

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАТИКИ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ

Факультет компьютерных систем и сетей

Кафедра электронных вычислительных машин

Дисциплина: Аппаратное обеспечение компьютерных сетей

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
к курсовому проекту
на тему
ЛОКАЛЬНАЯ КОМПЬЮТЕРНАЯ СЕТЬ,
ВАРИАНТ 21

БГУИР КП 1–40 02 01 01 121 ПЗ

Студент:

В.А. Розина

Руководитель:

И.И. Глецевич

МИНСК 2023

Вариант	21
Объект	компания по разработке 3D-приложений
Форма здания, этажи, суммарная площадь помещений в квадратных метрах	квадратная, 1, 280
Количество стационарных пользователей, количество стационарных подключений, количество мобильных подключений	43, 86, 43
Сервисы	нет
Прочее оконечное оборудование (дополнительные подключения)	принтеры, ip-телефоны
Подключение к Internet	ADSL2+
Внешняя адресация IPv4, внутренняя адресация IPv4, адресация IPv6	статический внешний IPv4 (16.253.126.0/23) публичная подсеть (204.146.121.0/25), взаимодействие в рамках внутренней сети
Безопасность	условный заказчик не уверен
Надежность	повышенная пожарная безопасность
Финансы	бюджетная сеть
Производитель сетевого оборудования	HPE/Aruba
Дополнительные требования заказчика	энергосбережение

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.....	5
1.1 ADSL2+	5
1.2 IP-телефоны	6
1.3 PoE	6
2 РАЗРАБОТКА СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ	8
2.1 Блок подключения к Интернету	8
2.2 Блок маршрутизации.....	8
2.3 Блок коммутации.....	9
2.4 Блок проводных подключений	9
2.5 Блок беспроводных подключений.....	9
3 РАЗРАБОТКА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ	10
3.1 Производитель сетевого оборудования	10
3.2 Выбор модели маршрутизатора.....	10
3.3 Выбор модели L3-коммутатора.....	11
3.4 Выбор модели коммутаторов.....	12
3.5 Выбор модели беспроводной точки доступа	12
3.6 Выбор модели рабочих станций	13
3.7 Выбор модели IP-телефонов	16
3.8 Выбор моделей принтеров	16
3.9 Схема адресации.....	17
3.10 Конфигурация L3-коммутатора.....	19
3.11 Конфигурация коммутатора.....	21
3.12 Конфигурация маршрутизатора	22
3.13 Конфигурация беспроводных точек доступа	23
3.14 Конфигурация удаленного управления	25
3.15 Конфигурация пользовательских станций	25
3.16 Конфигурация IP-телефонов.....	26
4 ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТРУКТУРИРОВАННОЙ КАБЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ	27
4.1 План помещения.....	27
4.2 Расчет качества покрытия беспроводной сетью	27
4.3 Размещение и монтаж оборудования.....	29
4.4 Обеспечение повышенной пожарной безопасности	30
4.5 Обеспечение энергосбережения	31
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	32
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	33
ПРИЛОЖЕНИЕ А	36
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	37
ПРИЛОЖЕНИЕ В	38
ПРИЛОЖЕНИЕ Г.....	39
ПРИЛОЖЕНИЕ Д	40

ВВЕДЕНИЕ

Компьютерные сети являются важнейшей частью нашей жизни. Сети предоставляют довольно широкий спектр возможностей для увеличения производительности предприятий, а также удобства коммуникаций в них.

Локальные компьютерные сети используются повсеместно: на заводах и предприятиях, в школах, научных лабораториях, в игровых студиях. Список можно продолжать долго. Использование локальной сети позволяет создать надлежащие условия для быстрой передачи информации, будь то текстовые сообщения, изображения, аудио или видеофайлы и так далее.

Основным преимуществом использования локальной компьютерной сети является совместное использование пользователями данных и устройств, возможность корпоративной работы и обмена данными, доступ к общим ресурсам, например к принтерам, сканерам, базам данных, вычислительным мощностям, сети интернет. Все это преследует одну цель – обеспечение пользователям сети оперативный доступ к информации предприятия, что в свою очередь приводит к улучшению коммуникации между сотрудниками предприятия. Это дает возможность улучшить продуктивность работы.

Конечно, локальные компьютерные сети имеют проблемы, такие как обслуживание и проектирование. Возникают проблемы из-за особенностей различных протоколов и их взаимодействия. Непредвиденные и чрезвычайные ситуации могут вывести из строя или уничтожить оборудование, отрезав пользователей от информации, что приводит к остановке работы. Такие случаи приводят к огромным убыткам.

Настройкой активного оборудования, общего доступа и ПО, а также контролем физической целостности ЛКС занимается системный администратор. В обязанности администратора также могут входить устранение неполадок и неисправностей в сети, обеспечение информационной безопасности, подготовка и сохранений резервных копий данных, работа на первой линии поддержки (помощь пользователям в решении их проблем с рабочими станциями, так называемый «эникейщик» (от англ. *any key*)).

Реализация и поддержка компьютерной сети может показаться очень дорогостоящей, но сети открывают кучу новых возможностей, которые окупают все затраты. В наше информационное время использование компьютерных сетей является необходимой мерой.

Цель проекта: разработать проект локальной компьютерной сети для компании по разработке 3D-приложений.

Можно выделить следующие задачи проектирования:

- 1) Изучение предметной области;
- 2) Разработка общей структуры сети;
- 3) Выбор конкретных устройств для реализации разработанной сетевой структуры, обоснование их выбора;
- 4) Описание конфигурации выбранных устройств;
- 5) Разработка структурной кабельной системы.

1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1 ADSL2+

ADSL2+ — это технология цифровой асимметричной передачи данных по абонентской телефонной линии (DSL). Стандарт ADSL2+ регламентируется рекомендацией Международного союза электросвязи (далее – ITU) G.992.5 [1].

Асимметричность предполагает, что скорость нисходящего потока отлична от скорости восходящего потока. Как правило, скорость приема из сети выше, чем скорость передачи в сеть. Это обусловлено тем, что большинство пользователей обычно получают больше данных (например, при просмотре видео или загрузке файлов) по сравнению с количеством данных, которые они отправляют (например, при отправке электронной почты или запросе веб-страниц).

Линия, используемая DSL-технологиями, также может использоваться для телефонной связи, что обеспечивает возможность параллельного использования линии как для телефонии, так и для DSL-соединения.

ADSL2+ использует спектральное разделение для разделения сигналов DSL и телефонных сигналов на одной телефонной линии. Это позволяет одновременно передавать голосовые телефонные вызовы и высокоскоростные данные через одну линию без взаимного влияния.

Общий процесс разделения DSL и телефонных сигналов основан на принципе использования разных частотных диапазонов для каждого типа сигнала. DSL использует более высокие частоты, тогда как телефонные сигналы работают на более низких частотах.

Также со стороны пользователя установлен специальный фильтр, известный как ADSL-фильтр или сплиттер. Фильтр предотвращает перекрестные помехи между двумя типами сигналов. DSL-сигнал проходит через фильтр и поступает в ADSL-модем или маршрутизатор, в то время как голосовой сигнал идет в телефонное оборудование.

Со стороны провайдера устанавливается DSLAM (Digital Subscriber Line Access Multiplexer), который является мультиплексором доступа цифровой абонентской линии. DSLAM обычно оснащен линейными разделительными фильтрами, которые физически разделяют сигналы DSL и телефонного сигнала. Линейные разделительные фильтры направляют высокочастотные сигналы DSL к модемам абонентов, а низкочастотные голосовые сигналы направляются к телефонной сети провайдера.

На данный момент ADSL2+ считается устаревающей технологией. Это обуславливается несколькими факторами:

1) Зависимость скорости ADSL2+ от расстояния между пользователем и провайдером. Сигнал ослабевает по мере увеличения расстояния, что приводит к снижению скорости передачи данных. Обычно ADSL2+ оптимизирован для использования на расстоянии до 5 километров от

провайдера. Если расстояние больше, скорость передачи данных может быть ниже.

2) В большинстве повсеместно используемых современных приложениях, использующих потоковое видео, видеоконференции, облачные сервисы и передачу больших файлов, требуется симметричная скорость. Как было сказано выше, в ADSL2+ она асимметрична, что делает эту технологию менее подходящей.

3) Скорость передачи данных по ADSL2+ составляет примерно 24 Мбит/с нисходящего потока и 1 Мбит/с восходящего. По сравнению с более современными технологиями, такими как оптоволокно или кабельный доступ, эта скорость считается относительно низкой.

1.2 IP-телефоны

IP-телефоны — это устройства, которые используют технологию Voice over IP (VoIP) для передачи голосовой информации через IP-сети, такие как интернет или локальные компьютерные сети. [2].

Голосовой трафик очень чувствителен к задержкам и потерям пакетов. Задержка и джиттер могут влиять на качество голосовой связи в VoIP. Задержка — это время, которое требуется для передачи пакетов данных от одной точки до другой. Джиттер — это изменение в задержке, вызванное неравномерностью в передаче пакетов. По этой причине рекомендуется выделить для него отдельный VLAN. Это обеспечит изолированность данного трафика, что позволяет гарантировать достаточную полосу пропускания.

Протоколом связи, применяемый для передачи VoIP, является Session Initiation Protocol (SIP). Он сам по себе не отвечает за передачу аудиоданных. Вместо этого, после установки SIP-сеанса, медиаданные (голосовой поток) передаются через другие протоколы, такие как Real-time Transport Protocol (RTP). SIP сообщает устройствам, как установить соединение для передачи голосового потока и какие параметры использовать.

IP-телефоны, поддерживающие SIP, могут регистрироваться на SIP-сервере, чтобы указать свою доступность для приема и инициирования вызовов. Регистрация обычно включает в себя предоставление SIP-адреса и учетных данных (например, логина и пароля) для аутентификации устройства.

Также при передаче голосового трафика важную роль играет создание набора кодеков. Они определяют способ сжатия и кодирования аудиосигналов для передачи по сети. Различные кодеки имеют разные уровни качества и требования к пропускной способности сети.

1.3 PoE

Power over Ethernet (PoE) - это технология, которая позволяет передавать электропитание и сетевые данные по одному сетевому кабелю [3]. Вместо использования отдельных кабелей для питания и передачи данных, PoE

позволяет централизованно питать сетевые устройства, такие как IP-камеры, точки доступа Wi-Fi, VoIP-телефоны и другие, через Ethernet-кабель. Питание по такому методу использует низкое напряжение (обычно 48 В), что делает его безопасным для установки и использования. Это также устраняет риск поражения электрическим током при подключении или обслуживании устройств.

Управление обычно осуществляется через сетевые коммутаторы или специализированные устройства, называемые инжекторами. При этом можно включать или отключать PoE на определенных портах, настраивать параметры и бюджет питания, а также следить за энергопотреблением.

Когда речь идет о передаче электропитания через сетевые кабели, включение в рассмотрение инжекторов PoE становится необходимым. Инжекторы PoE — это устройства, которые используются для передачи электрической энергии по Ethernet-кабелю для питания совместимых устройств. Они особенно полезны в случаях, когда требуется питать устройства на расстоянии от PoE-коммутатора или при отсутствии поддержки PoE у существующего коммутатора.

При расчете необходимых параметров для PoE важно учесть потери энергии, которые возникают при передаче питания через кабель. Стандартные кабели Cat 5e или Cat 6 обычно способны передавать питание на расстояние до 100 метров, однако, на этом расстоянии могут возникать потери энергии. Поэтому при планировании установки PoE-устройств необходимо учитывать дополнительные факторы, такие как тип кабеля, его качество и состояние, а также мощность, потребляемая подключенными устройствами. Это поможет определить оптимальное размещение инжекторов или PoE-коммутаторов для обеспечения достаточного питания на требуемом расстоянии.

2 РАЗРАБОТКА СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ

В данном разделе описана структура локальной компьютерной сети.

Согласно варианту задания, местом разработки сети является одноэтажное прямоугольное здание с соотношением сторон 1:2 и общей площадью 280 квадратных метров. Необходимо обеспечить 43 стационарных подключений и 43 беспроводных.

Схема структурная приведена в приложении А.

2.1 Блок подключения к Интернету

Данный блок описывает устройство, которое обеспечивает связь между локальной сетью и сетью Интернет. Здесь может быть как модем, так и маршрутизатор с расширением-модемом.

Модем выполняет функцию модуляции и демодуляции сигналов, чтобы данные могли быть переданы между устройствами через телекоммуникационные каналы.

Маршрутизатор с расширением-модемом сочетает в себе функции маршрутизатора и модема. Он устанавливает соединение с сервером провайдера, позволяя подключенным устройствам получать доступ к интернету. Кроме того, маршрутизатор с расширением-модемом выполняет функции безопасности, такие как настройка брандмауэра и фильтрация трафика, чтобы защитить сеть от внешних угроз.

2.2 Блок маршрутизации

Данный блок описывает активное сетевое устройство, которое поддерживает третий (сетевой) уровень модели OSI, предназначенное для реализации IP-маршрутизации. Таким устройством может быть маршрутизатор или коммутатор третьего уровня (далее L3-коммутатор).

Для комфортной работы пользователей внутри локальной компьютерной сети необходимо устройство с большой производительностью, а учитывая большое количество подключений, также должен иметь большое количество портов. Таким образом, наиболее комфортабельным будет использование L3-коммутатора.

L3-коммутатор использует таблицу маршрутизации для определения пути доставки пакетов на основе IP-адреса назначения. Если адрес в том же VLAN, пакет пересылается внутри VLAN. Если IP-адрес назначения находится в другой VLAN, L3-коммутатор использует таблицу маршрутизации для определения следующего шага и пересылает пакет на соответствующий порт, который соединен с другой VLAN.

Таким образом, в структуре сети представлен один L3-коммутатор, который обеспечивает IP-маршрутизацию и безопасность сети.

К L3-коммутатору подключен коммутатор второго уровня, устройство,

обеспечивающее доступ к Интернету, беспроводные подключения.

2.3 Блок коммутации

Этот блок представляет собой сетевое оборудование, такое как коммутаторы, которое обеспечивает связь между всеми другими блоками. Коммутаторы выполняют функцию объединения устройств в рамках одной общей физической локальной сети.

Количество стационарных устройств в сети, согласно требованию заказчика, составляет 43, при возможности 86 подключений, что подразумевает необходимость проектирования с возможностью будущего расширения сети. Также предусматривается возможность мобильных подключений.

Хотя возможно подключить такое количество устройств к L3-коммутатору, это может быть очень дорого. Вместо этого, более экономичным решением будет использование L2-коммутатора, который предоставит необходимую функциональность коммутации без дополнительных возможностей маршрутизации.

К коммутаторам подключены проводные и беспроводные оконечные устройства, последние получают доступ в сеть через беспроводные точки доступа.

2.4 Блок проводных подключений

В данном блоке описаны проводное подключение такие устройств, как персональные компьютеры, принтеры и IP-телефоны.

IP-телефоны и персональные компьютеры подключены к коммутатору. Принтеры подключены к соответствующим персональным компьютерам.

2.5 Блок беспроводных подключений

Данный блок описывает беспроводные подключения.

Согласно требованию заказчика, необходимо реализовать 43 мобильных подключений. Выход в общую сеть такие подключения осуществляют через беспроводную точку доступа.

Точка доступа физически подключается к коммутатору. Далее она генерирует сигнал, видимый для беспроводных устройств. Те, соответственно, подключаются к ней.

3 РАЗРАБОТКА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ

Данный раздел посвящен разработке функциональной схемы, выбору оборудования разрабатываемой локальной компьютерной сети, конфигурации выбранных устройств, разработки схемы адресации и ее функциональному проектированию.

Схема функциональная приведена в приложении Б.

3.1 Производитель сетевого оборудования

Согласно требованиям заказчика, в проекте должно использоваться оборудование компаний Hewlett Packard Enterprise (далее – HPE) и Aruba Networks (далее – Aruba).

3.2 Выбор модели маршрутизатора

При выборе устройства для обеспечения доступа в Интернет следует учесть не только наличие ADSL2+ технологии.

Согласно требованию заказчика, для внешней IPv4 адресации используется статический IPv4-адрес. В соответствии с вариантом неизвестно, нужно ли обеспечивать доступ к локальной компьютерной сети извне. Главная опасность внешнего статического IP-адреса заключается в том же, в чем и его преимущество: он позволяет подключиться к устройству напрямую из Интернета. Этим могут воспользоваться злоумышленники для, например, осуществления DDoS-атаки. Значит, локальную компьютерную сеть нужно защитить от угроз, сопряженных с использованием внешнего статического IP-адреса.

Несмотря на то, что заказчик не уверен в выборе метода обеспечения безопасности, это все еще подразумевает ее реализацию.

В данном проекте посредниками между локальной и глобальной компьютерными сетями являются коммутаторы, в которых отсутствуют технологии обеспечения защиты от описанных выше проблем. Таким образом, функции барьера от злоумышленников должно выполнять устройство, обеспечивающее доступ к Интернету.

Хоть и есть модемы, обладающие такой технологией защиты, как брандмауэр, все же у маршрутизаторов функционал в области обеспечения безопасности шире. В будущем это позволит заказчику иметь различные варианты защиты, если потребуется заменить выбранный метод. По этой причине модем не был выбран в качестве устройства, обеспечивающего соединение с Интернетом.

Маршрутизаторы с расширением-модемом для ADSL2+ более не выпускаются выбранными производителями, поэтому выбор придется производить из устройств других производителей

Также необходимо учитывать и то, что сеть является бюджетной.

Таким образом, критериями являются поддержка технологии ADSL2+, низкая стоимость, вариативность в способах обеспечения безопасности.

С учетом всего вышесказанного идеально подошел DSL-маршрутизатор DSL-520B от компании D-Link. Краткая характеристика представлена в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Характеристика DSL-520B [4]

Интерфейс управления	– Web – CLI
Интерфейсы	4 порта Ethernet 10/100/1000 Мбит/с
xDSL	– ADSL2+
Безопасность	– Брандмауэр – Защита от DDoS-атак – Фильтрация URL-адресов

На схеме имеет позиционное обозначение «Router».

3.3 Выбор модели L3-коммутатора

Критериями в выборе L3-коммутатора являются поддержка технологии PoE для обеспечения энергосбережения, достаточное количество портов, поддержка маршрутизации IPv4 и IPv6.

Использование технологии PoE обуславливается требованием заказчика обеспечить энергосбережение. Она позволяет сократить потребление энергии, связанное с использованием отдельных источников питания для таких устройств, как IP-телефоны, беспроводные точки доступа, коммутатор. Также PoE обеспечивает возможность управления энергопотреблением.

Суммируя все вышесказанное, минимальными требованиями являются наличие пяти портов с PoE, возможность удаленного управления, пропускная способность 1 Гбит/с, а также поддержка VoIP для работы с IP-телефонами.

Хорошим бонусом также будет наличие SFP слотов. С учетом устаревания ADSL2+, это позволит в будущем перейти на оптоволокно без замены данного элемента.

Данное устройство будет являться центральным в схеме управления питанием, поэтому также при выборе модели необходимо учитывать и бюджет мощности PoE.

Согласно критериям, была выбрана модель Aruba 2930M 12G PoE+ (JL319A).

Краткая характеристика представлена в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Характеристика Aruba 2930M 12G PoE+ (JL319A) [5]

Интерфейс управления	– SSH – CLI
----------------------	----------------

Продолжение таблицы 3.2 – Характеристика Aruba 2930M 12G PoE+ (JL319A)

Интерфейсы	<ul style="list-style-type: none"> – 12 портов 10/100/1000BASE-T Ethernet с поддержкой PoE (802.3at) – 4 комбинированных порта 10/100/1000BASE-T/SFP
Поддержка протоколов маршрутизации	<ul style="list-style-type: none"> – Статическая маршрутизация – RIP – OSPF – BGP
Поддержка VoIP	Есть
Пропускная способность	1 Гбит/с
Бюджет мощности PoE	до 270 Вт

На схеме имеет позиционное обозначение «L3-switch».

3.4 Выбор модели коммутаторов

При выборе коммутаторов были сформулированы следующие критерии.

Во-первых, необходимо обеспечить достаточное количество LAN-портов, в данном случае более 43. Во-вторых, для обеспечения энергосбережения выбирать устройство с низкой потребляемой мощностью.

На основании всего вышесказанного был выбран коммутатор Aruba 6100 Series JL677A. Краткая характеристика представлена в таблице 3.3.

Таблица 3.3 – Характеристика Aruba 6100 Series JL677A [6]

Интерфейс управления	<ul style="list-style-type: none"> – Web (HTTP) – CLI
Интерфейсы	<ul style="list-style-type: none"> – 48 портов 10/100/1000BASE-T Ethernet с автоматическим определением скорости – 4 комбинированных порта 10/100/1000BASE-T/SFP
Пропускная способность	1 Гбит/с
Потребляемая мощность	До 80 Ватт

На схеме имеет позиционное обозначение «S».

3.5 Выбор модели беспроводной точки доступа

При выборе беспроводной точки доступа в приоритете были такие показатели, как низкая стоимость, низкая потребляемая мощность, достаточная скорость беспроводного соединения. С учетом того, что данная

фирма относится к сфере ИТ, а указанное в требованиях заказчика максимальное количество мобильных подключений равно 43, то предполагаемая комфортная скорость соединения при полной нагрузке – от 600 Мбит/сек на частоте 5 ГГц и от 300 Мбит/сек на частоте 2.4 ГГц.

Исходя из вышеперечисленных требований, была выбрана модель Aruba Instant On AP22 (RW).

Серия Instant хоть и расположена скорее в среднем ценовом сегменте, нежели бюджетном, однако она позволяет избежать закупки контроллера, то есть еще одного сетевого оборудования.

Краткая характеристика представлена в таблице 3.4.

Таблица 3.4 – Характеристика Aruba Instant On AP22 (RW) [7]

Wi-Fi	802.11ax
Антенна	2 внутренние антенны с коэффициентом усиления 5.7 dBi
Интерфейсы	Ethernet с поддержкой PoE
Интерфейс управления	– Aruba Instant On – Web
Максимальная скорость беспроводного соединения	– до 1.2 Гбит/с на частоте 5 ГГц – до 574 Мбит/с на частоте 2.4 ГГц
Потребляемая мощность	10.9 Ватт

На схеме имеет позиционное обозначение «AP».

3.6 Выбор модели рабочих станций

Основной задачей при организации рабочих мест было обеспечить комфортные условия работы для сотрудников.

Сеть является бюджетной, а значит, намного выгоднее закупать компоненты по отдельности.

Разработка 3D-приложений требует более мощного устройства, чем обычный офисный компьютер. Это связано с высокой вычислительной нагрузкой при работе с трехмерной графикой. То же относится и к объему памяти. Стоит учитывать и совместимость компонентов между собой.

В качестве материала для корпуса была выбрана сталь, так как она обладает высокой температурой плавления и при горении выделяет малое количество ядовитых веществ (по сравнению с керамикой).

Таким образом были выбраны следующие модели комплектующих: процессор AMD Ryzen 5 5600X [8], оперативная память Corsair Vengeance LPX DDR4 [9], графическая карта NVIDIA GeForce RTX 3060 [10], материнская плата MSI B550 TOMAHAWK [11], блок питания Corsair C550 [12], жесткий диск Kingston A2000 NVMe SSD [13], монитор ViewSonic VX2457-MHD [14], корпус Cooler Master MasterBox Q300L [15], комплект клавиатура и мышь

Nakatomi KMG-2305U [16].

Краткая характеристика представлена в таблице 3.5.

Таблица 3.5 – Характеристика комплектующих компьютера

Название компонента	Минимальные требования	Характеристика выбранного компонента
Процессор	<ul style="list-style-type: none">– от 6 ядер– частота от 3 ГГц– кэш-память L3 от 32 МБ– поддержка AVX и SSE инструкций	<ul style="list-style-type: none">– 6 ядер– частота до 4.6 ГГц– кэш-память 32 МБ– поддержка SSE и AVX инструкций
Оперативная память	<ul style="list-style-type: none">– емкость не менее 16 ГБ– частота от 2400 МГц до 3200 МГц– тип памяти DDR4	<ul style="list-style-type: none">– емкость не менее 16 ГБ– частота от 2400 МГц до 3200 МГц– тип памяти DDR4
Графическая карта	<ul style="list-style-type: none">– видеопамять 12 ГБ– ядер CUDA от 3584– пропускная способность памяти 360 ГБ/с	<ul style="list-style-type: none">– видеопамять 12 ГБ– ядер CUDA 3584– пропускная способность памяти 360 ГБ/с
Материнская плата	<ul style="list-style-type: none">– сокет AM4– чипсет AMD B550 или X570– слоты памяти DDR4– встроенный сетевой контроллер	<ul style="list-style-type: none">– сокет AM4– чипсет AMD B550– слоты памяти DDR4– встроенный сетевой контроллер Realtek RTL 8125B
Блок питания	550 Вт	550 Вт
Жесткий диск	<ul style="list-style-type: none">– емкость 500 ГБ– интерфейс NVMe	<ul style="list-style-type: none">– емкость 1 ТБ– интерфейс NVMe
Корпус	<ul style="list-style-type: none">– 6 вентиляторов– 3 x USB– размер 350 x 200 x 350 мм– сталь	<ul style="list-style-type: none">– 6 вентиляторов– 4 x USB– размер 387 x 230 x 378 мм– сталь
Монитор	<ul style="list-style-type: none">– разрешение Full HD– 24 дюйма– поддержка 8-битного цвета	<ul style="list-style-type: none">– разрешение Full HD– 24 дюйма– поддержка 8-битного цвета
Клавиатура и мышь	Проводной тип соединений	Проводной тип соединения

На схеме имеет позиционное обозначение «PCd».

Помимо компьютеров для разработки, было принято решение закупить компьютеры для целей, которые не требуют высокой вычислительной мощности. В таком случае, выбор комплектующих может быть направлен на более доступные и менее мощные модели.

Так были выбраны следующие модели комплектующих: процессор AMD Ryzen 3 3200G [17], оперативная память Kingston HyperX Fury DDR4 [18], графическая карта NVIDIA GeForce RTX 3060 [19], материнская плата ASUS Prime B450M-A [20], блок питания Corsair CX450 [21], жесткий диск Seagate Barracuda 1 ТБ HDD [22], монитор Acer R221Q [23], корпус Cooler Master MasterBox Q300L [24], комплект клавиатура и мышь Nakatomi KMG-2305U. Краткая характеристика представлена в таблице 3.6.

Таблица 3.6 – Характеристика комплектующих компьютера

Название компонента	Минимальные требования	Характеристика выбранного компонента
Процессор	– от 4 ядер – частота от 3 ГГц	– 4 ядра – частота до 3.6 ГГц
Оперативная память	– емкость до 8 ГБ – частота 2666 МГц – тип памяти DDR4	– емкость 8 ГБ – частота 2666 МГц – тип памяти DDR4
Графическая карта	– видеопамять 2 ГБ – поддержка многомониторной конфигурации	– видеопамять 2 ГБ – поддержка многомониторной конфигурации
Материнская плата	– сокет AM4 – чипсет AMD B450 – слоты памяти DDR4 – встроенный сетевой контроллер	– сокет AM4 – чипсет AMD B450 – слоты памяти DDR4 – встроенный сетевой контроллер Realtek RTL8111H
Блок питания	450 Вт	450 Вт
Жесткий диск	– емкость 500 ГБ	– емкость 500 ГБ
Корпус	– 1 вентилятор – 3 x USB – размер 350 x 200 x 350 мм – сталь	– 1 вентилятор – 3 x USB – размер 387 x 230 x 378 мм – сталь
Монитор	– разрешение Full HD – 20 дюймов	– разрешение Full HD – 21,5 дюймов
Клавиатура и мышь	Проводной тип соединений	Проводной тип соединения

На схеме имеет позиционное обозначение «РСо».

3.7 Выбор модели IP-телефонов

При выборе IP-телефонов учитывались наличие интерфейса Ethernet для подключения к локальной компьютерной сети и возможность питания с использованием технологии PoE. К сожалению, на данный момент не было найдено надежного источника для закупки IP-телефона от фирмы Aruba/HPE, поэтому выбор делался из устройств других производителей.

Проанализировав ситуацию на рынке, можно сказать, что большинство моделей обладает заявленными характеристиками, поэтому выбор делался в пользу недорогой модели проверенного производителя, а именно Cisco SPA301G. Краткая характеристика представлена в таблице 3.7.

Таблица 3.7 – Характеристика Cisco SPA301G [25]

Линии	Один SIP-аккаунт
Аудио	Поддержка широкополосного аудио (G.722) и стандартного аудио (G.711, G.723.1, G.726, G.729AB)
Порты	1 RJ45 Ethernet порт
Поддержка PoE	Есть
Потребляемая мощность	2.5 Ватт

На схеме имеет позиционное обозначение «IP».

3.8 Выбор моделей принтеров

Подключение принтеров планируется осуществлять напрямую к пользовательской станции, значит, необходимо наличие USB порта. В связи со спецификой фирмы, скорости печати 10-20 страниц в минуту будет достаточно. При этом ресурс картриджа также можно взять до 10 000 страниц в месяц, однако его стоимость не должна превышать десяти процентов от стоимости самого принтера. Лазерный тип в приоритете, так как он обеспечивает лучшее качество печати черно-белых документов, нежели струйный. Таким образом выбор пал на черно-белый принтер HP LaserJet Pro M15w. Краткая характеристика представлена в таблице 3.8.

Таблица 3.8 – Характеристика HP LaserJet Pro M15w[26]

Технология печати	Лазерный
Скорость ч/б печати	19 страниц в минуту
Максимальная месячная нагрузка	7000 страниц в месяц
USB	Есть
Потребляемая мощность	300 Ватт

На схеме имеет позиционное обозначение «Р»

3.9 Схема адресации

Вариант №910 лабораторных работ предлагает к использованию подсетей, представленных в таблице 3.9.

Таблица 3.9 – предлагаемые подсети в нотации CIDR

№	Адрес подсети	Длина маски в битах	Количество хостов
1	16.253.126.0	23	510
2	60.177.114.224	28	14
3	68.0.0.0	11	2,097,150
4	122.48.128.0	18	16,382
5	142.216.42.0	26	62
6	146.200.200.184	29	6
7	165.129.64.0	20	4,094
8	188.166.235.128	26	62
9	197.10.16.216	29	6
10	204.146.121.0	25	126
11	215.157.38.0	25	126

Согласно требованию заказчика, для внешней IPv4 адресации используется статический IPv4-адрес. Первым подходящим адресом является 16.253.126.0/23. Для внутренней IPv4 адресации, с учетом варианта, выбрана подсеть 204.146.121.0/25. Публичные IPv4 адреса будут использоваться на всех устройствах, имеющих доступ в Интернет.

Так как использование технологии PoE подразумевает возможность мониторинга состояния питания, то необходима частная административная подсеть. Для нее выбираем адрес 60.177.114.224/28.

Схема адресации представлена в таблице 3.10.

Таблица 3.10 – Схема адресации

Назначение	Номер VLAN	Адрес подсети	Длина маски в битах
IP-телефоны	10	fd88:9:128:10::/64	
		204.146.121.0	27
Пользовательская	100	fd88:9:128:100::/64	
		204.146.121.32	26
Беспроводная	20	fd88:9:128:20::/64	
		204.146.121.96	26
Административная	33	fd88:9:128:33::/64	
		60.177.114.224	28

Продолжение таблицы 3.10 – Схема адресации

Маршрутизатор	–	fd88:9:128:5::/64	
		204.146.121.64	28

Поскольку нет требования использовать IPv6 за пределами внутренней сети, мы можем использовать Unique-Local адреса, которые предназначены для локальной коммуникации внутри сети. Так как устройства соединены между собой коммутаторами, адресация будет проходить без проблем, поскольку коммутаторы обеспечивают связность между устройствами внутри сети. В качестве Global ID будем использовать fd88:9:128::/48. В качестве Subnet ID – номер VLAN. Длина префикса подсети во всех случаях составляет 64 бита, что обеспечивает адресацию 18,446,744,073,709,551,616 хостов.

Схемы адресации представлены в таблицах 3.11-3.14.

Таблица 3.11 – Схема адресации административного VLAN

Устройство	Позиционное обозначение	IPv4	IPv6
Администратор	PC admin	60.177.114.225	fd88:9:128:33::10
Маршрутизатор	Router	60.177.114.226	fd88:9:128:33::30
L3-коммутатор	L3-switch	60.177.114.227	fd88:9:128:33::40
Коммутаторы	S1-2	60.177.114.228-229	fd88:9:128:33::46-47

Таблица 3.12 – Схема адресации беспроводной сети

Устройство	Позиционное обозначение	IPv4	IPv6
Беспроводные устройства	K1-43	204.146.123.97-142	fd88:9:128:20::6-49
Беспроводные точки доступа	AP1-2	204.146.121.121-122	fd88:9:128:20::2-5

Таблица 3.13 – Схема адресации интерфейсов VLAN в L3-коммутатору

Название	Номер VLAN	IPv4	IPv6
users	100	204.146.121.33	fd88:9:128:100::48
wrlss	20	204.146.121.145	fd88:9:128:20::6
ipph	10	204.146.121.3	fd88:9:128:10::10
admin	33	60.177.114.227	fd88:9:128:33::40

Таблица 3.14 – Схема адресации ПК и внутренних устройств

Устройство	Позиционное обозначение	IPv4	IPv6
IP-телефон	IP1-4	204.146.121.1-4	fd88:9:128:10::1-4
Принтер	P	204.146.121.33	fd88:9:128:100::1
ПК	PC1-43	204.146.121.34-77	fd88:9:128:100::2-45

3.10 Конфигурация L3-коммутатора

Для подключения к коммутатору необходимо использовать RJ-45-to-DB-9 провод и использовать программу для эмуляции терминала.

1) Заменяем имя устройства на соответствующее позиционному обозначению.

```
6100(config)#hostname L3-switch
```

2) Включаем возможность маршрутизации.

```
L3-switch(config)#ip routing
```

3) Создаем VLANs.

```
L3-switch(config)#vlan 33
L3-switch(config-vlan-33)#name admin
L3-switch(config)#vlan 100
L3-switch(config-vlan-100)#name users
L3-switch(config)#vlan 10
L3-switch(config-vlan-10)#name ipph
L3-switch(config)#vlan 20
L3-switch(config-vlan-20)#name wrlls
```

4) Настраиваем интерфейсы и маршрутизацию.

```
L3-switch(config)# interface ge/1
L3-switch(config-if)# no sw
L3-switch(config-if)# ipv6 enable
L3-switch(config-if)# ip address 204.146.121.65/28
L3-switch(config-if)# ipv6 address fd88:9:128:5::1/64
L3-switch(config)# interface vlan 100
L3-switch(config-if)# ipv6 enable
L3-switch(config-if)# ip address 204.146.121.33
L3-switch(config-if)# ipv6 address fd88:9:128:100::48/64
L3-switch(config)# interface vlan 20
L3-switch(config-if)# ipv6 enable
L3-switch(config-if)# ip address 204.146.121.145
L3-switch(config-if)# ipv6 address fd88:9:128:20::6/64
L3-switch(config)# interface vlan 10
L3-switch(config-if)# ipv6 enable
L3-switch(config-if)# ip address 204.146.121.3
L3-switch(config-if)# ipv6 address fd88:9:128:10::10/64
L3-switch(config)# interface vlan 33
L3-switch(config-if)# ipv6 enable
L3-switch(config-if)# ip address 60.177.114.227
L3-switch(config-if)# ipv6 address fd88:9:128:33::40/64
L3-switch(config)# interface range ge/0-3
L3-switch(config-if)# switchport mode access
```

```

L3-switch(config-if)# switchport access vlan 20
L3-switch(config)# interface ge/10
L3-switch(config-if)# switchport mode access
L3-switch(config-if)# switchport access vlan 10
L3-switch(config-if)# exit
L3-switch(config)# interface ge/11
L3-switch(config-if)# switchport mode access
L3-switch(config-if)# switchport access vlan 10
L3-switch(config)# interface GE/5-8
L3-switch(config-if-range)# channel-group 1 mode auto
L3-switch(config-if-range)# tagged vlan 20,100,33
L3-switch(config)# ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 204.146.121.65
255.255.255.192

```

5) Разрешим звонки между SIP абонентами и установим время регистрации.

```

L3-switch(config)# voice
L3-switch(config-voice)# sip
L3-switch(config-voice-sip)# allow calls sip-to-sip
L3-switch(config-voice-sip)# registration expiration 3600

```

7) Создаем расширенный список контроля доступа (ACL) с именем "SIP-ACL". Это позволит контролировать трафик на основе заданных условий. Во-первых, разрешаем UDP-трафик с любого источника и любого назначения с портом назначения 5060 (сигнализация), а также разрешаем UDP-трафик с любого источника и любого назначения в диапазоне портов от 16384 до 32767 (аудио). Указываем, на каких интерфейсах будет действовать созданный ACL.

```

L3-switch(config-voice-sip)# ip access-list extended SIP-ACL
L3-switch(config-voice-sip)# permit udp any any eq 5060
L3-switch(config-voice-sip)# permit udp any any range 16384
32767
L3-switch(config)# interface ge/1
L3-switch(config-if)# ip access-group SIP-ACL in
L3-switch(config)# vlan 10
L3-switch(config-vlan-10)# ip access-group SIP-ACL in

```

8) Необходимо установить приоритет для VoIP трафика. Для этого создаем класс обслуживания с меткой «ef» (используется для голосового трафика). Далее устанавливаем приоритет для VoIP в 30 процентов от пропускной способности интерфейса (300 Мбит/с). Применяем на соответствующие интерфейсы.

```

L3-switch(config)# class-map match-all VoIP
L3-switch(config-cmap)# match ip dscp ef
L3-switch(config)# policy-map QoS-Policy
L3-switch(config-pmap)# class VoIP

```

```
L3-switch(config-pmap-c)# priority percent 30
L3-switch(config)# interface ge/1
L3-switch(config-if)# service-policy input QoS-Policy
L3-switch(config)#vlan 10
L3-switch(config-if)# service-policy input QoS-Policy
```

9) Включаем PoE и устанавливаем, на каких портах необходимо критическое питание.

```
L3-switch(config)# interface range GE/2-12
L3-switch(config-if-range)# poe-power-enable
L3-switch(config)#interfaceGE/2-3,GE/9-12 poe critical
```

10) Настроим адресацию беспроводных устройств.

```
L3-switch (config)#ip dhcp pool vl20
L3-switch(dhcp-config)#netw 204.146.121.95 255.255.255.254
L3-switch (dhcp-config)#default-router 204.146.121.145
L3-switch (dhcp-config)#ip name-server 7.7.7.7
L3-switch(config)# ipv6 nd ra enable vlan 20
L3-switch(config-vlan-20)# ipv6 nd ra enable
```

11) Сохраняем в энергонезависимой памяти все изменения, сделанные в конфигурации:

```
L3-switch# write memory
```

3.11 Конфигурация коммутатора

Способ конфигурации аналогичен L3-коммутатору.

1) Заменяем имя устройства на соответствующее позиционному обозначению.

```
9610(config)# hostname S1
```

2) Создаем VLANs.

```
S1(vlan)# vlan 33
S1(vlan)# vlan 100
```

3) Настраиваем интерфейсы.

```
S1(config)# interface range GE/45-48
S1(config-if-range)# channel-group 1 mode auto
S1(config-if-range)# tagged vlan 100,33
S1(config)# interface range GE/1-42
S1(config-if-range)# switchport mode access
```

```

S1(config-if-range)# switchport access vlan 100
S1(config)# interface vlan 33
S1(config-if)# ipv6 enable
S1(config-if)# ip address 60.177.114.228 255.255.255.240
S1(config-if)# ipv6 address fd88:9:128:33::126/64
S1(config)# interface range GE/43-44
S1(config)# shutdown

```

4) Настроим адресацию для стационарных подключений.

```

S1(config)#ip dhcp pool vl100
S1(dhcp-config)#network 204.146.121.32 255.255.255.192
S1(dhcp-config)#default-router 204.146.121.33
S1(dhcp-config)#ip name-server 1.1.1.1
S1(config)#ip dhcpv6 pool vl100
S1(dhcp-config)#network fd88:9:128:100::/64
S1(dhcp-config)#default-router fd88:9:128:100::48/64
S1(dhcp-config)#ipv6 name-server 5.5.5.5

```

5) Сохраняем в энергонезависимой памяти все изменения, сделанные в конфигурации.

```
S1# write memory
```

3.12 Конфигурация маршрутизатора

Конфигурация происходит по средством использования веб-интерфейса.

1) Открываем веб-браузер и вводим IP-адрес по умолчанию для DSL-520B (192.168.1.1) и вводим учетные данные по умолчанию (admin/admin).

2) Указываем IP адрес маршрутизатора в соответствующих полях. В качестве второго адреса указываем адрес маршрутизатора в административной подсети. Пример на рисунке 3.1.

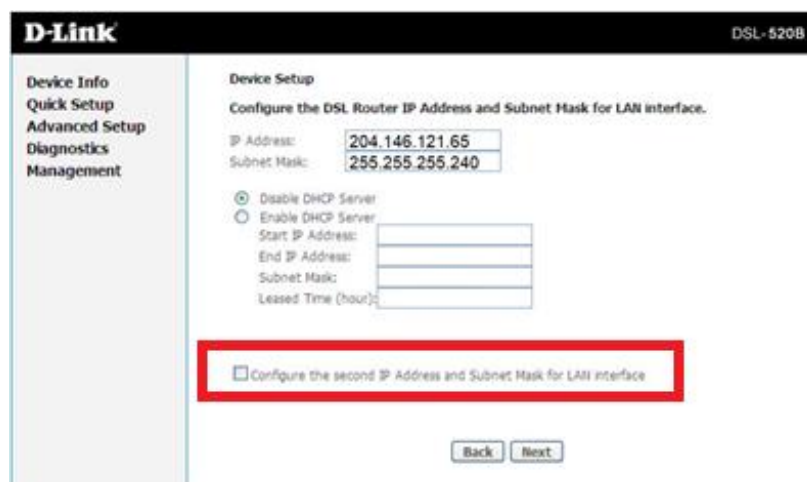


Рисунок 3.1 – Конфигурация маршрутизатора. IP-адреса

3) В режиме «Быстрой установки» необходимо поставить галочку напротив «DSL Auto-connect». Маршрутизатор автоматически выполнит сканирование PVC для обнаружения и установки соединения.

4) Во вкладке «Connection Type» необходимо выбрать тип подключения, который назначит интернет-провайдер. Как правило, для ADSL2+ используется PPPoA, но с учетом статического внешнего IP-адреса это может быть и PPPoE. В любом случае, когда будет известен тип подключения, необходимо будет авторизироваться.

5) Авторизация происходит в разделе с соответствующим названием. Необходимо выбрать «Use Static IP Address» и указать выбранный статический IPv4 адрес. Пример на рисунке 3.2.

Рисунок 3.2 – Конфигурация маршрутизатора. IP-адреса

6) В разделе "Security" выбираем опцию «Allow/Deny IP Addresses» и указываем все разрешенные IP-адреса. Передачу трафика из административной подсети в Интернет запрещаем.

7) В том же разделе выбираем «DDoS Protection» и ставим галочку.

8) Необходимо настроить отправку любого SIP-трафика на SIP-сервер. Для этого выбираем «Virtual Server Setup». В качестве имени, адреса и порта назначения вводим данные, выданные облачным сервером. В качестве протокола указываем SIP.

9) Сохраняем изменения и перезагружаем устройство.

3.13 Конфигурация беспроводных точек доступа

Конфигурация происходит по средством использования мобильного приложения Aruba Instant On.

1) Скачиваем приложение из Google Play. Проходим регистрацию. Необходимо указать адрес электронной почты и задать пароль. После этого зайти на указанный адрес почты и подтвердить регистрацию.

2) Для подключения точки доступа выбираем сначала «Access point», затем вариант, указывающий на то, что точка доступа будет находиться внутри локальной компьютерной сети, далее вводим серийный номер устройства. Пример на рисунках 3.3-3.4

3) При подключении второй точки доступа необходимо выбрать «Extend using a Cable». После этого произойдет автоматический поиск устройства и будет совершено подключение. В случае возникновения ошибки можно также подключить через серийный номер, однако тогда при первичной настройке появится окно, где необходимо выбрать, каким способом было произведено подключение. В данном случае необходимо выбрать «Cable».

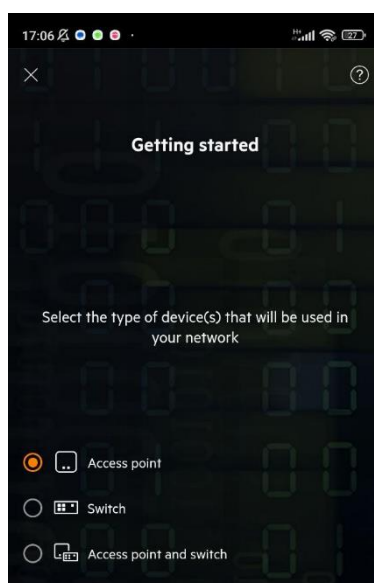


Рисунок 3.3 – Конфигурация точек доступа. Выбор оборудования



Рисунок 3.4 – Конфигурация точек доступа. Выбор подключения

4) Переходим в раздел «Configuration». В поле «Usage» устанавливаем «Employee».

5) В поле «Network name» по умолчанию стоит InstantOn-AB:CD:EF, где AD:CD:EF соответствует последним трем октетам MAC-адреса точки доступа. Меняем на «3D-company». Там же вводим пароль (3Dcompany438643).

6) Выбираем «Ruled by a schedule» и вводим часы работы компании. Таким образом мы ограничили время раздачи беспроводной сети.

7) В поле «Limit bandwidth usage» выбираем «Client» и устанавливаем ограничение 25 Mbps. Лимит скорости будет актуальным для всех клиентов.

8) В поле «Radio» выбираем «2.4 GHz and 5 GHz».

9) Переводим ползунок в активное состояние в поле «Show network».

10) В разделе «IP Configuration» выбираем «Automatic». Этот режим означает, что адресация будет происходить благодаря DHCP.

11) В разделе «IPv6 Address Assignment» выставить флаг Enable Stateless Address Auto-configuration (SLAAC).

12) В поле IPv6 Address /Prefix Length ввести fd88:9:128:20::6/64.

13) Сохраняем изменения и перезагружаем Aruba Instant On AP22 (RW).

3.14 Конфигурация удаленного управления

Для безопасного удаленного управления будет использоваться технология Secure Shell (SSH).

Для этого на S1, S2 и L3-switch прописываем команды.

```
S1(config)#username S1 password hgk94860myjv
S1(config)#authentication ssh login public-key
S1(config)#crypto key generate ssh rsa bit 2048
S2(config)#username S2 password msmcdncd4873gf
S2(config)#authentication ssh login public-key
S2(config)#crypto key generate ssh rsa bit 2048
L3-switch (config)#username L3switch password nfx193htea
L3-switch (config)#authentication ssh login public-key
L3-switch (config)#crypto key generate ssh rsa bit 2048
```

3.15 Конфигурация пользовательских станций

Персональные компьютеры подключаются посредством Ethernet.

1) Для настройки ПК необходимо зайти в панель управления, выбрать раздел «Сеть и Интернет».

2) В разделе «Сетевые подключения» нажать кнопку «Изменение настроек адаптера».

3) В открывшемся окне перейти к настройкам Ethernet, нажать на «IP версии 4», на кнопку свойства.

4) Выбрать «Получить IP-адрес автоматически».

Аналогичным образом настраивается и IPv6 адрес.

Процедуру настройки адресов необходимо повторить на всех персональных компьютерах.

В компьютере администратора шлюз по умолчанию не указываем.

Для настройки спящего режима выполняем следующие действия.

- 1) Необходимо зайти в панель управления, выбрать раздел «Параметры Windows».
- 2) Выбрать раздел «Питание и спящий режим».
- 3) Выставить время неактивности, после которого компьютер переходит в спящий режим, равное 15 минутам.
- 4) Выставить время неактивности, после которого погаснет монитор, равное 10 минутам.

3.16 Конфигурация IP-телефонов

Для начала необходимо создать SIP-сервер, к которому наши телефоны будут обращаться для установки связи.

Самым простым вариантом будет использование облачной платформы. Это позволит избежать закупки отдельного сетевого оборудования, а именно АТС. В качестве платформы была выбрана Twilio [27], которая как раз предназначена для таких целей.

- 1) Создаем аккаунт, вносим такую информацию, как имя транка, доменное имя.
- 2) В качестве шлюза по умолчанию указываем 16.253.126.1/23.
- 2) Регистрируем наши SIP-аккаунты (см. таблицу 3.15).
- 3) Сохраняем настройки.

Конфигурация IP-телефонов осуществляется посредством веб-интерфейса.

- 1) Открываем веб-браузер и вводим IP-адрес по умолчанию для Cisco SPA301 (192.168.0.1) и вводим учетные данные по умолчанию (admin/admin).
- 2) Необходимо перейти в раздел сетевых настроек «Network».
- 3) Вводим значения IP-адресов, масок, доменное имя.
- 4) Для настройки PoE необходимо перейти в раздел «System» и выбрать «Power Options».
- 5) В настройках питания выбираем опцию «Power over Ethernet (PoE)».
- 6) Сохраняем настройки.

Таблица 3.15 – SIP-аккаунты

Название	Номер	IPv4	IPv6
IP1	101	204.146.121.1/27	fd88:9:128:10::1/64
IP2	102	204.146.121.2/27	fd88:9:128:10::2/64
IP3	103	204.146.121.3/27	fd88:9:128:10::3/64
IP4	104	204.146.121.4/27	fd88:9:128:10::4/64

4 ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТРУКТУРИРОВАННОЙ КАБЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

В разделе структурированной компьютерной сети будет описано как будет происходить монтаж и размещение оборудования.

Монтажная схема представлена в приложении В.

4.1 План помещения

Помещение имеет прямоугольную форму с соотношением сторон 1:2 и площадь около 280 квадратных метров.

В здании имеются следующие комнаты:

- Кабинет 101 – офисный зал, основное место работы компании. Рассчитано, что здесь будет работать 36 человек, также на потолке протянут в коробе под фальшпотолком кабель к точке доступа, один IP-телефон, а также телекоммуникационный шкаф (M1), содержащий коммутатор (S2).

- Кабинет 102 – комната системного администратора. Рассчитано на одно рабочее место и один IP-телефон.

- Кабинет 103 – переговорная. Рассчитано, что тут будет располагаться один IP-телефон, один ПК и один принтер.

- Кабинет 104 – комната руководства. Рассчитано, что тут будет располагаться пять компьютеров, два принтера, один IP-телефон, также на потолке протянут в коробе под фальшпотолком кабель к точке доступа.

- Кабинет 105 – серверная, тут располагается телекоммуникационный шкаф (M2), в котором находятся L3-коммутатор (L3-switch), коммутатор (S1) и маршрутизатор (Router).

- Кабинет 106 – зона отдыха.

Количество и расположение IP-телефонов обусловлено обеспечением возможности быстрой связи сотрудников с системным администратором в случае возникновения проблем, а также в целом обеспечения коммуникации между отделами.

4.2 Расчет качества покрытия беспроводной сетью

Для выбора количества точек доступа необходимо рассчитать покрытие беспроводной сетью всех помещений в организации.

Качество обслуживания беспроводных клиентов напрямую зависит от мощности сигнала в точке обслуживания и может быть оценена по следующей шкале.

- до -30 дБм – идеальный сигнал;
- от -30 до -50 дБм – отличный сигнал;
- от -50 до -60 дБм – комфортный сигнал для большинства задач;
- -67 дБм – минимальный уровень сигнала для HD-видео и голосовой

связи;

– до -70 дБм – слабый сигнал, достаточный для email и легкого интернет-серфинга;

– от -70 до -80 дБм – сигнал нестабильный, возможна передача коротких текстовых сообщений;

– до -90 дБм – сигнала почти нет, пользоваться сетью почти невозможно.

Будем считать, что соседние здания находятся на расстоянии, достаточном для того, чтобы беспроводные сети, организованные в них, не влияли на разрабатываемую сеть.

Для расчета затухания радиоволн в беспрепятственной воздушной среде используем упрощенную формулу:

$$L = 32,44 + 20 \lg(F) + 20 \lg(D), \text{ дБ}, \quad (4.1)$$

где F – частота сигнала в ГГц, D – расстояние в метрах от точки доступа. Здание имеет прямоугольную форму с соотношением сторон 1:2.

Для минимизации расстояния для всех возможных пользователей, точка размещается в центре этажа, на потолке.

Высоту потолка примем 2,5 м, расстояние до стен – 23,7 м и 11,9 м. Рассчитаем расстояние до нижнего угла помещения:

$$D = \sqrt{l^2 + w^2 + h^2} = \sqrt{2,5^2 + 23,7^2 + 11,9^2} = 26,64 \text{ м}, \quad (4.2)$$

где l – длина, w – ширина, h – высота.

Рассчитаем затухание радиоволн $L_{2,4}$ для частоты 2,4 ГГц L_5 для частоты 5 ГГц по формуле (3.1):

$$L_{2,4 \text{ макс}} = 32,44 + 20 \lg(2,4) + 20 \lg(26,64) = 68,55 \text{ дБ}; \quad (4.3)$$

$$L_{5 \text{ макс}} = 32,44 + 20 \lg(5) + 20 \lg(26,64) = 74,93 \text{ дБ}; \quad (4.4)$$

Необходимо учесть затухание сигнала при прохождении конструктивных элементов здания.

Внутренние стены состоят из кирпича, максимальное количество препятствующих стен равно двум. Таким образом, затухание радиоволн при прохождении через стены: 8,88 дБ и 29,24 дБ.

Согласно документации, мощность излучения точки на частоте 2,4 ГГц составляет 23 дБм, на частоте 5 ГГц – 27,31 дБм. Тогда минимальная мощность сигнала S_1 (2,4 ГГц), S_2 (5 ГГц) в самой удаленной точке помещения исходя из мощности передатчика $P_{2,4}$ (2,4 ГГц), P_5 (5 ГГц) будет равна:

$$S_2 = P_{2,4} + U_{2,4} - L_{2,4 \text{ макс.}} - L_{2,4 \text{ макс.ст.}} = 23 \text{ дБм} + 1,9 \text{ дБи} - 68,55 \text{ дБ} - 8,88 \text{ дБ} = -52,53 \text{ дБм}; \quad (4.5)$$

$$S_2 = P_5 + U_5 - L_{5 \text{ макс.}} - L_{5 \text{ макс.ст.}} = 27,31 \text{ дБм} + 3,7 \text{ дБи} - 74,93 \text{ дБ} - 29,24 \text{ дБ} = -73,16 \text{ дБм.} \quad (4.6)$$

Данный результат говорит о том, что использование одной точки доступа недостаточно. Разделим помещение по длине на две равные зоны и подсчитаем для них. В первом случае количество препятствующих стен будет равно одной, во втором случае двум.

$$D_{1/2} = \sqrt{l^2 + w^2 + h^2} = \sqrt{2,5^2 + 11,85^2 + 11,9^2} = 16,97 \text{ м}; \quad (4.7)$$

$$L_{1/2(2,4 \text{ макс})} = 32,44 + 20 \lg(2,4) + 20 \lg(26,64) = 64,63 \text{ дБ}; \quad (4.8)$$

$$L_{1/2(5 \text{ макс})} = 32,44 + 20 \lg(5) + 20 \lg(26,64) = 71,01 \text{ дБ}; \quad (4.9)$$

$$S_{1.1} = P_{2,4} + U_{2,4} - L_{1/2(2,4 \text{ макс})} - L_{2,4 \text{ макс.ст.}} = 23 \text{ дБм} + 1,9 \text{ дБи} - 60,39 \text{ дБ} - 4,44 \text{ дБ} = -44,17 \text{ дБм.}; \quad (4.10)$$

$$S_{2.1} = P_5 + U_5 - L_{1/2(5 \text{ макс})} - L_{5 \text{ макс.ст.}} = 27,31 \text{ дБм} + 3,7 \text{ дБи} - 61,26 \text{ дБ} - 14,62 \text{ дБ} = -54,63 \text{ дБм.}; \quad (4.11)$$

$$S_{1.2} = P_{2,4} + U_{2,4} - L_{1/2(2,4 \text{ макс})} - L_{2,4 \text{ макс.ст.}} = 23 \text{ дБм} + 1,9 \text{ дБи} - 60,39 \text{ дБ} - 8,88 \text{ дБ} = -44,37 \text{ дБм.}; \quad (4.12)$$

$$S_{2.2} = P_5 + U_5 - L_{1/2(5 \text{ макс})} - L_{5 \text{ макс.ст.}} = 27,31 \text{ дБм} + 3,7 \text{ дБи} - 61,26 \text{ дБ} - 29,24 \text{ дБ} = -64,24 \text{ дБм.}; \quad (4.13)$$

Получается, что минимальная мощность Wi-Fi сигнала будет находиться в диапазоне от -44 до -64 дБм, что обеспечивает приемлемый уровень сигнала.

4.3 Размещение и монтаж оборудования

Беспроводные точки доступа расположены в количестве 2 единиц. Они будут закреплены на потолке при помощи монтажного комплекта.

В инструкции по эксплуатации от Aruba [28] приведены следующие рекомендации.

- 1) Не устанавливать коммутатор на стене, под столом или под другой горизонтальной поверхностью.
- 2) Устанавливать устройства в стойке или шкафу как можно ниже.
- 3) Необходимо оставить зазор не менее 7,6 см для вентиляции.
- 4) Обслуживаемое оборудование должно располагаться таким образом, чтобы органы управления и индикаторы находились на высоте около 1,7

метров от уровня чистого пола.

5) Максимальная высота расположения необслуживаемого настенного оборудования должна быть около 2,4 метра от пола. При этом величина зазора между верхней поверхностью шкафа и потолком должна быть не менее 150 мм.

Таким образом, необходимо организовать физическую защиту сетевого оборудования.

В серверной будет находиться телекоммуникационный шкаф (M1) с L3-коммутатором, коммутатором и маршрутизатором. Допустимая нагрузка на верхний дюбель при креплении оборудования аппаратной к вертикальным поверхностям, сделанным из кирпича, согласно рекомендациями по разработке СКС [29], равна 150 Н. Общий вес перечисленного оборудования, согласно документациям, равен 128,38 Н. Вес подходящего шкафа, а именно 9U C096052GWTWOF-RU [30] равен 142 Н. С учетом того, что крепление будет производиться с использованием минимум четырех дюбелей, то нагрузка будет распределена равномерно между ними. Оказываемый вес на верхний крепежный элемент равен 67,6 Н, что удовлетворяет требованиям.

Данный шкаф также обладает замком на двери, что позволит защитить оборудование от посторонних людей, так как ключ будет только у администратора.

Внутренняя организация: в самом низу L3-коммутатор, по середине коммутатор, сверху маршрутизатор.

Рекомендуемое размещение шкафа: 1,65 м от пола, не менее 20 см от боковой стены.

Рекомендации по монтажу: использование консольного крепежа для обеспечения зазора не менее 7,6 см;

Коммутатор в офисном зале также расположен в настенном телекоммуникационном шкафу (M2) 4U M046045GWTWOF [31]. В нем присутствует верхняя и боковая вентиляция и замок на двери.

Рекомендуемое расположение: 1,8 м от пола; не менее 20 см от боковой стены.

Рекомендации по монтажу: использование консольного крепежа для обеспечения зазора не менее 7,6 см;

4.4 Обеспечение повышенной пожарной безопасности

Одно из требований заказчика заключается в обеспечении пожарной безопасности сети. С учетом этого требования необходимо соблюдать ГОСТ 31565-2012 «Кабельные изделия. Требования пожарной безопасности» [32] при установке кабельной системы. Кабельные изделия категории FRLSLTx и FRHFLTx являются наиболее пожаробезопасными.

В соответствии с указанными требованиями было принято решение организовать кабельную систему на основе кабеля категории 5е для соединений Gigabit Ethernet. Используется кабель ParLan F/UTP Cat5e PVCLS

нг(А)-FRLSLTx 4х2х0,52 с фольгированной витой парой, который обеспечивает работоспособность в течение 180 минут в условиях пожара.

Также были выбраны огнеупорные каналы ЭкоПласт МЕХ Е15-Е110. Маркировка «Е15-Е110» [33] означает, что изделие выдерживает напор огня от 15 до 110 минут, чего вполне хватит для удовлетворения потребностей заказчика.

В проектируемой локальной компьютерной сети прокладка кабельной подсистемы будет осуществляются вдоль стен под фальшполом [34]. Минимальный предел огнестойкости плит должен быть 30 минут, опоры и стойки должны быть несгораемыми, в то время как покрытие пола допускается выполнять из сгораемых материалов. Таким образом, рекомендуется использование плит из цемента или гипса, опор и стоек из стали.

Дверь технического помещения, в данном случае серверной, согласно инструкции СН 512-78, пункт 3.10 [35], должна быть и изготовлена из трудно сгораемого материала толщиной не менее 40 мм без внутренних пустот и должна иметь предел огнестойкости не менее 0,6 часов. Для снижения затрат рекомендуется использование традиционной деревянной двери, покрытой слоем асбеста и оббитой листовой сталью с обеих сторон толщиной не менее 4 мм.

Перечень оборудования представлен в приложении Г.

4.5 Обеспечение энергосбережения

Для обеспечения энергосбережения были сделаны следующие действия.

1) Обеспечение питания и контроля энергопотребления таких устройств, как беспроводные точки доступа и IP-телефоны по технологии PoE.

2) Выбор оборудования (коммутаторы, маршрутизатор, принтеры) и комплектующих (блоки питания) с низкими показателями потребляемой мощности.

3) Обеспечение эффективного охлаждения сетевого оборудования согласно рекомендациям производителя по средством использования телекоммуникационных шкафов с соответствующими характеристиками.

4) Установка режима работы беспроводных точек доступа только в рабочие часы компании.

5) Разделение нагрузки между узлами.

6) Выключение незадействованных портов.

7) Установка на ПК времен неактивности, при которых гаснет монитор и происходит переход в спящий режим.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

теоретические навыки проектирования вычислительной локальной сети. Во время выполнения курсовой работы созданы локальные сети компании, занимающейся разработкой 3D-приложений.

Для написания данной курсовой работы сначала были изучены такие новые технологии, как ADSL2+ и PoE, а также принцип работы IP-телефонов. Затем, были проанализированы потребности разрабатываемой локальной компьютерной сети и была составлена структурная схема. Далее были изучены различные модели сетевого оборудования от Aruba/HPE, а также от TP-Link и Cisco.

Следующим шагом был подбор клиентского оборудования. Были выбраны комплектующие оконечных устройств. Для персональных компьютеров были подобраны системные блоки с необходимыми сетевыми картами, мониторы, клавиатуры, мыши. Также в соответствии с требованиями в топологию были помещены черно-белые принтеры и IP-телефоны.

Изучив документации выбранных устройств, была произведена их конфигурация.

В ходе изучения проектирования структурированный кабельной системы были выбраны кабели и каналы, удовлетворяющие условию заказчика по обеспечению пожарной безопасности. Размещение сетевого оборудования происходило в соответствии с рекомендациями производителя.

В курсовой работе представлены необходимое оборудование, структурная, функциональная схемы, планы этажей и спецификация оборудования и материалов, необходимых для построения локальной компьютерной сети. Выбранное оборудование соответствует всем стандартам качества, надежности, с учетом цены и зарекомендовало себя как одно из лучших во множестве организаций.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- [1] Официальный сайт Международного союза электросвязи [Электронный ресурс]. – Электронные данные – Режим доступа: <https://www.itu.int/rec/T-REC-G.992.5-200901-I/en> – Дата доступа: 12.10.2022
- [2] IP-телефония [Электронный ресурс]. – Основы IP-телефонии, базовые принципы, термины и протоколы – Режим доступа: <https://habr.com/ru/articles/183152/> – Дата доступа: 10.10.2023
- [3] PoE [Электронный ресурс] – Электронные данные – Режим доступа: <https://habr.com/ru/companies/zyxel/articles/485842/> – Дата доступа: 12.10.2023
- [4] D-LINK DSL-520B [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <https://catalog.onliner.by/dslmodem/dlink/dsl520b> – Дата доступа: 14.10.2023
- [5] Aruba 2930M 8G PoE+ (JL319A) [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <https://www.kns.ru/kommutator-hp-aruba-2930m-jl319a/> – Дата доступа: 14.10.2023
- [6] Aruba Instant On AP22 (RW) [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <https://market.yandex.by/product--wi-fi-tochka-dostupa-hpe-aruba-instant-on-ap22> – Дата доступа: 14.10.2023
- [7] HP LaserJet Pro M404dn [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <https://catalog.onliner.by/printers/hp/w1a53a> – Дата доступа: 15.10.2023
- [8] Cisco SPA301 [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: https://ledpremium.by/catalog/cisco_sb_spa301_g2 – Дата доступа: 15.10.2023
- [9] AMD Ryzen 5 5600X [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <https://gpon-olt.ru/amd-ryzen.pdf> – Дата доступа: 15.10.2023
- [10] Corsair Vengeance LPX DDR4 [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <https://catalog.onliner.by/dram/corsair/cmk16gx4m2b3200> – Дата доступа: 15.10.2023
- [11] NVIDIA GeForce RTX 3060 [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <https://catalog.onliner.by/nvidia/jets/jet15i8400d8h10j> – Дата доступа: 06.11.2023
- [12] MSI B550 ТОМАНАВК [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <https://catalog.onliner.by/msi/10onfc464sb> – Дата доступа: 08.11.2022
- [13] Corsair C550 [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <https://catalog.onliner.by/corsair/p2207> – Дата доступа: 08.11.2022
- [14] Kingston A2000 NVMe SSD [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <https://catalog.onliner.by/tv/skylinetv/40lst5970> – Дата доступа: 10.11.2022

- [15] ViewSonic VX2457-MHD [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: https://data.kommago.nl/files/pdf/zyxel_gs1200-5_gs1200-8_datasheet.pdf – Дата доступа: 10.11.2022
- [16] Cooler Master MasterBox Q300L [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <https://www.belus.by/upload/8149005d4202.pdf> – Дата доступа: 11.11.2023
- [17] AMD Ryzen 3 3200G [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: https://download.zyxel.com/NBG-418N_v2/datasheet/NBG-418N%20v2_3.pdf – Дата доступа: 11.11.2023
- [18] Kingston HyperX Fury DDR4 [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <https://download.kingston.com/datasheet/NBG.pdf> – Дата доступа: 11.11.2023
- [19] NVIDIA GeForce RTX 3060 [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <https://catalog.onliner.by/nvidia/jets/jet15i8400d8h10j> – Дата доступа: 11.11.2023
- [20] NVIDIA GeForce RTX 3060 [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <https://catalog.onliner.by/nvidia/jets/jet15i8400d8h10j> – Дата доступа: 11.11.2023
- [21] Corsair CX450 [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <https://catalog.onliner.by/corsair/cx450> – Дата доступа: 12.11.2023
- [22] Seagate Barracuda 1 ТБ HDD [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <https://catalog.onliner.by/seagate/barracuda> – Дата доступа: 12.11.2023
- [23] Acer R221Q [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <https://catalog.onliner.by/acer/r221q> – Дата доступа: 12.11.2022
- [24] Cooler Master MasterBox Q300L [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <https://catalog.onliner.by/cooler/q300l> – Дата доступа: 12.11.2022
- [25] Nakatomi KMG-2305U [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <https://catalog.onliner.by/nakatomi/kmg> – Дата доступа: 13.11.2022
- [26] HP LaserJet Pro M404dn [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <https://catalog.onliner.by/printers/hp/w1a53a> – Дата доступа: 15.11.2023
- [27] Twilio [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <https://catalog.onliner.by/printers/hp/w1a53a> – Дата доступа: 18.11.2023
- [28] Инструкция по эксплуатации [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <https://www.arubanetworks.co/switches/2930/2930M.pdf> – Дата доступа: 20.11.2023
- [29] Руководство администратора. «Гедымин» 1.0 [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <https://gsbelarus.com/content/>

-downloads/doc/kks_dev.pdf – Дата доступа: 20.11.2023

[30] 9U C096052GWTWOF-RU [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <https://activsb.by/katalog/nastennye-shkafy/9u-vysota-500mm/shkaf-19-nastennyj-9u-seryj-c096052gwtwof-ru.html> – Дата доступа: 20.11.2023

[31] 4U M046045GWTWOF [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <https://activsb.by/katalog/nastennye-shkafy/4u-vysota-270mm/shkaf-19-nastennyj-4u-seryj-m046045gwtwof.html> – Дата доступа: 21.11.2023

[32] ГОСТ 31565-2012 [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <https://stv39.ru/pdf/normativnye-dokumenty-po-electronike/gost-31565-2012.pdf> – Дата доступа: 22.11.2023

[33] Огнестойкая кабельная линия [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <https://www.tinko.ru/catalog/download.php?file=73C47C8EF528E62DDB1E97657BA37AA8.pdf&prodid=34829> – Дата доступа: 22.11.2023

[34] Основы СКС [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <https://studylib.ru/doc/6217472/samarskij-osnovy-kabel.nyh-sistem> – Дата доступа: 25.11.2023

[35] СН 512 - 78 [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <https://ohranatruda.ru/upload/iblock/59a/4294854761.pdf> – Дата доступа: 26.11.2023

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(Обязательное)

Схема СКС структурная

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
(Обязательное)

Схема СКС функциональная

ПРИЛОЖЕНИЕ В
(Обязательное)

План этажа. Схема монтажная

ПРИЛОЖЕНИЕ Г
(Обязательное)

Перечень оборудования

ПРИЛОЖЕНИЕ Д
(Обязательное)

Ведомость документов