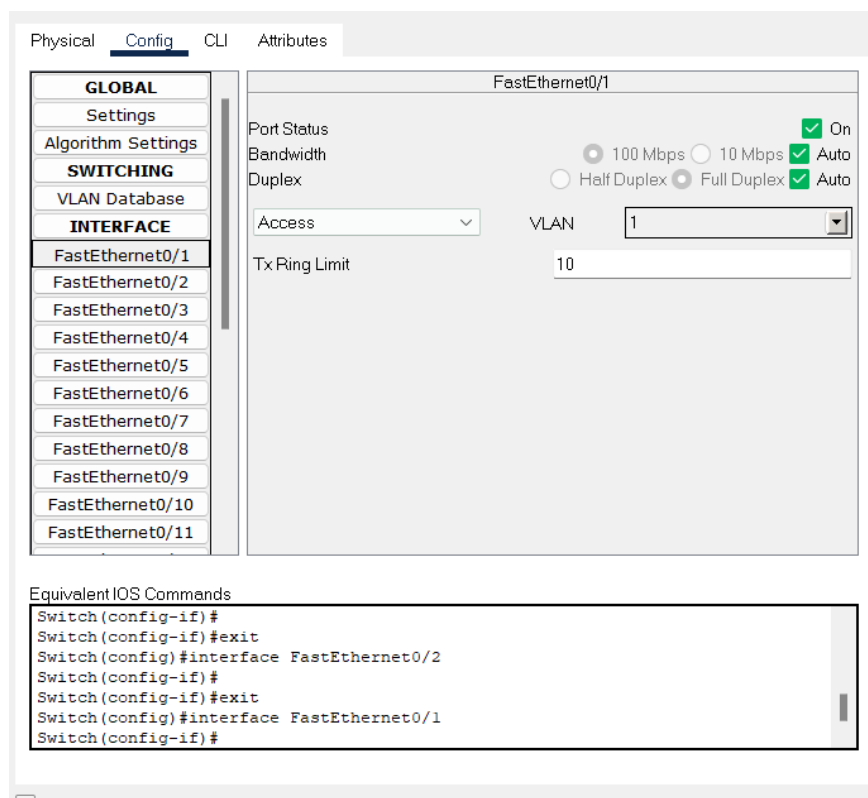


Рисунок 6.3 – Настройка коммутатора

6.3 Настройка сетевого клиентского программного обеспечения в программе Cisco Packet Tracer

Для того, чтобы присвоить персональному компьютеру IP-адрес, нужно перейти в окно настроек компьютера и перейти во вкладку «Desktop». В окне «IP Configuration» необходимо сменить положение «Static» на «DHCP», чтобы компьютер смог автоматически получить свободный адрес. Настройка компьютера представлена на рисунке 6.4.

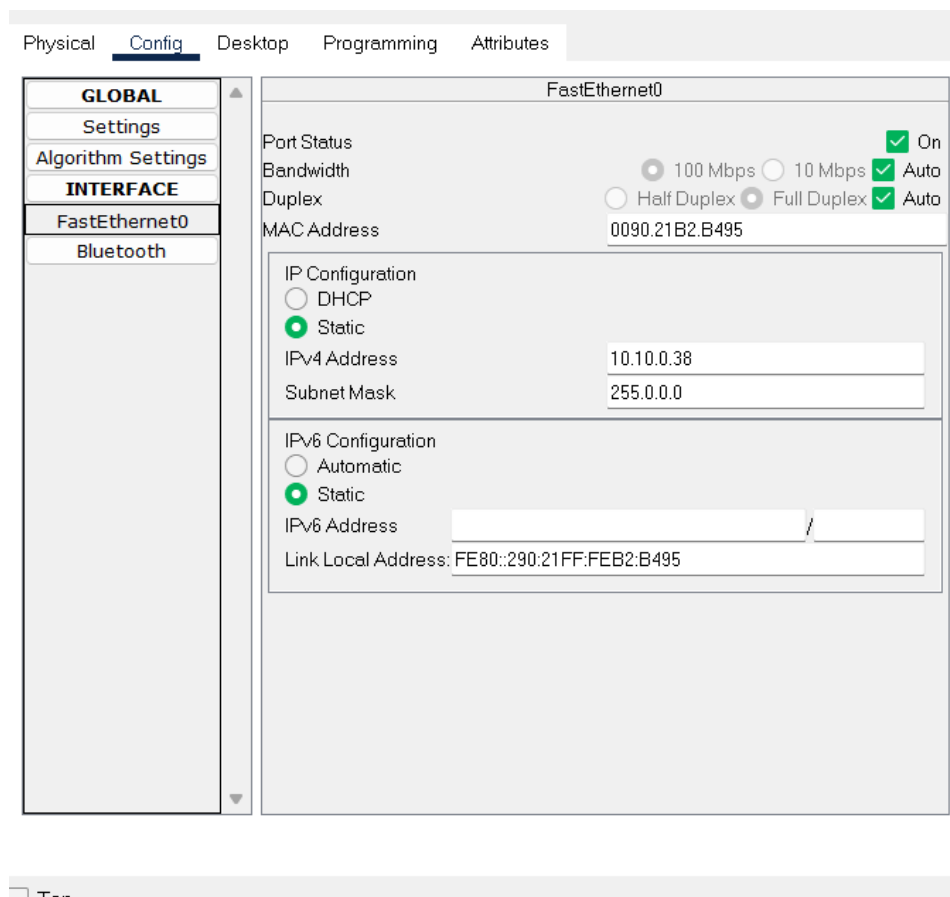


Рисунок 6.4 – Настройка компьютера

6.4 Настройка сетевого дополнительного оборудования в Windows 11

Для подключения сетевого принтера выполните следующие шаги: щелкните правой кнопкой мыши на логотипе Windows в левом нижнем углу и выберите «Параметры». Затем перейдите в раздел «Bluetooth и устройства» и выберите «Принтеры и сканеры». Нажмите кнопку «Добавить принтер» в открывшемся окне. Мастер установки автоматически выполнит поиск принтеров в

сети. Дополнительные иллюстрации и подробные инструкции можно найти в рисунке 6.5.

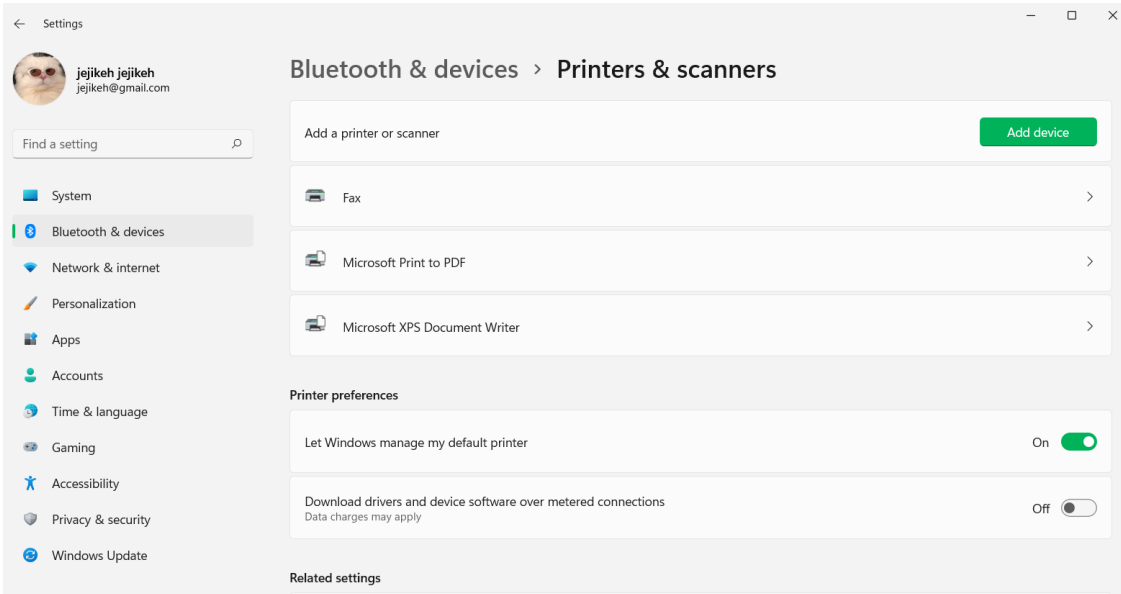


Рисунок 6.5 – Способ подключения принтера

Для настройки принтера выберите его из списка и следуйте инструкциям. Если принтер не найден, вы можете добавить его вручную. Нажмите опцию «Необходимый принтер отсутствует в списке». На следующем шаге выберите «Добавить принтер, используя IP-адрес или имя узла». Подтвердите свой выбор, нажав кнопку «Далее». Иллюстрация этапа представлена на рисунке 6.6.

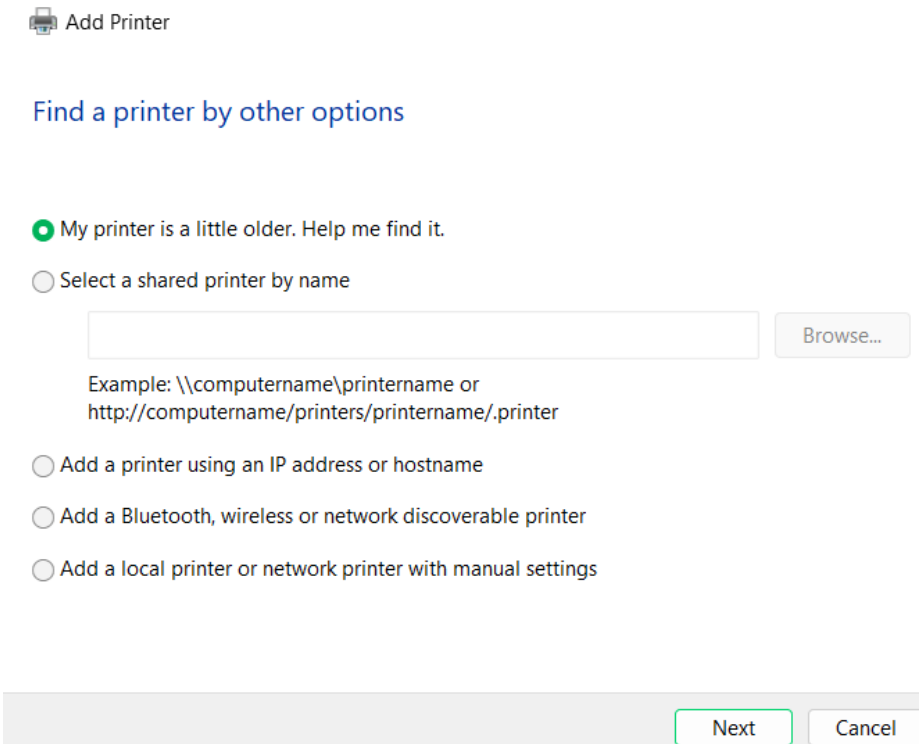


Рисунок 6.6 – Добавление принтера

Теперь введите IP-адрес и имя порта для подключения принтера. После нажатия кнопки «Далее» в списке устройств выберите принтер, чтобы установить соответствующий драйвер. Пример можно найти в рисунке 6.7.

Type a printer hostname or IP address

Device type: Autodetect

Hostname or IP address:

Port name:

☒ Query the printer and automatically select the driver to use

Autodetect detects WSD and TCP/IP printers.
To search for IPP printers, please select IPP from the drop down box

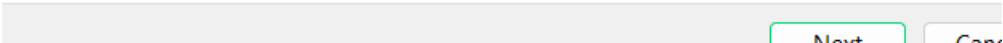


Рисунок 6.7 – Ввод IP-адреса и имя порта

7 ПЛАНИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СЕТИ

7.1 Общие принципы безопасности

Принципы и методы обеспечения безопасности объединяют различные механизмы, которые направлены на предотвращение потенциальных угроз и защиту человека. Чем более сложная деятельность, тем более сложной будет защита, требующаяся для обеспечения безопасности.

Одной из основных задач создания информационной безопасности в организации является защита данных, включая обеспечение их целостности и доступности без негативного влияния на организацию. Создание системы информационной безопасности обычно происходит поэтапно, постепенно внедряя соответствующие меры и механизмы. Среди основополагающих принципов обеспечения безопасности корпоративной сети можно выделить следующие:

Для обеспечения надежной защиты устройств, подключенных к сети, рекомендуется использовать современные высокотехнологичные решения. Например, компьютеры, подверженные вирусным атакам, требуют надежного антивирусного программного обеспечения, которое обеспечит защиту от вредоносных программ. Важно настроить автоматическое обновление баз сигнатур антивируса, чтобы минимизировать риск атаки и быть на шаг впереди новых угроз.

Сетевые устройства должны обладать надежностью, чтобы быть устойчивыми к возможным отказам, а также предусматривать возможность быстрого восстановления работы в случае сбоев. Важно регулярно осуществлять мониторинг инфраструктуры, чтобы иметь представление о текущем состоянии устройств, приложений и сервисов. Это поможет определить потенциальные проблемы и принять меры по их защите в нужный момент.

Важно непрерывно контролировать пропускную способность сети. В случае атаки, восстановление работоспособности системы обычно требует значительных затрат. Для минимизации рисков и потерь необходимо использовать средства защиты от целевых атак и методики предотвращения вторжений в инфраструктуру. Это поможет снизить вероятность успешных атак злоумышленников и минимизировать расходы компании на восстановление данных и работоспособности системы.

Локальная сеть предприятия должна обладать высокой степенью отказоустойчивости и быть способной быстро восстанавливаться при необходимости. Полная защита сети на 100% в любых обстоятельствах невозможна, однако можно предусмотреть механизмы быстрого переключения с одного ресурса на другой в случае отказа первого. Это позволит пользователям

сети незаметно продолжать работу, минимизируя простои и проблемы связанные с отказами в сети.

Вывод, который можно сделать, заключается в том, что информационная безопасность направлена на предотвращение атак, угроз и сбоев, а также на минимизацию всех возможных рисков.

7.2 Оценка вероятных угроз

Для предотвращения отказов оборудования рекомендуется использовать блоки бесперебойного питания, которые обеспечивают работу компьютера даже при отсутствии напряжения в сети. Для защиты кабелей от механических повреждений применяются специальные защитные средства, такие как короба.

Основные угрозы безопасности локальной вычислительной сети (ЛВС) включают:

- Раскрытие конфиденциальной информации.
- Компрометацию информации.
- Несанкционированное использование ресурсов ЛВС.
- Ошибочное использование ресурсов ЛВС.
- Отказ оборудования.
- Несанкционированный обмен информацией, отказ от информации, отказ в обслуживании.

Для предотвращения таких угроз применяются механизмы безопасности. Шифрование используется для обеспечения конфиденциальности и может быть применено в различных службах. Аутентификация пользователей, настройка привилегий, а также использование сетевых экранов и прокси-серверов позволяют предотвратить несанкционированный доступ к ресурсам. Установка антивирусных программ помогает защититься от вирусных атак.

Для защиты серверов от возможных DDoS-атак рекомендуется использовать специальный брандмауэр (файервол) - программный компонент компьютерной сети, который контролирует и фильтрует сетевой трафик в соответствии с заданными правилами, блокируя потенциально небезопасные подключения.

7.3 Распределение прав пользователей

Распределение прав пользователей относится к процессу определения и назначения доступа и привилегий различным пользователям в информационной системе или сети. Это включает в себя определение уровня доступа к ресурсам,

функциям и данным, которые пользователи могут использовать или изменять в системе.

Распределение прав пользователей выполняется с целью обеспечения безопасности и эффективности работы системы. Каждому пользователю назначаются права в соответствии с его ролями, обязанностями и требуемыми функциями. Некоторые пользователи могут иметь полные административные права, позволяющие им управлять и настраивать систему, в то время как другим пользователям могут быть назначены ограниченные права только для выполнения определенных задач. Распределение прав пользователей представлено в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Распределение прав пользователей

Название группы	Внутренние ресурсы	Уровни доступа к внутренним ресурсам	Доступ в Internet и электронная почта
Директор	Все сетевые ресурсы	Пользование базой данных без изменения, добавления, удаления и контроль	Все сетевые ресурсы
Бухгалтер	Вся информация организации	Пользование базой данных	Все сетевые ресурсы
Проектировщик	Все ресурсы сети	Ограничение доступа к папкам	Все сетевые ресурсы
Администратор	Все ресурсы сети	Права администрирования в каталогах, в том числе изменение уровня доступа	Все сетевые ресурсы
Программист	Все ресурсы сети	Создание, чтение запись файлов, создание подкаталогов, удаление каталогов	Все ресурсы сети
Менеджер по рекламе	Все ресурсы сети	Создание, чтение запись файлов, создание подкаталогов, удаление каталогов	Все сетевые ресурсы

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В архитектурной фазе проектирования основной задачей является разработка строительных решений и подготовка инфраструктуры помещений, а также кабельных трасс для установки структурированных кабельных систем. Проектирование сети является сложным и трудоемким процессом, который требует принятия инженерных решений.

Анализ выполненной работы позволил достичь следующих целей:

- Выбранная схема расположения рабочих мест соответствует стандартам и может быть легко изменена.
- В проекте предусмотрены рекомендации по защите рабочих мест, которые могут быть изменены системным администратором. Использование программируемого коммутатора позволяет эффективно управлять сетью и повысить ее производительность.

Сам проект включает чертежи зданий с расположением рабочих мест и трассировкой по этажам, моделирование компьютерной сети с использованием Cisco Packet Tracer и соответствующую документацию. Все расчеты в проекте выполнены с высокой точностью, исключая риск неправильной оценки стоимости.

В результате был создан проект, реализующий поставленную задачу. Были спроектированы подсистема рабочего места, горизонтальная и административная подсистемы. Выполнены расчеты необходимого оборудования и материалов, обоснован выбор активного оборудования, топологии сети, используемых протоколов и размещения рабочих мест. Учтены правила пожарной безопасности. Также приобретены знания и навыки, необходимые для проектирования и расчета локальной вычислительной сети.

					ЛЕН.465616.ПЗ	Лист
						48
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 ЛВС и СКС [Электронный ресурс] / - Режим доступа: <http://www.mnogo-otvetov.ru/computery/chto-takoe-lvs-i-sks-v-chyom-raznica/>. – Дата доступа: 15.02.2022 г.
- 2 Инфраструктура – что это простыми словами / - Режим доступа: <https://ktonanovenkogo.ru/voprosy-i-otvety/infrastruktura-chto-eh-to-takoe-prostymi-slovami.html>. – Дата доступа: 19.02.2022 г.
- 3 Кабель витая пара U/UTP Cat 5e 4x2x24AWG CCA омедн. алюм. ПВХ, серый КС / - Режим доступа: https://crazyservice.by/catalog/kabel_dlja_peredachi_dannyh_v_kompjuternyh_i_kommunikacionnyh_setjah/kabel-vitaya-para-u-utp-cat-5e-4kh2kh24awg-cca-omedn-alyum-pvkh-seryy-ks/ - Дата доступа: 20.05.2023 г.
- 4 Cross 48/HPoE 10G Plus / - Режим доступа: https://evidence.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=582&Itemid=1458 - Дата доступа: 20.05.2023 г.
- 5 МФУ Canon I-Sensys MF3010/ - Режим доступа: https://www.21vek.by/mfp/hp_isensysmf3010.html?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=18299350273&utm_content=|&utm_term=&gclid=CjwKCAjwpayjBhAnEiwA7ena017U22Rx074HGhceonhUCfiR4Oi94SS0JdQv3uPH2Wn5RRNMtlb2hoCfssQAvD_BwE - Дата доступа: 19.05.2023 г.
- 6 Маршрутизатор QTECH QSR-1920-22-AC/ - Режим доступа: <https://www.layta.ru/qtech-qsr-1920-22-ac.html> Дата доступа: 20.05.2023 г.
- 7 Кабель ОКВнг(А)-HF-C-1 (G.657.A) / - Режим доступа: <https://wsd.by/catalog/kabel-provod-shnur/kapz-mtppz-tppep-tppepz-tsvng-tsv/volokonno-opticheskie-kabeli/kabel-okvng-a-hf-s-1-g-657-a/> Дата доступа: 21.05.2023 г.
- 8 Нормы площади рабочего места в офисе. – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.invstroy.by/stati/25-skolko-m2-neobkhodimo-dlya-raboty-odnogo-cheloveka-v-ofise-i-planirovki-ofisov> Дата доступа: 16.05.2023 г.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(обязательное)
Схема размещения рабочих мест первого этажа здания А

					ЛЕН.465616.ПЗ	Лист
						50
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
(обязательное)
Схема трассировки первого этажа здания А

					<i>ЛЕН.465616.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		<i>51</i>

ПРИЛОЖЕНИЕ В
(обязательное)
Схема размещения рабочих мест второго этажа здания А

					ЛЕН.465616.ПЗ	Лист
						52
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ПРИЛОЖЕНИЕ Г
(обязательное)
Схема трассировки второго этажа здания А

					<i>ЛЕН.465616.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		<i>53</i>

ПРИЛОЖЕНИЕ Д
(обязательное)
Схема размещения рабочих мест первого этажа здания Б

ПРИЛОЖЕНИЕ Е
(обязательное)
Схема трассировки первого этажа здания Б

					<i>ЛЕН.465616.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		<i>55</i>

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж
(обязательное)
Схема размещения рабочих мест второго этажа здания Б

ПРИЛОЖЕНИЕ 3
(обязательное)
Схема трассировки второго этажа здания Б

					<i>ЛЕН.465616.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		<i>57</i>