

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	4
1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ .....	5
1.1 Web-сервер .....	5
1.2 DOCSIS .....	6
2 СТРУКТУРНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ .....	7
3 ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ .....	9
3.1 Обоснование выбора пользовательской операционной системы .....	9
3.2 Обоснование выбора web-сервера .....	10
3.3 Обоснование выбора пользовательских станций .....	10
3.4 Обоснование выбора МФУ .....	11
3.5 Обоснование выбора маршрутизатора и коммутаторов .....	11
3.5.1 Обоснование выбора маршрутизатора .....	12
3.5.2 Обоснование выбора коммутатора .....	13
3.6 Обоснование выбора кабельного модема .....	13
3.7 Обоснование выбора беспроводной точки доступа .....	13
3.8 Обоснование выбора пассивного сетевого оборудования .....	14
3.9 Обоснование выбора сетевого шкафа .....	14
3.10 Схема адресации .....	14
3.10.1 Внешняя адресация IPv4 .....	15
3.10.2 Внутренняя адресация IPv4 .....	16
3.10.3 Адресация IPv6 .....	18
3.11 Настройка оборудования .....	19
3.11.1 Настройка маршрутизатора .....	19
3.11.2 Настройка коммутаторов .....	22
3.11.3 Настройка беспроводных точек доступа .....	23
3.11.4 Настройка пользовательских станций .....	24
3.11.5 Настройка Web-сервера .....	24
4 ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТРУКТУРНОЙ КАБЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ .....	25
4.1 Обоснование выбора монтажных элементов .....	25
4.2 Расчёт качества покрытия беспроводного соединения .....	26
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	37
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	28
ПРИЛОЖЕНИЕ А .....	29
ПРИЛОЖЕНИЕ Б .....	30
ПРИЛОЖЕНИЕ В .....	31
ПРИЛОЖЕНИЕ Г .....	32
ПРИЛОЖЕНИЕ Д .....	33

## ВВЕДЕНИЕ

За последние 25 лет компьютерные сети настолько внедрились в повседневную жизнь человечества, что представить завтрашний день без них уже абсолютно невозможно. За счет своей возможности связывать компьютеры, ноутбуки, смартфоны, сервера и прочие информационные устройства на запредельных для обычного человека расстояниях, сети обеспечили невиданный до этого скачок скорости обмена информацией. Сегодня ни одна, даже самая малая, коммерческая компания или предприниматель не обходятся без использования компьютерных сетей в своей деятельности.

В данном курсовом проекте требуется разработать архитектуру локальной компьютерной сети научно-исследовательской организации, специализирующейся на растениеводстве. В рамках проектирования будут пройдены такие этапы, как планирование топологии, подбор подходящего для реализации сети оборудования, проектирование разводки кабелей с учетом архитектуры здания, количества подключаемых пользовательских станций и периферийных устройств.

На самом первом этапе требования к проектируемой сети обсуждаются с заказчиком. Из этих требований выясняются условия проектирования сети: особенности архитектуры здания, предполагаемое количество пользователей, используемые сервисы, прочие виды оконечного оборудования, технологии для подключения к Internet.

После этого разрабатывается структурная модель сети. Высчитывается количество подсетей, формируются связи между ними, а затем выясняется количество активного и пассивного оборудования в данных подсетях.

После синтеза структурной схемы можно приступить к проектированию разводки кабелей в помещениях, расположений сетевого и оконечного оборудования, электрических и информационных розеток. При использовании беспроводных маршрутизаторов необходимо учесть зону покрытия, мощность, потенциальные препятствия и помехи.

Затем после теоретического проектирования компьютерной сети производится подбор оборудования с учетом пожеланий заказчика и выделенных бюджетных средств.

После реализации, сеть и оконечные устройства подвергаются тестированию с целью подтверждения работоспособности.

Целью проекта является разработка и реализация безопасной, надежной, расширяемой сети с наиболее оптимальным расходом бюджета.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Определить структуру разрабатываемой локальной сети;
2. Спроектировать локальную компьютерную сеть;
3. Подобрать оптимальное оборудование;
4. Осуществить конфигурирование устройств.

## 1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Для выполнения курсовой работы использовались знания, полученные в ходе дисциплин «Теоретические основы компьютерных сетей», «Администрирование компьютерных систем и сетей» и «Аппаратное обеспечение компьютерных сетей».

Для корректного проектирования локальной компьютерной сети требуется изучить основы организации и построение компьютерных сетей, необходимые для этого технологии и протоколы []. Также использовалась учебная литература и различные электронные ресурсы: статьи и официальные документы производителей сетевого оборудования.

Согласно требованиям заказчика в локальную компьютерную сеть необходимо внедрить Web-сервер для внутреннего и внешнего использования, а для подключения к Internet использовать технологию DOCSIS. Подробнее о Web-серверах рассказывается в пункте 1.1, а про технологию DOCSIS рассказывается в пункте 1.2.

### 1.1 Web-сервер

Веб-сервер (Web Server) – система, осуществляющая доставку данных конечному пользователю через Интернет при помощи веб-браузера. Основная задача веб-сервера хранить, обрабатывать и доставлять запрашиваемые веб-страницы или данные клиенту. Для этого используются:

1. Физическое хранилище. Все данные хранятся 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, генерируется запрос, который затем отправляется на веб-сервер для обработки данных.

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

Для взаимодействия между сервером и клиентом используется Hypertext Transfer Protocol (HTTP). Сервер принимает HTTP-запрос, инициируемый клиентом через веб-браузер, а затем выдает HTTP-ответ вместе с запрашиваемыми клиентом данными.

Термин веб-сервер может применяться как в отношении программного обеспечения, которое выполняет функции веб-сервера, так и в отношении аппаратной составляющей, на которой функционирует данное программное обеспечение.

Программное обеспечение может состоять из нескольких компонентов, но как минимум должно включать в себя HTTP-сервер, который отвечает за обработку входящих запросов, ответ на них и способен работать с URL и протоколом HTTP.

Под аппаратной составляющей веб-сервера подразумевается компьютер, на котором находится программное обеспечение веб-сервера и прочие ресурсы (HTML-страницы, изображения, файлы, медиа-данные).

Веб-сервер может быть либо статическим, либо динамическим:

1. Статический веб-сервер. Статический веб-сервер включает в себя аппаратное оборудование или компьютер с размещенным там HTTP-сервером. Такой сервер называется статическим по той причине, что он посылает размещенные у себя файлы в том же виде, в котором они хранятся. Ярким примером статического веб-сервера является NGINX.

2. Динамический веб-сервер. Динамический веб-сервер помимо статического веб-сервера включает в себя дополнительные компоненты: сервер приложения и базу данных. Такой сервер называется динамическим по той причине, что перед отправкой файлов клиенту по HTTP, он при помощи сервера приложения способен редактировать размещенные файлы. Хорошим примером динамического веб-сервера является Apache.

## 1.2 DOCSIS

DOCSIS (Data Over Cable Service Interface Specifications) – семейство стандартов передачи данных по сетям кабельного телевидения по коаксиальному (телевизионному) кабелю. На данный момент существуют следующие версии стандарта DOCSIS: DOCSIS 1.0, DOCSIS 1.1, DOCSIS 2.0, DOCSIS 3.0, DOCSIS 3.1. Если первая версия стандарта DOCSIS 1.0 предполагала передачу данных до 38 Мбит/с для загрузки и до 9 Мбит/с для выгрузки, то последняя версия DOCSIS 3.1 поддерживает до 10 Гбит/с для загрузки и до 1 Гбит/с для выгрузки.

Задача стандарта – унифицировать требования к передаче данных по коаксиальному кабелю и гарантировать совместимость аппаратуры, поставляемой различными производителями. Из имеющихся преимуществ DOCSIS можно выделить:

- Технология позволяет проводить интернет через уже существующие сети, а значит, снижать затраты на создание новой инфраструктуры;
- Технология упрощает доступ сеть абонентам в местах, куда дорого прокладывать оптоволокно;
- По скорости технология DOCSIS превосходит свой аналог ADSL;
- Технология проста в монтаже и эксплуатации.

Однако, данная технология имеет существенный недостаток: DOCSIS – это не персональная выделенная линия. Полоса делится между всеми пользователями, которые в данный момент обмениваются данными, поэтому значение скорости для конкретного абонента варьируется в широких пределах.

## 2 СТРУКТУРНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

В соответствии с заданием необходимо разработать локальную компьютерную сеть для научно-исследовательской организации (растениеводство).

По требованиям заказчика проектируемая компьютерная сеть должна располагаться в здании с 2 этажами, каждый из которых занимает 420 кв. м. Во всем здании должно быть доступно 10 стационарных пользователей (ПК), 10 стационарных подключений, 10 мобильных подключений, а в качестве дополнительного сервиса должен быть интегрирован Web-сервер, при этом необходимо, чтобы каждое стационарное подключение, пользователь или мобильное подключение имели доступ к Web-серверу и сети Internet.

В качестве дополнительного оконечного оборудования, согласно требованию заказчика, должны присутствовать сканеры и принтеры.

Дополнительно стоит предусмотреть наличие отдельных персональных компьютеров для системного администратора и заведующего научно-исследовательской организацией.

Для сегментации сети будут использованы виртуальные локальные компьютерные сети (VLAN). VLAN позволят построить на базе одной физической сети необходимое количество логических, причем логические сети будут существовать независимо друг от друга, что позволит фильтровать трафик в сети, направляя пакеты только в те сегменты, которым они предназначены.

В итоге, взяв во внимание количество подключений и требуемое для реализации локальной компьютерной сети оборудование, можно выделить следующие структурные блоки:

- Маршрутизатор;
- Коммутатор;
- Беспроводные точки доступа;
- Персональные компьютеры;
- Мобильные устройства;
- Принтеры;
- Сканеры;
- Административный персональный компьютер;
- Персональный компьютер заведующего;
- Web-сервер;
- Internet;
- Кабельный модем.

Структурная схема локальной компьютерной сети представлена в приложении А.

Блок маршрутизатора включает в себя один маршрутизатор, который обеспечивает маршрутизацию между внутренней и внешней сетями, отвечает за безопасность и изоляцию внутренней сети. Данный блок связан с блоками коммутаторов и с блоком кабельного модема.

Блоки коммутатора включают в себя коммутатор и используются для проводного подключения всех пользовательских станций, Web-сервера и беспроводных точек доступа. Является основным связующим блоком в локальной компьютерной сети научно-исследовательской организации.

Блок беспроводных точек доступа включает в себя беспроводные точки доступа, которые служат для обеспечения беспроводных подключений мобильных устройств сотрудников организации. Блок связан с блоком коммутатора, блоком мобильных устройств.

Блоки персонального компьютера включают в себя рабочие станции сотрудников организации. Данные блоки связаны с блоками коммутаторов и блоками принтера.

Блоки мобильных устройств представляют собой мобильные устройства сотрудников организации. Данные блоки связаны, с блоками беспроводных точек доступа.

Блоки принтера включают в себя один принтер соответственно. Данные блоки связаны с блоками персонального компьютера, блоком административного персонального компьютера и блоком персонального компьютера заведующего.

Блоки сканера включают в себя один сканер. Данные блоки связаны с блоками персонального компьютера.

Блок административного персонального компьютера включает в себя пользовательскую станцию администратора для обеспечения поддержки сети. Блок связан с блоком коммутатора и блоком принтера.

Блок персонального компьютера заведующего включает в себя пользовательскую станцию заведующего научно-исследовательской организацией. Блок связан с блоком коммутатора и блоком принтера.

Блок Web-сервер включает в себя Web-сервер, который предназначен для внутреннего и внешнего использования в научно-исследовательской организации. Связан с блоком коммутатора.

Блок Internet представляет собой выход в интернет используя технологию DOCSIS и коаксиальный кабель.

Блок кабельного модема включает в себя непосредственно кабельный модем, осуществляющий переход с технологии DOCSIS, через который обеспечивается выход в интернет, на технологию Ethernet, на использовании которой построена локальная компьютерная сеть научно-исследовательской организации. Данный блок связан с блоком Internet и блоком маршрутизатора.

### **3 ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ**

В данном разделе описывается функционирование аппаратной и программной частей разрабатываемой локальной компьютерной сети.

В рамках данного проекта сеть организации будет разделена на 7 виртуальных сетей:

1. Виртуальная сеть для стационарных пользователей.
2. Виртуальная сеть для мобильных подключений.
3. Виртуальная сеть для администрирования.
4. Виртуальная сеть заведующего организацией.
5. Виртуальная сеть для доступа к Web-серверу.

Связи между маршрутизатором, коммутаторами и кабельным модемом будут произведены при помощи GigabitEthernet. Связи между коммутаторами и беспроводными точками доступа, стационарными пользователями и Web-сервером будут произведены при помощи FastEthernet. Принтеры и сканеры к стационарным пользовательским станциям будут подключены при помощи USB. Мобильные устройства будут подключены к беспроводным точкам доступа при помощи беспроводного соединения.

Для соединения посредством GigabitEthernet будет использоваться стандарт IEEE 802.3ab 1000BASE-T, определяющий работу передачи данных по витой паре категории 5е.

Для соединения посредством FastEthernet будет использоваться стандарт IEEE 802.3u 100BASE-TX, определяющий работу передачи данных по витой паре категории 5 и 5е.

Для использования в беспроводной сети был выбран стандарт IEEE 802.11ac (Wi-Fi 5). Данный стандарт был выбран за свою высокую пропускную способность сети, которая начинается от 433 Мбит/с и может достигать до 6.5 Гбит/с. Это наиболее значимое отличие от предыдущего стандарта 802.11n (Wi-Fi 4). Стандарт 802.11ac обратно совместим с 802.11n, что является несомненным плюсом.

Данный раздел сопровождает чертеж схемы СКС функциональной (Приложение Б).

#### **3.1 Обоснование выбора пользовательской операционной системы**

При выборе операционной системы для сотрудников научно-исследовательской организации делалась ставка на следующие факторы:

- распространенность операционной системы;
- простота освоения и использования пользователем;
- поддержка антивирусного ПО;
- поддержка операционной системы разработчиком.

По критерию распространенности и простоты в освоении подходит операционная система из семейства Windows, потому как статистика из

различных источников гласит, что операционные системы данного семейства занимают от 75 до 80 процентов среди компьютерных операционных систем.

Также операционная система Windows не только имеет свой собственный брандмауэр, но и поддерживает антивирусное программное обеспечение практически всех производителей. Данный факт обеспечивает выполнение требования заказчика по защите локальной компьютерной сети от угрозы вирусов.

При выборе конкретной версии Windows наилучшими вариантами являются Windows 10 и Windows 11. Так как Windows 11 вышла всего 2 года назад выбор был сделан в пользу более стабильной и поддерживаемой Windows 10, на которую, в силу её повсеместного использования, не возникнет сложностей при поиске необходимого для функционирования организации программного обеспечения.

В итоге, была выбрана операционная система Windows 10 редакции Pro по той причине, что редакция Pro рекомендуется для малых организаций, которой исходная научно-исследовательская организация и является.

### **3.2 Обоснование выбора web-сервера**

Основным критерием выбора сервера является количество клиентов, которые будут получать доступ к его мощностям. В техническом задании заказчика указано, что количество стационарных пользователей и беспроводных подключений в организации составляет по 10 штук, то есть теоретическая пиковая нагрузка на сервер может составлять 20 клиентов. Для покрытия такой задачи не требуется очень дорогой и производительный сервер. Также данный сервер имеет встроенный RAID-контроллер, задача которого обеспечить надежность хранения данных на сервере, тем самым наличие данного контроллера покрывает соответствующее требование заказчика в вопросе надежности.

Учтя вышеизложенную информацию был сделан выбор в пользу Микросервера Xeon E-2236 стоимостью 5900 BYN.

Данный сервер обладает следующими техническими характеристиками:

- процессор Intel Xeon E-2236;
- оперативная память 2 x 8GB 3200MHz Kingston [KSM32ES8 8HD];
- жесткие диски 2 x SSD Kingston 480GB DC500M SATA;
- сетевой адаптер 2 x Intel I210AT + 1 x Mgmt LAN;
- корпус Tower 210 x 230 x 275 мм (ширина x высота x глубина).

### **3.3 Обоснование выбора пользовательских станций**

При выборе пользовательских станций основным критерием выступает спектр выполняемых в организации задач. В случае научно-исследовательской организации, связанной с растениеводством, основные требования к пользовательской станции – это воспроизведение



видеоматериалов, обеспечение комфортной работы в текстовых редакторах, работы с изображениями и работы в интернете. Особых требований к графическому процессору не выдвигается по причине того, что в спектр задач такой организации не входит обработка больших объемов графического материала и рендер графических моделей.

Исходя из перечисленных требований был выбран моноблок TESLA Z24B 2416500 стоимостью 2099 BYN.

Данный моноблок обладает следующим перечнем технических характеристик:

- процессор Intel Core i5-12400;
- видеокарта интегрированная Intel UHD Graphics 730;
- объем SSD 500 Гб;
- оперативная память DDR4 16 Гб.

### **3.4 Обоснование выбора МФУ**

При выборе принтеров и сканеров было принято решение не ставить данное оборудование отдельно как 2 устройства на рабочих местах сотрудников. Вместо этого было принято решение закупить и установить многофункциональные устройства (МФУ), которые сочетают в себе возможности 3 отдельных устройств: принтера, сканера и дополнительно ещё копировального устройства. Исходя из этого было выбрано МФУ модели HP Laser 135w Printer (4ZB83A) стоимостью 999 BYN.

Данное МФУ обладает планшетным типом сканера с разрешением сканирования 600 dpi, скорость печати МФУ составляет 20 страниц в минуту с разрешением печати 1200 dpi. Также данное МФУ имеет возможность подключения по Wi-Fi, что позволит в случае будущей необходимости интегрировать его в локальную компьютерную сеть организации, тем самым предоставив удаленный доступ к устройству всем необходимым сотрудникам.

### **3.5 Обоснование выбора маршрутизатора и коммутаторов**

При выборе активного сетевого оборудования необходимо опираться на размер проектируемой локальной сети, на поддержку оборудованием технологий, необходимых для настройки локальной компьютерной сети, на наличие поддержки оборудования со стороны производителя и на требования заказчика к производителю закупаемого оборудования.

В настоящей ситуации заказчик не уверен в производителе закупаемого сетевого оборудования. Из доступного на рынке оборудования в данный момент можно выделить следующих самых распространенных производителей: Huawei, Mikrotik, D-Link, TP-Link и Cisco.

Оборудование от Huawei имеет запредельную стоимость даже в рамках бюджета, выделяемого на полноценную коммерческую сеть: маршрутизаторы данного производителя по стоимости начинаются от 8500 BYN и могут

достигать 68000 BYN. По вышеописанным причинам выбор данного производителя является нерациональным.

Оборудование от производителей D-Link и TP-Link самое дешевое и доступное среди всех предложенных производителей, однако это обусловлено тем, что данное оборудование предназначено для сегмента бюджетных сетей и отдельных пользователей.

Оборудование от Mikrotik хорошо справляется со своими задачами, однако само по себе оборудование от данного производителя является чем-то средним между бюджетным оборудованием от производителей D-Link и TP-Link и оборудованием от таких лидеров рынка, как Cisco, Juniper, Huawei. На базе оборудования от данного производителя уже намного целесообразнее проектировать корпоративные сети с средними нагрузками без жестких требований к бесперебойной работе сети. Однако во внимание стоит принимать тот факт, что оборудование Mikrotik имеет сложности при настройке и ограниченный функционал.

Оборудование компании Cisco является самым популярным и используемым во всем мире, что влечет за собой очевидные преимущества: наличие стабильной поддержки своего оборудования, обширное количество как пользовательских руководств по настройке и использованию оборудования, так и официальная документация производителя, которая постоянно дополняется. При проектировании сети на базе оборудования Cisco, можно быть уверенным в надежности и масштабируемости результата. Такой список достоинств неизменно влечет за собой повышение стоимости оборудования, однако в рамках выделенных средств на полноценную коммерческую сеть выбор оборудования Cisco выглядит наиболее рациональным.

Как итог, маршрутизатор и коммутаторы для проектируемой сети будут от компании Cisco.

### **3.5.1 Обоснование выбора маршрутизатора**

Из подходящих для будущей сети моделей маршрутизаторов можно выделить 2 штуки:

- Cisco 3945 SPE150 K9 стоимостью 1238 BYN;
- Cisco ISR4331-SEC/K9 стоимостью 2321 BYN;

Для задач будущей локальной компьютерной сети подошли бы оба маршрутизатора, однако маршрутизаторы 3900 серии официально сняты с продажи компанией Cisco в декабре 2017 года, а их поддержка окончена в декабре 2022 года. В итоге выбран был сделан в пользу модели Cisco ISR4331-SEC/K9 [], которая обладает следующими техническими характеристиками:

- 2 слота Network interface module (NIM);
- порты: 1 комбинированный GE порт (RJ-45 или SFP), 1 порт GE RJ-45, 1 порт GE SFP;
- производительность: 100 Мбит/с, повышается до 300 Мбит/с;
- USB порты (type A) 1 шт;

- поддержка NAT и межсетевого экрана;
- память DRAM 4GB, расширяется до 16GB;
- память Flash 4GB, расширяется до 8GB;
- монтаж: настольный.

Дополнительно к данному маршрутизатору будет закуплен дополнительный модуль Cisco NIM-ES2-4 стоимостью 1241 BYN, который предоставит 4 дополнительных порта 2 уровня 10/100/1000BASE-T.

### **3.5.2 Обоснование выбора коммутатора**

При выборе коммутатора для проектируемой локальной сети основное внимание уделялось поддержке протокола IEEE 802.1q, который необходим для создания и поддержки VLAN. Также желательна поддержка технологии Power over Ethernet (PoE), которая позволит более гибко размещать беспроводные точки доступа в здании.

Выбор стоял между 2 моделями: Cisco SF200-24 и Cisco SF200-24P. Данные модели схожи по характеристикам, однако Cisco SF200-24P стоимостью 1136 BYN поддерживает технологию PoE, поэтому она и является оптимальным вариантом из предложенных. Данный коммутатор обладает следующими характеристиками:

- порты FastEthernet: 24 шт, из них 12 шт. имеют поддержку PoE;
- комбинированные порты 10/100/1000BASE-T/SFP: 2 шт;
- таблица MAC-адресов: 8 тыс. адресов;
- поддержка протокола IEEE 802.1q;
- скорость пересылки пакетов: 6.55 Mpps;
- монтаж: стойечный.

### **3.6 Обоснование выбора кабельного модема**

Кабельный модем необходим для обеспечения подключения организации к Internet при помощи технологии DOCSIS, как того требует заказчик. Для того, чтобы сотрудники организации во время своего рабочего дня имели доступ к комфортной для работы скорости интернет соединения, необходимо было найти такую модель модема, которая поддерживала бы стандарты DOCSIS 3.1 и Multigigabit Ethernet. При данных характеристиках сотрудники организации будут иметь приемлемую скорость интернета даже в моменты пиковой нагрузки на сеть.

При поиске такого модема, выбор пал на модель NETGEAR Nighthawk Multi-Gig Cable Modem (CM2000) стоимостью 672 BYN.

Данный модем обладает поддержкой технологии DOCSIS 3.1 и имеет один Multigigabit Ethernet порт с пропускной способностью 2.5 Гбит/с.

### **3.7 Обоснование выбора беспроводной точки доступа**

При выборе беспроводной точки доступа опираться стоит на тот факт, что количество беспроводных подключений в организации составляет 10 штук, что является малым количеством с точки зрения коммерческих организаций. Для обеспечения сотрудников беспроводными подключениями было принято решение использовать модель Cisco WAP150 стоимостью 687 BYN. Данная модель беспроводной точки доступа имеет следующие технические характеристики:

- стандарты беспроводной связи: 802.11ac (Wi-Fi 5);
- класс скорости Wi-Fi: 1166 Mbps (300 Mbps при 2.4 ГГц + 866 Mbps при 5 ГГц);
- протоколы безопасности беспроводной сети: WEP, WPA, WPA2-PSK, WPA3-PSK;
- поддержка VLAN 802.1Q;
- поддержка технологии PoE;
- LAN-порты: 1 GigabitEthernet.

### **3.8 Обоснование выбора пассивного сетевого оборудования**

Так как основные скорости передачи данных в проектируемой локальной компьютерной сети составляют 100 Мбит/с и 1000 Мбит/с рациональнее всего использовать кабель категории 5е. Была выбрана модель F/UTP cat.5e LSZH 4PR, который также поддерживает технологию PoE.

Дополнительно необходимо закупить коннекторы RJ-45 для обеспечения подключения кабеля к интерфейсам сетевого оборудования. Для этого будут закуплены разъемы RJ-45 8P8C CAT 5е.

Также необходимо установить информационные розетки. Для этих целей была выбрана модель LEGRAND Inspiria.

### **3.9 Обоснование выбора сетевого шкафа**

Для того, чтобы обеспечить безопасное расположение дорогостоящего сетевого оборудования, было принято решение поместить его в 2 телекоммуникационных шкафа, которые в свою очередь будут расположены в кабинете системного администратора на 1 этаже и в одном из рабочих кабинетов на 2 этаже. В шкафу на 1 этаже будут расположены маршрутизатор, коммутатор и сервер, в шкафу на 2 этаже будет расположен оставшийся коммутатор. Учитывая габариты сетевого оборудования, был выбран телекоммуникационный шкаф настенный ТС6401-06G высотой 6U, шириной 600 мм, глубиной 450 мм и стоимостью 448 BYN [].

### **3.10 Схема адресации**

Для разграничения пользователей по их функциям в организации и обеспечения безопасности сети было принято разбить общую подсеть

организации на более мелкие: подсеть для web-сервера, административную, пользовательскую стационарную, пользовательскую беспроводную, подсеть для заведующего организацией. При этом на каждую подсеть выделен отдельный VLAN что как раз и будет обеспечивать поступление трафика только тем устройствам, которым он предназначен.

К подсети web-сервера относится непосредственно сам web-сервер. Выделение данной подсети обеспечит отбрасывание нежелательного для сервера трафика, что ограничит поступление на него вредоносного программного обеспечения и как следствие повысит надежность хранения данных. Данной подсети соответствует VLAN с номером 35.

К административной подсети относятся: рабочая станция системного администратора, маршрутизатор, 2 коммутатора и 4 беспроводные точки доступа. Для обеспечения возможности удаленного контроля за оборудованием и его настройки был выделен VLAN под номером 11.

В пользовательскую стационарную подсеть входят 8 пользовательских станций сотрудников. Для них был выделен VLAN с номером 100.

В пользовательскую беспроводную подсеть входят 10 беспроводных устройств сотрудников. Для них был выделен VLAN с номером 200.

К подсети заведующего организацией входит непосредственно пользовательская станция заведующего. Для него выделен VLAN под номером 21.

### 3.10.1 Внешняя адресация IPv4

Согласно требованию заказчика для обеспечения внешней адресации локальной компьютерной сети организации требуется использовать статический внешний IPv4-адрес. Согласно варианту, дается выбор из 10 подсетей, где можно выбрать одну подсеть и назначить внешний статический IPv4-адрес организации из неё. Предлагаемые подсети, их маски и доступные диапазоны адресов приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – предлагаемые по варианту подсети

Адрес подсети	Маска подсети	Диапазон адресов
5.66.128.0	255.255.128.0	5.66.128.1 - 5.66.255.254
55.18.0.0	255.254.0.0	55.18.0.1 - 55.19.255.254
89.60.0.0	255.252.0.0	89.60.0.1 - 89.63.255.254
97.98.112.0	255.255.252.0	97.98.112.1 - 97.98.115.254
137.107.7.0	255.255.255.128	137.107.7.1 - 137.107.7.126
157.11.32.0	255.255.254.0	157.11.32.1 - 157.11.33.254
174.14.244.64	255.255.255.224	174.14.244.65 - 174.14.244.94

Продолжение таблицы 3.1

182.239.28.0	255.255.254.0	182.239.28.1 - 182.239.29.254
193.26.250.0	255.255.255.128	193.26.250.1 - 193.26.250.126
201.183.139.0	255.255.255.0	201.183.139.1 - 201.183.139.254

Исходя из этого, для внешней адресации организации было принято решение использовать адрес 137.107.7.50 255.255.255.128 из подсети 137.107.7.0 255.255.255.128.

### 3.10.2 Внутренняя адресация IPv4

Согласно требованиям заказчика, для внутренней IPv4 адресации должна использоваться приватная подсеть. Исходя из этого требования из пула стандартных адресов для внутренних подсетей была выбрана подсеть 192.168.200.0/24, которая предоставляет диапазон адресов 192.168.200.1 – 192.168.200.254, что составляет 253 штуки и с запасом покрывает текущие потребности научно-исследовательской организации и гарантирует покрытие потребностей в перспективе расширения организации, например, слияния данной организации с аналогичной. Также необходимо учитывать тот факт, что раз используется приватная подсеть, то для выхода в интернет необходимо будет связать адреса из внутренней подсети с внешним статическим IPv4 адресом при помощи механизма Network Address Translation (NAT).

Схема внутренней IPv4 адресации организации представлена в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Схема внутренней IPv4 адресации

Название подсети	№ VLAN	Подсеть (IPv4 адрес, маска)	Диапазон IPv4 адресов
Подсеть web-сервера	35	192.168.200.32, 255.255.255.252	192.168.200.33 - 192.168.200.34
Административная подсеть	11	192.168.200.48, 255.255.255.240	192.168.200.49 - 192.168.200.62
Пользовательская стационарная подсеть	100	192.168.200.0, 255.255.255.240	192.168.200.1 - 192.168.200.14
Пользовательская беспроводная подсеть	200	192.168.200.128, 255.255.255.128	192.168.200.129 - 192.168.200.254
Подсеть заведующего	21	192.168.200.16, 255.255.255.248	192.168.200.17 - 192.168.200.22

Административный VLAN подразумевает наличие статических адресов из соответствующей подсети на том сетевом оборудовании, которое должно иметь возможность удаленной настройки с административной пользовательской станции: маршрутизатор, 2 коммутатора, 4 беспроводные точки доступа и непосредственно сама административная пользовательская станция. Схема адресации данной подсети приведена в таблице 3.3.

Таблица 3.3 – Схема IPv4 адресации административного VLAN (100)

Устройство	Позиционное обозначение	Адрес/маска
Маршрутизатор	RT1.1	192.168.200.50/28
Коммутатор	SW1.1	192.168.200.51/28
Коммутатор	SW2.1	192.168.200.52/28
Административная пользовательская станция	MB1.5	192.168.200.49/28

IPv4-адреса стационарным пользователям были установлены статическими по причине их малого количества (9 штук) и отсутствия фактора частой смены стационарных станций в организации. IPv4-адреса данных станций приведены в таблице 3.4.

Таблица 3.4 – Схема IPv4 адресации стационарных пользователей

Устройство	Позиционное обозначение	Адрес/маска
Станция заведующего	MB1.1	192.168.200.18/29
Станция сотрудника	MB1.2	192.168.200.1/28
Станция сотрудника	MB1.3	192.168.200.2/28
Станция сотрудника	MB1.4	192.168.200.3/28
Станция сотрудника	MB2.1	192.168.200.5/28
Станция сотрудника	MB2.2	192.168.200.6/28
Станция сотрудника	MB2.3	192.168.200.7/28
Станция сотрудника	MB2.4	192.168.200.8/28
Станция сотрудника	MB2.5	192.168.200.9/28

IPv4-адреса мобильным подключениям будут выдаваться по протоколу Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP) из промежутка 192.168.200.129-254/25 за исключением адресов 192.168.200.200/25, 192.168.200.129-132/25 по той причине, что данный адреса зарезервированы для использования на интерфейсе соответствующего VLAN на маршрутизаторе и для беспроводных точек доступа.

Web-серверу был выдан статический IPv4-адрес 192.168.200.34/30 из соответствующей подсети.

IPv4-адреса точкам доступа были установлены статическими в промежутке 192.168.200.129/25 – 192.168.200.132/25.

### 3.10.3 Адресация IPv6

IPv6 адресация, согласно требованию заказчика, должна использоваться для взаимодействия в рамках внутренней сети. Для этих целей будут использоваться IPv6-адреса вида Unique Local Unicast. Global ID был выбран случайным образом, в Subnet ID старшие биты это номер соответствующего VLAN, а оставшаяся часть заполнена нулями. Такой формат записи обеспечит гибкий и интуитивно понятный формат адресов. Длина префикса подсети во всех случаях будет составлять 64 бита.

Схема внутренней IPv6-адресации организации представлена в таблице 3.5.

Таблица 3.5 – Схема внутренней IPv6 адресации организации

Название подсети	№ VLAN	Адрес подсети
Подсеть web-сервера	35	fd00:7abb:4acc:35::/64
Административная подсеть	11	fd00:7abb:4acc:11::/64
Пользовательская стационарная подсеть	100	fd00:7abb:4acc:100::/64
Пользовательская беспроводная подсеть	200	fd00:7abb:4acc:200::/64
Подсеть заведующего	21	fd00:7abb:4acc:21::/64

Административный VLAN подразумевает наличие статических адресов из соответствующей подсети на том сетевом оборудовании, которое должно иметь возможность удаленной настройки с административной пользовательской станции: маршрутизатор, 2 коммутатора, 4 беспроводные точки доступа и непосредственно сама административная пользовательская станция. Схема адресации данной подсети приведена в таблице 3.6.

Таблица 3.6 – Схема IPv6 адресации административного VLAN (100)

Устройство	Позиционное обозначение	Адрес/префикс
Маршрутизатор	RT1.1	fd00:7abb:4acc:11::1011/64
Коммутатор	SW1.1	fd00:7abb:4acc:11::2011/64
Коммутатор	SW2.1	fd00:7abb:4acc:11::2021/64
Административная пользовательская станция	MB1.5	fd00:7abb:4acc:11::4015/64

IPv6-адреса стационарным пользователям были установлены статическими по причине их малого количества (9 штук) и отсутствия фактора



частой смены стационарных станций в организации. IPv6-адреса данных станций приведены в таблице 3.7.

Таблица 3.7 – Схема IPv6-адресации стационарных пользователей

Устройство	Позиционное обозначение	Адрес/префикс
Станция заведующего	МВ1.1	fd00:7abb:4acc:21::4011/64
Станция сотрудника	МВ1.2	fd00:7abb:4acc:100::4012/64
Станция сотрудника	МВ1.3	fd00:7abb:4acc:100::4013/64
Станция сотрудника	МВ1.4	fd00:7abb:4acc:100::4014/64
Станция сотрудника	МВ2.1	fd00:7abb:4acc:100::4021/64
Станция сотрудника	МВ2.2	fd00:7abb:4acc:100::4022/64
Станция сотрудника	МВ2.3	fd00:7abb:4acc:100::4023/64
Станция сотрудника	МВ2.4	fd00:7abb:4acc:100::4024/64
Станция сотрудника	МВ2.5	fd00:7abb:4acc:100::4025/64

IPv6-адреса мобильным подключениям будут выдаваться по протоколу DHCP из подсети fd00:7abb:4gsc:200::/64 за исключением адреса fd00:7abb:4gsc:200::1011/64 по той причине, что данный адрес зарезервирован для использования на интерфейсе соответствующего VLAN на маршрутизаторе.

Web-серверу был выдан статический IPv6-адрес fd00:7abb:4acc:35::5011/64.

IPv6-адреса точкам доступа были установлены статическими: fd00:7abb:4acc:200::5011/64, fd00:7abb:4acc:200::5012/64, fd00:7abb:4acc:200::5021/64, fd00:7abb:4acc:200::5022/64.

### 3.11 Настройка оборудования

#### 3.11.1 Настройка маршрутизатора

На интерфейсе маршрутизатора, подключенном к кабельному модему необходимо назначить внешний статический IPv4-адрес:

```
Router> enable
Router# configure terminal
Router(config)# interface GigabitEthernet0/0/0
Router(config-if)# ip address 137.107.7.50 255.255.255.128
Router(config-if)# exit
Router(config)# exit
```

Далее необходимо настроить на маршрутизаторе VTP-сервер и создать виланы из таблицы 3.1:

```
Router# vlan database
```

```

Router(vlan)# vtp server
Router(vlan)# vtp domain MAIN_SERVER
Router(vlan)# vtp password onion_509_4
Router(vlan)# vlan 35 name WEB_SERVER_VLAN
Router(vlan)# vlan 11 name ADMINISTRATIVE_VLAN
Router(vlan)# vlan 100 name STATIONARY_VLAN
Router(vlan)# vlan 200 name WIRELESS_VLAN
Router(vlan)# vlan 21 name MANAGER_VLAN
Router(vlan)#exit

```

После этого необходимо создать на маршрутизаторе интерфейсы соответствующих VLAN и назначить им IPv4 и IPv6-адреса из подсетей, приведенных в таблицах 3.2 и 3.5. Адреса, назначаемые интерфейсу административного VLAN под номером 11 приведены в таблицах 3.3 и 3.6. Назначаемые интерфейсам VLAN адреса приведены в таблице 3.8:

Таблица 3.8 – Адреса интерфейсов VLAN маршрутизатора

№ VLAN	IPv4-адрес/маска подсети	IPv6-адрес/префикс подсети
35	192.168.200.33/30	fd00:7abb:4acc:35::1011/64
11	192.168.200.50/28	fd00:7abb:4acc:11::1011/64
100	192.168.200.10/28	fd00:7abb:4acc:100::1011/64
200	192.168.200.200/25	fd00:7abb:4acc:200::1011/64
21	192.168.200.20/29	fd00:7abb:4acc:21::1011/64

```

Router#configure terminal
Router(config)# interface Vlan 35
Router(config-if)# ip address 192.168.200.33 255.255.255.252
Router(config-if)# ipv6 address fd00:7abb:4acc:35::1011/64
Router(config)# interface Vlan 11
Router(config-if)# ip address 192.168.200.50 255.255.255.240
Router(config-if)# ipv6 address fd00:7abb:4acc:11::1011/64
Router(config)# interface Vlan 100
Router(config-if)# ip address 192.168.200.10 255.255.255.240
Router(config-if)# ipv6 address fd00:7abb:4acc:100::1011/64
Router(config)# interface Vlan 200
Router(config-if)# ip address 192.168.200.200 255.255.255.128
Router(config-if)# ipv6 address fd00:7abb:4acc:200::1011/64
Router(config)# interface Vlan 21
Router(config-if)# ip address 192.168.200.20 255.255.255.248
Router(config-if)# ipv6 address fd00:7abb:4acc:21::1011/64
Router(config-if)#exit

```

Затем необходимо перевести интерфейсы 2 уровня, которые предоставляются интерфейсным модулем расширения Cisco NIM-ES2-4 маршрутизатора и соединены с коммутаторами, в режим trunk и

соответственно разрешить по ним передачу трафика из VLAN, созданных до этого:

```
Router(config)# interface GigabitEthernet0/1/0
Router(config-if)# switchport mode trunk
Router(config-if)#      switchport      trunk      allowed      vlan
100,200,11,21,35
Router(config)#interface GigabitEthernet0/1/1
Router(config-if)# switchport mode trunk
Router(config-if)#      switchport      trunk      allowed      vlan
100,200,11,21,35
Router(config-if)# exit
```

Следующим шагом станет настройка DHCP и DHCPv6 для VLAN 200, который будет выделять IPv4 и IPv6 адреса беспроводным устройствам:

```
Router(config)# ip dhcp pool dhcp-vlan-200
Router(dhcp-config)# excluded-address 192.168.200.200
Router(dhcp-config)# excluded-address 192.168.200.129
Router(dhcp-config)# excluded-address 192.168.200.130
Router(dhcp-config)# excluded-address 192.168.200.131
Router(dhcp-config)# excluded-address 192.168.200.132
Router(dhcp-config)# dns-server RT1_1-server
Router(dhcp-config)# default-router 192.168.200.200
Router(dhcp-config)# network 192.168.200.128 255.255.255.128
Router(dhcp-config)# exit
Router(config)# ipv6 dhcp pool dhcp6-vlan-200
Router(config-dhcpv6)# domain-name RT1_1-serverV6
Router(config-dhcpv6)# dns-server fd00:7abb:4acc:200::1011
Router(config-dhcpv6)# exit
Router(config)# interface vlan200
Router(config-if)# ipv6 dhcp server RT1_1-serverV6
Router(config-if)# ipv6 nd other-config flag
Router(config-if)# exit
```

Далее на маршрутизаторе требуется настроить NAT для того, чтобы связать IPv4-адреса локальных устройств с внешним статическим IPv4-адресом. Для этих целей будет использоваться динамический NAT:

```
Router(config)# ip nat pool OUTSIDE_POOL 137.107.7.50
137.107.7.50 netmask 255.255.255.128
Router(config)# access-list 1 permit 192.168.200.0
255.255.255.0
Router(config)# ip nat inside source list 1 pool OUTSIDE_POOL
Router(config)# interface GigabitEthernet0/0/0
Router(config-if)# ip nat outside
Router(config)# interface GigabitEthernet0/1/0
Router(config-if)# ip nat inside
Router(config)# interface GigabitEthernet0/1/1
```

```
Router(config-if)# ip nat inside
```

После этого остается настроить на маршрутизаторе Secure Shell (SSH) для безопасного удаленного управления и установить пароль для входа в привилегированный режим. Имена хостов сейчас и в дальнейшем необходимо назначать в соответствии с их позиционными обозначениями:

```
Router(config)# hostname RT1_1
RT1_1(config)# ip domain-name RT1_1
RT1_1(config)# enable password Chereshnya_9099
RT1_1(config)# crypto key generate ssh rsa bit 512
RT1_1(config)# username RT1_1 password Chereshnya_9099
RT1_1(config)# line vty 0 15
RT1_1(config-line)# transport input ssh
RT1_1(config-line)# login local
```

### 3.11.2 Настройка коммутаторов

В данном разделе будет приведен пример настройки одного из коммутаторов, порядок действий при настройке второго коммутатора аналогичен.

Сперва необходимо перевести коммутатор в режим VTP-клиента, ввести доменное имя нужного VTP-сервера и ввести соответствующий пароль:

```
Switch> enable
Switch# configure terminal
Switch(config)# vtp mode client
Switch(config)# vtp domain MAIN_SERVER
Switch(config)# vtp password onion_509_4
```

После этого необходимо перевести интерфейс, подключенный к маршрутизатору в режим trunk и разрешить передачу трафика из VLAN, созданных на маршрутизаторе, а интерфейсы, которые подключены к стационарным пользовательским станциям и беспроводным точкам необходимо перевести в режим access и разрешить передачу трафика из необходимого VLAN:

```
Switch(config)#interface FastEthernet0/1
Switch(config-if)#switchport mode trunk
Switch(config-if)#switchport trunk allowed vlan
100,200,11,21,35
Switch(config)#interface range FastEthernet0/2-6
Switch(config-if-range)#switchport mode access
Switch(config-if-range)#switchport access vlan 100
Switch(config)#interface range FastEthernet0/7-8
Switch(config-if-range)#switchport mode access
Switch(config-if-range)#switchport access vlan 200
```

Действия при создании интерфейса административного VLAN 11, присвоение ему IPv4, IPv6 адресов и настройка SSH производятся аналогично выполнению этих же пунктов при настройке маршрутизатора.

### 3.11.3 Настройка беспроводных точек доступа

В данном разделе будет приведен пример настройки 1 точки доступа, порядок действий при настройке оставшихся точек доступа аналогичен.

Используемая точка доступа Cisco WAP150 имеет возможность конфигурации через web-интерфейс, которая и будет использована при данной настройке. Прежде всего необходимо подключить данное устройство в ту же подсеть, к которой находится компьютер, с которого осуществляется конфигурирование. Данная точка доступа имеет статический адрес по умолчанию – 192.168.1.245. Чтобы получить доступ к настройке по этому адресу необходимо установить IPv4-адрес компьютера в диапазоне 192.168.1.xxx.

После этого требуется запустить веб-браузер на компьютере, ввести в поисковую строку адрес точки доступа и нажать Enter, как показано на рисунке 3.1.

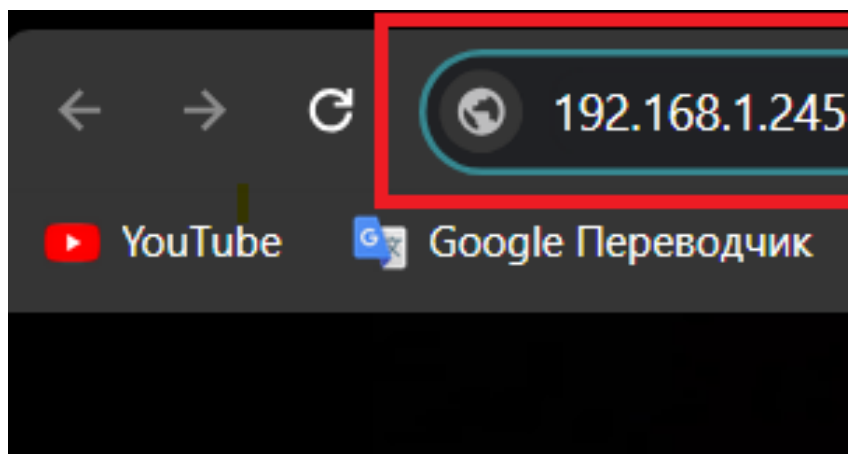


Рисунок 3.1 – Ввод IP-адреса точки доступа

В появившемся окне необходимо ввести стандартные логин и пароль: cisco в поля Username и Password. Далее требуется нажать кнопку Log In, после чего появится Access Point Setup Wizard.

Для того, чтобы назначить статический IPv4-адрес точке доступа из административного VLAN 11 необходимо перейти на вкладку LAN - IPv4 Configuration и выбрать опцию Static IP, после чего в полях Static IP Address, Subnet Mask и Default Gateway задать IP-адрес, маску и шлюз по умолчанию. Шлюзом по умолчанию является адрес интерфейса соответствующего VLAN маршрутизатора.

Для того, чтобы назначить статический IPv6-адрес точке доступа из VLAN 200 необходимо перейти на вкладку LAN – IPv6 Configuration и выбрать опцию Static IPv6, после чего в поле задать IPv6-адрес.

После этого необходимо настроить протокол безопасности WPA-Personal. Зайдите на вкладку Networks, выберите настройку WPA Personal, затем выберите WPA2-AES и задайте ключ, который пользователь должен будет ввести при подключении к данной точке доступа.

### 3.11.4 Настройка пользовательских станций

Стационарным пользовательским станциям необходимо присвоить статические IPv4 и IPv6 адреса, а также назначить шлюзы по умолчанию. Данная настройка осуществляется в «Центре управления сетями и общим доступом», путь до которого имеет вид Пуск > Параметры > Сеть и Интернет. Далее необходимо нажать «Изменение параметров адаптера» и в появившемся окне выбрать Ethernet. После этого нужно выбрать IP версии 4 (TCP/IP) и нажать кнопку свойства. В появившемся окне следует выбрать Использовать следующий IP-адрес и ввести адрес, маску подсети согласно таблице 3.4 и в качестве основного шлюза назначить адрес маршрутизатора соответствующей подсети. Настройка IPv6 осуществляется аналогичным образом после выбора IP версии 6 (TCP/IP).

### 3.11.5 Настройка Web-сервера

Для работы в web-сервером, на него необходимо установить операционную систему Linux, а затем Apache HTTP Server, делается это следующим образом:

```
sudo apt update
apt install apache2
ifconfig eth1 192.168.200.34 netmask 255.255.255.252
ifconfig eth1 inet6 static address fd00:7abb:4acc:35::5011
netmask 64
```

## **4 ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТРУКТУРИРОВАННОЙ КАБЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ**

При проектировании локальной компьютерной сети значительную её часть занимает проектирование структурированной кабельной системы. Основой проектирования структурированной кабельной системы является разводка кабелей с целью обеспечения подключений сетевого оборудования и оконечного оборудования между собой. В данной структурированной кабельной системе для этих целей будет использоваться кабель вида витая пара.

В данном проекте кабель будет проложен в кабельном коробе вдоль стен на расстоянии 30 сантиметров от потолка, при возникновении необходимости провести кабель сквозь стену, предполагается просверлить оную и пустить через неё кабель. Информационные розетки в кабинетах будут вмонтированы в стену на высоте 50 сантиметров от пола. Для проводки кабеля непосредственно к информационной розетке, необходимо для начала провести кабель на предписываемом расстоянии от потолка так, чтобы он располагался над розеткой, а затем опустить короб с кабелем перпендикулярно плоскости пола до розетки.

Прокладка кабеля между этажами осуществляется сквозь потолок в одном, обозначенном на схеме, месте.

Точки доступа расположены по 2 штуки на каждом этаже в коридоре. Точки монтируются к потолку, а кабели для них проводятся над фальшь-потолком в коробах.

Web-сервер, маршрутизатор, один из коммутаторов и кабельный модем располагаются на первом этаже в кабинете системного администратора, в специальном настенном телекоммуникационном шкафу. Оставшийся коммутатор располагается на 2 этаже в кабинете, расположенном над кабинетом системного администратора в аналогичном телекоммуникационном шкафу. Телекоммуникационные шкафы предписывается монтировать на высоте 150 сантиметров от пола.

Стационарные пользовательские станции располагаются на первом и втором этажах в кабинетах, в которых установлены информационные розетки. К этим станциям подключаются МФУ при помощи USB.

### **4.1 Обоснование выбора монтажных элементов**

Как было сказано ранее кабели будут прокладываться в кабель-каналах. Сечение кабеля вида витая пара категории 5е составляет примерно  $31.5 \text{ мм}^2$ . Кабель-каналы необходимо подбирать таким образом, чтобы его заполнение составляло примерно 60%. Из этого следует, что для прокладки одиночного кабеля подойдет короб с площадью поперечного сечения  $52.5 \text{ мм}^2$  и больше. Для таких задач был выбран кабель-канал Koros LV  $11 \text{ мм} \times 10 \text{ мм}$ . Максимальное количество кабелей, вместе требующих проводки будет

составлять 7 штук, что в среднем составит суммарную площадь сечения 220.5 мм<sup>2</sup>. Для покрытия такого сечения требуется короб с сечением минимальной площадью сечения 367.5 мм<sup>2</sup>. Такую площадь покроет кабель-канал Корос 24 мм × 22 мм. В соответствии с планом здания, представленном в приложении В, необходимо закупить 64 метра кабель-канала 11 мм × 10 мм и 29 метров кабель-канала 24 мм × 22 мм. С 30% запасом объем закупки составит 83.2 метра и 38 метров соответственно.

#### 4.2 Расчёт качества покрытия беспроводной сетью

Беспроводная сеть должна обеспечивать подключение 10 устройств и покрывать всю площадь помещений.

Затухание радиоволн в беспрепятственной воздушной среде рассчитывается по упрощенной формуле:

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

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

Учитывая высоту этажа в 3 метра, то максимальное расстояние до любой точки доступа составляет 11 метров. Исходя из этого затухание для используемой частоты 5 ГГц составляет:

$$L_{\text{макс. уд.}} = 32.44 + 20 * \lg(5) + 20 * \lg(11) = 67.3 \text{ дБ}$$

Так как внутренние стены являются газосиликатными, то наиболее серьёзное препятствие для распространения сигнала представляется в виде одной газосиликатной стены. Исходя из этого, затухание препятствия составляет  $L_{\text{макс. преп.}} = L_{\text{газосил. ст.}} = 6 \text{ дБ}$ . Также необходимо учесть возможное затухание за счёт взаимного размещения оборудования  $L_{\text{обор.}} = 5 \text{ дБ}$ .

Учитывая данные факторы, максимальное затухание сигнала в помещениях составляет:

$$L_{\text{макс.}} = L_{\text{макс. уд.}} + L_{\text{макс. преп.}} + L_{\text{обор.}} = 67.3 \text{ дБ} + 6 \text{ дБ} + 5 \text{ дБ} = 78.3 \text{ дБ}.$$

С учётом мощности излучения точки доступа, равной 25 дБ, минимальная мощность сигнала в помещении будет равна:

$$S_{\text{мин}} = S_{\text{т.д.}} - L_{\text{макс}} = 25 \text{ дБ} - 82.6 \text{ дБ} = -53.3 \text{ дБ}.$$

Такой показатель сигнала является удовлетворительным, что позволяет воспользоваться точкой доступа с мощностью излучения 25 дБ.



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения данного курсового проекта была успешно разработана локальная компьютерная сеть научно-исследовательской организации, специализирующейся на растениеводстве.

Были получены теоретические и практические навыки по проектированию локальных компьютерных сетей, обеспечению их работоспособности, безопасности, надежности и расширяемости. Была изучена техническая документация по настройке сетевого оборудования компании Cisco, были изучены доступные в настоящее время модели сетевого оборудования от данного производителя, получены практические навыки конфигурирования данного оборудования. Также был изучен материал по настройке Web-сервера.

Процесс проектирования локальной компьютерной сети был осуществлен в несколько этапов:

- была разработана структура локальной сети и на её основе создана структурная схема;
- было подобрано оборудование, составлена схема адресации, сконфигурировано подобранное оборудование, а затем, на основе этих данных была составлена функциональная схема;
- был рассчитан необходимый для закупки объём кабель-каналов и произведен расчет покрытия беспроводного соединения, а в дополнение к этому был расчерчен план здания со схемой разводки кабелей.

Была обеспечена надежность хранения данных на сервере благодаря аппаратной поддержке RAID-контроллера.

В процессе проектирования все требования заказчика были удовлетворены в полном объеме.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

- [1]. Вычислительные машины, системы и сети: дипломное проектирование (методическое пособие) [Электронный ресурс]: Минск БГУИР 2019. – Электронные данные. – Режим доступа: [https://www.bsuir.by/m/12\\_100229\\_1\\_136308.pdf](https://www.bsuir.by/m/12_100229_1_136308.pdf). – Дата доступа: 28.09.2023
- [2]. Configuring VLANs [Электронный доступ] – Режим доступа: [https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/switches/datacenter/sw/5\\_x/nx-os/layer2/configuration/guide/Cisco\\_Nexus\\_7000\\_Series\\_NX-OS\\_Layer\\_2\\_Switching\\_Configuration\\_Guide\\_Release\\_5-x\\_chapter4.html](https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/switches/datacenter/sw/5_x/nx-os/layer2/configuration/guide/Cisco_Nexus_7000_Series_NX-OS_Layer_2_Switching_Configuration_Guide_Release_5-x_chapter4.html) - Дата доступа 25.10.2023.
- [3]. Configure Network Address Translation [Электронный доступ] – Режим доступа: <https://www.cisco.com/c/en/us/support/docs/ip/network-address-translation-nat/13772-12.html> - Дата доступа 01.11.2023.
- [4]. IPv6 Addressing and Basic Connectivity [Электронный доступ] – Режим доступа: [https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/ios-xml/ios/ipv6\\_basic/configuration/xs/ip6b-xe-3s-book/ip6-add-basic-conn-xe.html](https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/ios-xml/ios/ipv6_basic/configuration/xs/ip6b-xe-3s-book/ip6-add-basic-conn-xe.html) - Дата доступа 03.11.2023.
- [5]. Cisco WAP150 and Cisco WAP361 Administration Guide [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: [https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/wireless/access\\_point/csbap/wap150\\_361/Administration/Guide/EN-US/b\\_WAP150\\_361\\_Admin\\_Guide.pdf](https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/wireless/access_point/csbap/wap150_361/Administration/Guide/EN-US/b_WAP150_361_Admin_Guide.pdf) - Дата доступа 14.11.2023.
- [6]. Cisco 4331 Integrated Services Router [Электронный доступ] – Режим доступа: <https://www.cisco.com/c/en/us/support/routers/4331-integrated-services-router-isr/model.html> - Дата доступа 25.11.2023.

**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