

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования  
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИНФОРМАТИКИ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ

Факультет компьютерных систем и сетей

Кафедра электронных вычислительных машин

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА  
к курсовому проекту на  
тему  
ЛОКАЛЬНАЯ КОМПЬЮТЕРНАЯ СЕТЬ  
ВАРИАНТ 85

БГУИР КП 1–40 02 01 01 085 ПЗ

Студент

А.В. Шипко

Руководитель

А.В. Русакович

МИНСК 2023

Пример листа задания:

Вариант	85
Объект	компания по разработке 3D-приложений
Форма здания, этажи, суммарная площадь помещений в квадратных метрах	г-образная, 1этаж, площадь 280 кв.м.
Количество стационарных пользователей, количество стационарных подключений, количество мобильных подключений	43, 86, 43
Сервисы	web-сервер для внутреннего и внешнего использования
Прочие оконечные устройства	принтеры, сетевые принтеры
Подключение к Internet	заказчик не уверен
Внешняя адресация IPv4, Внутренняя адресация IPv4, Адресация IPv6	Внешняя адресация IPv4: непосредственного подключения к провайдеру нет Внутренняя адресация IPv4: публичная подсеть Адресация IPv6: взаимодействие в рамках внутренней сети
Безопасность	защита от несанкционированных физических подключений
Надежность	защита от повышенной влажности
Финансы	бюджетная сеть
Производитель оборудования сетевого	HPE/Aruba
Дополнительное заказчика требование	Нет

## СОДЕРЖАНИЕ

СОДЕРЖАНИЕ .....	3
ВВЕДЕНИЕ.....	4
1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	5
1.1 Web-сервер.....	5
1.2 Сетевой принтер.....	6
2 СТРУКТУРНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ .....	7
2.1 Структура локальной компьютерной сети .....	7
2.2 Блок Интернет .....	7
2.3 Блок маршрутизации .....	7
2.4 Блок коммутации.....	7
2.5 Блок стационарных оконечных устройств .....	8
2.6 Блок мобильных устройств.....	8
2.7 Серверный блок.....	8
2.8 Блок сетевых принтеров.....	8
3 ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ .....	9
3.1 Обоснование выбора активного сетевого оборудования .....	9
3.2 Выбор сервера и пользовательского оборудования.....	11
3.3 Телекоммуникационный шкаф .....	16
3.4 Адресация в локальной компьютерной сети.....	16
3.5 Настройка сетевого оборудования .....	18
4 ПРОЕКТИРОВАНИЕ СКС .....	30
4.1 Общая информация о помещении .....	30
4.2 Обоснование выбора среды передачи данных и информационных розеток.....	30
4.3 Организация телекоммуникационного шкафа.....	31
4.4 Организация беспроводных точек доступа и сетевых принтеров.....	31
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	33
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	34
ПРИЛОЖЕНИЕ А .....	35
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	36
ПРИЛОЖЕНИЕ В .....	37
ПРИЛОЖЕНИЕ Г.....	38
ПРИЛОЖЕНИЕ Д .....	39

## ВВЕДЕНИЕ

В организациях по разработке 3D приложений компьютерные сети играют ключевую роль в обеспечении эффективной работы. Эффективное проектирование локальной компьютерной сети является неотъемлемой частью успешной деятельности предприятий, позволяя им эффективно организовывать обмен информацией, обеспечивать безопасность данных и поддерживать надежную связь между устройствами и сотрудниками. Локальные компьютерные сети понижают надобность предприятий в иных формах передачи информации, этих как телефонный аппарат или же обыкновенная почта, которые заметно уступают компьютерным сетям в эффективности.

Целью данного курсового проекта заключается в создании оптимальной локальной компьютерной сети для предприятия, работающего над разработкой 3D-приложений. Данная сеть должна обеспечивать надежное и безопасное взаимодействие между стационарными и мобильными устройствами, обеспечивать надежную и безопасную передачу данных, а также поддерживать доступ к важным сервисам, таким как веб-сервер для внутреннего и внешнего использования.

Проектирование сети — это комплексный процесс, который включает в себя выбор оборудования, настройку протоколов связи, учет безопасности и устойчивости сети, а также управление адресацией IP и другими параметрами. Важно также учитывать бюджетные ограничения и выбирать оборудование, которое соответствует финансовым ресурсам компании.

Поставленная цель имеет важное значение, поскольку неправильное проектирование сети может привести к сбоям в работе, потере данных и угрозам безопасности информации. Наше решение должно учитывать специфику компании и обеспечивать высокую степень надежности и безопасности.

К задачам данного курсового проекта относятся: изучение документации для построения локальной сети, разработка и построение функциональной и структурной схем, выбор сетевого оборудования, его настройка на основе разработанного руководства пользователя, а также создание заключения на основании проведенной работы.

Данное исследование и проектирование сети может быть полезным для других организаций, которые сталкиваются с подобными требованиями безопасности, надежности и бюджетных ограничений. При этом мы будем ориентироваться на применение сетевого оборудования HPE/Aruba.

# 1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ

Для выполнения данной курсовой работы были использованы учебные, учебно-методические источники, а также научная литература.

К использованным материалам можно отнести брошюры и документы, предоставленные на официальных сайтах целевого вендора оборудования.

Учебное пособие Виктора Олифера «Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы» [1] является одним из самых авторитетных по современным сетевым технологиям. Оттуда были использованы понятия и знания о построении локальных компьютерных сетей и разделение их на виртуальные локальные сети.

В учебном пособии Андрея Сергеева «Основы локальных компьютерных сетей» [2] рассматриваются теоретические основы и технологии по локальным компьютерным сетям и их построению. Излагаются вопросы:

- базовых понятий, моделей и способов построения компьютерных сетей;
- организации стека протоколов TCP/IP (IPv4 и IPv6);
- создания серверов общего доступа и служб для IP-сетей (DNS, электронная почта, веб и др.)

Для работы с активным оборудованием использовалась документация от производителей данного оборудования, а также инструкции из сети [3], [4].

## 1.1 Web-сервер

Веб-сервер – это система, предназначенная для передачи данных конечному пользователю через Интернет с использованием веб-браузера. Основная миссия веб-сервера заключается в хранении, обработке и предоставлении запрашиваемых веб-страниц или данных клиенту. Для достижения этой цели применяются следующие элементы:

1. Физическое хранилище: Все данные сохраняются на физическом веб-сервере для обеспечения их сохранности. Когда пользователь вводит Uniform Resource Locator (URL) необходимого ресурса или осуществляет поиск по ключевому слову в браузере, формируется запрос, отправляемый на веб-сервер для обработки данных.

2. Веб-браузер: Задача веб-браузеров, таких как Chrome, Internet Explorer, Firefox, состоит в поиске веб-сервера, на котором находятся запрашиваемые клиентом данные.

Взаимодействие между сервером и клиентом осуществляется при помощи Hypertext Transfer Protocol (HTTP). Сервер получает HTTP-запрос, инициированный клиентом через веб-браузер, и выдает HTTP-ответ вместе с запрошенными данными.

Термин "веб-сервер" может применяться как к программному обеспечению, выполняющему функции веб-сервера, так и к аппаратной составляющей, на которой функционирует данное программное обеспечение.

Программное обеспечение включает в себя HTTP-сервер, отвечающий за обработку запросов, ответы и взаимодействие с URL и протоколом HTTP.

Аппаратная составляющая веб-сервера представляет собой компьютер, на котором размещается программное обеспечение веб-сервера, а также другие ресурсы, такие как HTML-страницы, изображения, файлы и медиа-данные.

Веб-серверы могут быть статическими или динамическими:

1. Статический веб-сервер. Включает в себя аппаратное оборудование или компьютер с размещенным HTTP-сервером. Такой сервер считается статическим, поскольку он отправляет файлы в том виде, в котором они хранятся. Примером статического веб-сервера является NGINX.

2. Динамический веб-сервер. Помимо статического веб-сервера включает в себя дополнительные компоненты, такие как сервер приложения и база данных. Этот сервер считается динамическим, так как перед отправкой файлов клиенту по HTTP он может редактировать размещенные файлы. Примером динамического веб-сервера является Apache.

## **1.2 Сетевой принтер**

Сетевой принтер – это устройство, предназначенное для печати документов, которое обеспечивает подключение и использование через сеть. Сетевой принтер выполняет роль посредника между пользователями и печатающим устройством, обеспечивая эффективное распределение печатных задач в офисной или домашней сети.

Подобно веб-серверу, сетевой принтер может рассматриваться с двух сторон – программного обеспечения и аппаратной части. Программное обеспечение включает в себя драйверы и протоколы, обеспечивающие взаимодействие с печатающим устройством, в то время как аппаратная составляющая представляет собой сам принтер и средства подключения к сети.

Сетевые принтеры могут быть как стандартными, предназначенными для общего пользования в офисах, так и более сложными многофункциональными устройствами, способными выполнять не только печать, но и сканирование, копирование и отправку факсов. Их использование способствует удобству и эффективности в рабочих и домашних средах, обеспечивая общий доступ к печатным ресурсам в рамках сетевого окружения.

## **2 СТРУКТУРНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ**

### **2.1 Структура локальной компьютерной сети**

В данном разделе будет рассмотрена структура локальной сети. Разрабатываемая локальная сеть состоит из семи структурных блоков: интернет, блок маршрутизации, блок коммутации, серверный блок, блок сетевых принтеров, блок мобильных устройств и блок стационарных оконечных устройств.

Структурная схема локальной компьютерной сети представлена в приложении «А».

### **2.2 Блок Интернет**

Блок интернет обеспечивает контроль трафика и подключение к глобальной сети интернет через оборудование вышестоящей организации.

Блок интернета связан с блоком маршрутизации. Данная связь обеспечивает двунаправленное перемещение пакетов, обеспечивая связь между локальной и глобальной сетью.

### **2.3 Блок маршрутизации**

Блок маршрутизации состоит из одного маршрутизатора. Основная функция блока — это определение оптимального маршрута для передачи сетевого трафика между устройствами внутренней сети и внешней сетью (Интернет). Маршрутизатор принимает решения о том, куда направить пакеты данных на основе их IP-адресов и информации о сетях. Маршрутизатор может выполнять фильтрацию трафика, блокируя или разрешая определенные виды соединений в соответствии с правилами безопасности. Например, может блокировать определенные порты или протоколы.

Данный блок связан с блоком Интернет и блоком коммутации. Связь с блоком коммутации обеспечивает обмен данными между устройствами локальной сети. Когда устройство в локальной сети хочет связаться с устройством в другой сети (например, в Интернете), оно отправляет трафик на маршрутизатор. Маршрутизатор, имея информацию о сетях и маршрутах, определяет, какой из интерфейсов ведет к необходимой сети (включая выход в Интернет) и пересылает трафик на этот интерфейс. Когда трафик покидает локальную сеть, он проходит через маршрутизатор, который затем передает его провайдеру или внешней сети.

### **2.4 Блок коммутации**

Блок коммутации состоит из нескольких коммутаторов. Это обусловлено большим количеством необходимых подключений. Данный блок

обеспечивает взаимодействие между различными устройствами разрабатываемой локальной сети. Внутри локальной сети коммутаторы обеспечивают локальную коммутацию трафика между устройствами без необходимости обращения к маршрутизатору. Это уменьшает нагрузку на маршрутизатор и ускоряет передачу данных внутри сети.

Помимо блока маршрутизации блок коммутации также соединен с серверным блоком, блоком мобильных устройств, блоком оконечных стационарных устройств, а также блоком сетевых принтеров. Данные соединения обеспечивают соединение устройств локальной сети между собой при помощи коммутаторов, а также их соединение с глобальной сетью.

## **2.5 Блок стационарных оконечных устройств**

Блок стационарных оконечных устройств включает в себя персональные компьютеры, подключенные к ним принтеры и стационарные подключения (Ethernet-розетки). Персональные компьютеры соединены внутри сети посредством коммутаторов, принтеры в свою очередь подключены к компьютерам без использования сетевого оборудования. Данный блок обеспечивает пользователям доступ к сети.

## **2.6 Блок мобильных устройств**

Блок мобильных устройств состоит из нескольких точек доступа. Задача данного блока заключается в обеспечении подключения различных мобильных устройств к локальной сети.

## **2.7 Серверный блок**

Серверный блок включает в себя web-сервер для внешнего и внутреннего использования. Данный блок обеспечивает доступ к своему содержимому устройствам как локальной, так и внешней сети. По своей функции он кардинально отличается от других оконечных устройств, поэтому является отдельным структурным блоком.

## **2.8 Блок сетевых принтеров**

Блок сетевых принтеров включает в себя несколько сетевых принтеров. Как и серверный блок, блок сетевых принтеров обладает уникальным функционалом, схожим с обычными принтерами, однако не имеет необходимости подключения к каким-либо устройствам и может существовать как отдельное устройство, взаимодействуя с другими устройствами посредством сетевого подключения.



### **3 ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ**

В данном разделе описывается функционирование программной и аппаратной составляющих разрабатываемой локальной компьютерной сети. Для этого приводится перечень выбранного оборудования, его конфигурация, а также схема IP-адресации устройств в локальной сети. Функциональная схема приведена в приложении Б.

#### **3.1 Обоснование выбора активного сетевого оборудования**

В данном подразделе курсового проектирования приводится описание всего выбранного сетевого оборудования и обоснование конкретного выбора. При выборе данного вида оборудования необходимо было руководствоваться такими параметрами как производительность, надёжность, бюджетность и, самое главное, оборудование должно отвечать всем необходимым требованиям заказчика. Список оборудования представлен в приложении Г.

##### **3.1.1 Обоснование выбора способа подключения к внешней сети**

В способе подключения к сети Internet заказчик не уверен. К тому же, указано, что непосредственного подключения к провайдеру нет. Это означает, что следующим для нас узлом на пути в глобальную сеть будет оборудование администрации здания, в котором расположены наши помещения. Следовательно, выбор способа подключения к сети Internet будет между вариантами, предоставляемыми администрацией. Предположим, что вышестоящим узлом из сети администрации здания будет маршрутизатор.

В связи с этим, для обеспечения доступа из нашей сети в интернет и наоборот, необходимо, чтобы на данном вышестоящем оборудовании была настроена маршрутизация в нашу подсеть, а также был выдан ip адрес.

Также необходимо определиться со способом подключения к вышестоящему оборудованию. Основные доступные способы подключения: модемное соединение (ADSL, xDSL/vDSL), соединение по коаксиальному кабелю (DOCSIS), мобильное соединение (3G, 4G), выделенная линия (Ethernet, GPON).

Так как основной профиль компании связан с большими наборами данных, требуется высокая скорость соединения. Также немало важным будет требование к надежности соединения. Вместе с тем фактом, что вышестоящее оборудование является скорее всего достаточно современным, из предложенных вариантов остается только выделенная линия (через Ethernet или GPON). Более предпочтительным и дешевым является конечно Ethernet, т.к он не требует покупки дорогих модулей (к примеру, трансиверов для оптических линий) и дорогих элементов среды передачи данных. Таким образом подключение к вышестоящему оборудованию будет осуществлено через Gigabit Ethernet: витую пару.

Также следует обратить внимание на требования заказчика в виде защиты от несанкционированных физических подключений и защиты от повышенной влажности.

### **3.1.2 Коммутатор Aruba 2930F Series JL258A**

При построении сетей на базе сетевого оборудования HPE/Aruba для реализации задач маршрутизации могут использоваться как коммутаторы 3 уровня, так и маршрутизаторы. У поставщиков оборудования наблюдается нехватка обоих типов оборудования. По сравнению с маршрутизаторами, коммутаторы 3 уровня обладают более высокой производительностью и обладают поддержкой CLI, имеют поддержку протокола SNMP и VLAN, делая администрирование сети более простым. Для увеличения надежности между коммутаторами второго и 3 уровней можно будет настроить агрегацию каналов. Таким образом, выбор был сделан в пользу L3-коммутатора.

Был выбран коммутатор Aruba 2930F Series JL258A со следующими характеристиками: коммутационная матрица 56 Гбит/с, 8 Gigabit Ethernet портов, 2 порта SFP+, поддержка SNMP (v1, v2, v3), 802.1Q VLAN, Telnet. Управление через CLI и web-интерфейс. Стоимость – 3690 рублей.

Также данный коммутатор поддерживает работу при влажности от 15 до 95%, что соответствует требованиям заказчика и подтверждается информацией на сайте производителя.

### **3.1.3 Коммутаторы Aruba 1930 Series JL685A**

Оптимальным решением для конфигурации сети являются 2 коммутатора 2 уровня с 48 портами, ввиду большого количества стационарных подключений по требованиям заказчика, а также необходимости подключения точек доступа Wi-Fi, сетевых принтеров и web-сервера. У поставщиков сетевого оборудования в наличии нет коммутаторов 2 уровня, коммутаторы 3 уровня обладают высокой стоимостью и избыточным функционалом. Таким образом выбор падает на коммутаторы 2+ уровня. К покупке доступно 2 модели коммутаторов 2+ уровня с количеством портов более 48: Aruba 1930 Series JL685A и Aruba 1930 Series JL686A. Модификация 686A обладает функцией POE, но более высокой стоимостью в размере 4349 рублей, при конкурентной стоимости модификации JL685A 2738р. Был выбран коммутатор Aruba 1930 Series JL685A со следующими характеристиками: Layer 2+, 48-1GbE, 4 SFP/SFP+ 1/10GbE, ROM-256MB, RAM-512MB, Aruba Instant On solution, SNMP, Web, rack mount. Помимо вышеперечисленных подходящих характеристик данный коммутатор обладает SFP портами, которые в будущем можно использовать для подключения различного оборудования, требующего высокоскоростного подключения. Коммутатор настраивается при помощи web-интерфейса, также при помощи GUI в фирменной утилите, что упрощает настройку. Также информация на сайте производителя говорит о том, что данное оборудование можно использовать при относительной влажности от 15 до 95%, что попадает

под требования заказчика о защите от повышенной влажности. Таких коммутаторов потребуется два.

### **3.1.4 Точка доступа Aruba Instant On AP12**

Среди многообразия точек доступа Wi-Fi производителя Aruba есть несколько бюджетных доступных к покупке моделей, что отлично вписывается в требования заказчика о бюджетности сети. Конкурентными вариантами являются: Aruba Instant On AP11, Aruba Instant On AP12, Aruba Instant On AP22. Все 3 точки доступа являются подходящими для данной конфигурации сети. Различия данных моделей заключаются в скорости Wi-Fi, поддерживаемых протоколах безопасности, а также стоимости. Aruba Instant On AP11 – самая дешевая из предложенных моделей, однако самая небезопасная. Aruba Instant On AP22 – самая дорогая модель, таких точек доступа требуется несколько, поэтому это может значительно увеличить затраты на создание стабильных беспроводных подключений. Была выбрана точка доступа Aruba Instant On AP12 со следующими характеристиками: 802.11ac (Wi-Fi 5), поддержка 2.4/5ГГц, до 75 пользователей, скорость 2,4 ГГц — до 300 Мбит/с, 5 ГГц — до 1300 Мбит/с, протоколы безопасности беспроводной сети WEP, WPA, WPA2-PSK, WPA3-PSK, поддержка бесшовного Wi-Fi, а также дополнительные SSID (поддержка VLAN 802.1Q). Данная точка доступа поставляется без адаптера питания, т.к. поддерживает PoE, которым не оборудованы выбранные коммутаторы, следовательно требуется приобрести адаптеры питания 12V/1.5A для каждой точки доступа. Стоимость одной точки доступа с адаптером питания – 517р. Точка доступа легко масштабируется вплоть до 25 единиц без дополнительных затрат. Работает при влажности от 5 до 93%.

## **3.2 Выбор сервера и пользовательского оборудования**

В данной части будет рассмотрен выбор web-сервера, компьютерного оборудования для сотрудников, а также корпоративного печатного оборудования.

### **3.2.1 Web-server**

Сервер — это мощный компьютер, предназначенный для хранения информации и обеспечения доступа к ней с удалённых клиентских устройств. Тип данных, которые хранятся на сервере, зависит от его вида и назначения. Сервер отличается обычного компьютера необходимостью работать в режиме 24/7 и выполнять конкретную задачу (не является универсальной машиной) без непосредственного участия администратора.

Компания HPE предлагает клиентам сервера различных форм-факторов: – стоечные серверы (rack servers), которые, как следует из названия, предназначены для монтажа в стойку;

- башенные серверы (они же серверы в корпусе Tower), которые позиционируются как решения для малого и среднего бизнеса;
- серверы высокой плотности компактного размера (blade servers), которые решают проблему размещения серверов в ЦОД и интегрируются в сопутствующую инфраструктуру.
- Apollo servers форм-фактора 2U, ориентированные на работу с крупным объемом информации и имеющие в себе много креплений для накопителей.

В нашем случае идеальным для применения будет сервер стоечного типа. Серверы этого занимают меньше места в телекоммуникационном шкафу, делая монтаж и подключение к сетевому оборудованию быстрым и простым. В качестве модели сервера выбрана модель HPE DL160 Gen10 P19560-B21 со следующими характеристиками:

- Типоразмер 1U;
- Количество процессоров максимальное – 2;
- Количество процессоров установленное – 1;
- Процессор Intel Xeon Silver 4214;
- Количество ядер – 8;
- Частота процессора 2.1 ГГц;
- Тип памяти RDIMM DDR4;
- Объем оперативной памяти – 16 ГБ;
- Количество слотов оперативной памяти – 16;
- Контроллер HPE Smart Array S100i SR Gen10 (RAID 0/1/5/10);
- Максимальный объем 1024 Гб;
- Корзина для дисков – 8 SFF;
- Тип дисков – SATA 2.5;
- Количество установленных дисков – 1;
- Объем – 16 ТБ;
- Мощность 500 Вт.

Данный сервер является сервером начального уровня, как и любое другое устройство подобного уровня, он легко масштабируется и улучшается, но даже в стандартной конфигурации имеет самый производительный процессор среди конкурентных моделей. Работает при уровне влажности до 90%. Стоимость – 5308 рублей. Альтернативным вариантом является HPE ProLiant DL20 Gen10 Plus, который имеет большую стоимость 8900р, не имеет возможности увеличить количество процессоров, а также не имеет жестких дисков в данной комплектации. Еще одной альтернативой выступает PE ProLiant MicroServer Gen10 Plus P16006-421. Этот сервер также имеет более высокую стоимость 8590р, выполнен в менее удобном форм факторе Ultra Micro Tower, также не имеет возможности увеличить количество процессоров до 2 и не имеет встроенных накопителей. Данный сервер без проблем может выполнять функционал web-сервера.

Работать web-сервер будет под операционной системой CentOS 8.1. Преимуществом данной системы является популярность ее применения для

организации web-серверов с гибкой настройкой. Также к ее плюсам можно отнести простоту конфигурации, большое сообщество пользователей и отсутствие необходимости приобретать лицензию. Версия 8.1 в данный момент является LTS версией.

### **3.2.2 Рабочие станции**

По требованиям заказчика необходимо обеспечить 43 рабочих места, из них одно будет выделено для системного администратора, остальные для рядовых работников. В связи с этим были разработаны 2 сборки рабочих станций: административная и стандартная. Один из важнейших критериев в выборе всех комплектующих – бюджетность.

Особенностью стандартной сборки является наличие производительного видеоадаптера, так как работа предприятия связана с работой с 3D.

Сборка любой рабочей станции или персонального компьютера начинается с выбора материнской платы. Материнская плата должна обладать необходимыми портами, слотами памяти необходимого типа и формата, основным критерий в выборе материнской платы – сокет. Сокет – это разъем для подключения процессора. Основное требование к сокету – актуальность. Для стандартной сборки был выбран сокет LGA1700. Данный сокет является актуальным на момент декабря 2023 года, под него продолжают выходить новые поколения процессоров Intel, начиная от бюджетных Intel Celeron и Intel Pentium, заканчивая новейшими производительными Intel Core i9. Данный параметр позволяет гибко подбирать процессор под рабочие задачи из актуальных линеек, а также позволяет легко улучшить конфигурацию одной или нескольких станций при необходимости. Была выбрана Gigabyte H610M S2H V2 DDR4 (rev. 1.0). Сетевой порт данной материнской платы – Gigabit Ethernet. Материнская плата поддерживает тип памяти DDR4, что является допустимым, т.к. стандарт DDR5 является новым и дорогостоящим, есть возможность установки накопителей формата M.2 и SATA 3.0. Стоимость платы – 242 рубля, что также выделило ее среди конкурентов.

Выбор процессора обусловлен сокетом выбранной материнской платы, техпроцессом, тактовой частотой, количеством ядер, а также размером кэша. Был выбран Intel Core i3-13100F (BOX). Для нашей конфигурации необходим как минимум 4-х ядерный процессор с высокой тактовой частотой, наличие же встроенной графики необязательно, т.к. в конфигурации будет присутствовать дискретный видеоадаптер. Тактовая частота процессора составляет до 4.5 ГГц, 4 ядра, 8 потоков, техпроцесс 10 нм. Также плюсом данной модели является наличие охлаждения в комплекте поставки (BOX версия). Стоимость данного процессора – 432 рубля.

Выбор оперативной памяти обусловлен ее типом, форм-фактором, объемом и частотой. Была выбрана оперативная память Netac Basic 8GB DDR4 PC4-25600 NTBSD4P32SP-08. Минимальный объем для профессиональной работы с 3D приложениями – 16Gb, также этот объем обусловлен

использованием ОС Windows 10 на рабочих станциях, которая в свою очередь достаточно требовательна к объему памяти для комфортной работы, поэтому необходимо установить 2 таких модуля. Частота памяти – 3200 МГц. Стоимость за 2 модуля – 114 рублей.

В качестве накопителя было решено использовать SSD с объемом 480 Гб. Был выбран SSD Kingston A400 480GB SA400M8/480G. В сравнении с HDD обладает высокой скоростью чтения/записи – 500/450 Мб/с, что позволит быстро работать с 3D моделями. В последнее время SSD являются достаточно бюджетными и практически не уступают HDD по стоимости. Технология микросхем TLC является стандартом для актуальных моделей твердотельных накопителей бюджетных линеек. Ресурс записи – 16 TBW, стоимость – 120 рублей.

Неотъемлемой частью сборки является видеокарта. К сожалению, среди бюджетных производительных моделей тяжело выбрать актуальные на данный момент, однако удалось найти модель 2020 года с достаточными характеристиками – ASUS Phoenix Radeon RX 550 4GB GDDR5 PH-RX550-4G-EVO. Интерфейс подключения – PCI Express x16 3.0, частота графического процессора – 1183 МГц, 4 Гб видеопамати GDDR5 с эффективной частотой 6000 МГц, пропускная способность 112 Гб/с, стоимость – 289 рублей.

Важной частью сборки является блок питания. Он должен быть качественным и производительным, обладать хорошим КПД и сертификатами. Был выбран блок питания Ginzzi PB450. Является одним из самых дешевых блоков питания, имеющих сертификат, в данном случае – бронзовый. Мощность 450Вт является достаточной для данной конфигурации и имеет небольшой запас для улучшения конфигурации при необходимости. Стоимость – 94 рубля.

Также был выбран корпус Accord ACC-261B. Данный корпус подходит под форм-фактор выбранной материнской платы, обладает достаточным количеством портов для подключения периферийных устройств, небольшими габаритами, отлично подходит для офисного использования. Стоимость – 58 рублей.

Таким образом стоимость рабочей станции без периферийного оборудования составляет 1349 рублей, что является хорошим показателем с учетом наличия высокопроизводительного процессора, дискретной графики, твердотельного накопителя и достаточного объема оперативной памяти. Более того данная конфигурация может быть легко улучшена, причем минимальные улучшения можно производить даже без замены блока питания.

Отличие административной конфигурации от стандартной заключается в отсутствии дискретной графики, т.к. системный администратор не будет работать с 3D приложениями, поэтому из конфигурации была убрана видеокарта. В связи с этим был заменен процессор и материнская плата.

Основу составил сокет AM4. Данный сокет был заменен лишь в 2023 году. Обладает огромным количеством поддерживаемых моделей AMD различных линеек, т.к. выпускался с 2016 года. Материнские платы с сокетом

AM5 более высокую стоимость по сравнению с предшественниками, что не вписывается в требования заказчика о бюджетности. Материнские платы для процессоров Intel не рассматривались, т.к. процессоры AMD обладают более производительной встроенной графикой, что является плюсом в случае с отсутствием дискретной графики в административной конфигурации. Была выбрана материнская плата ASUS Prime A320M-K стоимостью 199 рублей и процессор AMD Ryzen 3 3200G (MultiPack) стоимостью 404 рубля. Как и процессор из стандартной конфигурации, данная модель оснащена охлаждением в комплекте поставки. Характеристики: 4 ядра, частота до 4 ГГц, техпроцесс 12 нм.

Таким образом стоимость административной конфигурации составляет 989 рублей. Данная конфигурация также может быть улучшена, в том числе дополнена дискретной графикой при необходимости, обладает достаточно производительным процессором.

Также необходимы периферийные устройства для каждой конфигурации: монитор Mitsu 21.5» CТМ-2105 Ultraslim стоимостью 256 рублей, мышь Logitech B100 стоимостью 21 рубль и классическая офисная клавиатура Logitech K120 стоимостью 49 рублей. Итоговая стоимость периферии – 326 рублей.

### **3.2.3 Принтеры и сетевые принтеры**

В связи с тем, что оборудование должно быть бюджетным, обеспечить каждого работника принтером не предоставляется возможным. Организовать печатную комнату также не предоставляется возможным ввиду большого количества персонала и очень ограниченной площади для его размещения. Будем считать, что на предприятии среди 43 работников 2 занимают руководящие должности, 1 является системным администратором, а остальные рядовыми сотрудниками. Таким образом в кабинете руководства будет находиться 2 принтера, а в основном рабочем пространстве ещё 4 сетевых принтера для персонала из расчёта один сетевой принтер на 10 работников, что является удовлетворительным.

В обоих случаях выбор был отдан в пользу лазерных черно-белых принтеров, ввиду их бюджетности и простоты обслуживания, а также высокой скорости печати и низкой задержке при печати первой страницы.

Сетевой принтер – Deli P2000DNW. Стоимость – 346 рублей. Характеристики: разрешение 1200 dpi, скорость печать 22стр/мин, время выхода первой страницы – 8 с, максимальная месячная нагрузка 10000 стр/мес, Wi-Fi версии 802.11n, LAN, поддержка печати с мобильных устройств, OLED экран.

Принтер – Pantum P2507. Стоимость – 306 рублей. Характеристики: разрешение 1200 dpi, скорость печать 22стр/мин, время выхода первой страницы – 8 с, максимальная месячная нагрузка 15000 стр/мес.

### 3.3 Телекоммуникационный шкаф

Телекоммуникационный шкаф необходим для размещения сетевого и серверного оборудования, а также удобства его подключения. Шкаф будет находиться в помещении серверной. Сам шкаф и серверная должны запираются на ключ, в связи с требованием заказчика о защите от несанкционированных физических подключений. Шкаф должен обладать достаточными габаритами, преимуществом будет наличие стеклянной дверцы и съемных панелей для удобства подключения оборудования.

Был выбран напольный шкаф Cabeus SH-05C-18U60/60 18U стоимостью 1717 рублей. Шкаф имеет размер 18U, что позволит свободно уместить все сетевое и серверное оборудование, а также имеет запас пространства для комфортного его размещения и подключения, а также для добавления нового оборудования или сопутствующего серверного оборудования, такого как блок вентиляции или источник бесперебойного питания. Шкаф обладает продуманной системой вентиляции, имеет юнитовую разметку, дверь из закаленного стекла с металлической рамкой, замком и ручкой с возможностью перенавеса, болт заземления, степень защиты IP20, нагрузка до 800кг. Шкафы размером менее 12U не рассматривались, чтобы иметь запас для расширения конфигурации и удобства подключения. Модели размером 12U, оснащенные замком, имеют зачастую более высокую стоимость, чем шкафы формата 18U. Таким образом, несмотря на избыточность габаритов данного шкафа была выбрана именно эта модель.

### 3.4 Адресация в локальной компьютерной сети

Согласно заданию, внутренняя IPv4 подсеть является публичной подсетью. Ее адрес – 148.53.208.0/22. Количество рабочих адресов для хостов – 1022. Данная сеть будет разделена на 4 подсети. Адресация и назначения подсетей представлены в таблице 3.1

Таблица 3.1 – Схема адресации подсетей

Назначение подсети	VLAN	Адрес подсети	Маска подсети	Количество адресов
Корпоративная для стационарных ПК и принтеров	10	148.53.208.0	255.255.254.0	512
		fd3d:c123:4567:10::/64		
Сервер	11	148.53.211.64	255.255.255.240	16
		fd3d:c123:4567:11::/64		
Беспроводная	20	148.53.210.0	255.255.255.0	256
		fd3d:c123:4567:20::/64		



Продолжение таблицы 3.1

Административная	100	148.53.211.0	255.255.255.192	64
------------------	-----	--------------	-----------------	----

В соответствии с вариантом, IPv6 адресация внутренняя, то есть осуществляется только в рамках ЛКС. Для внутренней Ipv6 адресации выбраны адреса Unique-Local Unicast, описанные в RFC 4193. Unique-Local Unicast Ipv6 выполняют ту же функцию, что и внутренние адреса Ipv4. Они не предназначены для маршрутизации за пределы внутренней сети. Адреса Unique-Local Unicast создаются путем добавления случайно сгенерированной 40-битной шестнадцатеричной строки Global Id и строки Subnet Id к префиксу FD00::/8. В качестве Global Id выберем строку 3dc1234567, в качестве Subnet Id – номер соответствующего VLAN, дополненный нулями.

Частные Ipv4 адреса использованы в административной подсети, в которую будет включено активное сетевое оборудование. Адреса в административной подсети указаны в таблице 3.2

Таблица 3.2 – Адресация административной подсети

Устройство	Адрес
L3 коммутатор	148.53.211.1
L2 коммутаторы	148.53.211.10-11
Точка доступа 1	148.53.211.2
Точка доступа 2	148.53.211.3
ПК администратора (ПК 43)	148.53.211.5
Сервер	148.53.211.6

Адреса в подсети IPv6 указаны в таблице 3.3.

Таблица 3.3 – Адресация Ipv6

Устройство	Адрес
Сетевой принтер 1	fd3d:c123:4567:10::2
Сетевой принтер 2	fd3d:c123:4567:10::3
Сетевой принтер 3	fd3d:c123:4567:10::4
Сетевой принтер 4	fd3d:c123:4567:10::5
ПК (1-30)	fd3d:c123:4567:10::a-27
ПК (31-42)	fd3d:c123:4567:10::28-33
Сервер	fd3d:c123:4567:11::5
L3 коммутатор	fd3d:c123:4567:100::5
ПК администратора (ПК43)	fd3d:c123:4567:10::aa

IPv4 адреса устройств указаны в таблице 3.4.

Таблица 3.4 – Адресация IPv4

Устройство	Адрес
ПК (1-30)	148.53.208.5-34
ПК (31-42)	148.53.208.35-46
Сервер	148.53.211.70
L3 коммутатор	148.53.208.100

### 3.5 Настройка сетевого оборудования

Настройка оборудования вендора Aruba выполняется в основном согласно мануалу от производителя "ArubaOS-Switch, Comware and Cisco IOS CLI Reference Guide". Также использовались другие инструкции к конкретному оборудованию по настройке и эксплуатации, предоставленные производителем. Настройка будет производиться с помощью CLI, при его отсутствии – при помощи графического интерфейса.

#### 3.5.1 Настройка коммутатора третьего уровня

Для настройки коммутатора будут использоваться инструкции от производителя.

В заводской конфигурации на коммутаторе отсутствуют какие-либо пароли, адреса и иные настройки сети, поэтому первичная настройка производится при помощи Serial консоли.

Начало работы с CLI:

```
switch> enable
switch# configure
```

Включим MVRP (Multiple VLAN Registration Protocol) для упрощения настройки нижестоящих коммутаторов:

```
switch(config)# mvrp
```

Создадим VLANы и присвоим им адреса в соответствии с таблицей 3.1. Для примера создадим административный VLAN:

```
switch(config)# vlan 100
switch(config-vlan-100)# name Administrative
switch(config-vlan-100)# ip address 148.53.211.0/26
```

Присвоение IPv6 адреса происходит с помощью команды Switch(config-vlan-10) # ipv6 address fd3d:c123:4567:10::/64

Создадим агрегированные каналы для связи с коммутаторами второго уровня. Используем LACP. Данную настройку необходимо повторить на подключаемых коммутаторах:

```
switch(config)# interface lag 1
```

```

switch(config-lag-if)# no shutdown
switch(config-lag-if)# no routing
switch(config-lag-if)# vlan trunk native 10
switch(config-lag-if)# vlan trunk allowed 10,11,20,100
switch(config-lag-if)# mvrp
switch(config-lag-if)# interface 1/1/1
switch(config-if)# no shutdown
switch(config-lag-if)# no routing
switch(config-if)# lag 1
switch(config-if)# interface 1/1/2
switch(config-if)# no shutdown
switch(config-lag-if)# no routing
switch(config-lag-if)# lacp mode active
switch(config-if)# lag 1
switch(config)# interface lag 2
switch(config-lag-if)# no shutdown
switch(config-lag-if)# no routing
switch(config-lag-if)# vlan trunk native 10
switch(config-lag-if)# vlan trunk allowed 10,11,20,100
switch(config-lag-if)# mvrp
switch(config-lag-if)# interface 1/1/3
switch(config-if)# no shutdown
switch(config-lag-if)# no routing
switch(config-lag-if)# lacp mode active
switch(config-if)# lag 2
switch(config-if)# interface 1/1/4
switch(config-if)# no shutdown
switch(config-lag-if)# no routing
switch(config-if)# lag 2

```

#### **Настроим VLAN-ы на access портах:**

```

switch(config)# interface 1/1/6 - 1/1/10
switch(config-if)# no shutdown
switch(config-if)# no routing
switch(config-if)# vlan access 100
switch(config-if)# exit
switch(config)# interface 1/1/11
switch(config-if)# no shutdown
switch(config-if)# no routing
switch(config-if)# vlan access 11
switch(config-if)# exit

```

#### **Переведем порт, через который мы подключаемся к вышестоящему маршрутизатору, в trunk**

```

switch(config)# interface 1/1/24
switch(config-if)# trusted vlan 10, 11, 12,20
switch(config-if)# switchport mode trunk
switch(config-if)# vlan trunk native 10

```

Порядок конфигурации, приведенный выше, применим как к L2, так и к L3 коммутаторам (по информации из User Guide)

Настроим маршрутизацию между VLAN-ами. Для каждого интерфейса, имеющего подключение, выполним:

```
switch(config-if)# routing
```

Затем настроим маршрутизацию

```
switch(config)# ip route 0.0.0.0/0 148.53.208.0
```

```
switch(config)# ip route 148.53.208.0/23 148.53.210.0/24
```

```
switch(config)# ip route 148.53.208.0/23 148.53.211.0/26
```

```
switch(config)# ip route 148.53.208.0/23 148.53.211.64/28
```

Выполним конфигурацию port-security для интерфейсов, которые относятся к административному VLAN.

```
switch(config)# interface 1/1/6 - 1/1/10
```

```
switch(config-if)# port-security address-limit 1
```

### 3.5.2 Настройка коммутаторов второго уровня

В коммутаторах Aruba 1930 Series отсутствует консольный порт и возможность конфигурации через CLI. Вся настройка данных коммутаторов осуществляется через GUI через фирменную утилиту. Коммутаторы настраиваются идентично.

Коммутатор подключается к рабочей станции через любой доступный порт. Для доступа к коммутатору по умолчанию используется адрес 192.168.1.1. Таким образом появляется доступ к странице на которой осуществляется выбор дальнейшего пути настройки: через утилиту или через веб-интерфейс.

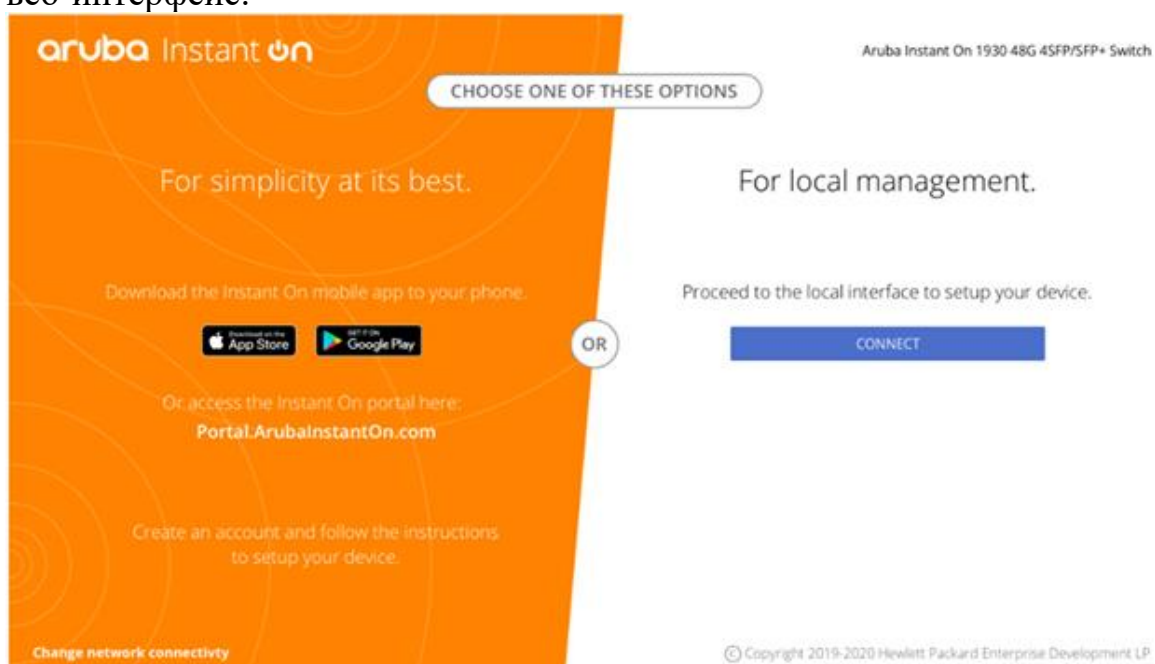


Рисунок 3.1 – Первичное окно настройки коммутатора

Далее попадаем в окно авторизации, логин по умолчанию – admin, пароль по умолчанию отсутствует.

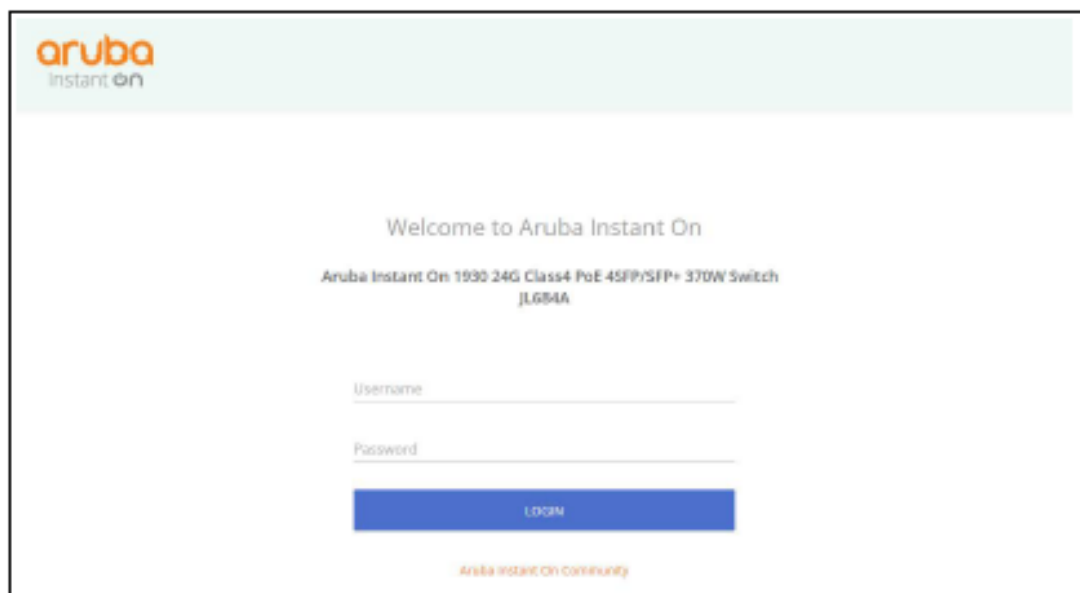


Рисунок 3.2 – Окно авторизации

Конфигурационное окно представляет из себя окно с настройками и панелью в левой части для доступа к различным конфигурационным разделам. В верхней части экрана находятся кнопки включения навигационной панели, кнопка обновления экрана, кнопка включения уведомлений о непрочитанных логах, кнопка сохранения конфигурации, кнопка помощи и кнопка профиля. Применение измененных настроек производится нажатием кнопки Apply.

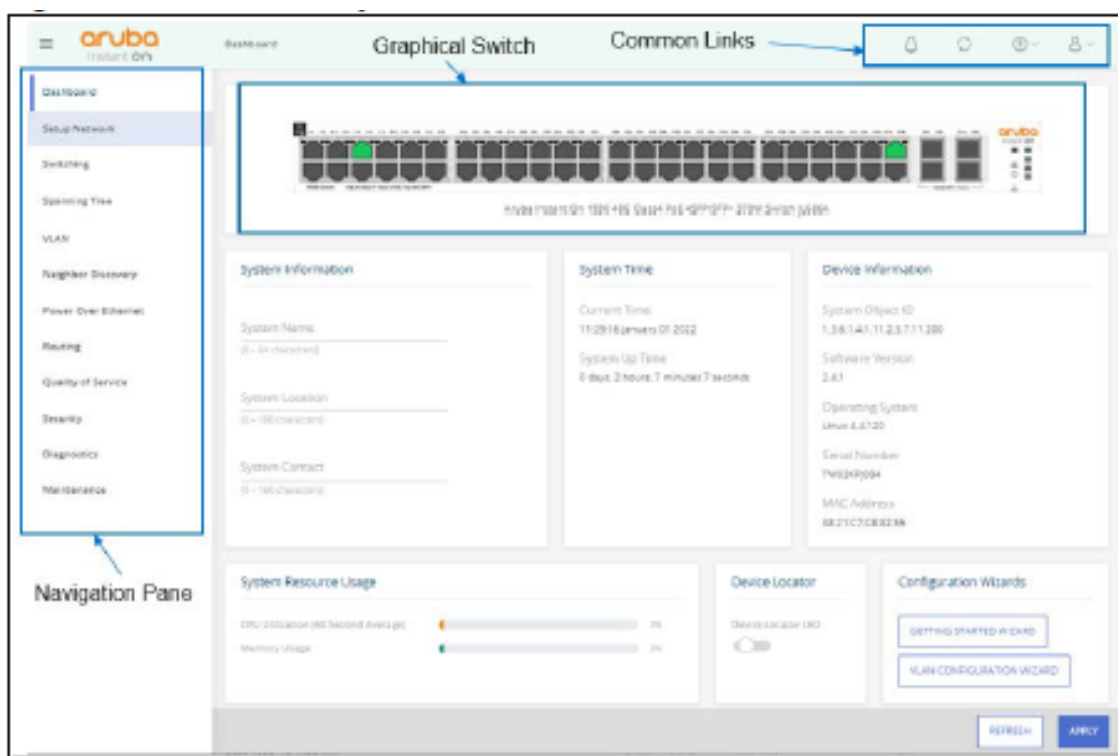


Рисунок 3.3 – Пример конфигурационного окна

Для настройки агрегации каналов используется раздел Port Configuration. В нем необходимо обратиться к разделу Interface Configuration, в котором при помощи нажатия кнопки изменить можно добавить необходимые порты в интерфейс и указать его тип как LAG, активировав при этом LACP Mode.

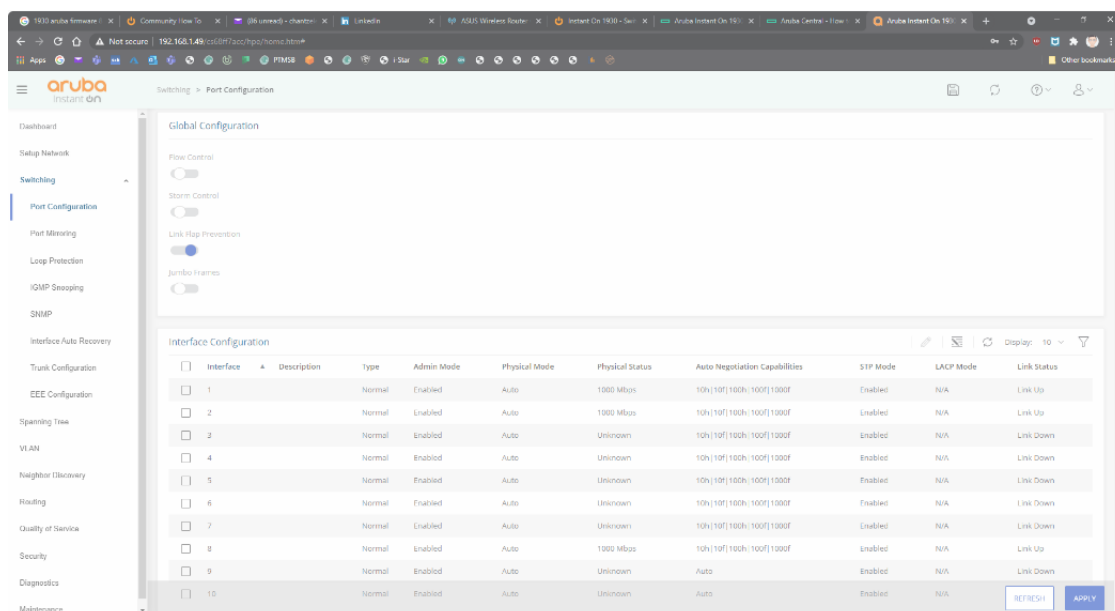


Рисунок 3.4 – Конфигурирование агрегации каналов

Также необходимо настроить access и trunk интерфейсы на коммутаторах второго уровня. Так как на коммутаторе третьего уровня был настроен MVRP, от вся информация о VLAN уже должна быть на коммутаторах 2 уровня. Для конфигурирования портов необходимо зайти во вкладку VLAN, далее в VLAN Configuration. В данном разделе появится схема, на которой будут указаны тегирующие и не тегирующие порты, слева находится переключатель на котором можно указать VLAN ID интересующего нас VLAN.

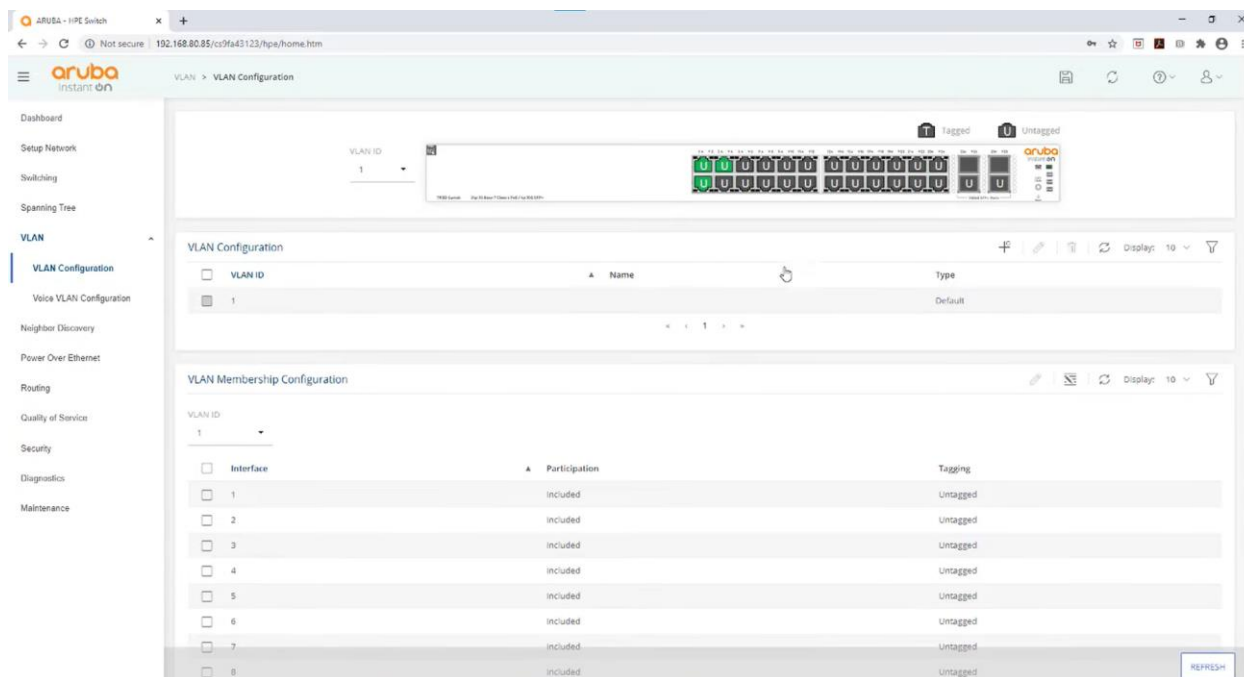


Рисунок 3.5 – Конфигурирование портов

После выбора необходимого VLAN ID и установки галочки на соответствующем порту, необходимо нажать кнопку изменить, после чего нажать кнопку Include в поле Participation, после чего указать необходимое тегирование в поле Tagging. Для подтверждения всех изменений необходимо нажать Apply и сохранить конфигурацию.

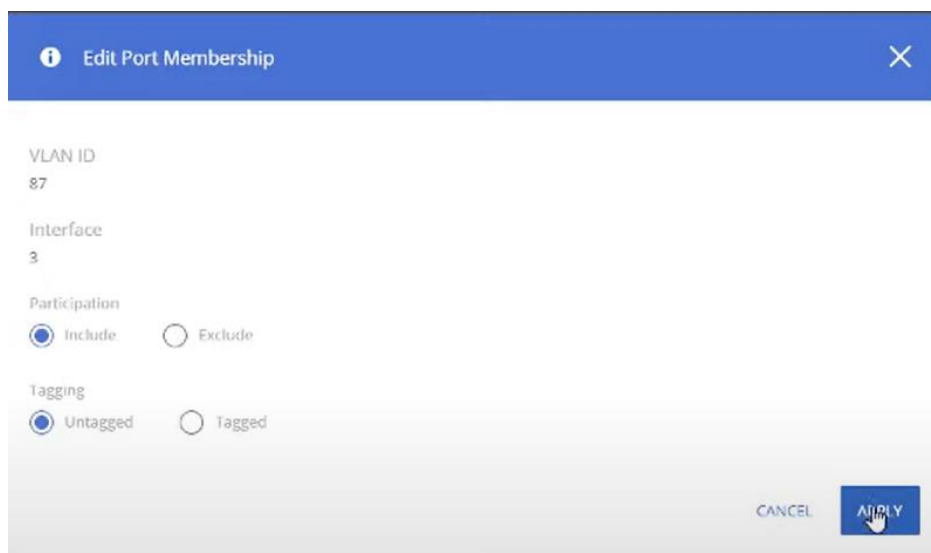


Рисунок 3.6 – Выбор режима тегирования портов

### 3.5.3 Настройка точек доступа

Для настройки будем использовать графический web интерфейс. Также будет использоваться виртуальный контроллер Aruba Virtual Controller. Он

относится к системе Instant On, позволяющей создавать сети Wi-Fi без выделенного контроллера.

Точки доступа объединяются в группу, которая может насчитывать до 25 IAP (Instant Access Point) разных моделей без использования физического контроллера, что является плюсом, так как сеть бюджетная. Функцию виртуального контроллера выполняет первая из развернутых IAP. Ее конфигурация настраивается как через радиointерфейс Wi-Fi, так и через проводное подключение. Конфигурация с виртуального контроллера автоматически распространяется на все точки доступа в данном VLAN.

Для аутентификации пользователей в Aruba Instant используются pre-shared ключи, MAC-адреса и различные методы стандарта 802.1x с поддержкой внутреннего и внешних RADIUS-серверов. Также имеется встроенный RADIUS сервер. Aruba Instant также поддерживает Web-аутентификацию через встроенный Captive Portal для организации гостевого доступа к сети.

Конфигурация точки доступа начинается с окна входа. Имя пользователя - «admin», пароль - серийный номер точки доступа.



Рисунок 3.7 – Окно авторизации точки доступа

Мы можем выбрать точку доступа на роль виртуального контроллера вручную. Для этого, в GUI Instant UI необходимо перейти во вкладку Access Points, выбрать редактирование, установить Enable в Preferred master.



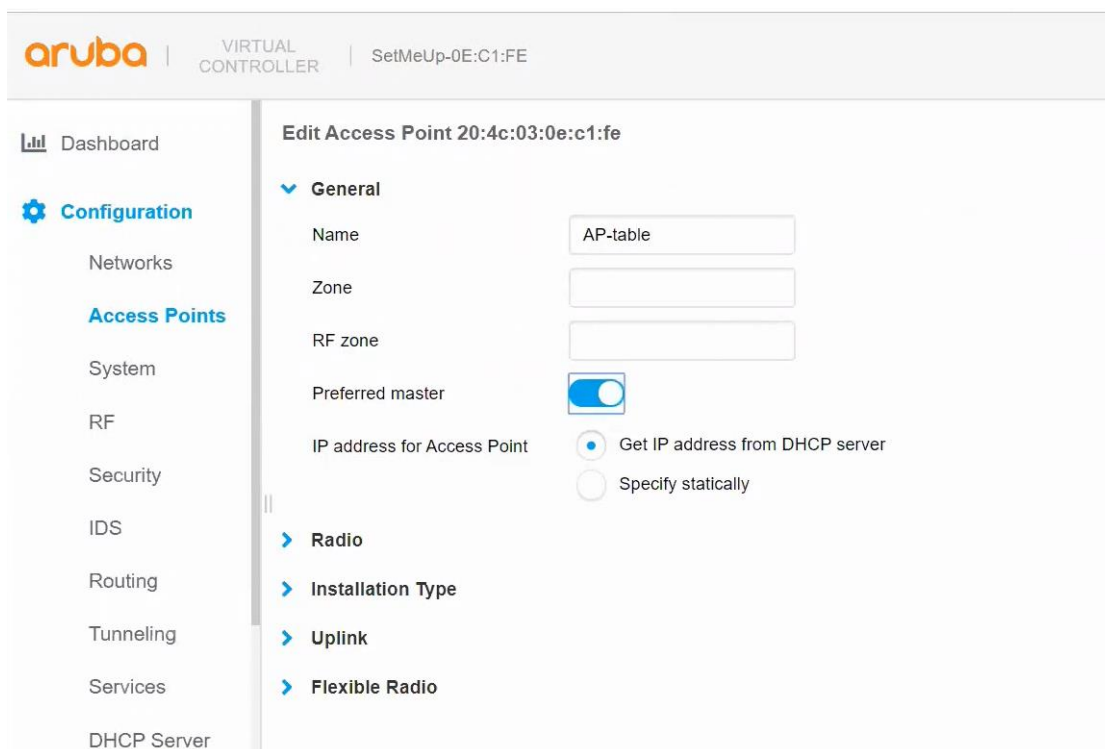


Рисунок 3.8 – Выбор точки доступа в качестве контроллера

Затем на остальных точках доступа необходимо указать адрес точки доступа, реализующей роль мастера (но при этом его можно назначить статически отличным от адреса самой точки доступа).

Для настройки беспроводной сети необходимо создать новый SSID.

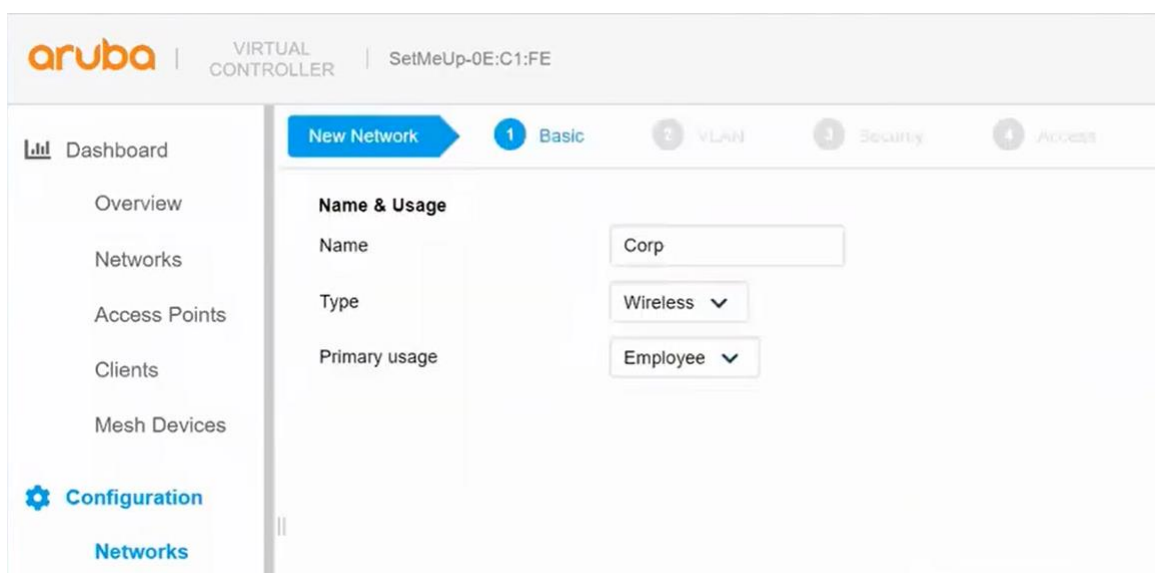


Рисунок 3.9 – Создание SSID

Настроим процесс получения IP адресов клиентами и их принадлежность VLAN. В связи с отсутствием в нашей сети корпоративного DHCP и DHCPv6 сервера, будем использовать выделенный пул адресов.

**Client IP & VLAN Assignment**

Client IP assignment

☐ Virtual Controller managed

☒ Network assigned

Client VLAN assignment

☒ Default

☐ Static

☐ Dynamic

Рисунок 3.10 – Настройка VLAN

Настроим параметры безопасности точки доступа и беспроводной роуминг между точками доступа - fast roaming. Механизм беспроводного роуминга следующий. В случае, если клиент перемещается и подключается к новой точке доступа, она должна установить с ним соединение и произвести аутентификацию. Если же точки доступа действуют независимо друг от друга, то этот процесс должен происходить всякий раз, когда клиент переходит от одной точки доступа к другой, то есть девайс сначала будет принудительно отключен от сети и только потом подключен заново. Понятно, что в процессе нового подключения клиент не имеет доступа к сети. Это проявляется в виде потери пакетов, возможных пропущенных звонков, а также некорректной работе приложений, которые используют подключение к сети Интернет. Переключение может занять до 3 секунд. В таком случае на помощь приходят стандарты 802.11k и 802.11r. Оба стандарта обладают функционалом, который сокращает время соединения клиента с новой точкой доступа WiFi-сети. Это позволяет ускорить подключение к сети и её общую производительность.

802.11k сокращает время поиска точки доступа с сильным Wi-Fi сигналом. Этот протокол передает информацию клиенту, то есть планшету, телефону или ноутбуку о соседних точках доступа и состоянии сети, которую они создают. Таким образом, даже еще не начав перемещение, клиент заранее знает, в каком месте будет возможно качественное подключение и какая точка доступа его лучше "обслужит".

802.11r использует технологию Fast Basic Service Set Transition, которая позволяет хранить ключи шифрования всех точек доступа сети. Таким образом, клиент не нуждается в полном процессе аутентификации сети – теперь достаточно 4 коротких сообщения для перехода к новой точке доступа. Организация соединения составляет не более 50 миллисекунд.

802.11v(Wireless Network Management) позволяет беспроводным клиентам обмениваться служебными данными для улучшения общей

производительности беспроводной сети. Одной из наиболее используемых опций является BTM (BSS Transition Management).

Обычно беспроводной клиент измеряет параметры своего подключения к точке доступа для принятия решения о роуминге. Это означает, что клиент не имеет информации о том, что происходит с самой точкой доступа: количество подключенных клиентов, загрузка устройства, запланированные перезагрузки и т. д. С помощью BTM точка доступа может направить запрос клиенту на переключение к другой точке с лучшими условиями работы, пусть даже с несколько худшим сигналом. Таким образом, стандарт 802.11v не направлен непосредственно на ускорение процесса переключения клиентского беспроводного устройства, однако в сочетании с 802.11k и 802.11r обеспечивает более быструю работу программ и повышает удобство работы с беспроводными сетями Wi-Fi.

Поле MDID означает Mobility Domain ID, используемое 802.11r чтобы определять область беспроводной сети, в которой поддерживается fast roaming.

Рисунок 3.11 – Настройка Fast Roaming

В следующем пункте можно настроить ограничения прав доступа пользователей к ресурсам.

### 3.5.4 Настройка оконечных устройств

На ПК необходимо задать статические IPv4 и IPv6 адреса. Это можно сделать, проследовав по пути "Параметры", "Сеть и интернет", "Ethernet", выбрать соответствующий адаптер. Затем выбрать пункт "Редактировать". Необходимо выбрать "Вручную", ввести IPv4 адрес и остальные параметры.

The screenshot shows a window titled "Изменение параметров IP" (Change IP parameters). At the top, there is a dropdown menu set to "Вручную" (Manual). Below this, the "IPv4" section has a toggle switch turned on, labeled "Вкл.". The "IP-адрес" (IP address) field contains "103.105.96.10". The "Длина префикса подсети" (Subnet prefix length) field contains "23". The "Шлюз" (Gateway) field contains "103.105.96.1". There are empty fields for "Предпочтительный DNS-сервер" (Preferred DNS server) and "Дополнительный DNS-сервер" (Additional DNS server). At the bottom are two buttons: "Сохранить" (Save) and "Отмена" (Cancel).

Рисунок 3.12 – Задание IPv4 адреса

Также необходимо задать IPv6 адрес.

The screenshot shows a window titled "Изменение параметров IP" (Change IP parameters) for IPv6 configuration. The "IPv6" section has a toggle switch turned on, labeled "Вкл.". The "IP-адрес" (IP address) field contains "fd3d:c123:4567:10::10". The "Длина префикса подсети" (Subnet prefix length) field contains "64". The "Шлюз" (Gateway) field contains "fd3d:c123:4567:10::1". There are empty fields for "Предпочтительный DNS-сервер" (Preferred DNS server) and "Дополнительный DNS-сервер" (Additional DNS server). At the bottom are two buttons: "Сохранить" (Save) and "Отмена" (Cancel).

Рисунок 3.13 – Задание IPv6 адреса

### 3.5.5 Настройка веб-сервера

Как упоминалось ранее, на web сервере в качестве операционной системы будет использоваться CentOS 8.1. В данном дистрибутиве используется пакетный менеджер yum. Для использования был выбран веб-сервер NGINX.

NGINX — это веб-сервер, который можно использовать как почтовый SMTP/IMAP/POP3-сервер и обратный прокси-сервер. Web-сервер NGINX считается самым высокопроизводительным. Он был выбран за свою универсальность и широкую поддержку сообществом.

Для установки Nginx необходимо сначала добавить репозиторий в пакетный менеджер и выполнить непосредственно установку:

```
sudo yum install epel-release  
sudo yum install nginx
```

Затем надо разрешите HTTP и HTTPS-трафик на брандмауэре и выполнить перезагрузку брандмауэра:

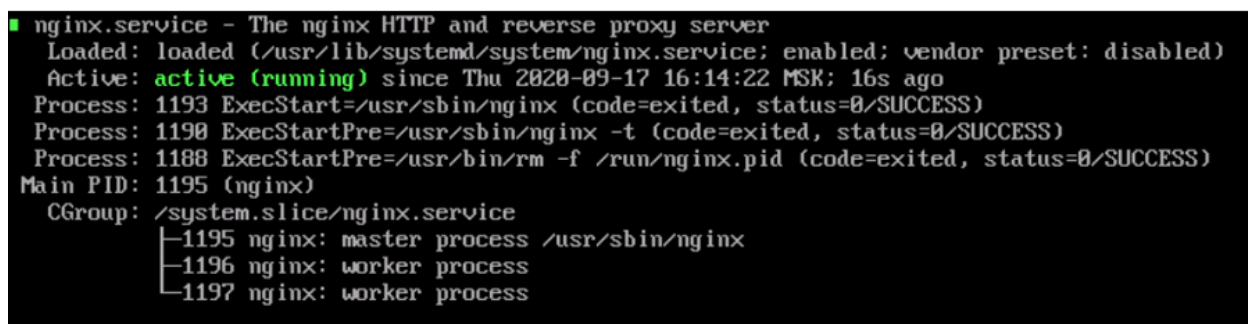
```
sudo firewall-cmd --reload
```

Настроим автозапуск Nginx при перезагрузке системы и выполним непосредственный старт:

```
sudo systemctl enable nginx  
sudo systemctl start nginx
```

Проверим статус службы Nginx, он должен быть active:

```
sudo systemctl status nginx
```



```
■ nginx.service - The nginx HTTP and reverse proxy server  
   Loaded: loaded (/usr/lib/systemd/system/nginx.service; enabled; vendor preset: disabled)  
   Active: active (running) since Thu 2020-09-17 16:14:22 MSK; 16s ago  
     Process: 1193 ExecStart=/usr/sbin/nginx (code=exited, status=0/SUCCESS)  
     Process: 1190 ExecStartPre=/usr/sbin/nginx -t (code=exited, status=0/SUCCESS)  
     Process: 1188 ExecStartPre=/usr/bin/rm -f /run/nginx.pid (code=exited, status=0/SUCCESS)  
   Main PID: 1195 (nginx)  
    CGroup: /system.slice/nginx.service  
            └─1195 nginx: master process /usr/sbin/nginx  
              └─1196 nginx: worker process  
                └─1197 nginx: worker process
```

Рисунок 3.14 – Проверка статуса веб-сервера

Также, по адресу <http://127.0.0.1: 80> должна быть доступна тестовая веб-страница.

### 3.5.6 Настройка принтеров и сетевых принтеров

Для настройки принтеров и сетевых принтеров необходимо установить драйвера с сайта производителя на рабочие станции. Для настройки IPv6 на сетевых принтерах необходимо установить утилиту с сайта производителя.

## **4 ПРОЕКТИРОВАНИЕ СКС**

В данном разделе описывается практическая реализация, то есть установка локальной компьютерной сети на основе предыдущих наработок, а именно: прокладка кабелей каналов связи, размещение оборудования.

### **4.1 Общая информация о помещении**

Здание, в котором проектируется ЛКС, имеет Г-образную форму, занимает 1 этаж площадью 280 м<sup>2</sup>. Этаж разделен на 4 помещения: основная рабочая зона, отдел тестировки, кабинет директора, серверная. Основная рабочая зона вмещает в себя 30 рабочих мест, отдел тестировки – 10 рабочих мест. В кабинете директора находятся 3 рабочих места: директора, заместителя и системного администратора. Рабочие места директора и заместителя оборудованы персональными проводными принтерами. Сетевые принтеры в помещениях будут расположены на обычных мебельных стойках либо небольших столах. В основной рабочей зоне будет находиться 3 сетевых принтера, в отделе тестировки – 1. В серверной комнате отсутствуют рабочие места и принтеры, в углу будет находиться телекоммуникационный шкаф.

### **4.2 Обоснование выбора среды передачи данных и информационных розеток**

Для соединения компонентов сети между собой будет использована витая пара. Схема плана здания приведена в приложении В. В связи с тем, что стоит требование в защите от повышенной влажности, будет использоваться кабель с данной характеристикой. Был выбрана модель пара Klotz RC5-SB1X категории 5е. Тип витой пары SF/UTP – экранированная витая пара с защитой – имеет два внешних экрана. Один из медной сетки, а второй из экран-фольги. Между ними дренажный провод. Внутренние многожильные проводники, образующие пары, заключены в полиэтиленовый крестообразный разделитель. Это гарантирует сохранение механической структуры кабеля при мобильном использовании. Дополнительной защитой служит прочная оболочка из специального полимера на основе полиуретана. Диаметр – 7,1 мм.

Для проводки витой пары из серверной будут использоваться кабельные коробки, закрепленные на стенах и около пола. К оконечным устройствам подключение будет производиться через информационные розетки. Размер коробов – 100х60 и 100х40. Размер коробов обусловлен количеством кабелей в каждом из них – 46 и 40. Максимальная площадь сечения всех кабелей, которые должен вместить один короб – 1822 мм<sup>2</sup>. Заполняемость короба не должна превышать 60%. Кабели до беспроводных точек будут проложены на потолке.

Информационные розетки будут находиться на уровне чуть ниже рабочего стола. Там, где это невозможно или нецелесообразно – на уровне

пола. Каждое из 43-х рабочих мест будет обеспечено информационной розеткой на 2 разъема, таким образом будет организовано 86 стационарных подключений. Была выбрана розетка SUPRLAN 10-0308. Она обладает 2 разъемами RJ-45, имеет категорию 5е и степень защиты IP24. Степень защиты IP24 означает: 2 – оборудование имеет защиту от попадания внутрь оболочки твердых тел размерами не менее 12,5 мм; 4 – оборудование имеет защиту от попадания внутрь оболочки брызг, падающих под любым углом.

#### **4.3 Организация телекоммуникационного шкафа**

В телекоммуникационном шкафу будет расположено все сетевое оборудование: коммутатор третьего уровня, два коммутатора второго уровня, веб-сервер. Все оборудование будет размещено согласно юнитовой разметке шкафа на специальных направляющих. Ввиду отсутствия систем охлаждения внутри шкафа, рекомендуется расположить оборудование на достаточном расстоянии друг от друга во избежание перегрева, чему способствуют размеры шкафа. Также размеры шкафа позволяют с легкостью масштабировать конфигурацию и добавлять в нее дополнительное оборудование, как источник бесперебойного питания или блок охлаждения.

Для подключения кабелей к коммутаторам будут использоваться патч-панели FTP cat.5е 19", 48 портов, экранированные, 2U. Их использование обусловлено дополнительной защитой портов коммутаторов и удобством подключения оборудования.

#### **4.4 Организация беспроводных точек доступа и сетевых принтеров**

Планируется разместить 2 точки доступа – в основной рабочей зоне и в отделе тестировки. Беспроводные точки, по рекомендации производителя, будут крепиться на потолке. Это обеспечит лучшее покрытие всего помещения. Для расчета затухания радиоволн в беспрепятственной воздушной среде используется упрощенная формула:

$$L = 32.44 + 20 * \lg(F) + 20 * \lg(D), \text{ дБ}$$

где  $F$  – частота сигнала (ГГц),  $D$  – расстояние (м).

Первая точка доступа располагается на потолке в центре основной рабочей зоны. Наиболее удаленная точка располагается на расстоянии 11,5 м.

Рассчитаем затухание беспроводного маршрутизатора для используемой частоты: 2.4 ГГц. Мощность передатчика – 20 дБм.

$$L_{\text{макс. уд.}} = 32.44 + 20 * \lg(2.4) + 20 * \lg(11.5) = 61.26 \text{ дБ}$$

Рассчитаем уровень сигнала  $S$  для частоты 2,4 ГГц:

$$S = P - L_{\text{макс. уд.}} = 20 - 61.26 = 41.26, \text{ дБм}$$

где  $P$  – мощность передатчика

Вторая точка доступа располагается на потолке в центре кабинета отдела тестировки. Наиболее удаленная точка располагается на расстоянии 8 м через стену, которая не является несущей. Затухание от стены будем считать равным 15 дБ.

$$L_{\text{макс. уд.}} = 32.44 + 20 * \lg(2.4) + 20 * \lg(8) = 58.11 \text{ дБ}$$

$$S = P - L_{\text{макс. уд.}} - L_{\text{ст.}} = 20 - 58.11 - 15 = 53.11, \text{ дБм}$$

Получается, что минимальная мощность Wi-Fi сигнала в обоих случаях будет находиться в диапазоне до -60 дБм, что обеспечивает отличный уровень сигнала.



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В рамках выполнения курсового проекта была разработана локальная компьютерная сеть для компании по разработке 3D-приложений. Были получены и закреплены теоретические навыки по проектированию локальных компьютерных сетей.

Исходя из поставленных задач в ходе выполнения курсового проекта был исследован рынок сетевого оборудования производителя HPE/Aruba.

Для разграничения трафика использовалась технология VLAN. Разграничение производилось по типу подключений и назначению.

Так как проектировалась бюджетная сеть, то оборудование выбиралось не только на основании выполняемых функций, но и на основании цены.

Для удовлетворения требований заказчика о работе оборудования при повышенной влажности было подобрано сетевое и серверное оборудование, обеспечивающее стабильную работу при влажности до 95%, также были использованы специальные кабели и информационные розетки. Для удовлетворения требования заказчика о защите от несанкционированных физических подключений, для размещения сетевого оборудования было выделено отдельное помещение серверной с ограниченным доступом лиц, а также все сетевое оборудование было размещено в телекоммуникационном шкафу, запирающимся на ключ.

Результатами проектирования являются структурная, функциональная схемы, план здания, перечень оборудования. Обоснование выбора и последовательность настройки всего выбранного сетевого оборудования представлены в пояснительной записке.

Итоговая сеть нетребовательна в обслуживании и открыта для дальнейшего улучшения и масштабирования.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- [1] Олифер, В. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы / В. Олифер, Н. Олифер – СПб: Питер, 2019. – 992 с.
- [2] Сергеев, А. Основы локальных компьютерных сетей / А. Сергеев. – Санкт-Петербург : Лань, 2016. – 184 с.
- [3] Aruba Instant On 1930 Switch Series Management and Configuration Guide [электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.arubanetworks.com/techdocs/InstantOn\\_1930\\_Switch/InstantOn\\_1930\\_MCG.pdf](https://www.arubanetworks.com/techdocs/InstantOn_1930_Switch/InstantOn_1930_MCG.pdf)
- [4] ArubaInstantOn1930 InstallationandGetting Started Guide [электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.arubanetworks.com/techdocs/InstantOn\\_1930\\_Switch/InstantOn\\_1930\\_IGSG.pdf](https://www.arubanetworks.com/techdocs/InstantOn_1930_Switch/InstantOn_1930_IGSG.pdf)
- [5] Aruba2930M/F Managementand ConfigurationGuideforAOS-Switch16.10 [электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.arubanetworks.com/techdocs/AOS-Switch/16.10/Aruba%202930%20M%26F%20Management%20and%20Configuration%20Guide%20for%20ArubaOS-S%2016.10.pdf>
- [6] Aruba 2930F Switch Series Installation and Getting Started Guide [электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.arubanetworks.com/techdocs/hardware/switches/2930/IGSG/Aruba\\_2930\\_IGSG.pdf](https://www.arubanetworks.com/techdocs/hardware/switches/2930/IGSG/Aruba_2930_IGSG.pdf)
- [7] Optimizing WLAN for Roaming Devices [электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.arubanetworks.com/resource/optimizing-wlan-for-roaming-devices/>
- [8] Configuring Fast Roaming for Wireless [электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.arubanetworks.com/techdocs/Instant\\_83\\_WebHelp/Content/Instant\\_UG/WLAN\\_SSID\\_conf/Support%20for%20dot11r.htm](https://www.arubanetworks.com/techdocs/Instant_83_WebHelp/Content/Instant_UG/WLAN_SSID_conf/Support%20for%20dot11r.htm)
- [9] Networking Product Finder [электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.arubanetworks.com/smb-product-wizard/>.
- [10] ArubaOS-Switch, Comware and Cisco IOS CLI Reference Guide [электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://higherlogicdownload.s3-external-1.amazonaws.com/HPE/7eb10b33-891a-4ef0-86d9-1e1c13be4fde\\_file.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAVRDO7IEREB57R7MT&Expires=1670502638&Signature=MukQicRYELHb5AIHeQrbpmPZn3w%3D](https://higherlogicdownload.s3-external-1.amazonaws.com/HPE/7eb10b33-891a-4ef0-86d9-1e1c13be4fde_file.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAVRDO7IEREB57R7MT&Expires=1670502638&Signature=MukQicRYELHb5AIHeQrbpmPZn3w%3D)
- [11] OS-CX 10.08 Fundamentals Guide[электронный ресурс]. – Режим доступа:[https://www.arubanetworks.com/techdocs/AOSCX/10.08/PDF/fundamentals\\_6200.pdf](https://www.arubanetworks.com/techdocs/AOSCX/10.08/PDF/fundamentals_6200.pdf)
- [12] Virtual Controller Overview [электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.arubanetworks.com/techdocs/Instant\\_40\\_Mobile/Advanced/Content/UG\\_files/virtual\\_controller/Master\\_Election\\_Protocol.htm](https://www.arubanetworks.com/techdocs/Instant_40_Mobile/Advanced/Content/UG_files/virtual_controller/Master_Election_Protocol.htm)

**ПРИЛОЖЕНИЕ А**  
(обязательное)

Схема СКС структурная

**ПРИЛОЖЕНИЕ Б**  
(обязательное)

Схема СКС функциональная

**ПРИЛОЖЕНИЕ В**  
(обязательное)

Схема СКС принципиальная (план здания)

**ПРИЛОЖЕНИЕ Г**  
(обязательное)

Перечень оборудования

**ПРИЛОЖЕНИЕ Д**  
(обязательное)

Ведомость документов