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 | Прямоугольная (с соотношением сторон 1:2), 1, 280 |
| Количество стационарных пользователей̆, 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](#_Toc153781302)

[1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ 5](#_Toc153781303)

[1.1 ADSL2+ 5](#_Toc153781304)

[1.2 IP-телефоны 6](#_Toc153781305)

[1.3 PoE 7](#_Toc153781306)

[2 РАЗРАБОТКА СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ 8](#_Toc153781307)

[2.1 Блок подключения к Интернету 8](#_Toc153781308)

[2.2 Блок маршрутизации 8](#_Toc153781309)

[2.3 Блок коммутации 9](#_Toc153781310)

[2.4 Блок проводных подключений 9](#_Toc153781311)

[2.5 Блок беспроводных подключений 9](#_Toc153781312)

[3 РАЗРАБОТКА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ 10](#_Toc153781313)

[3.1 Производитель сетевого оборудования 10](#_Toc153781314)

[3.2 Выбор модели маршрутизатора 10](#_Toc153781315)

[3.3 Выбор модели L3-коммутатора 11](#_Toc153781316)

[3.4 Выбор модели коммутаторов 12](#_Toc153781317)

[3.5 Выбор модели беспроводной точки доступа 12](#_Toc153781318)

[3.6 Выбор модели рабочих станций 13](#_Toc153781319)

[3.7 Выбор модели IP-телефонов 16](#_Toc153781320)

[3.8 Выбор моделей принтеров 16](#_Toc153781321)

[3.9 Схема адресации 17](#_Toc153781322)

[3.10 Конфигурация L3-коммутатора 19](#_Toc153781323)

[3.11 Конфигурация коммутатора 21](#_Toc153781324)

[3.12 Конфигурация маршрутизатора 22](#_Toc153781325)

[3.13 Конфигурация беспроводных точек доступа 23](#_Toc153781326)

[3.14 Конфигурация удаленного управления 24](#_Toc153781327)

[3.15 Конфигурация пользовательских станций 25](#_Toc153781328)

[3.16 Конфигурация IP-телефонов 25](#_Toc153781329)

[4 ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТРУКТУРИРОВАННОЙ КАБЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ 27](#_Toc153781330)

[4.1 План помещения 27](#_Toc153781331)

[4.2 Расчет качества покрытия беспроводной сетью 27](#_Toc153781332)

[4.3 Размещение и монтаж оборудования 29](#_Toc153781333)

[4.4 Обеспечение повышенной пожарной безопасности 30](#_Toc153781334)

[4.5 Обеспечение энергосбережения 31](#_Toc153781335)

[ЗАКЛЮЧЕНИЕ 32](#_Toc153781336)

[СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ 33](#_Toc153781337)

[ПРИЛОЖЕНИЕ А 36](#_Toc153781338)

[ПРИЛОЖЕНИЕ Б 37](#_Toc153781339)

[ПРИЛОЖЕНИЕ В 38](#_Toc153781340)

[ПРИЛОЖЕНИЕ Г 39](#_Toc153781341)

[ПРИЛОЖЕНИЕ Д 40](#_Toc153781342)

# 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;

1. Описание конфигурации выбранных устройств;
2. Разработка структурной кабельной системы.

# 1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Для выполнения курсовой работы использовалась учебная и научная литература, различные электронные ресурсы: статьи, документы и материалы производителей сетевого оборудования.

## 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 ассиметрична, 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 аудио-сигналов 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 компьютерный 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 (HPE) и Aruba Networks (Aruba). При использовании устройств других производителей выбор будет делаться в соответствии с репутацией на рынке.

## 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 | * 2 порта Ethernet 10/100/1000 Мбит/с * 1 порт RJ-11 |
| хDSL | * ADSL2+ |
| Дополнительно | * Брандмауэр * IP-forwarding * 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 | * 12 портов 10/100/1000BASE-T Ethernet с поддержкой PoE (802.3at) * 4 комбинированных порта 10/100/1000BASE-T/SFP |
| Поддержка протоколов маршрутизации | * Статическая маршрутизация * RIP * 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 | * Web (HTTP) * CLI |
| Интерфейсы | * 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. Данная фирма относится к сфере IT, а указанное в требованиях заказчика максимальное количество мобильных подключений равно 43. Параметром, который отображает скорость передачи данных WiFi, является используемый стандарт. Для обеспечения высокой скорости беспроводного соединения точка доступа должна поддерживать стандарт WiFi 5 (802.11ac) и выше.

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 |
| Поддержка PoE | Есть |
| 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 | * от 6 ядер * частота от 3 ГГц * кэш-память L3 от 32 МБ * поддержка AVX и SSE инструкций | * 6 ядер * частота до 4.6 ГГц * кэш-память 32 МБ * поддержка SSE и AVX инструкций |
| Оперативная память | * емкость не менее 16 ГБ * частота от 2400 МГц до 3200 МГц * тип памяти DDR4 | * емкость не менее 16 ГБ * частота от 2400 МГц до 3200 МГц * тип памяти DDR4 |
| Графическая карта | * видеопамять 12 ГБ * ядер CUDA от 3584 * пропускная способность памяти 360 ГБ/с | * видеопамять 12 ГБ * ядер CUDA 3584 * пропускная способность памяти 360 ГБ/с |
| Материнская плата | * сокет AM4 * чипсет AMD B550 или X570 * слоты памяти DDR4 * встроенный сетевой контроллер | * сокет AM4 * чипсет AMD B550 * слоты памяти DDR4 * Realtek RTL 8125B |
| Блок питания | 550 Вт | 550 Вт |
| Жесткий диск | * емкость 500 ГБ * интерфейс NVMe | * емкость 1 TБ * интерфейс NVMe |
| Корпус | * 6 вентиляторов * 3 х USB * размер 350 x 200 x 350 мм * сталь | * 6 вентиляторов * 4 х USB * размер 387 x 230 x 378 мм * сталь |
| Монитор | * разрешение Full HD * 24 дюйма * поддержка 8-битного цвета | * разрешение Full HD * 24 дюйма * поддержка 8-битного цвета |
| Клавиатура и мышь | Проводной тип соединений | Проводной тип соединения |

На схеме имеет позиционное обозначение «PСd».

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 * Realtek RTL8111H |
| Блок питания | 450 Вт | 450 Вт |
| Жесткий диск | * емкость 500 ГБ | * емкость 500 ГБ |
| Корпус | * 1 вентилятор * 3 х USB * размер 350 x 200 x 350 мм * сталь | * 1 вентилятор * 3 х 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 «PСo».

## 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 | G.722, G.711, G.723, 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 15-20 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 | 18 страниц в минуту |
| Максимальная месячная нагрузка | 7000 страниц в месяц |
| USB | Есть |
| Потребляемая мощность | 300 Ватт |

На схеме имеет позиционное обозначение «P»

## 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 внутренних устройствах.

Так как использование технологии PoE подразумевает возможность мониторинга состояния питания, то необходима частная административная подсеть. Для нее выбираем адрес 60.177.114.224/28. Данная подсеть также будет использована для настройки возможности удаленной конфигурации сетевого оборудования.

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 wrlss

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 range ge/8-10

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) 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

8) 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

9) 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-vlan-20)# ipv6 nd autoconfig

L3-switch(config-vlan-20)# ipv6 nd prefix fd88:9:128:20::/64 86400 43200

10) 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) В разделе «Сеть/Соединения» во вкладке «LAN» указываем IPv4 адрес маршрутизатора в соответствующих полях. В качестве второго адреса указываем адрес маршрутизатора в административной подсети. Пример на рисунке 3.1. То же проделываем и с IPv6 адресом.

Рисунок 3.1 – Конфигурация маршрутизатора. IP-адреса

3) Вo вкладке «WAN» необходимо выбрать ADSL, а также поставить галочку напротив «Статический IP адрес» и ввести 16.253.126.1/23.

4) Во вкладке «Физический уровень» необходимо выбрать тип подключения, инкапсуляцию, которые назначит интернет-провайдер.

5) В разделе «Дополнительно/ADSL» необходимо выбрать ADSL2+. Пример на рисунке 3.2.

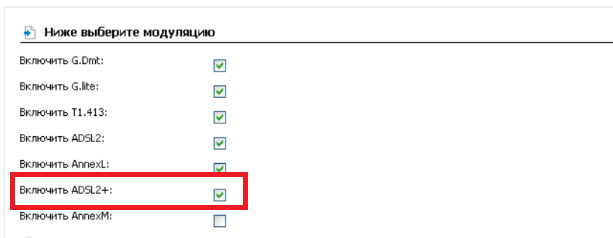


Рисунок 3.2 – Конфигурация маршрутизатора. Выбор стандарта

6) В разделе "Безопасность" выбираем опцию «Межсетевой экран/IP-фильтры». Необходимо разрешить VLAN100 просмотр веб-страниц. Для этого вводим необходимую информацию. Пример на рисунке 3.3

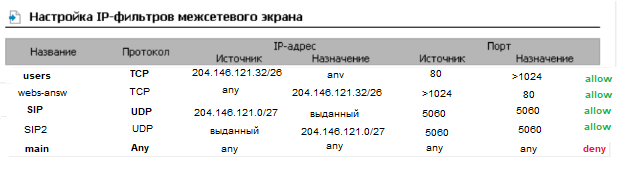


Рисунок 3.3 – Конфигурация маршрутизатора. Фильтрация

7) Необходимо настроить отправку любого SIP-трафика из локальной сети на SIP-сервер. Для этого выбираем «IP forwarding». В качестве имени, адреса и порта назначения вводим данные, выданные облачным сервером. В качестве протокола указываем SIP.

8) Сохраняем изменения.

## 3.13 Конфигурация беспроводных точек доступа

Конфигурация происходит по средством использования мобильного приложения Aruba Instant On.

1) Скачиваем приложение из Google Play. Проходим 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 3.4-3.5.

3) Для подключения второй точки доступа необходимо выбрать «Extend using a Cable». После этого произойдет автоматический поиск устройства и будет совершено подключение.

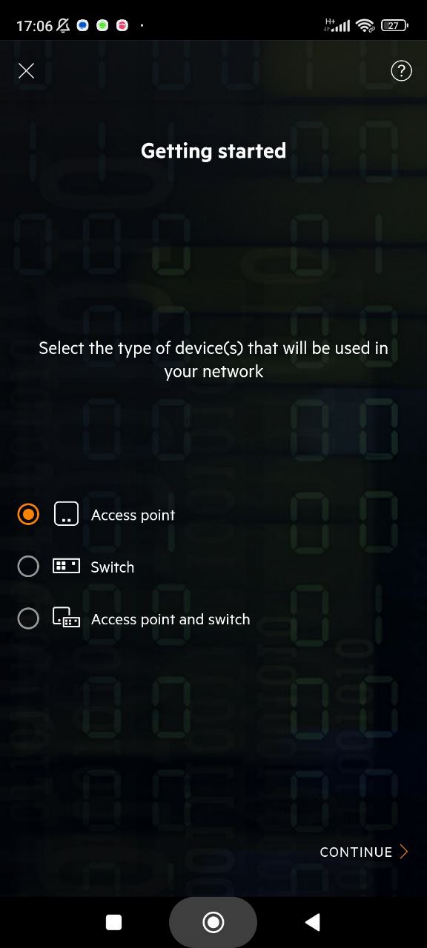


Рисунок 3.4 – Конфигурация точек доступа. Выбор оборудования

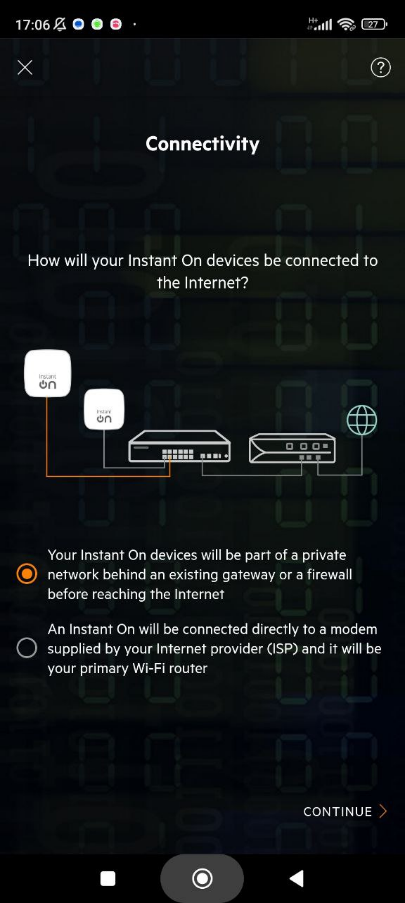


Рисунок 3.5 – Конфигурация точек доступа. Выбор подключения

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

5) В поле «Network name» вводим на «3D-company».

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 состоянии в поле «Show network».

10) В разделе «IP Configuration» выбираем «Automatic». Этот режим означает, что адресация будет происходить благодаря DHCP. В качестве IP внешнего DHCP сервера указываем 204.146.121.145/26.

11) В разделе «IPv6 Address Assignment» выставить флаг Enable Stateless

Address Auto-configuration (SLAAC).

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

13) Сохраняем изменения.

## 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)#aunthentication ssh login public-key

S1(config)#crypto key generate ssh rsa bit 2048

S2(config)#username S2 password msmcdncd4873gf

S2(config)#aunthentication ssh login public-key

S2(config)#crypto key generate ssh rsa bit 2048

L3-switch (config)#username L3switch password nfx193htea

L3-switch (config)#aunthentication 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 «Пераметры 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.

5) Сохранить изменения.

## 3.16 Конфигурация IP-телефонии

Для начала необходимо создать SIP-сервер, к которому наши телефоны будут обращаться для установки связи. Самым простым вариантом будет использование виртуальной АТС. Это позволит избежать закупки отдельного оборудования.

В качестве платформы была выбрана Phonet [27], которая как раз предназначена для таких целей.

Помимо базовых функций управления SIP-аккаунтами, данная платформа предоставляет возможность отслеживать время и длительность звонков.

Неизвестно, планируются ли звонки вне локальной сети, поэтому нет необходимости регистрировать полноценные номера.

1) Создаем аккаунт.

2) В нашей сети только четыре IP-телефона, по этой причине нет смысла оформлять тариф выше базового.

3) В качестве шлюза по умолчанию указываем 16.253.126.1/23.

4) Регистрируем наши SIP-аккаунты (см. таблицу 3.15).

5) В качестве кодека выбираем G.711A

6) Сохраняем настройки.

Конфигурация IP-телефонов осуществляется посредством веб-интерфейса.

Отображаемое имя будет таким же, как и номер.

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) Переходим во вкладку настройки SIP-аккаунта.

3) Вводим значения IP-адресов, отображаемое имя.

4) Вводим адрес SIP-сервера, SIP-идентификатор пользователя, выданный сервером.

5) В качестве кодека выбираем G.711A

6) Вводим номера, выданные сервером.

7) Сохраняем настройки.

Таким образом, при звонке весь трафик сигнализации будет отправляться на виртуальную АТС. Та, обработав запрос и сверив со своей базой данных, отправит сигнал на вызываемое устройство для установки соединения.

Передача голосового трафика будет происходить с использованием RTP, работающим непосредственно между двумя устройствами.

Таблица 3.15 – SIP-аккаунты

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Название | Отображаемое имя | Короткий номер | IPv4 | IPv6 |
| IP1 | 101 | 101 | 204.146.121.1/27 | fd88:9:128:10::1/64 |
| IP2 | 102 | 102 | 204.146.121.2/27 | fd88:9:128:10::2/64 |
| IP3 | 103 | 103 | 204.146.121.3/27 | fd88:9:128:10::3/64 |
| IP4 | 104 | 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 имеется 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:

(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:

(4.2)

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

Рассчитаем затухание радиоволн L2,4 для частоты 2,4 ГГц L5 для частоты 5 ГГц по формуле (3.1):

(4.3)

(4.4)

Необходимо учесть затухание сигнала при прохождении конструкционных 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 дБ, на частоте 5 ГГц – 27,31 дБ.

Тогда минимальная мощность сигнала *S1* (2.4 ГГц), *S2* (5 ГГц) в самой удаленной точке помещения исходя из мощности передатчика *P2,4* (2.4 ГГц), *P5* (5 ГГц) будет равна:

= +– – = 23 дБ +1,9 дБ – 68,55 дБ –

– 8,88 дБ = – 52,53 дБ (4.5)

= +  *–* – *.*= 27,31 дБ + 3,7 дБ – 74,93 дБ –

– 29,24 дБ = – 73,16 дБ. (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.

(4.7)

(4.8)

(4.9)

= +–– 23 дБ +1,9 дБ – 60,39 дБ –

– 4,44 дБ = –44,17 дБ (4.10)

= + *–* – = 27,31 дБ + 3,7 дБ –дБ –

– 14,62 дБ = – 54,63 дБ (4.11)

= +– – = 23 дБ +1,9 дБ – 60,39 дБ –

– 8,88 дБ = –44,37 дБ (4.12)

= + *–* – 27,31 дБ + 3,7 дБ – дБ –

– 29,24 дБ = – 64,24 дБ (4.13)

Получается, что минимальная мощность Wi‑Fi сигнала будет находиться в диапазоне от -44 до -64 дБ, 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 (М1) с L3-коммутатором, коммутатором и маршрутизатором. В качестве модели был выбран стоечный шкаф 18U B186060BWTWOF-RU [28].

Данный шкаф 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: не менее 20 см от боковой стены и 8 см от задней.

Коммутатор в офисном зале также расположен в настенном телекоммуникационном шкафу (M2) 4U M046045GWTWOF [31]. Допустимая нагрузка на верхний дюбель при креплении оборудования аппаратной к вертикальным поверхностям, сделанным из кирпича, согласно рекомендациями по разработке СКС [29], равна 150 Н. Вес оборудования, согласно документациям, равен 49 Н. Вес подходящего шкафа 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 47,75 Н, что удовлетворяет требованиям. 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 D-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 кабеля 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]юОфициальный 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] Аruba 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 TOMAHAWK [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 VX2457m [Электронный ресурс]. – Электронные данные.

– Режим доступа: https://data.kommago.nl/viewsonic – 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/corsait/cx450 – Дата доступа: 12.11.2023

[22] Seagate Barracuda 1 ТБ HDD [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: https://catalog.onliner.by/seagate/battacida – 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] 18U B186060BWTWOF-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