

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
«ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭКОНОМИКИ»

МОСКОВСКИЙ ИНСТИТУТ ЭЛЕКТРОНИКИ И МАТЕМАТИКИ
им. А.Н. ТИХОНОВА

Куркин Александр Николаевич

Домашнее задание
по дисциплине “Проектирование компьютерных сетей”
на тему
“Проектирование сети организации по индивидуальному заданию”

Научный руководитель:
ст. преподаватель,
Овчинников Александр Алексеевич

Москва, 2020

Оглавление

Введение	3
1 Общие сведения об объекте проектирования	5
1.1 Размещение технических средств на объектах и на производственных площадях	5
1.2 Сведения о размещении абонентов и объемно-временных характеристиках передаваемых данных	8
1.3 Техническое оснащение рабочих мест персонала	8
1.4 Расчет числа технических средств и потребности в машинных носителях данных	9
1.5 Обоснование применения и технические требования к специальному оборудованию	12
2 Структура комплекса технических средств	13
2.1 Обоснование выбора структуры комплекса технических средств	13
2.2 Описание функционирования комплекса технических средств	17
2.3 Описание особенностей устройства и функционирования специальных технических средств	19
2.4 Методы защиты технических средств от механических, тепловых, электромагнитных и других воздействий, защиты данных	19
2.5 Обоснование численности персонала	20
3 Аппаратура передачи данных	20
3.1 Обоснование и описание решений по выбору средств телеобработки и передачи данных	20
3.2 Обеспечение сопряжения с каналами связи	40
3.3 Требования к арендуемым каналам связи	40
4 Расчет стоимости сетевого оборудования	41
Заключение и выводы	43
Список использованных источников	44

Введение

В данной работе рассмотрено проектирование сети ВУЗа со следующими исходными данными:

- уровень доступа - Gigabit Ethernet оптоволокну (1000Base-SX)
- уровень распределения - Gigabit Ethernet витая пара (1000BASE-TX)
- уровень ядра - 100 Gigabit Ethernet оптоволокну (100GBASE-ER4 для каналов между зданиями, 100GBASE-SR4 для каналов внутри здания)
- T3/E3 для доступа в интернет
- расстояние между корпусами - 19 км;
- необходимо организовать беспроводной доступ к сети в сети масштаба предприятия и выполнить расчёт надёжности типового сервера.

В современном мире компьютерные сети являются не просто средством передачи пользовательских данных, они тесно интегрируются с другими системами, сложно представить человека без доступа к сети в любой точке города, поэтому система беспроводной сети является достаточно актуальной.

При правильной организации Wi-Fi сети позволяет персоналу не прерывать рабочий процесс с любого современного устройства.

Для нормального функционирования организации необходимо обеспечить работу ряда сервисов, например, электронной почты, файловых хранилищ. В основе этих сервисов лежит клиент-серверная архитектура, а значит, есть выделенный компьютер-поставщик сервиса – сервер – и от надёжности его работы зависит функционирование как предприятия в целом, так и его отдельных частей.

Целью данной работы является получение навыков по проектированию сетей уровня организации. Для достижения данной

цели были рассмотрены и выполнены следующие задачи:

1. Построение структурной схемы сети.
2. Определение адресации в сети.
3. Проектирование структурированной кабельной системы.
4. Выбор средств защиты оборудования и данных.
5. Организация системы беспроводной сети.
6. Определение численности обслуживающего персонала.
7. Выбор аппаратуры передачи данных.
8. Расчёт стоимости проекта.

1 Общие сведения об объекте проектирования

1.1 Размещение технических средств на объектах и на производственных площадях

Расположение комплекса технических средств показано на рисунках 1, 2 и 3

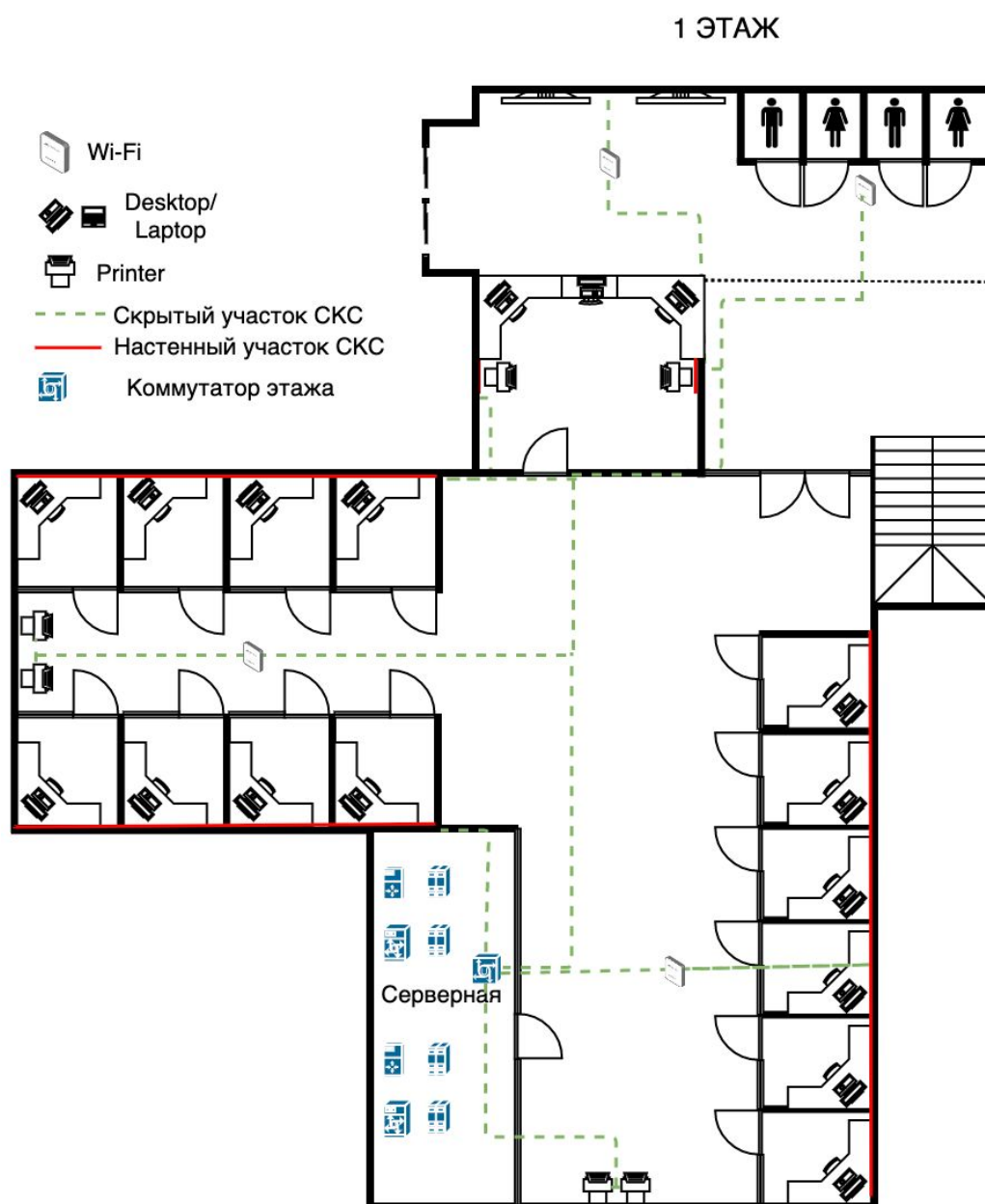


Рисунок 1. Схема расположения КТС на первом этаже.

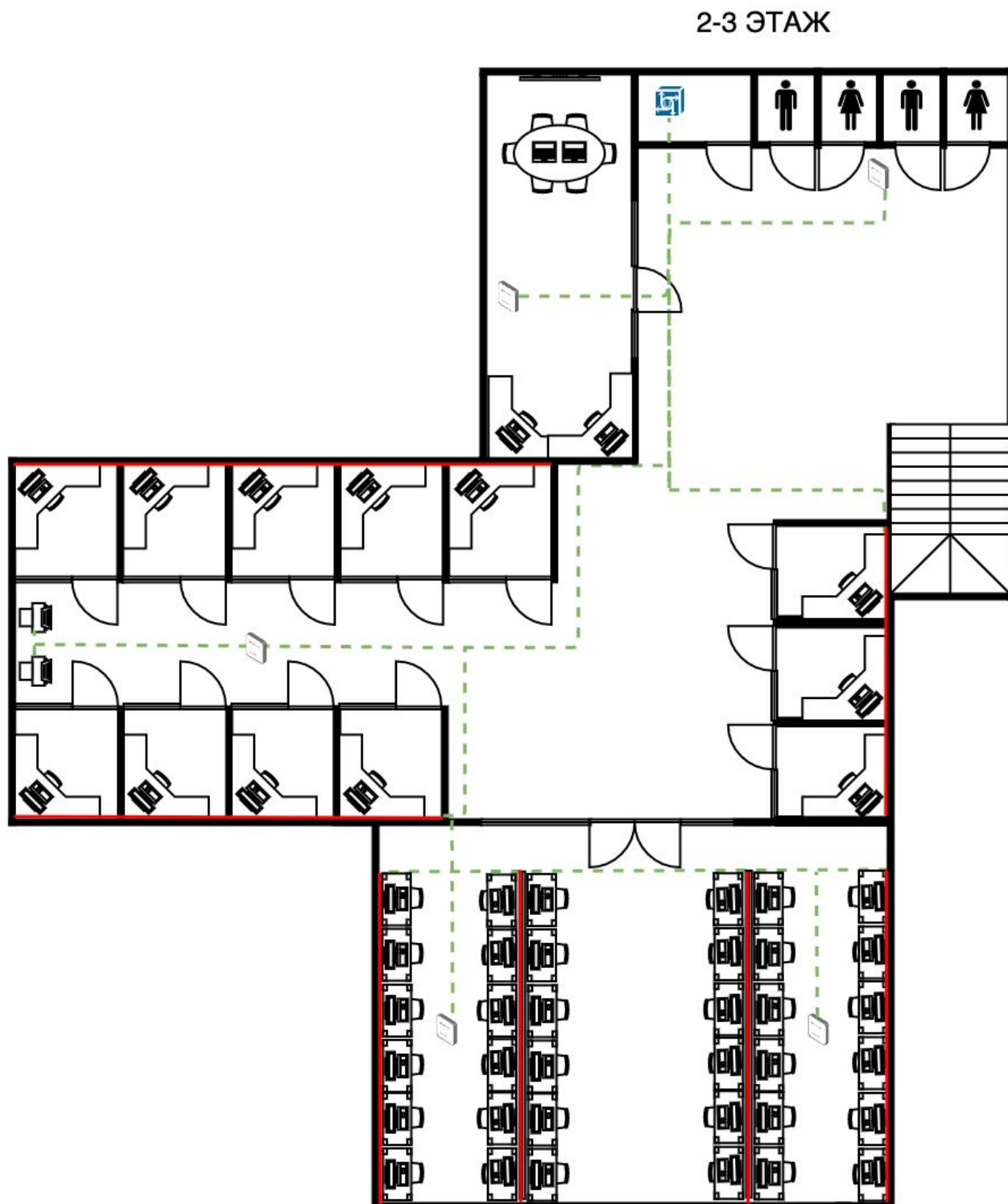


Рисунок 2. Схема расположения КТС на
втором-третьем этаже.

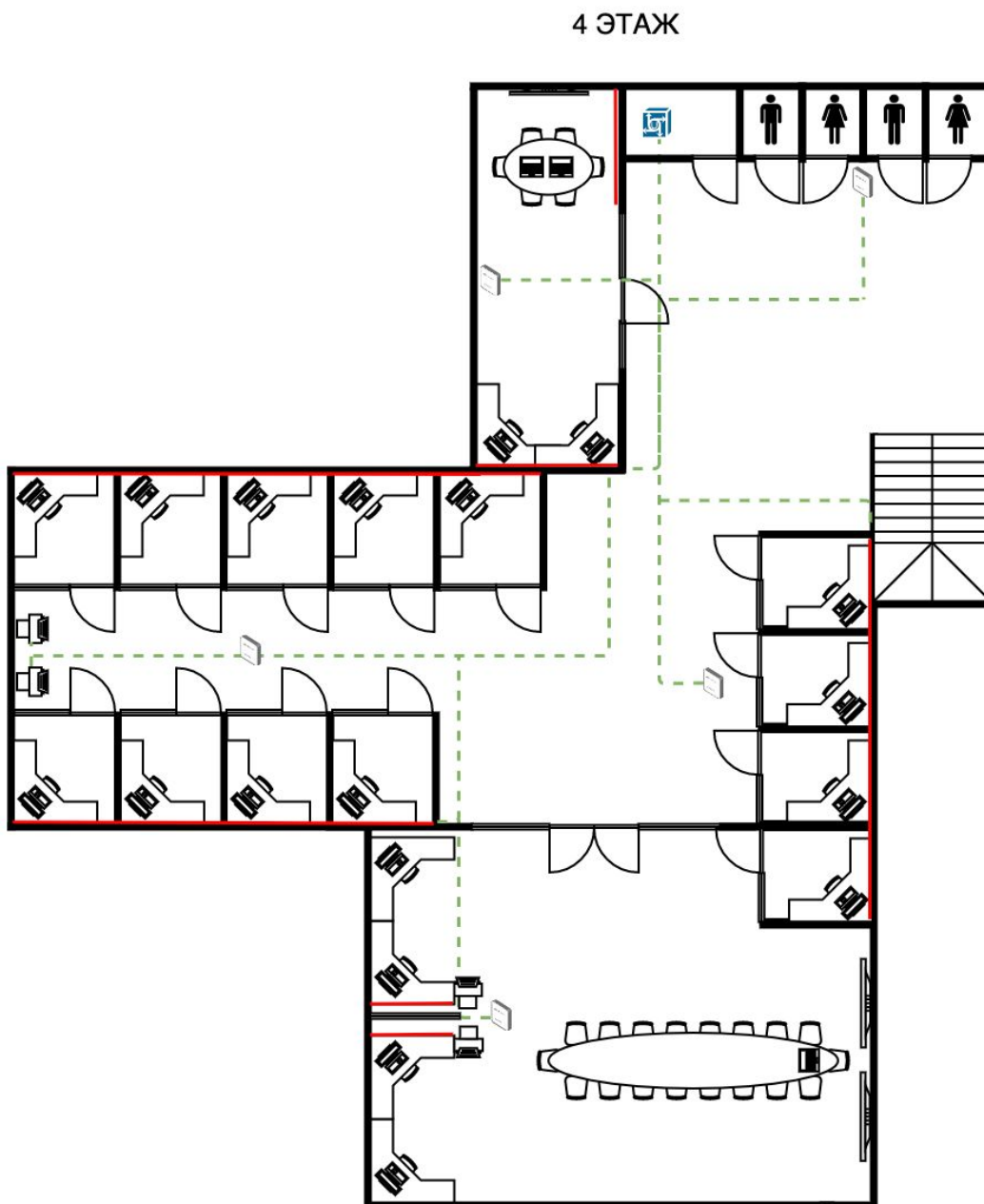


Рисунок 3. Схема расположения КТС на
четвертом этаже

Всего 2 здания, каждый по 4 этажа. В зависимости от этажа, существует разная планировка и разное количество конечных пользователей.

Wi-Fi точки установлены так, чтобы покрывать большинство конечных хостов, при этом, в зонах повышенной плотности трафика (2-3 этаж) установлено несколько точек.

1.2 Сведения о размещении абонентов и объемно-временных характеристиках передаваемых данных

Пользователи Wi-Fi: 736

Персонал обслуживания: 32

Офисные работники: 246

Большинство пользователей Wi-Fi дублируют офисных работников, сеть спроектирована с расчетом 1-2 устройства на каждого работника, гостевых зон и 20% запасом на расширение.

Основной трафик коррелирует с рабочими днями: понедельник-пятница, 9:00 - 18:00. Для хранения и обмена файлами в процессы работы, персоналу и работникам выделено 22 серверов с общим объёмом 55 Тб. Из них - 48 Тб для нужд резервного копирования.

1.3 Техническое оснащение рабочих мест персонала

Рабочие места сотрудников оборудуются ПК, подключенному к сети организации. Отдельные ПК имеют доступ к различным сервисам, например для администрирования серверов.

Отдельные кабинеты администрации оборудованы МФУ для работы с бумажными документами.

Отдельные кабинеты дополнительно оборудованы точками Wi-Fi.

Кабинет инженерной группы оборудован отдельными экранами для системы мониторинга.

1.4 Расчет числа технических средств и потребности в машинных носителях данных

Расчеты приведены из современных потребностей офиса с работники из дизайна и рендеринга. Всего 224 ПК на два здания.

Для работы используются однотипные ПК, имеющие конфигурацию, указанную в таблице 1.

Таблица 1. Конфигурация типового ПК

Компонент	Характеристики
Процессор AMD Ryzen X32 Threadripper 3970X	Сокет TRX4 Тактовая частота 3,7 ГГц Тип поддерживаемой памяти PC4-25600(DDR4- 3200)
Кулер Gigabyte Aorus Liquid Cooler 360	Жидкостный тип охлаждения Сокет TRX4 Питание 24-pin Уровень шума 18 - 39.5 дБ
Материнская плата Asus ROG TRX 40 E-ATX TRX4 Zenith II Extreme Alpha	Сокет TRX4 Чипсет AMD TRX 40 Слоты расширения 4 x PCI-E 4.0 x16, 5 x PCI-E M.2 Интерфейсы USB 3.2 Gen1, USB 3.2 Gen2, USB 3.2 Gen2 Type-C, USB 3.2 Gen2x2 Type-C, RJ-45, S/PDIF (оптический), Gigabit Ethernet, 10 Gigabit Ethernet, Wi-Fi, Bluetooth Форм-фактор E-ATX
Оперативная память 128 Гб DDR4 3200 МГц (8 x 16 Гб) Gaming	Тип памяти DIMM DDR4 Ёмкость 128 Гб Частота работы 3200 МГц
Жесткий диск 4 Тб HDD 5900rpm Seagate IronWolf	Объём 4 Тб Интерфейс SATA-III Частота вращения 5400 rpm
Твердотельный накопитель (SSD) 2 Тб SSD M.2 Samsung 970 EVO Plus	Интерфейс PCI-E x4 Объём 2 Тб Скорость записи 3300 Мб/сек Скорость чтения 3500 Мб/сек

Беспроводная связь TP-Link Archer T4E	Макс. скорость 867 Мбит/с 5 ГГц / 300 Мбит/с 2,4 ГГц Стандарт 802.11ac Интерфейс PCI-Express
Видеокарта Sapphire Radeon RX 5700 XT 8 Гб Nitro+ SE	Чипсет AMD RX 5700 XT Объем видеопамяти 8192 Мб Частота видеопамяти 14400 МГц Интерфейсы 2 x HDMI, 2 x DisplayPort Тип видеопамяти GDDR6
Оптическая сетевая карта D-Link DGE-550SX/LC	Технология физ. уровня 1000Base-SX Тип волокна многомод. Типа коннектора LC-duplex Интерфейс PCI -Express
Корпус Deepcool ATX E-SHIELD Black	Материал сталь, стекло, пластик 0.6мм, Форм-фактор ATX, mATX, Mini-ITX, без БП Интерфейсы 2 x USB 2.0, USB 3.0, Audio HD, mic HDD/SSD слоты 2 x 3.5", 2 x 2.5" Габариты 210 x 477 x 438 мм
Блок питания Thermaltake ToughPower 750W 80+ Gold	Мощность 750 Вт Форм-фактор ATX Коннекторы 4x PCI-E (6+2-Pin), 12 x SATA, 4 x Molex, 2x MOLEX Сертификат 80 PLUSGold
Операционная система Windows 10 PRO	

По вышеуказанным сведениям подобраны параметры типового сервера. Всего 22 сервера на два здания. Конфигурация серверов отображена в таблице 2

Таблица 2. Конфигурация типового сервера

Компонент	Характеристики
Процессор AMD Ryzen X16 R9-3950X 3500 МГц AM4	Количество ядер 16 Тактовая частота процессора 3500 МГц Объем кэша 64 Мб Сокет AM4
Материнская плата Asus PRIME X570 ATX AM4 P	Сокет AM4 Контроллер SATA6 x SATA-III (6 Гб/с)

	Слоты расширения 2 x PCI-E 4.0 x16, 3 x PCI-E x1, 2 x PCI-E M.2 Интерфейсы PS/2, 2 x USB 2.0, 2 x USB 3.0, 4 x USB 3.1, HDMI, RJ-45, Gigabit Ethernet (10/100/1000 Мбит/с) Форм-фактор ATX
Оперативная память 32 Гб DDR4 Corsair Vengeance LPX Black 3000МГц (2 x 16 Гб)	Объем памяти 32 Гб Тип памяти DDR4 Тактовая частота памяти 3000 МГц Сокет AM4
Жёсткий диск 2 Тб HDD 5900 rpm Seagate SkyHawk	Объём 2 Тб Интерфейс SATA-III Частота вращения 5900 rpm
Твердотельный накопитель (SSD) 500 Гб SSD M.2 Samsung 970 EVO Plus	Интерфейс PCI-E x4 Объем 500 Гб Скорость записи 3300 Мб/сек Скорость чтения 3500 Мб/сек
Видеокарта NVIDIA GeForce GT 710 1 Гб	Чипсет NV GT 710 Объем видеопамати 1024 Мб Частота видеопамати 1600 МГц Тип видеопамати GDDR3 Интерфейсы VGA (D-Sub), DVI, HDMI
Корпус Deepcool E-ATX MATREXX 55 MESH Black	Материал сталь, стекло, пластик 0.6мм, Форм-фактор E-ATX, ATX, mATX, Mini-ITX Интерфейсы 2 x USB 2.0, USB 3.0, Audio, mic HDD/SSD слоты 2 x 3.5", 4 x 2.5" Габариты 210 x 480 x 440 мм
Блок питания Be Quiet Pure Power 11 700W 80+ Gold	Форм-фактор ATX12V 2.4 Мощность 700 Вт Тип разъема для материнской платы 20+4 pin Сертификат 80 PLUSGold
Оптическая сетевая карта D-Link DGE-550SX/LC	Технология физ. уровня 1000Base-SX Тип волокна многомод. Типа коннектора LC-duplex Интерфейс PCI -Express
Охлаждение	Уровень шума < 23.9 дБ

DeepCool Gammaxx C40	Скорость вращения 500 - 2000 об/мин Сокет AM4 Система охлаждения Активная
-----------------------------	---

Указанные сервера требуются для обеспечения следующих сервисов:

- LDAP/ActiveDirectory, NTP (основной и вторичные, в каждом здании свой) – 2 шт.;
- DNS (в каждом здании свой, общая схема master+slave) – 2 шт.;
- DHCP (в каждом здании кластер из 2х) – 4 шт.;
- Сервер для wi-fi сетей (в каждом здании кластер из 2х) – 4
- Почта (кластер из 2х в главном здании) – 2 шт.;
- Файловый (кластер из 2х в главном здании) – 2 шт.;
- Web – сервер (кластер из 2х в главном здании) – 2 шт.;
- Сервер БД (кластер из 2х в главном здании)– 2 шт.;
- Сервер приложений (кластер из 2х в главном здании) – 2 шт.;

1.5 Обоснование применения и технические требования к специальному оборудованию

Ко специальному оборудованию относятся устройства беспроводной сети Wi-Fi. Был подобрано устройство с SFP для более удобного подключения к уровню доступа на оптоволокн



Рисунок 3. Wi-Fi MikroTik hAP ac

Данные точки доступа Wi-Fi подключаются посредством локальной сети. Ввиду отсутствия в них оптического сетевого входа, подключение к сети будет осуществляться посредством трансивера [Cisco GLC-SX-MM](#)

2 Структура комплекса технических средств

2.1 Обоснование выбора структуры комплекса технических средств

Структурная схема сети организации представлена на рисунках 3 и 4.

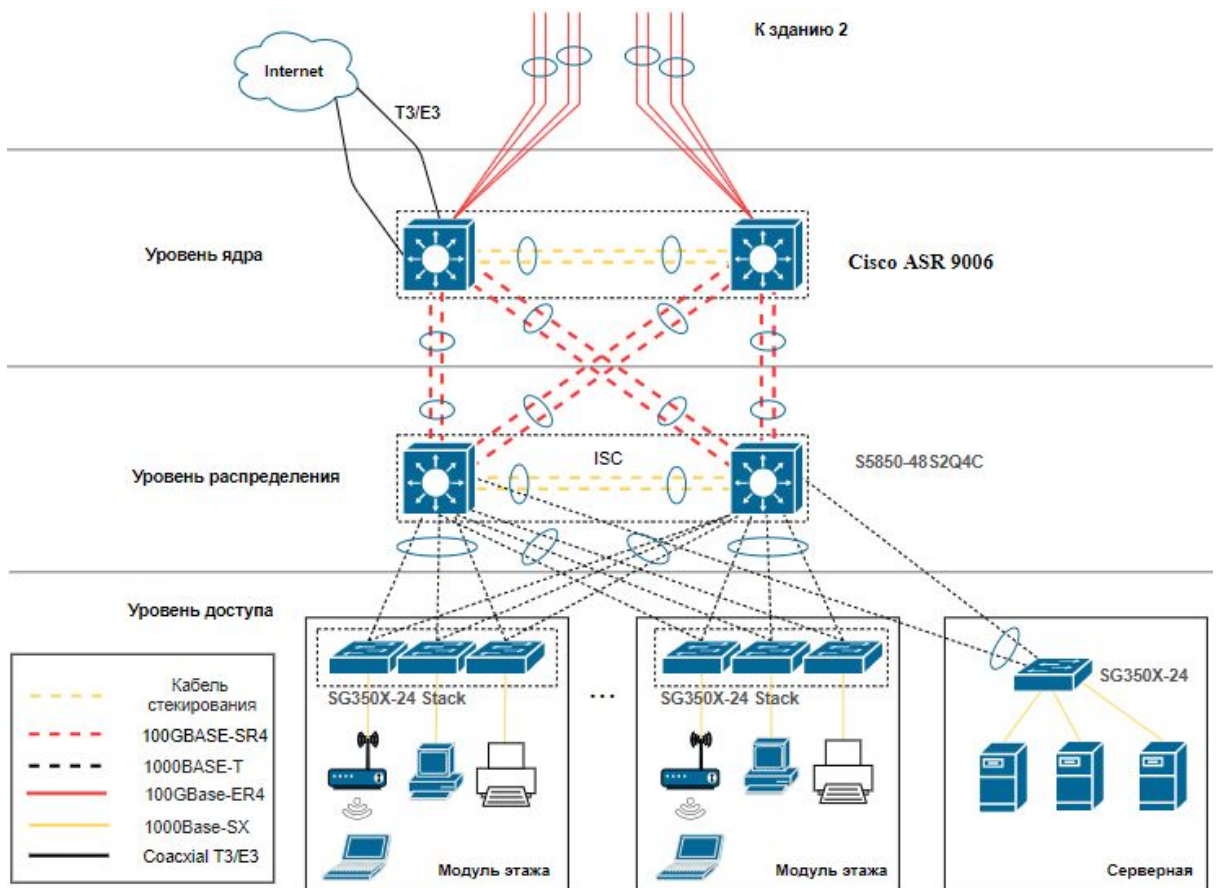


Рисунок 3. Структурная схема сети первого здания

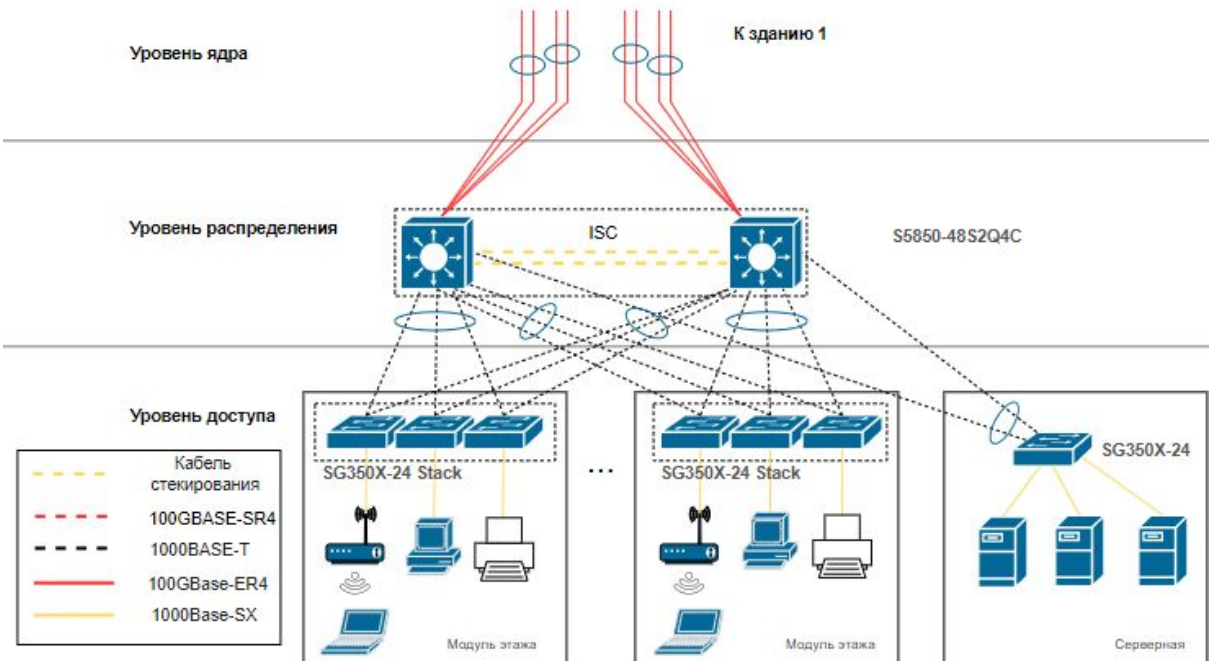


Рисунок 4. Структурная схема сети второго здания

Для построения сети используется трехуровневый модульно-

иерархический подход. В соответствии с этим подходом сеть делится на 3 иерархических уровня: уровень доступа, уровень распределения и уровень ядра, - также в ней выделяются функциональные модули (рисунки 1 и 2).

- Уровень доступа: на данном уровне производится подключение пользовательских оконечных устройств – компьютеров, принтеров, точек доступа wi-fi. Подключение производится в рамках этажа – все устройства посредством горизонтальной СКС подключаются к коммутатору этажа. Основной функцией данного уровня является обеспечение безопасности доступа к сети.
- Уровень распределения: на данном уровне производится агрегация трафика от коммутаторов этажей. Коммутаторы этажей соединяются с коммутаторами здания посредством вертикальной СКС. Каждый коммутатор этажа подключается к каждому коммутаторам распределения своего здания в целях обеспечения отказоустойчивости. К функциям данного уровня относится маршрутизация и фильтрация трафика.
- Уровень ядра сети: на данном уровне производится агрегация трафика зданий и высокоскоростная коммутация. Каждый коммутатор уровня распределения соединяется с каждым коммутатором ядра для обеспечения отказоустойчивости.

При такой организации сеть доступа и распределения каждого

здания образуют функциональные модули, а сеть в целом представлена набором модулей, подключенных к высокопроизводительному ядру.

Данный подход позволяет обеспечить чёткое структурирование, масштабируемость и отказоустойчивость сети.

Адресация в сети организована следующим образом:

1. Здание 1 – 192.168.0.0/22:

- a. Wi-Fi_B1 VLAN 110: количество точек: 19, до 16-32 хостов на каждую точку, всего 368;
192.168.0.0/23 (192.168.0.1-192.168.1.254);
- b. Users_B1 VLAN 120: количество хостов 123;
192.168.2.0/24 (192.168.2.1-192.168.2.254);
- c. Stuff_B1 VLAN 130: количество хостов 16;
192.168.3.0/27 (192.168.3.1-192.168.3.30);
- d. Servers_B1 VLAN 140: количество серверов 16;
192.168.3.128/27 (192.168.3.129-192.168.3.158)

2. Здание 2 – 192.168.4.0/22:

- a. Wi-Fi_B2 VLAN 210: количество точек: 19, до 16-32 хостов на каждую точку, всего 368;
192.168.4.0/23 (192.168.4.1-192.168.4.254);
- b. Users_B2 VLAN 220: количество хостов 123;
192.168.6.0/24 (192.168.6.1-192.168.6.254);
- c. Stuff_B2 VLAN 230: количество хостов 16;
192.168.7.0/27 (192.168.7.1-192.168.7.30);

- d. Servers_B2 VLAN 240: количество серверов 8;
192.168.7.128/28 (192.168.7.129-192.168.7.142)

2.2 Описание функционирования комплекса технических средств

Для обеспечения отказоустойчивости работы сети используется ряд технологий:

- Cisco StackWise – объединение коммутаторов в стек – один логический коммутатор;
- EtherChannel – объединение физических линий связи в один логический;
- Virtual Switching System – объединение отдельных коммутаторов посредством обычных линий связи в одно логическое устройство;
- MLAG - еще один способ объединения отдельных коммутаторов, на базе технологии агрегации
- Spanning Tree Protocol – протокол предотвращения петель на канальном уровне модели OSI. Используется его улучшенная версия Rapid-PVST+.

В штатном режиме протокол STP устраняет петли, организуя дерево по логически объединённым каналам связи и коммутаторам. Корнем этого дерева является коммутатор ядра, полученный объединением двух коммутаторов.

На объединённых технологией EtherChannel линиях связи производится балансировка трафика.

Для выхода в Интернет используются каналы двух Интернет-провайдеров, причём между ними осуществляется балансировка нагрузки. Соединение происходит посредством одного из коммутаторов ядра. На случай отказа на втором коммутаторе ядра заранее настраиваются запасные порты для подключения линий связи в Интернет.

Для защиты данных организовано периодическое резервное копирование. В случае отказа одного из коммутаторов стека на уровне доступа, пользователи, подключённые к данному коммутатору, теряют доступ в сеть, но остальные коммутаторы продолжают работать как единое устройство.

В случае отказа одной из линий связи, входящей в EtherChannel-группу, трафик балансируется между оставшимися линиями.

В случае полного отказа EtherChannel-группы задействуется резервная EtherChannel-группа.

В случае отказа одного из коммутаторов на уровне распределения или ядра, его функции выполняет оставшийся коммутатор.

В случае отказа коммутатора ядра, содержащего линии в Интернет, эти линии подключаются в заранее подготовленные порты второго коммутатора ядра.

В случае отказов оконечного оборудования производится его замена.

В случае сбоев программного обеспечения и повреждения данных производится восстановление из резервных копий.

2.3 Описание особенностей устройства и функционирования специальных технических средств

В целях повысить зону покрытия и качество wi-fi сети требуется:

1. Предоставлять гостевой и внутренний доступ к сети
2. Располагать больше точек доступа в местах с большим количеством конечных пользователей (хостов)
3. Использовать существующую IP-сеть передачи данных.

2.4 Методы защиты технических средств от механических, тепловых, электромагнитных и других воздействий, защиты данных

Для защиты от механических, электромагнитных и других воздействий активное сетевое оборудование размещается в специальных коммутационных ящиках и телекоммуникационных стойках. Коммутационные ящики и стойки запираются на ключ, хранящийся у сетевых инженеров, и размещаются в выделенных комнатах этажей или серверной комнате здания. Доступ в такие комнаты ограничен и осуществляется по смарт-картам. Серверное оборудование также располагается в запираемых серверных шкафах, находящихся в серверной комнате.

Кабинеты с ПК запираются на ключ, ключи хранятся на ресепшене на первом этаже и выдаются под роспись в журнале.

Для защиты от сбоев сетевого оборудования используется аппаратная избыточность и избыточность каналов связи.

Для защиты оборудования серверная комната оборудована системами кондиционирования, пожаротушения и бесперебойного питания.

Для защиты данных на серверах применяются дисковые массивы RAID-10 и резервное копирование.

Для предотвращения несанкционированного доступа к данным используется централизованная система авторизации по логину/пароллю.

2.5 Обоснование численности персонала

Мониторинг и администрирование ведется круглосуточно для предотвращения потери важных данных и устранения неполадок. Для этого требуется три смены по 2 человека на здание. Итого не менее 12 человек инженеров.

3 Аппаратура передачи данных

3.1 Обоснование и описание решений по выбору средств телеобработки и передачи данных

В рамках одного здания следует подключить в сеть следующие конечные устройства:

- на первом этаже - 23 хоста и 4 Wi-Fi точки (до 16 хостов на точку)
- на втором и третьем этаже расположены 52 хоста и 5 Wi-Fi точек
- на четвертом этаже 27 хостов и 5 Wi-Fi точек
- сервера в количестве 6 штук.

Также в главном здании будут дополнительно подключены 10 серверов. Для организации сети будет использовано

следующее оборудование:

1. Уровень ядра - шасси [Cisco ASR 9006](#) (рисунок 8), характеристики представлены в таблице 3.



Рисунок 7. Cisco ASR 9006

Таблица 3. Характеристики маршрутизатора Cisco ASR 9006

Характеристика	Значение
Модульность	4x Line Cards, 2x RSP
Пропускная способность	1.76 Тбит/с
Коммутационная способность	2 Bpps
Конфигурация	10RU
Стекируемость	Cisco StackWise Virtual

2. Модуль для доступа в сеть по каналу T3/E3 [T3/E3 Shared Port Adapters](#), (рисунок 8), характеристики представлены в таблице 4.



Рисунок 8. T3/E3 Shared Port Adapters

Таблица 4. Характеристики трансивера T3/E3 Shared Port Adapters

Характеристика	Значение
Порты	4x T3/E3
Конфигурация	Line Card
Мощность	7.7 Вт

3. Модуль [QSPF28 4-Port 100-GE](#) для шасси Cisco ASR 9006, (рисунок 10), характеристики представлены в таблице 5.



Рисунок 9. QSPF28 4-Port 100-GE

Таблица 5. Характеристики трансивера QSPF28 4-Port 100-GE

Характеристика	Значение
Порты	4x QSFP28
Конфигурация	Line Card

4. Блок питания Cisco [A9K-2KW-DC](#) для шасси Cisco ASR 9006, (рисунок 10), характеристики представлены в таблице 6.

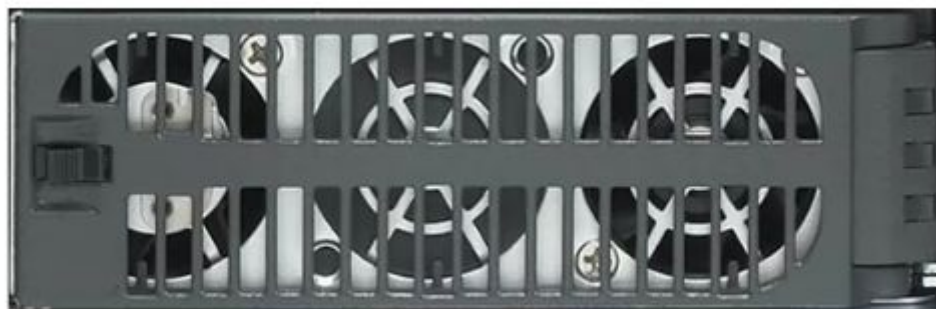


Рисунок 10. Cisco A9K-2KW-DC

Таблица 6. Характеристики БП Cisco A9K-2KW-DC

Характеристика	Значение
Мощность	2 кВт
Горячая замена	Да

5. Вентиляторы [ASR-9006-FAN](#) для шасси Cisco ASR 9006, (рисунок 11), характеристики представлены в таблице 7.



Рисунок 11. Cisco A9K-2KW-DC

Таблица 7. Характеристики БП Cisco A9K-2KW-DC

Характеристика	Значение
Горячая замена	Да

6. Супервизора [Cisco A9K-RSP440-SE](#) для шасси Cisco ASR 9006, (рисунок 12), характеристики представлены в таблице 8.



Рисунок 12. Cisco A9K-RSP440-SE

Таблица 8. Характеристики супервизора Cisco A9K-RSP440-SE

Характеристика	Значение
Процессор (CPU)	Intel x86 Jasper Forest 4 Core @ 2.27 GHz
Оперативная память (RAM)	12GB
Основное устройство хранения данных	16GB - SSD
Дополнительное устройство хранения данных	16GB - SSD
nV Cluster – порты для кластеризации	2 x 1G/10G SFP+

7. Супервизора [Cisco A9K-RSP440-TR](#) для шасси Cisco ASR 9006, (рисунок 13), характеристики представлены в таблице 9.



Рисунок 13. Cisco A9K-RSP440-TR

Таблица 9. Характеристики супервизора Cisco A9K-RSP440-TR

Характеристика	Значение
Оперативная память (RAM)	6GB

Основное устройство хранения данных	Твердотельный диск: два 16-ГБ SSD Embedded 8-ГБ встроенный USB
Дополнительное устройство хранения данных	DR DRAM с защитой от ошибок (ECC) емкостью 6 ГБ

8. Трансивер для канала между зданиями [Cisco QSFP-100G-ER4-D30](#) (рисунок 14), характеристики представлены в таблице 10.



Рисунок 14. Cisco QSFP-100G-ER4-D30

Таблица 10. Характеристики трансивера Cisco QSFP-100G-ER4-D30

Характеристика	Значение
Тип трансивера	QSFP28
Стандарт физического уровня	100GBASE-ER4
Тип коннекторов	LC-duplex
Тип волокна	Одномод

9. Трансивер для канала между дублирующим ядром и уровнем распределения (аналогичные для uplink на уровне распределения) [Cisco QSFP-100G-SR4-S](#) (рисунок 15), характеристики представлены в таблице 11.



Рисунок 15. Cisco QSFP-100G-SR4-S

Таблица 11. Характеристики трансивера Cisco QSFP-100G-SR4-S

Характеристика	Значение
Тип трансивера	QSFP28
Стандарт физического уровня	100GBASE-SR4
Тип коннекторов	MPO

10. Уровень распределения - [FS S5850-48S2Q4C](#) (рисунок 16), характеристики представлены в таблице 12.



Рисунок 16. S5850-48S2Q4C

Таблица 12. Характеристики коммутатора S5850-48S2Q4C

Характеристика	Значение
Порты	48x 10G SFP+, 2x 40G QSFP+, 4x 100G QSFP28
Пропускная способность	1.92 Tbps
Коммутационная способность	1071.4 Mpps
Конфигурация	1RU

Стекируемость	MLAG
---------------	------

11. Трансивер [Cisco GLC-TE](#) (рисунок 17), характеристики представлены в таблице 13.



Рисунок 17. Cisco GLC-TE

Таблица 13. Характеристики трансивера Cisco GLC-TE

Характеристика	Значение
Тип трансивера	SFP+
Стандарт физического уровня	1000BASE-T
Тип коннекторов	RJ45

12. Уровень доступа - [Cisco SG350X-24](#) (рисунок 18), характеристики представлены в таблице 14.



Рисунок 18. Cisco Catalyst SG350X-24

Таблица 14. Характеристики коммутатора Cisco Catalyst SG350X-24

Характеристика	Значение
Порты	24x 10/100/1000, 2x 10GBase-T/SFP+ combo + 2x SFP+
Пропускная способность	128 Gpps

Коммутационная способность	95.23 Mpps
Конфигурация	1RU
Стекируемость	Cisco True Stacking

13.Медиаконвертер [TP-Link MC200CM](#) (рисунок 19), характеристики представлены в таблице 15.



Рисунок 19. TP-Link MC200CM

Таблица 15. Характеристики коммутатора TP-Link MC200CM

Характеристика	Значение
Разъемы	1000base-t в 1000BASE-SX
Наличие PoE	Нет, отдельный блок питания
Потребляемая мощность	5,5 Вт

14.Трансивер для Wi-Fi [Cisco GLC-SX-MM](#) (рисунок 20), характеристики представлены в таблице 16.



Рисунок 20. Cisco GLC-SX-MM

Таблица 16. Характеристики трансивера Cisco GLC-SX-MM

Характеристика	Значение
Тип трансивера	SFP
Стандарт физического уровня	1000BASE-SX
Тип коннекторов	LC-duplex
Тип волокна	Многомод

15. Оптический патч-корд [LC UPC - LC UPC Duplex OS2 SM PVC](#) для канала между двумя зданиями (рисунок 21), характеристики представлены в таблице 17.



Рисунок 21. Duplex OS2 SM PVC

Таблица 17. Характеристики кабеля Duplex OS2 SM PVC

Характеристика	Значение
----------------	----------

Тип коннекторов	LC UPC
Длина волны	1310/1550 нм
Тип волокна	Одномод
Тип шнура	Дуплекс
Длина	19 км

16. Оптический Патч-корд [MTP Female, 12 Волокон, OM4 50/125 MM](#) для канала между дублирующим устройством на уровне ядра, а также для канала между ядром и распределения (рисунок 22), характеристики представлены в таблице 18.



Рисунок 22. MTP Female

Таблица 19. Характеристики кабеля MTP Female

Характеристика	Значение
Тип коннектора	MTP UPC
Длина волны	850/1300 нм
Длина	30 м

17. Патч-корд [Cat.6 UTP](#) для уровня распределения (рисунок 18), характеристики представлены в таблице 20.



Рисунок 23. Cat6 Patch Cables

Таблица 20. Характеристики кабеля Cat6 Patch Cables

Характеристика	Значение
Тип кабеля	Cat6 Snagless
Категория	Cat6
Стандарт физического уровня	1000BASE-T, медная пара
Длина	50 м

18. Патч-корд [LC UPC - LC UPC Оптический Дуплекс PVC](#) (рисунок 24), характеристики представлены в таблице 21.



Рисунок 24. UPC Дуплекс PVC

Таблица 21. Характеристики кабеля UPC Дуплекс PVC

Характеристика	Значение
----------------	----------

Тип коннекторов	LC UPC
Длина волны	850/1300 нм
Тип волокна	Многомод
Тип шнура	Дуплекс
Длина	5 м

19. Кабель для стекирования 350X [Cisco SFP-H10GB-CU2M](#) (рисунок 25), характеристики представлены в таблице 22.



Рисунок 25. Cisco SFP-H10GB-CU2M

Таблица 22. Характеристики кабеля Cisco SFP-H10GB-CU2M

Характеристика	Значение
Технология стекирования	Cisco True Stacking
Тип коннекторов	SFP
Длина кабеля	2 м

20. Розетка оптическая [Legrand Mosaic LC duplex](#) (рисунок 26), характеристики представлены в таблице 23.



Рисунок 26. Legrand Mosaic LC duplex

Таблица 23. Характеристики розетки Legrand Mosaic LC duplex

Характеристика	Значение
Тип коннекторов	LC-Duplex

21. Коннектор [8P8C](#) (упаковка 20 шт) (рисунок 27), характеристики представлены в таблице 24.



Рисунок 26. Коннектор 8P8C

Таблица 23. Характеристики коннектор 8P8C

Характеристика	Значение
Тип коннекторов	8P8C
Количество в упаковке	20

22. Кабель-канал [IEK 12x12 мм, цвет сосна](#) (упаковка 2 м) (рисунок 27), характеристики представлены в таблице 24.



Рисунок 27. IEK цвет сосна

Таблица 24. Характеристики кабель-канала IEK

Характеристика	Значение
Материал	ПВХ
Размеры	12x12мм
Количество в упаковке	2м

23. Wi-Fi [MikroTik hAP ac](#) (рисунок 28), характеристики представлены в таблице 25.



Рисунок 28. Wi-Fi MikroTik hAP ac

Таблица 25. Характеристики MikroTik hAP ac

Характеристика	Значение
Порты	4x 1 Gbps, SFP
Стандарт беспроводной связи	802.11a/b/g/n/ac, частота 2.4 / 5 ГГц, возможность одновременной работы в двух диапазонах
Радиус действия внутри помещений	До 300м

24. Шкаф телекоммуникационный [ASPBOX NBA4008](#) (рисунок 29),
характеристики представлены в таблице 26.



Рисунок 28. Шкаф телекоммуникационный
ASPBOX NBA4008

Таблица 26. Характеристики шкафа ASPBOX NBA4008

Характеристика	Значение
Размеры	450 x 600 x 390 мм
Вместимость	8RU

25. Оптическая патч-панель RiT SMART LC 48 (рисунок 30),
характеристики представлены в таблице 27.



Рисунок 30. Патч-панель RiT SMART LC 48

Таблица 27. Характеристики патч-панели RiT SMART LC 48

Характеристика	Значение
Порты	24 LC Duplex, Многомод
Вместимость	1RU

26.Оптическая патч-панель [Cat6 Патч-Панели](#) (рисунок 31),
характеристики представлены в таблице 28.



Рисунок 31. Патч-панель Cat6 Патч-Панели

Таблица 28. Характеристики патч-панели Cat6 Патч-Панели

Характеристика	Значение
Порты	24 Cat6
Размер	1RU

27.Шкаф телекоммуникационный [Net-Link NL-6622-B](#) (рисунок 31),
характеристики представлены в таблице 29.



Рисунок 31. Шкаф телекоммуникационный
Net-Link NL-6622-B

Таблица 29. Характеристики шкафа Net-Link NL-6622-B

Характеристика	Значение
Размеры	600x600x1196
Вместимость	22RU
Материал	Сталь холодной прокатки

28. Трансивер для Inter-Switch Connection (MLAG-аналог стекирования устройств) между устройствами уровня распределения [Cisco QSFP-40G-SR4](#) (рисунок 32), характеристики представлены в таблице 30.



Рисунок 32. Cisco QSFP-40G-SR4

Таблица 30. Характеристики трансивера Cisco QSFP-40G-SR4

Характеристика	Значение
Тип трансивера	QSFP+
Стандарт физического уровня	QSFP-40G-SR4
Тип коннекторов	MPO

29. Трансивер для стекирования устройств уровня ядра [Cisco SFP-10G-SR](#) (рисунок 33), характеристики представлены в таблице 31.



Рисунок 33. Cisco SFP-10G-SR

Таблица 31. Характеристики трансивера Cisco SFP-10G-SR

Характеристика	Значение
Тип трансивера	SFP+
Стандарт физического уровня	SFP-10G-SR
Тип коннекторов	LC Duplex

30. Патч-корд [LC UPC - LC UPC Оптический Дуплекс OM4](#) (рисунок 34), характеристики представлены в таблице 32.



Рисунок 34. UPC Дуплекс PVC

Таблица 32. Характеристики кабеля UPC Дуплекс PVC

Характеристика	Значение
Тип коннекторов	LC UPC

Длина волны	850/1300 нм
Тип волокна	Многомод
Тип шнура	Дуплекс
Длина	2 м

3.2 Обеспечение сопряжения с каналами связи

Подключение происходит по технологии T3/E3 (агрегированный вариант T1/E1 с большей пропускной способностью). Для полноценной работы пришлось подобрать модульный маршрутизатор с возможностью установки модулей, поддерживающих данный способ подключения.

Возникли небольшие сложности с подбором данного оборудования, так как одновременно требовалось иметь поддержку 100 Gbps каналов на уровне ядра.

Маршрутизаторы серии Cisco ASR 9000 позволяют решить данную задачу, минимально подходящий под требуемые нужды - Cisco ASR 9006, которые позволяет разместить в себе 4 линейные карты, 3 из которых отведены под каналы на уровне ядра и одна для канала T3/E3.

3.3 Требования к арендуемым каналам связи

К арендуемым у провайдеров каналам связи предъявляются следующие требования:

1. Гарантированная пропускная способность 44 Mbps.
2. Технология линии T3/E3, абонентское окончание Coaxial T3/E3.
3. Низкая стоимость.
4. Круглосуточная техническая поддержка.

4 Расчет стоимости сетевого оборудования

Расчёт совокупной стоимости представлен в таблице 30. В расчёт не включены монтажные работы и арендная плата за каналы связи.

Таблица 30. Расчёт стоимости

Наименование	Цена	Количество	Стоимость
Сервер	118 437 p	22	2 605 614 p
Wi-Fi	7 800 p	38	296 400 p
SFP-модуль Cisco GLC-SX-MM для Wi-Fi	564 p	38	21 432 p
Шасси Cisco ASR-9006-DC-V2	280 956 p	2	561 912 p
Модуль для шасси T3/E3 Shared Port Adapters	392 000 p	2	784 000 p
Модуль для шасси A9K-4X100GE-TR	15 289 268 p	6	91 735 608 p
Блок питания для шасси	37 500 p	2	75 000 p
Блок вентиляторов для шасси	151 420 p	2	302 840 p
Супервизор для шасси A9K-RSP440-SE	100 000 p	2	200 000 p
Супервизор для шасси A9K-RSP440-TR	1 873 371 p	2	3 746 742 p
Трансивер QSFP-100G-ER4-D30	204 519 p	16	3 272 304 p
Коммутатор FS S5850-48S2Q4C	530 131 p	4	2 120 524 p
Медиаконвертер TP-Link MC200CM	3 220 p	120	386 000 p
SFP-Модули Cisco GLC-TE 1000BASE-T	1 680 p	52	87 360 p
Коммутатор Cisco SG350X-24	64 278 p	26	1 671 228 p
Оптический Патч-корд Duplex, 19 км	371 468 p	8	2 971 744 p
MTP Female Патч-корд, 15 м	10 773 p	20	215 460 p
Cat.6 Патч-корд, 50 м	1 236 p	100	123 600 p
LC UPC - LC UPC Оптический Патч-корд	552 p	8	4 416 p
Розетка оптическая Legrand Mosaic LC duplex	1 844 p	100	184 400 p
Коннектор 8P8C (упаковка 20 шт)	70 p	50	3 500 p
Кабель-канал IEK 12x12 мм, цвет сосна	28 p	860	24 080 p
Шкаф телекоммуникационный ASPBOX NBA4008	2 220 p	8	17 760 p
Оптическая патч-панель RiT SMART LC 48	30 000 p	20	600 000 p

Cat6 Патч-Панель	3 840 p	20	76 800 p
Шкаф телекоммуникационный Net-Link NL-6622-B	17 503 p	10	175 030 p
SFP-Модули Cisco QSFP-40G-SR4	3 627 p	4	7 254 p
SFP-Модули Cisco Cisco SFP-10G-SR	1 680 p	4	3 360 p
Кабель для стекирования на уровне ядра 2м	456 p	2	912 p
Итого			112 812 934 p

Заключение и выводы

В результате выполнения работы были получены навыки по проектированию сетей уровня корпоративной сети.

Была построена структурная схема сети, обеспечивающая высокую надёжность и отказоустойчивость работы. Для этого были использованы такие технологии как Cisco TrueStacking, EtherChannel, Virtual Switching System.

Была распределено адресное пространство сети. На каждое здание была выделена сеть с маской /22, обеспечивающая необходимое количество сетевых адресов для устройств.

Была спроектирована СКС, и были определены особенности её размещения в зданиях.

Были выбраны средства для защиты оборудования и данных, в частности, ограничение доступа к оборудованию и данным, а также резервное копирование.

Была определена конфигурация типовых ПК и сервера.

Была спроектирована беспроводная Wi-Fi сеть, определено расположение точек доступа, и к ним организован централизованный доступ.

Были даны рекомендации по выбору аппаратуры передачи данных.

Был выполнен оценочный расчёт стоимости проекта

Список использованных источников

1. Шпаргалка по типам и стандартам Ethernet 802.3
<https://habr.com/ru/post/208202/>
2. Проектирование компьютерных сетей, Овчинников А. А.
<https://www.youtube.com/watch?v=nuP3Fi0QI3w>
3. ГОСТ 34.201-89. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Виды, комплектность и обозначение документов при создании автоматизированных систем.
4. ГОСТ 34.601-90. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Стадии создания.
5. Рекомендации по стандартизации Р 50.1.028-2001. Методология функционального моделирования.
6. ГОСТ 27.002-89. Надёжность в технике. Термины и определения. — М.: Издательство стандартов. 1989.
7. Технические характеристики маршрутизатор и его модулей уровня ядра
https://www.cisco.com/c/ru_ru/support/routers/asr-9006-router/model.html
8. Технические характеристики коммутатора уровня распределения
<https://www.fs.com/ru/products/29124.html>
9. Технические характеристики коммутатора уровня доступа
<https://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/switches/350x-series-stackable-managed-switches/datasheet-c78-735986.html>
10. Технические характеристики Wi-Fi модулей
<https://mikrotik.com/product/RB962UiGS-5HacT2HnT>
11. Рекомендации по проектированию Wi-Fi сетей
<https://www.osp.ru/iz/rusnet/articles/13050650>

<https://skomplekt.com/practicheskie-rekomendacii-po-stroitelstvu-korporativnih-wifi-setey/>

12. Основы беспроводных Wi-Fi сетей

https://www.youtube.com/watch?v=pXG-4L2Hn9M&feature=emb_logo

13. Подбор оборудования, модулей, трансиверов, проводов

<https://www.fs.com/ru/>

14. Графический иллюстратор для схем

<https://app.diagrams.net/>