**СОДЕРЖАНИЕ**

[ВВЕДЕНИЕ 4](#_Toc182155357)

[1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ 5](#_Toc182155358)

[1.1 VPN 5](#_Toc182155359)

[1.2 IPsec 5](#_Toc182155360)

[1.3 Оборудование компании D-Link 6](#_Toc182155361)

[1.4 Защита от повышенной влажности 7](#_Toc182155362)

[2 СТРУКТУРНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ 8](#_Toc182155363)

[2.1 Компоненты локальной компьютерной сети 8](#_Toc182155364)

[2.2 Блок коммутатора 8](#_Toc182155365)

[2.3 Блок маршрутизатора 8](#_Toc182155366)

[2.4 Блок беспроводной точки доступа 9](#_Toc182155367)

[2.5 Блок персональных компьютеров 9](#_Toc182155368)

[2.6 Блок мобильных устройств 9](#_Toc182155369)

[2.7 Блок принтеров 9](#_Toc182155370)

[2.9 Intranet 9](#_Toc182155371)

[3 ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ 10](#_Toc182155372)

[3.1 Выбор рабочих станций 10](#_Toc182155373)

[3.2 Выбор принтера 11](#_Toc182155374)

[3.3 Выбор маршрутизатора 13](#_Toc182155375)

[3.4 Выбор коммутатора 15](#_Toc182155376)

[3.5 Выбор беспроводной точки доступа 16](#_Toc182155377)

[3.6 Выбор пассивного сетевого оборудования 17](#_Toc182155378)

[3.7 Выбор сетевого шкафа 18](#_Toc182155379)

[3.8 Схема адресации 18](#_Toc182155380)

[3.8.1 Внутренняя адресация IPv4 19](#_Toc182155381)

[3.8.2 Внешняя адресация IPv4 20](#_Toc182155382)

[3.8.3 Адресация IPv6 21](#_Toc182155383)

[4 ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТРУКТУРИРОВАННОЙ КАБЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ 22](#_Toc182155384)

[4.1 План прокладки кабельных линий 22](#_Toc182155385)

[4.2 Выбор монтажный элементов 22](#_Toc182155386)

[4.3 Качество покрытия беспроводной сетью 23](#_Toc182155387)

[СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ 24](#_Toc182155388)

# **ВВЕДЕНИЕ**

Компьютерные сети являются результатом эволюции двух важнейших научно-технических отраслей современной цивилизации - компьютерных и телекоммуникационных технологий. 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.

Локальные компьютерные сети представляют собой совокупность устройств, которые позволяют обмениваться данными на ограниченной территории, такой как офис или жилое здание. Основная цель локальных сетей - обеспечить быстрый и надежный обмен информацией между сетевыми устройствами. Они могут включать как проводные, так и беспроводные соединения.

С помощью маршрутизаторов и коммутаторов в локальных сетях можно организовать эффективное распределение трафика и устранение перегрузок в сети. Для безопасности данных часто используются такие технологии, как VPN, межсетевые экраны и системы аутентификации.

В данном курсовом проекте требуется спроектировать локальную компьютерную сеть научно-исследовательской организации, которая специализируется на медицине.

Целью является разработка максимально производительной, надежной и отказоустойчивой сети, которая должна полностью соответствовать требованиям и бюджету организации. Также сеть должна иметь возможность для расширения.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

* ознакомится с требованиями организации;
* изучить новые технологии;
* изучить план этажа организации;
* разработать структурную схему локальной компьютерной сети;
* подобрать необходимое оборудование;
* разработать функциональную схему локальной компьютерной сети.

# **1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ**

## **1.1 VPN**

VPN [1] (Virtual Private Network) – технология, позволяющая обеспечить одно или несколько сетевых соединений (логическую сеть) поверх другой сети (например, Интернет).

Классификация по назначению:

1. Intranet VPN. Используют для объединения в единую защищённую сеть несколько распределенных филиалов одной организации, обменивающихся данными по открытым каналам связи.
2. Remote Access VPN [2]. Используют для создания защищённого канала между сегментом корпоративной сети и одиночным пользователем, который, работая дома, подключается к корпоративным ресурсам с домашнего компьютера, ноутбука или телефона.
3. Extranet VPN. Используют для сетей, к которым подключаются «внешние» пользователи. Extranet VPN отличаются от Intranet VPN тем, что они разрешают доступ пользователям за пределами предприятия.
4. Internet VPN. Используют для предоставления доступа к интернету провайдерами, обычно если по одному физическому каналу подключаются несколько пользователей.

На рисунке 1.1 показаны различные VPN-сети между главным офисом и филиалами, а также работниками малых и домашних офисов (SOHO).

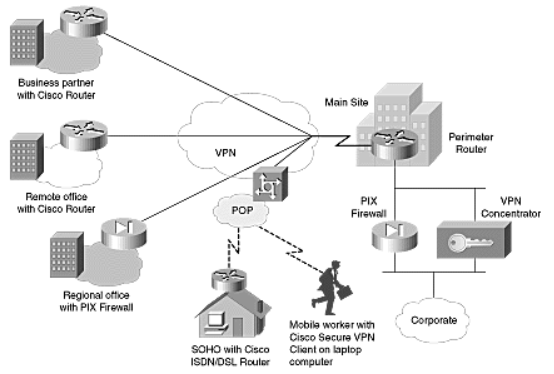


Рисунок 1.1 – VPN-сети

**1.2 IPsec**

IPSec (IP Security) [3] – набор протоколов, касающихся вопросов обеспечения защиты данных при транспортировке IP-пакетов. IPSec также включают в себя протоколы для защищённого обмена ключами в сети Интернет. Протоколы IPSec работают на сетевом уровне (уровень 3 модели OSI).

IPSec обеспечивает следующие функции VPN:

* data confidentiality — отправитель IPSec может шифровать пакеты перед их передачей по сети;
* data integrity — приемник IPSec может аутентифицировать пакеты, отправленные отправителем IPSec, чтобы гарантировать, что данные не были изменены во время передачи;
* data origin authentication — приемник IPSec может аутентифицировать источник отправленных пакетов IPSec. Эта служба зависит от службы целостности данных;
* antireplay — приемник IPSec может обнаруживать и отклонять повторно воспроизведенные пакеты.

IPSec состоит из следующих двух основных протоколов:

* authentication header (AH);
* encapsulating security payload (ESP).

Authentication header (AH) обеспечивает аутентификацию и целостность датаграмм, передаваемых между двумя системами.

Encapsulating Security Payload (ESP) — это протокол безопасности, используемый для обеспечения конфиденциальности (шифрования), аутентификации источника данных, целостности, дополнительной службы защиты от повторного воспроизведения и ограниченной конфиденциальности потока трафика путем обхода анализа потока трафика.

IPsec использует протокол IKE [4] (Internet Key Exchange) для установки безопасных соединений, управления ключами шифрования и обмена ими между устройствами.

Работу IPSec можно разбить на пять основных этапов. Пять этапов суммируются следующим образом:

1. «Интересный» трафик инициирует процесс IPSec. Трафик считается «интересным,» когда политика безопасности IPSec, настроенная на узлах IPSec, запускает процесс IKE.
2. Первая фаза IKE — IKE аутентифицирует одноранговые узлы IPSec и согласовывает соглашения безопасности IKE на этой фазе, создавая безопасный канал для согласования соглашений безопасности IPSec на второй фазе.
3. Вторая фаза IKE — IKE согласовывает параметры IPSec SA и устанавливает соответствующие IPSec SA на одноранговых узлах.
4. Передача данных — данные передаются между узлами IPSec на основе параметров и ключей IPSec, хранящихся в базе данных SA.
5. Завершение работы туннеля IPSec — SA IPSec завершается путем удаления или истечения времени ожидания.

**1.3 Оборудование компании D-Link**

Компания D-Link была основана на Тайване в 1986 г. и является ведущим мировым производителем сетевого оборудования корпоративного уровня и профессионального телекоммуникационного оборудования на основе технологий Metro Ethernet, PON, xDSL, Wi-Fi. Также D-Link занимает лидирующие позиции в производстве сетевого оборудования потребительского класса и устройств для «умного дома».

D-Link разрабатывает и производит полный спектр устройств для организации надежной и современной инфраструктуры:

* коммутаторы;
* маршрутизаторы;
* межсетевые экраны;
* беспроводное оборудование;
* трансиверы;
* сетевые адаптеры.

С полным перечнем продукции можно ознакомится на официальном сайте D-Link [6].

## **1.4 Защита от повышенной влажности**

Для выбора устройств с защитой от повышенной влажности используется система Ingress Protection (IP) [5].

Выбор правильного рейтинга IP зависит от нескольких факторов, таких как местоположение, климат и желаемый уровень защиты. Некоторые общие рекомендации:

* для зон с низкой влажностью и минимальным воздействием воды достаточен класс защиты не менее IP20;
* для зон с умеренной влажностью и периодическим воздействием воды рекомендуется класс защиты IP не ниже IP44;
* для зон с высокой влажностью и частым воздействием воды необходим класс защиты не ниже IP67.

Так же оборудования нужно размещать в помещениях, которые хорошо проветриваются и есть устройства для осушения воздуха. Например, в комнате могут присутствовать кондиционеры или вентиляторы. Так же можно использовать системы контроля климата.

# **2 СТРУКТУРНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ**

## **2.1 Компоненты локальной компьютерной сети**

По требованиям организации локальная компьютерная сеть (ЛКС) должна располагаться на первом этаже прямоугольной формы, площадь этажа - 330 кв. м. Должно быть доступно 50 стационарных подключений и 30 мобильных.

Присутствуют дополнительные оконечные устройства – принтеры и сетевые принтеры.

Для сегментации сети нужно использовать виртуальные компьютерные сети (VLAN). Они позволяются построить на базе одной физической сети необходимое количество логических сетей. Эти сети будут существовать независимо друг от друга, что позволит контролировать трафик в сети, направляя пакеты только в те сегменты, которым они предназначены.

Для реализации ЛКС выделяются следующие блоки:

* коммутатор;
* маршрутизатор;
* беспроводная точка доступа;
* персональные компьютеры;
* мобильные устройства;
* принтеры;
* сетевые принтеры;
* Intranet.

## **2.2 Блок коммутатора**

Блок коммутатора включает в себя управляемые коммутаторы. Сеть нужно спроектировать так, чтобы её было легко администрировать и также легко масштабировать. С помощью коммутаторов можно разбить сеть на виланы: пользовательские и административный. Блок связан с блоком персональных компьютеров, сетевых принтеров, блока маршрутизатора и блока беспроводной точки доступа.

## **2.3 Блок маршрутизатора**

Блок маршрутизатора содержит маршрутизаторы. Этот блок обеспечивает маршрутизацию между внутренней и внешней сетями, отвечает за безопасность и изоляцию внутренней сети. Он должен поддерживать IPsec-VPN для безопасного соединения с удаленными подразделениями. Так как непосредственного подключение к провайдеру нет, нужно позаботиться о NAT. Данный блок связан с блоками коммутатора и блоком Internet.

## **2.4 Блок беспроводной точки доступа**

Блок беспроводной точки доступа содержит беспроводные точки доступа. По требованию заказчика нужно обеспечить 30 мобильных подключений. Блок связан с блоком коммутатора, блоком мобильных устройств.

## **2.5 Блок персональных компьютеров**

Блок персональных компьютеров содержит пользовательские станции сотрудников. В данном блоке присутствуют компьютеры обычных сотрудников и компьютер администратора сети. Данный блок связан с блоком коммутатора, блоком принтеров.

## **2.6 Блок мобильных устройств**

Блок мобильных устройств содержит мобильные устройства сотрудников организации. Блок связан с блоком беспроводной точкой доступа.

## **2.7 Блок принтеров**

Блок принтеров содержит обычные. принтеры подключаются к пользовательским станциям через USB. Блок связан с блоком персональных компьютеров.

**2.8 Блок сетевых принтеров**

Блок сетевых принтеров включает в себя принтеры, подключенные к сети через Ethernet, что обеспечивает их доступность для всех пользователей сети. Сетевые принтеры поддерживают функции удаленного управления. Блок связан с блоком коммутатора.

## **2.9 Intranet**

По условию технического задания непосредственного подключения к провайдеру нет, приято считать, что локальная сеть организации подключается к локальной сети здания, в котором располагается.

В приложении А показана структурная схема ЛКС.

# **3 ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ**

## **3.1 Выбор рабочих станций**

Перед выбором рабочей станции необходимо определить задачи и особенности среды научно-исследовательской организации в медицинской сфере. Основные задачи включают:

* использование программного обеспечения для анализа данных;
* работа с текстовыми редакторами для отчётов и документации;
* работа с видео для образовательных и исследовательских целей.

На основании этих задач и условий работы можно выделить следующие ключевые требования к рабочим станциям:

* производительность процессора – для обеспечения быстрой обработки данных;
* объем оперативной памяти – не менее 16 GB для многозадачной работы;
* накопитель SSD – для быстрого доступа к данным и достаточно большого объема для хранения рабочих файлов и видео;

В таблице 3.1 представлены модели, которые подходят по требованиям, от разных производителей.

Таблица 3.1 – Сравнение моделей рабочих станций

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Параметры сравнения | Lenovo IdeaCentre AIO 5 | Acer Aspire C27-195ES | ASUS AiO A5 |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Процессор | Intel Core i5-12500H | Intel Core Ultra 5-125U | Intel Core i7-1360P |
| Оперативная память | 16 GB | 16 GB | 16 GB |
| Емкость накопителя | 512 GB SSD | 512 GB SSD | 1 TB SSD |
| Графика | Intel Iris Xe Graphics 80 EUs | Intel Arc Graphics (4 X-ядер) | Intel Iris Xe Graphics 96 EUs |
| Сетевой интерфейс | Gigabit Ethernet | Gigabit Ethernet | Gigabit Ethernet |
| Разрешение экрана, диагональ (в дюймах) | 2560 x 1440, 27" | 1920 x 1080, 27" | 1920 x 1080, 27" |
| Цена (белорусские рубли) | 4970 | 3318 | 4180 |

Для получения информации об моноблоках использовались источники [16, 17, 18].

Если цель – выбрать более экономичное решение, то Acer Aspire C27-195ES – хороший компромисс между ценой и характеристиками. При цене 3318 BYN он обеспечивает достаточную производительность благодаря процессору Intel Core Ultra 5-125U и 16 ГБ оперативной памяти, что подходит для выполнения задач, таких как работа с текстовыми редакторами, анализ данных и интернет-серфинг. Экран с разрешением 1920 x 1080 и диагональю 27" достаточно для повседневной работы, и его встроенная графика Intel Arc Graphics (4 X-ядер) поддерживает базовые визуальные задачи.

Lenovo IdeaCentre AIO 5 имеет более высокое разрешение экрана (2560 x 1440) и немного более мощную графику, однако его цена (4970 BYN) значительно выше, что может быть избыточно для требований текущего задания.

ASUS AiO A5 оснащен более мощным процессором (Intel Core i7-1360P) и 1 ТБ SSD, но стоит 4180 BYN, что делает его менее экономичным выбором, если нет необходимости в таком объеме накопителя и максимальной производительности.

На функциональной схеме пользовательские станции имеют позиционные номера PC1-PC50.

## **3.2 Выбор принтера**

Для научно-исследовательской медицинской организации, где ожидаются большие объемы документооборота, выбор принтеров должен удовлетворять следующим требованиям:

* тип печати: черно-белая печать является приоритетной для основной массы документов: отчеты, анализы, и внутренние служебные документы;
* технология печати: лазерная печать предпочтительна, так как лазерные принтеры обеспечивают высокую скорость печати и оптимально справляются с большими объемами печати при более низких эксплуатационных расходах, чем струйные;
* скорость печати: для оперативной работы требуется скорость не менее 30 страниц в минуту для черно-белых документов, чтобы обслуживать рабочие станции без задержек. В кабинетах с интенсивным документооборотом и сетевыми принтерами требуется скорость 40 стр/мин для быстрой обработки запросов от нескольких пользователей;
* сетевые возможности: принтеры должны поддерживать подключение по Ethernet и Wi-Fi, чтобы интегрироваться в локальную сеть и быть доступными для всех сотрудников. Наличие USB-интерфейса также желательно для использования в кабинете руководителя или бухгалтерии, где необходимо печатать с отдельного ПК;
* месячная нагрузка: поскольку организация ориентирована на обработку и печать большого количества документов, принтеры должны выдерживать нагрузку в 3000-4000 страниц в месяц для основных офисов, где объемы печати стабильные и высокие. Для кабинетов с меньшим количеством пользователей допустима месячная нагрузка от 1000 страниц;
* разрешение печати: Разрешение не ниже 600 x 600 dpi для черно-белых принтеров, если таковые будут необходимы, что обеспечит чёткую и качественную печать текстов и графиков;
* экологичность: принтеры должны иметь функции энергосбережения, такие как автоматическое выключение и низкое потребление тонера. Также рассматриваются модели, совместимые с перерабатываемыми картриджами или обладающие функцией двухсторонней печати (дуплекс) для экономии бумаги.

В таблице 3.2 представлены принтеры, которые подходят по требованиям, от разных производителей.

Таблица 3.2 – Сравнение принтеров

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Параметры сравнения | Canon i-SENSYS LBP246DW | HP Laser 107a | Canon i-SENSYS LBP673Cdw |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Печать | черно-белый | черно-белый | цветной |
| Технология печати | лазерный | лазерный | лазерный |
| Скорость ч/б печати (стр/мин) | 40 стр/мин | 20 стр/мин | 33 стр/мин |
| Интерфейсы | USB, Ethernet, Wi-Fi (802.11n, 802.11g, 802.11b) | USB | USB, Ethernet, Wi-Fi (802.11n, 802.11g, 802.11b) |
| Рекомендуемая месячная нагрузка (стр/мес) | 750 - 4000 | 100 - 1500 | 750 – 4000 |
| Цена (белорусские рубли) | 920 | 500 | 1285 |

Для получения информации об принтерах использовались источники [20, 21, 22].

Оптимальный выбор принтера – Canon i-SENSYS LBP246DW. Этот принтер обеспечивает высокую скорость черно-белой печати (40 стр/мин), что будет полезно для быстрого распечатывания документов и отчетов в условиях исследовательской среды. Поддержка интерфейсов USB, Ethernet и Wi-Fi позволяет гибко интегрировать его в локальную сеть, что особенно важно для научной организации с разными типами подключений (стационарные и мобильные устройства). Месячная нагрузка до 4000 страниц подходит для офиса с постоянными объемами печати, а цена 920 BYN остается в рамках разумного бюджета. Этот принтер можно использовать в качестве сетевого принтера.

HP Laser 107a слишком ограничен по скорости печати (20 стр/мин) и имеет только USB-подключение, что снижает его гибкость в сетевой интеграции. Однако его можно использовать как обычный принтер ПК.

Canon i-SENSYS LBP673Cdw является цветным принтером и стоит дороже (1285 BYN). Поскольку основная задача — печать документов, цветная печать и дополнительные расходы не являются необходимыми для данной организации.

Так как точного количества принтеров и сетевых принтеров организация не уточнила, то необходимо определиться с количеством. Принято следующее решение: в кабинетах, где 4 или менее рабочих станции, кабинет начальника по 1 обычному принтеру. В остальных кабинетах по 1 сетевому. По плану этажа (Приложение В), нужно разместить 5 обычных и 4 сетевых принтера.

Для сетевых принтеров необходимо дополнительно установить 4 информационных розетки.

На функциональной схеме обычные принтеры имеют позиционные номера PR1-PR5, а сетевые – NPR1-NRP4.

## **3.3 Выбор маршрутизатора**

В условиях научно-исследовательской организации, чья сеть является приватной и не имеет непосредственного подключения к провайдеру, маршрутизатор должен выполнять несколько ключевых функций для обеспечения безопасного и стабильного взаимодействия с внешними сетями:

* поддержка Network Address Translation (NAT) – для скрытия внутренних IP-адресов и обеспечения безопасного выхода конечных устройств (рабочих станций и сетевых принтеров) в интернет через сеть здания. NAT позволяет сокрыть внутреннюю сеть, что защищает её от потенциальных внешних угроз;
* поддержка IPsec-VPN – для создания защищенного соединения между локальной сетью и удаленными подразделениями организации;
* высокая производительность и пропускная способность – чтобы поддерживать многозадачную работу в сети с достаточной пропускной способностью для обработки NAT и VPN-сессий без снижения скорости передачи данных;
* сетевые интерфейсы – наличие гигабитных и 10-гигабитных интерфейсов.

В таблице 3.3 представлены маршрутизаторы компании D-Link, которые подходят под требования организации.

Таблица 3.3 – Сравнение маршрутизаторов компании D-Link

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Параметры сравнения | DSA-2308X | DSA-2208X | DSA-2108S |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Процессор | Intel Atom C3758 (2,2 ГГц, восьмиядерный) | Intel Atom C3558 (2,2 ГГц, четырехъядерный) | Intel Celeron 3865U (1,8 ГГц, двухъядерный) |
| Оперативная память | 16 ГБ, DDR4 | 16 ГБ, DDR4 | 8 ГБ, DDR3 |
| Внутренний накопитель | 32 ГБ, eMMC | 32 ГБ, eMMC | 64 ГБ, mSATA |
| Поддержка IPv4/ IPv6 | Да | Да | Да |
| Интерфейсы | 6x10/100/1000BaseT  2x10GBase-X  1xConsole (RJ-45) | 6x10/100/1000BaseT  2x10GBase-X  1xConsole (RJ-45) | 6x10/100/1000BaseT  2x1000Base-X  1xConsole (RJ-45) |
| VPN | IPsec, GRE/IPIP, PPTP, L2TP, EoGRE | IPsec, GRE/IPIP, PPTP, L2TP, EoGRE | IPsec, GRE/IPIP, PPTP, L2TP, EoGRE |
| Количество VPN туннелей | До 250 | До 200 | До 150 |
| Пропускная способность VPN-соединений | IPsec - 250 Мбит/c | IPsec - 250 Мбит/c | IPsec - 250 Мбит/c |
| NAT | DNAT, SNAT | DNAT, SNAT | DNAT, SNAT |
| Цена (белорусские рубли) | 5100 | 3550 | 2100 |

Для получения информации об маршрутизаторах компании D-Link использовались источники [7, 8, 9].

Оптимальным выбором является маршрутизатор DSA-2208X. Он обеспечивает достаточную производительность благодаря четырехъядерному процессору и 16 ГБ оперативной памяти, что позволяет эффективно обрабатывать NAT и VPN-сессии. Поддержка до 200 VPN-туннелей и пропускная способность до 250 Мбит/с делают его подходящим для подключения удаленных пользователей и филиалов.

DSA-2308X имеет слишком высокую стоимость и избыточную производительность для данного технического задания.

DSA-2108S не обеспечивает достаточного уровня производительности и поддержки VPN для нужд корпоративной сети.

На функциональной схеме маршрутизатор имеет позиционное обозначение RT1.

## **3.4 Выбор коммутатора**

Ключевыми требованиями к коммутаторам для сети научно-исследовательской организации являются:

* достаточное количество портов для подключения всех рабочих станций, принтеров и других сетевых устройств;
* поддержка сегментации сети через VLAN для организации логических подсетей. Это требуется для изоляции трафика, что увеличивает безопасность и управляемость сети;
* маршрутизация между VLAN – важный аспект, позволяющий устройствам из разных VLAN обмениваться данными. Это можно реализовать с помощью L3-коммутатора;
* поддержка Power over Ethernet (PoE) для питания сетевых устройств, что уменьшает необходимость в дополнительных адаптерах питания;
* высокая производительность и масштабируемость – коммутаторы должны иметь гигабитные интерфейсы и предоставлять достаточную таблицу MAC-адресов для стабильной работы.

В таблице 3.4 представлены настраиваемые коммутаторы компании D-Link, которые соответствуют требованиям организации.

Таблица 3.4 – Сравнение настраиваемых коммутаторов компании D-Link

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Параметры сравнения | DGS-1250-28XMP | DGS-1520-28MP | DGS-3000-28LP |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Частота процессора | 800 МГц | 1,25 ГГц | 400 МГц |
| Оперативная память | 256 Мб | 256 Мб | 256 Мб |
| Flash-память | 64 Мб | 64 Мб | 32 Мб |
| Интерфейсы | 24x10/100/1000Base-T  4x10GBase-X  1xConsole (RJ-45) | 20x10/100/1000Base-T  4x100/1000/2.5GBase-T  2x10GBase-T  2x10GBase-X  1xConsole (RJ-45) | 24x10/100/1000Base-T  4x100/1000Base-X  1xConsole (RJ-45) |
| Размер таблицы MAC-адресов | 16000 записей | 8000 записей | 16000 записей |
| VLAN | Да | Да | Да |
| Поддержка PoE | Да (24 порта) | Да (24 порта) | Да (24 порта) |
| Уровень | L2 | L3 | L2 |
| Цена (белорусские рубли) | 1950 | 3950 | 1900 |

Для получения информации об коммутаторах компании D-Link использовались источники [10, 11, 12].

Для организации сети с сегментацией и маршрутизацией между VLAN оптимальным выбором является связка из L3 и L2 коммутаторов. L3-коммутатор (DGS-1520-28MP) обеспечивает маршрутизацию между VLAN на уровне коммутатора, что упрощает структуру сети и уменьшает задержки. L2-коммутатор (DGS-1250-28XMP) используется для подключения устройств внутри VLAN. Оба коммутатора поддерживают стандарт IEEE 802.3az Energy-Efficient Ethernet (EEE), который обеспечивает автоматическое отключение питания неактивных портов.

На функциональной схеме L3-коммутатор имеет позиционное обозначение SW1.1, L2-коммутаторы – SW2.1 - SW2.4.

## **3.5 Выбор беспроводной точки доступа**

Для организации беспроводной сети существуют два вида устройств: беспроводной маршрутизатор и беспроводная точка доступа.

Беспроводная точка доступа – это сетевое устройство, которое позволяет беспроводным устройствам подключаться к проводной сети. Беспроводной маршрутизатор – это сетевое устройство, которое сочетает в себе сетевые функции беспроводная точка доступа и маршрутизатора.

Так как отдельно маршрутизировать мобильные устройства нет необходимости, так как этим занимается L3-коммутатор, то лучшим решением будет установка беспроводной точки доступа.

Для организации беспроводной сети в научно-исследовательской медицинской организации ключевыми требованиями являются:

* поддержка Power over Ethernet (PoE) – необходима для упрощения установки точки доступа. Это позволит разместить устройство в оптимальных зонах покрытия без необходимости прокладки дополнительных кабелей питания, что снижает затраты на монтаж и упрощает установку.
* поддержка современных стандартов беспроводной связи – стандарт 802.11ac или выше (Wi-Fi 5 или Wi-Fi 6) является предпочтительным, поскольку он обеспечивает более высокие скорости передачи данных и стабильное соединение, особенно в условиях повышенной плотности пользователей.
* защита от повышенной влажность – корпус должен быть класса защиты IP44 и выше.

Копания D-Link предоставляет 2 варианта точек доступа с защитой повышенной влажности: DWL-8720AP и DWL-6720AP. В таблице 3.5 представлены их характеристики.

Таблица 3.5 – Сравнение беспроводных точек доступа компании D-Link

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Параметры сравнения | DWL-8720AP | DWL-6720AP |
| 1 | 2 | 3 |
| Скорость передачи данных при 2,4 ГГц | 400 Мбит/c | 400 Мбит/c |
| Скорость передачи данных при 5 ГГц | 867 Мбит/c | 867 Мбит/c |
| Поддержка PoE | Да | Да |
| Стандарт беспроводной связи | 802.11ac (Wi-Fi 5) | 802.11ac (Wi-Fi 5) |
| Количество клиентов | 32 | 32 |
| Степень защиты | IP67 | IP55 |
| Антенны | 2 внешние антенны (5дБи) | 2 внутренние антенны (3,5 дБи для 2,4 ГГц; 5 дБи для 5 ГГц |
| Интерфейсы | 1xLAN 10/100/1000Base-T | 1xLAN 10/100/1000Base-T |
| Цена (белорусские рубли) | 2370 | 1160 |

Для получения информации об коммутаторах компании D-Link использовались источники [6, 29].

Учитывая, что по большинству параметров обе модели сопоставимы, DWL-6720AP представляет собой более экономически оправданный выбор, так как его стоимость значительно ниже, а функциональность отвечает требованиям. DWL-8720AP будет оправдан лишь в случае необходимости размещения в условиях с повышенной влажностью и загрязнённостью воздуха, что в стандартной ситуации не требуется.

По заданию необходимо обеспечить 30 мобильных подключений, при этом каждая точка доступа имеет по 32 подключений. Но так как этаж площадью 330 кв. м., необходимо точки разместить таким образом, чтобы в любой точке этажа было стабильное беспроводное соединение. По плану этажа (приложение В), можно сделать решение, что оптимальное количество точек – 5. В разделе 4 приведены расчеты покрытия беспроводной сетью.

На функциональной схеме беспроводные точки имеют позиционные обозначения AP1-AP5.

## **3.6 Выбор пассивного сетевого оборудования**

Пассивное сетевое оборудование должно соответствовать следующим ключевым требованиям:

* кабели и коннекторы: должны поддерживать гигабитную передачу данных для обеспечения необходимой скорости работы активного оборудования (рабочих станций, принтеров, коммутаторов и точек доступа). Это предполагает использование кабелей не ниже категории Cat 5, которые обеспечивают надежную передачу данных на скорости до 1 Гбит/с и могут поддерживать скоростные соединения на расстояниях до 100 метров.
* организация и укладка кабелей: должны быть предусмотрены структурированные кабельные системы (СКС) для упрощения обслуживания, расширения и улучшения внешнего вида сети. Это включает кабельные каналы, кабельные лотки и короба для укладки проводов.
* патч-панели и патч-корды: использование патч-панелей позволяет структурировать подключения, а патч-корды (соединительные кабели) обеспечивают удобство работы с сетевыми устройствами, позволяя быстро и удобно переподключать оборудование. Они также должны поддерживать Cat 6 для совместимости с основными кабелями.
* совместимость с Power over Ethernet (PoE): так как часть активного оборудования (точки доступа и некоторые коммутаторы) поддерживает PoE, кабельная система и соединительные элементы должны обеспечивать подачу питания по Ethernet-кабелям, соответствующим стандарту PoE.

В качестве кабеля выбран витая пара F/UTP Cat 5e PE. Витая пара Cat 5e поддерживает скорость передачи данных до 1 Гбит/с на расстояниях до 100 метров, а полиэтиленовая (PE) оболочка устойчива к воздействию влаги, ультрафиолету и другим погодным условиям.

Также необходимо установить информационные розетки, для чего рассматривается выбор модели Schneider Electric Этюд [24].

## **3.7 Выбор сетевого шкафа**

Поскольку есть требование к надежности, шкаф должен быть оснащен вентиляцией или вентиляторным блоком, чтобы предотвратить перегрев оборудования. Также рекомендуется шкаф с перфорированными дверями для пассивного охлаждения.

Также важно защищать оборудование от повышенной влажности, поэтому шкаф должен иметь защиту IP54 или выше. Это обеспечит защиту от пыли и влаги.

Учитывая габариты сетевого оборудования, был выбран телекоммуникационный шкаф NT WALLBOX IP55 plus 9-66 G 19″ настенный, пылевлагозащищенный высотой 9U, шириной 600мм, глубиной 660мм, классом защиты IP55 и стоимостью 1458 белорусских рублей [27]. Для обеспечения бесперебойной и качественной вентиляции воздуха внутри шкафа впускные проемы расположены в нижней части (в дне) и оснащены съемным фильтром с защитной решеткой. Вытяжной проем расположен в крыше шкафа и также оснащен съемным фильтром. Для предотвращения попадания жидкости внутрь шкафа на крышу установлена фальш-панель и защитные ограждения. Конструкция крыши предусматривает возможность установки вентиляторных модулей принудительной вентиляции.

Ввод кабеля осуществляется через нижние и боковые часть задней секции через отверстия, закрытые коническими резиновыми гермовводами.

Для оптимального монтажа кабелей можно разместить несколько сетевых шкафов в разные части этажа. По плану этажа (приложение В) можно разместить 4 шкафа: 1 в кабинете системного администратора, в котором располагаются L3 коммутатор, L2 коммутатор и маршрутизатор, 3 другие кабинеты, в них будут находиться по 1 L2 коммутатору.

## **3.8 Схема адресации**

Для улучшения администрирования и масштабирования сети, общую локальную сеть необходимо разбить на мелкие подсети: подсеть администратора, подсеть стационарных пользователей, подсеть мобильных пользователей, подсеть сетевых принтеров. При этом на каждую подсеть необходимо отделить VLAN что как раз и будет обеспечивать поступление трафика только тем устройствам, которым он предназначен.

К административной подсети относятся: рабочая станция системного администратора, и все сетевые устройства: коммутаторы, маршрутизаторы, беспроводные точки доступа. Для обеспечения возможности удаленного контроля за оборудованием и его настройки был выделен VLAN под номером 10.

В подсеть стационарных пользователей входят 50 стационарных компьютеров. Для них был выделен VLAN c номером 20.

В подсеть мобильных пользователей входят 30 беспроводных устройств сотрудников. Для них был выделен VLAN с номером 30.

В подсеть сетевых принтеров входят непосредственно сетевые принтеры. Для него выделен VLAN под номером 40.

В таблице 3.6 показаны доступные адреса подсетей.

Таблица 3.6 – Доступные подстети

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Адрес подсети | Маска подсети | Диапазон адресов |
| 1 | 2 | 3 |
| 10.189.160.0 | 255.255.248.0 | 10.189.160.1 – 10.189.167.255 |
| 44.214.148.0 | 255.255.255.0 | 44.214.148.1 – 44.214.148.255 |
| 82.202.178.0 | 255.255.254.0 | 82.202.178.1 – 82.202.179.255 |

Продолжение таблицы 3.6

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 |
| 111.248.0.0 | 255.252.0.0 | 111.248.0.1 - 111.251.255.255 |
| 148.118.143.208 | 255.255.255.240 | 148.118.143.208 - 148.118.143.223 |
| 162.235.128.0 | 255.255.128.0 | 162.235.128.0 - 162.235.255.255 |
| 189.121.132.0 | 255.255.255.224 | 189.121.132.0 - 189.121.132.31 |

### **3.8.1 Внутренняя адресация IPv4**

Для внутренней сети используется приватная подсеть. Это соответствует стандарту RFC 1918 [25], который регламентирует использование приватных адресов для локальных сетей. RFC 1918 определяет три диапазона для частных сетей:

* 10.0.0.0 - 10.255.255.255 (10/8);
* 172.16.0.0 - 172.31.255.255 (172.16/12);
* 192.168.0.0 - 192.168.255.255 (192.168/16);

Из таблицы 3.6 только диапазон 10.189.160.0/21 попадает в разрешенные для частных сетей диапазоны RFC 1918, так как он начинается с префикса 10. Этот диапазон является частью 24-битного блока (10/8), предназначенного для крупных частных сетей.

В таблице 3.7 показана организации сети с указанием VLAN и подсетей.

Таблица 3.7 – Организации сети

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Номер VLAN | Адрес подсети | Количество адресов |
| 1 | 2 | 3 |
| 10 | 10.189.160.0/26 | 62 |
| 20 | 10.189.160.64/26 | 62 |
| 30 | 10.189.160.128/27 | 30 |
| 40 | 10.189.160.160/28 | 14 |

Административная подсеть (VLAN 10). Префикс /26 позволяет задействовать до 62 адресов, что более чем достаточно для размещения сетевых устройств и рабочей станции системного администратора. Это дает возможность гибко добавлять новые сетевые устройства, такие как коммутаторы и точки доступа.

Подсеть стационарных пользователей (VLAN 20). Префикс /26, выделенный для стационарных пользователей, обеспечивает 62 адреса, что покрывает текущие 50 рабочих станций и оставляет запас для будущих подключений.

Подсеть мобильных пользователей (VLAN 30). Префикс /27 позволяет подключить ровно 30 беспроводных устройств, что соответствует количеству мобильных пользователей в сети. Если потребуется подключение новых мобильных устройств, масштабирование возможно за счет изменения маски или добавления новой подсети.

Подсеть сетевых принтеров (VLAN 40). Префикс /28 предоставляет 14 адресов, что подходит для текущего количества сетевых принтеров. Этот диапазон достаточно компактен и не расходует излишнее количество адресов, оставаясь при этом масштабируемым.

### **3.8.2 Внешняя адресация IPv4**

В соответствии с заданием, внешняя адресация IPv4 не предусмотрена, так как прямое подключение к интернет-провайдеру отсутствует. Вместо этого сеть полностью функционирует в приватном адресном пространстве и ограничена внутренним взаимодействием.

Чтобы обеспечить выход в интернет приватной сети с диапазоном адресов 10.189.160.0/21, можно использовать Network Address Translation (NAT) на уровне маршрутизатора или сетевого шлюза. NAT позволяет приватным IP-адресам взаимодействовать с внешними ресурсами, заменяя их на один или несколько публичных IP-адресов при отправке трафика в интернет.

Для выхода в интернет всей сети выбран публичный IP-адрес 44.214.148.1 из доступного диапазона 44.214.148.0/24. Этот IP-адрес назначен на внешний (WAN) интерфейс маршрутизатора, который выполняет роль шлюза между приватной сетью и интернетом. Данный адрес будет виден в интернете, представляя всю внутреннюю сеть как один узел, что обеспечивает конфиденциальность внутренней структуры сети.

### **3.8.3 Адресация IPv6**

В рамках данной сети требуется организация IPv6-адресации только для внутреннего взаимодействия, без выхода в интернет. Для этих целей используется Unique Local Address (ULA) – частные адреса IPv6, которые, согласно RFC 4193 [26], предназначены для применения в локальных сетях и не маршрутизируются в глобальной сети.

ULA-адреса имеют префикс fd00::/8 и содержат уникальные 40 случайных бит для предотвращения конфликта адресов в случае объединения сетей. Для данной сети выбран уникальный префикс fd12:3456:789a::/48, что соответствует требованиям к ULA и позволяет создавать внутренние подсети с изоляцией от внешнего мира.

В таблице 3.8 показана адресация IPv6 для VLAN.

Таблица 3.8 – Организации сети

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Номер VLAN | Назначение подсети | IPv6 адрес |
| 1 | 2 | 3 |
| 101 | Административная подсеть | fd12:3456:789a:10::/64 |
| 10 | Подсеть стационарных пользователей | fd12:3456:789a:20::/64 |
| 20 | Подсеть мобильных пользователей | fd12:3456:789a:30::/64 |
| 30 | Подсеть сетевых принтеров | fd12:3456:789a:40::/64 |

В приложении Б показана схема СКС функциональная.

# **4 ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТРУКТУРИРОВАННОЙ КАБЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ**

## **План прокладки кабельных линий**

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. Для этих целей будет использоваться кабель вида витая пара.

Кабель необходимо проложить в кабельном коробе вдоль стен на расстоянии 30 сантиметров от потолка, при возникновении необходимости провести кабель сквозь стену, предполагается просверлить отверстие и пустить через его 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.

Точки доступа расположены и монтируются к потолку, а кабели для них проводятся над фальшь-потолком в коробах.

Маршрутизатор, коммутаторы располагаются в кабинете системного администратора, в специальном телекоммуникационном шкафу. Телекоммуникационный шкаф нужно монтировать на высоте 150 сантиметров от пола.

В каждом кабинете расположено от 2 до 6 информационной розетки в зависимости от площади кабинета: чем больше площадь кабинета, тем больше информационных розеток.

## **Выбор монтажный элементов**

Кабели прокладываются в кабель-каналах. Сечение кабеля вида витая пара категории 5e составляет примерно 31.5 мм2. 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 мм2 и больше. Для таких задач был выбран кабель-канал Kopos LV [28] 11 мм × 10 мм. Максимальное количество кабелей, вместе требующих проводки будет составлять 7 штук, что в среднем составит суммарную площадь сечения 220.5 мм2. Для покрытия такого сечения требуется короб с сечением минимальной площадью сечения 367.5 мм2. Такую площадь покроет кабель-канал Kopos 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.

## **4.3 Качество покрытия беспроводной сетью**

Беспроводная сеть должна обеспечивать подключение 30 устройств и покрывать всю площадь помещений.

Затухание радиоволн в беспрепятственной воздушной среде рассчитывается по упрощенной формуле:

[1]

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

**СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Overview of VPNs and VPN Technologies [Электронный ресурс] – Электронные данные. – Режим доступа: https://www.ciscopress.com/articles/article.asp?p=24833 – Дата доступа: 21.09.2024
2. Chapter: Remote Access VPN [Электронный ресурс] – Электронные данные. – Режим доступа: https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/security/firepower/623/fdm/fptd-fdm-config-guide-623/fptd-fdm-ravpn.html – Дата доступа: 21.09.2024
3. Internet Protocol Security (IPSec) [Электронный ресурс] – Электронные данные. – Режим доступа: https://www.ciscopress.com/articles/article.asp?p=24833&seqNum=3 – Дата доступа: 21.09.2024
4. D-Link [Электронный ресурс] – Электронные данные. – Режим доступа: https://dlink.by/ru/products/ – Дата доступа: 21.09.2024
5. Ingress Protection [Электронный ресурс] – Электронные данные. – Режим доступа: https://www.extesting.com.au/ingress-protection/ – Дата доступа: 21.09.2024
6. DWL-8720AP [Электронный ресурс] – Электронные данные. – Режим доступа: https://dlink.ru/ru/products/2/2484.html – Дата доступа: 21.09.2024
7. DSA-2308X [Электронный ресурс] – Электронные данные. – Режим доступа: https://dlink.by/by/products/5/2696.html – Дата доступа: 15.10.2024
8. DSA-2208X [Электронный ресурс] – Электронные данные. – Режим доступа: https://dlink.by/by/products/5/2695.html – Дата доступа: 15.10.2024
9. DSA-2108S [Электронный ресурс] – Электронные данные. – Режим доступа: https://dlink.by/by/products/5/2694.html – Дата доступа: 15.10.2024
10. DGS-1250-28XMP [Электронный ресурс] – Электронные данные. – Режим доступа: https://dlink.by/by/products/1/2423.html – Дата доступа: 15.10.2024
11. DGS-1520-28MP [Электронный ресурс] – Электронные данные. – Режим доступа: https://dlink.by/by/products/1/2620.html – Дата доступа: 15.10.2024
12. DGS-3000-28LP [Электронный ресурс] – Электронные данные. – Режим доступа: https://dlink.by/by/products/1/2315.html – Дата доступа: 15.10.2024
13. DAP-2680 [Электронный ресурс] – Электронные данные. – Режим доступа: https://dlink.by/by/products/2/2403.html – Дата доступа: 15.10.2024
14. DAP-400P [Электронный ресурс] – Электронные данные. – Режим доступа: https://dlink.by/by/products/2/2446.html – Дата доступа: 15.10.2024
15. DAP-3410 [Электронный ресурс] – Электронные данные. – Режим доступа: https://dlink.by/by/products/2/1847.html – Дата доступа: 15.10.2024
16. Моноблок Lenovo IdeaCentre AIO 5 [Электронный ресурс] – Электронные данные. – Режим доступа: https://catalog.onliner.by/monoblock/lenovo/f0gq0091rk – Дата доступа: 15.10.2024
17. Моноблок Acer Aspire C27-195ES [Электронный ресурс] – Электронные данные. – Режим доступа: https://catalog.onliner.by/monoblock/acer/dqbmfcd002 – Дата доступа: 15.10.2024
18. Моноблок ASUS AiO A5 [Электронный ресурс] – Электронные данные. – Режим доступа: https://catalog.onliner.by/monoblock/asus/e5702wvabpe0050 – Дата доступа: 15.10.2024
19. Информация о выпуске Windows 10 [Электронный ресурс] – Электронные данные. – Режим доступа: https://learn.microsoft.com/ru-ru/windows/release-health/release-information – Дата доступа: 15.10.2024
20. Принтер Canon i-SENSYS LBP246DW [Электронный ресурс] – Электронные данные. – Режим доступа: https://catalog.onliner.by/printers/canon/lbp246dw – Дата доступа: 15.10.2024
21. Принтер HP Laser 107a [Электронный ресурс] – Электронные данные. – Режим доступа: https://catalog.onliner.by/printers/hp/4zb77a – Дата доступа: 15.10.2024
22. Принтер Canon i-SENSYS LBP673Cdw [Электронный ресурс] – Электронные данные. – Режим доступа: https://catalog.onliner.by/printers/canon/lbp673cdw – Дата доступа: 15.10.2024
23. FTP-4P-Cat.5e-SOLID-LSZH [Электронный ресурс] – Электронные данные. – Режим доступа: https://www.unibelus.by/itm/k49598 – Дата доступа: 15.10.2024
24. Розетка компьютерная Schneider Electric Этюд KOMC-001B [Электронный ресурс] – Электронные данные. – Режим доступа: https://catalog.onliner.by/wall\_socket/schneiderelectr/komc001b – Дата доступа: 15.10.2024
25. 1918Address Allocation for Private Internets [Электронный ресурс] – Электронные данные. – Режим доступа: https://datatracker.ietf.org/doc/html/rfc1918 – Дата доступа: 26.10.2024
26. Unique Local IPv6 Unicast Addresses [Электронный ресурс] – Электронные данные. – Режим доступа: https://datatracker.ietf.org/doc/html/rfc4193 – Дата доступа: 26.10.2024
27. Шкаф настенный климатический TLK Lite 19" [Электронный ресурс] – Электронные данные. – Режим доступа: https://nttelecom.ru/catalog/shkafy\_1/pylevlagozashchishchennye/wallbox\_ip\_55/1452/ – Дата доступа: 26.10.2024
28. LV 11X10\_HD Кабельный канал ПВХ (KOPOS) [Электронный ресурс] – Электронные данные. – Режим доступа: https://wsd.by/catalog/sistemy-dlya-prokladki-kabelya/kabelnyy-kanal-pvkh-i-aksessuary/kabel-kanaly-i-aksessuary-kopos/kabel-kanaly-kopos/lv-11x10-hd-kabelnyy-kanal-pvkh-kopos/ – Дата доступа: 10.11.2024
29. DWL-6720AP [Электронный ресурс] – Электронные данные. – Режим доступа: https://dlink.ru/ru/products/2/2707.html – Дата доступа: 10.11.2024