

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.....	6
1.1 10 Gigabit Ethernet: оптоволокно.....	6
1.2 Протоколирование доступа в-из Internet .....	6
1.3 Оборудование компании Dell.....	7
2 РАЗРАБОТКА СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ .....	8
2.1 Маршрутизатор .....	8
2.2 Коммутатор.....	8
2.3 Беспроводная точка доступа.....	9
2.4 Web-сервер.....	9
2.5 Принтеры.....	9
2.6 Intranet .....	10
2.7 Персональные компьютеры .....	10
2.8 Мобильные устройства.....	10
3 РАЗРАБОТКА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ .....	11
3.1 Расположение устройств .....	11
3.2 Выбор модели маршрутизатора.....	11
3.3 Выбор модели коммутатора.....	12
3.4 Выбор модели web-сервера.....	12
3.5 Выбор модели беспроводной точки доступа .....	13
3.6 Выбор модели рабочих станций .....	14
3.7 Выбор моделей принтеров .....	15
3.8 Виртуальные локальные подсети .....	17
3.9 Схема адресации.....	17
3.10 Конфигурация коммутатора.....	20
3.11 Конфигурация маршрутизатора .....	21
3.12 Конфигурация беспроводной точки доступа .....	23
3.13 Конфигурация web-сервера.....	25
3.14 Настройка рабочих станций.....	26
4 ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТРУКТУРИРОВАННОЙ КАБЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ .....	28
4.1 План помещений .....	28
4.2 Информационная розетка.....	28
4.3 Витая пара .....	28
4.4 Расчёт качества связи беспроводного соединения .....	28
4.5 Монтаж web-сервера.....	29
4.6 Монтаж коммутатора и маршрутизатора .....	29
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	30
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	31
ПРИЛОЖЕНИЕ А .....	33
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	34
ПРИЛОЖЕНИЕ В .....	35

ПРИЛОЖЕНИЕ Г.....	36
ПРИЛОЖЕНИЕ Д.....	37

## ВВЕДЕНИЕ

Рекламное агентство, как объект разрабатываемого проекта, представляет собой динамичную организацию, которая зависит от надежной и высокопроизводительной сетевой инфраструктуры.

Для реализации проекта необходимо обеспечение сетевой доступности и безопасности 15 стационарным пользователям. Также необходимо обеспечить возможность мобильных подключений к локальной сети, количество которых пока не определено, но требует адекватного учета в проектировании.

Важным аспектом является наличие web-сервера для внутреннего и внешнего использования, который должен быть высокодоступным и обеспечивать устойчивость работы агентства.

Необходимо учесть, чтобы сетевое оборудование имело возможность использования протоколирования доступа в-из Internet для обеспечения безопасности локальной сети.

Для создания сетевой инфраструктуры будет использоваться производитель сетевого оборудования Dell.

Учитывая все вышесказанное, в данном проекте необходимо разработать оптимальный дизайн и структуру локальной компьютерной сети. Также должны быть рассмотрены проблемы, которые могут возникнуть при проектировании, такие как обеспечение высокой производительности, устойчивости, безопасности и эффективного управления ресурсами в условиях ограниченного бюджета.

Целью данного проекта является создание локальной компьютерной сети для рекламного агентства.

Задачи:

- Изучение материалов по заданию на проект до начала его выполнения;
- Изучение технологий в процессе работы над проектом;
- Создание общей структурной сети, структурной схемы;
- Выбор специфических устройств, обоснование выбора;
- Описание настройки устройств, создание функциональной схемы;
- Разработка структурированной кабельной системы, создание её схемы.

## **1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ**

### **1.1 10 Gigabit Ethernet: оптоволокно**

10 Gigabit Ethernet (10GbE) - это сетевой стандарт, предоставляющий пропускную способность 10 гигабит в секунду для передачи данных. Он представляет собой более быструю и более мощную альтернативу более распространенному стандарту Ethernet, такому как Gigabit Ethernet (1 GbE).

Оптоволоконный кабель используется для передачи данных в 10GbE. Оптоволоконные кабели состоят из тонкого стеклянного волокна или пластикового волокна, которое передает световые сигналы для передачи данных. Они обеспечивают высокую пропускную способность и имеют длинные диапазоны передачи данных.

Чтобы установить соединение между локальной сетью и сетью Internet, используя 10 Gigabit Ethernet, первым шагом является выбор подходящего оборудования. В частности, это включает в себя использование маршрутизатора или L3-коммутатора, который поддерживает интерфейсы 10 Gigabit Ethernet.

Следующим шагом является настройка маршрутизатора или L3-коммутатора (в зависимости от оборудования, используемого в локальной сети). Этот процесс включает в себя вход в интерфейс маршрутизатора и настройку сетевого интерфейса, который соединен с сетью Internet. Настройка включает в себя назначение IPv4 и (или) IPv6 адреса и указание шлюза.

Безопасность играет важную роль, и настройка правил брандмауэра на маршрутизаторе обеспечивает контроль и фильтрацию трафика, проходящего через сеть. Настройка правил брандмауэра на маршрутизаторе включает следующие шаги: вход в административный интерфейс маршрутизатора, поиск раздела настройки брандмауэра, создание правил брандмауэра, определение типов правил (например, блокировка портов, фильтрация URL-адресов), настройка параметров каждого правила (указание портов, IP-адресов и протоколов), сохранение и применение правил.

После завершения настройки проводится тестирование, чтобы убедиться, что устройства в локальной сети могут успешно получать доступ в Internet.

Успешная настройка зависит от выбора правильного оборудования, его конфигурации и обеспечения безопасности.

### **1.2 Протоколирование доступа в-из Internet**

Протоколирование доступа в-из Internet представляет собой технологию, используемую для обеспечения безопасности и контроля доступа к сетевым ресурсам. Эта технология позволяет организациям отслеживать входящий и исходящий сетевой трафик, а также регистрировать события активности пользователей.

Основная цель протоколирования доступа - это обеспечение безопасности сети и защита от несанкционированного доступа, а также возможность анализа сетевой активности для выявления аномальных событий или инцидентов.

Настройку протоколирования следует начать с выбора подходящего протокола, например, Syslog, SNMP или NetFlow.

Далее, устройства в локальной сети настраиваются для передачи данных о сетевой активности на внутренний web-сервер. Это включает в себя конфигурацию сетевых устройств для отправки журналов и сообщений на IP-адрес и порт внутреннего web-сервера.

Затем нужно убедиться, что внутренний web-сервер установлен и настроен так, чтобы он был доступен как внутри, так и снаружи сети, после чего нужно подготовить его для приема данных в соответствии с выбранным протоколом.

Далее, определяются конкретные события и сообщения, которые будут регистрироваться. Это включает в себя настройку фильтров и правил на web-сервере.

Определяется, какие данные будут сохранены и на какой период времени. Настраивается система для анализа и мониторинга данных, чтобы обеспечить доступ к информации о сетевой активности.

### **1.3 Оборудование компании Dell**

Компания Dell является крупным производителем сетевого оборудования, предоставляющим широкий спектр технических решений для сетевых инфраструктур различного масштаба и применения.

В их ассортименте можно найти коммутаторы с различной функциональностью, устройства управления беспроводными сетями, включая точки доступа Wi-Fi, а также решения для виртуализации, облачных сетей, мониторинга и обеспечения безопасности сетей.

Dell известен своим качеством и широкими возможностями настройки, что делает их оборудование популярным как в небольших офисах, так и в крупных корпорациях. Это связано с высокой надежностью и совместимостью с различными сетевыми технологиями.

## **2 РАЗРАБОТКА СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ**

В этом разделе описана структура разрабатываемой локальной компьютерной сети. Структурная схема представлена в приложении А. Количество стационарных подключений равно числу стационарных пользователей и составляет 15. Что касается беспроводных подключений, заказчик не уверен в их количестве, однако было принято решение, что их число не равно нулю. Все станции расположены на одном этаже, также как и сетевое оборудование. Обоснование выбора количества мобильных подключений приведено в функциональном проектировании.

### **2.1 Маршрутизатор**

Для обеспечения эффективной и корректной работы локальной сети, разделенной на множество виртуальных подсетей (VLAN) и необходимостью обеспечения доступа этой сети в сеть Internet, нужно предусмотреть наличие сетевого оборудования, способного реализовать IP-маршрутизацию на третьем уровне модели OSI.

С этой задачей может справиться как L3-коммутатор, так и маршрутизатор. L3-коммутатор имеет более ограниченный функционал по сравнению с маршрутизатором, однако, если заказчиком не установлены специфические требования, с которыми может справиться только маршрутизатор, использование L3-коммутатора вместо маршрутизатора не повлияет на корректную работу локальной сети.

В функциональном проектировании приведено обоснование выбора между L3-коммутатором и маршрутизатором, в этом же разделе для описания выбранного устройства и обозначения его на структурной схеме используется маршрутизатор.

### **2.2 Коммутатор**

В соответствии с требованием заказчика, в проектируемой локальной сети должно быть обеспечено подключение 15 стационарных устройств и неопределенное им мобильных.

Коммутатор является центральным устройством для пересылки данных внутри сети. Он анализирует MAC-адреса устройств и пересылает данные только на соответствующие порты этих устройств. Это обеспечивает эффективную передачу данных внутри сети и уменьшает ненужный сетевой трафик.

Также коммутатор позволяет создавать виртуальные локальные сети (далее VLAN), что полезно для сегментации сети. Это может повысить безопасность и облегчить управление сетью, позволяя разделять трафик между разными группами устройств.

Коммутатор служит основой для подключения проводных устройств.

Однако беспроводные (мобильные) устройства так же могут получить доступ к локальной сети, если к коммутатору подключена беспроводная точка доступа, к которой подключаются мобильные устройства.

### **2.3 Беспроводная точка доступа**

Беспроводная точка доступа предназначена для подключения мобильных устройств к локальной сети. Она является связующим звеном между мобильными устройствами и коммутатором. Более подробное описание работы беспроводной точки доступа описано в функциональном проектировании.

Заказчиком установлено, что необходимо реализовать неопределенное им количество мобильных подключений. Однако, для эффективной работы рекламного агентства наличие возможности реализации беспроводных подключений необходимо. Учитывая масштабы сети и то, что вся сеть агентства располагается на одном этаже площадью 105 метров квадратных, было принято решение установить одну беспроводную точку доступа для мобильных подключений.

### **2.4 Web-сервер**

Web-сервер предназначен для внутреннего и внешнего использования. Он обеспечивает хранение и обработку web-страниц, а также предоставляет доступ к контенту и приложениям, необходимым для внутренних процессов и общения с внешними клиентами и пользователями.

Применительно к локальной сети рекламного агентства, web-сервер может использоваться для хранения и обработки рекламных материалов, контента сайтов, баз данных клиентов и других данных. Также он выполняет функцию передачи информации о журналировании событий внутри сети для последующего анализа и обработки.

Web-сервер может обеспечивать доступ внешних пользователей к сайтам или web-приложениям через сеть Internet, обеспечивая внешним пользователям возможность взаимодействия с компанией и ее услугами.

### **2.5 Принтеры**

Принтеры являются периферийными устройствами, подключенными к персональным компьютерам пользователей в локальной сети. Они предоставляют возможность печати документов, отчетов, графических изображений и других материалов, необходимых для работы рекламного агентства.

## **2.6 Intranet**

Так как по условию непосредственного подключения к провайдеру нет, прямо считать, что локальная сеть рекламного агентства подключается к локальной сети здания, в котором располагается. Для доступа в Internet используется подсеть из блока адресов для Беларуси. Internet обеспечивает связь с внешними ресурсами, облачными сервисами и другими удаленными сетями. Internet чрезвычайно важен для бизнеса, так как предоставляет сотрудникам доступ к внешним данным и ресурсам, необходимым для работы, а также обеспечивает возможность взаимодействия с клиентами и партнерами через сеть Internet.

## **2.7 Персональные компьютеры**

Этот блок включает в себя все стационарные устройства, подключенные к коммутатору. Сюда входят как пользовательские, так и административные рабочие станции. В него входят компьютеры, используемые пользователями для выполнения рабочих задач, а также административные станции, используемые для конфигурации сетевого оборудования.

## **2.8 Мобильные устройства**

Мобильные устройства, входящие в этот блок, представляют собой все беспроводные устройства, которые осуществляют подключение к локальной сети через беспроводные точки доступа. Мобильные устройства включают в себя смартфоны, планшеты, ноутбуки и другие аналогичные устройства, использующие беспроводные сети для доступа к ресурсам и сервисам, предоставляемым в рамках локальной сети.



### **3 РАЗРАБОТКА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ**

Данный раздел посвящён выбору оборудования для разрабатываемой локальной компьютерной сети, её функциональному проектированию и разработке функциональной схемы. Функциональная схема приведена в приложении Б.

Условные графические обозначения представлены в левом нижнем углу схемы.

Для обозначения портов Gigabit Ethernet и 10 Gigabit Ethernet на маршрутизаторе используются следующие аббревиатуры, взятые из документации MikroTik:

etherY - Gigabit Ethernet, где Y - номер порта на устройстве.

sfp – 10 Gigabit Ethernet SFP+.

Для обозначения портов Gigabit Ethernet на коммутаторе используются следующие аббревиатуры, взятые из документации Dell:

Gi1/0/Y - Gigabit Ethernet, где Y - номер порта на устройстве.

#### **3.1 Расположение устройств**

По условию все устройства расположены на одном этаже. К коммутатору подключены 15 рабочих станций, одна беспроводная точка доступа, обеспечивающая подключение мобильных устройств, и маршрутизатор. К маршрутизатору напрямую подключен web-сервер. К двум из стационарных пользователей подключены принтеры (по одному на каждого пользователя).

#### **3.2 Выбор модели маршрутизатора**

Поскольку компания Dell ориентирована на создание многофункциональных коммутаторов с расширенными возможностями маршрутизации и управления трафиком и не занимается производством маршрутизаторов, правильное было бы использовать L3-коммутатор в качестве устройства маршрутизации. Однако, по заданию, необходимо реализовать внешнюю адресацию IPv4 при том, что локальная сеть для внутренней адресации IPv4 должна быть приватной. Чтобы выполнить это требование, необходимо преобразовывать внутренние приватные адреса в публичные внешние. Для этого устройство маршрутизации должно поддерживать технологию преобразования сетевых адресов (NAT). Бюджетные L3-коммутаторы компании Dell не предоставляют поддержку данной технологии, поэтому было принято решение использовать маршрутизатор стороннего производителя.

Маршрутизатор MikroTik RB5009UG+S+IN предоставляет поддержку необходимых интерфейсов, а именно 1 интерфейс 10 Gigabit Ethernet SFP+ для подключения к сети Internet и 8 интерфейсов Gigabit Ethernet для внутреннего

взаимодействия с сетью. Маршрутизатор поддерживает технологию NAT, которая необходима для корректного выполнения требований заказчика, протокол Syslog, который предоставляет возможность журналирования событий, необходимую для обеспечения безопасности используя для этого протоколирование доступа в-из Internet. Аналоги этого устройства предоставляют избыточный функционал в виде большего количества интерфейсов, которые не являются необходимыми для проектируемой локальной сети, из-за чего выбор был сделан в его пользу.

Стоимость данного маршрутизатора составляет 693 белорусских рубля, что делает его одним из самых бюджетных выборов с учетом поддерживаемого функционала.

На схеме данный маршрутизатор обозначен как «Router».

### **3.3 Выбор модели коммутатора**

Исходя из количества необходимых подключений к коммутатору, было принято решение использовать модель Dell Networking X1026 с количеством Gigabit Ethernet портов равным 24. Этого будет достаточно для обеспечения достижимости всех рабочих станций и сетевых устройств.

Этот коммутатор имеет web-интерфейс для управления, что позволит облегчить настройку и мониторинг сети.

Dell Networking X1026 поддерживает технологию виртуальных локальных сетей (VLAN). С помощью этого устройства можно создавать и настраивать VLAN, разделяя сеть на виртуальные группы для управления трафиком.

Это позволяет разделить сеть на логически отдельные сегменты, где устройства в одной VLAN могут быть физически разнесены по сети, но логически принадлежат одной группе и могут взаимодействовать между собой. Такая возможность важна для управления сетевым трафиком и обеспечения безопасности данных.

Аналогами данного устройства являются коммутаторы Dell Networking серии N. Они обладают большим функционалом и большей стоимостью. Учитывая, что организация является бюджетной и что в данной локальной сети этот функционал является избыточным, была выбрана модель Dell Networking X1026.

Стоимость данного коммутатора составляет 359 белорусских рублей.

На схеме модель обозначена как «Switch».

### **3.4 Выбор модели web-сервера**

Dell предлагает различные типы серверов, включая башенные, стоечные и серверы-лезвия, каждый из которых имеет свои преимущества и назначение. Для небольшой сети с ограниченным бюджетом оптимальным выбором будет башенный сервер.

Таблица 3.1 – Сравнение моделей серверов

Модель сервера	Dell PowerEdge T40	Dell PowerEdge T430	Dell PowerEdge R240
Тип	Башенный	Башенный	Стоечный
Процессор	Intel Xeon E-2224G	Intel Xeon E5-2603	Intel Xeon E-2224G
Оперативная память	16 GB	16 GB	8 GB
Емкость накопителя	2 TB HDD	2 TB HDD	1 TB HDD
Графика	Встроенная	Встроенная	Встроенная
Сетевой интерфейс	1 x 1GbE	2 x 1GbE	2 x 1GbE
Потребляемая мощность (ватт)	290	350	250
Цена (белорусских рубля)	3198	3976	3129

Сервер Dell PowerEdge R240 имеет наименьшую стоимость и самую низкую потребляемую мощность, однако он является стойным, что делает его неудобным выбором для размещения в офисе. Также он обладает малым объемом оперативной памяти, что может ограничить производительность сервера. Сервер Dell PowerEdge T430 является башенным и обладает большим количеством оперативной памяти, однако он имеет высокую стоимость и большую потребляемую мощность по сравнению с остальными моделями. Сервер Dell PowerEdge T40 обладает оптимальным набором характеристик и имеет невысокую стоимость, поэтому выбор был сделан в его пользу.

На схеме данный сервер обозначен как «Server».

### 3.5 Выбор модели беспроводной точки доступа

Для обеспечения беспроводных подключений к локальной сети необходимо выбрать беспроводную точку доступа. Далее приведена таблица сравнения некоторых устройств, предлагаемых компанией Dell.

Таблица 3.2 – Сравнение моделей беспроводных точек доступа

Модель беспроводной точки доступа	Dell W-IAP108	Dell W-IAP115	Dell W-IAP135
1	2	3	4
Поддерживаемые стандарты	802.11a/b/g/n	802.11a/b/g/n/ac	802.11a/b/g/n/ac/ax
Рабочие частоты (GHz)	2.4/5	2.4/5	2.4/5
Максимальная скорость передачи данных (Mbps)	300	450	1000

Продолжение таблицы 3.2

1	2	3	4
Сетевой интерфейс	Gigabit Ethernet	Gigabit Ethernet	Gigabit Ethernet
Цена (белорусских рубля)	352	400	528

Беспроводная точка доступа Dell W-IAP135 обеспечивает наибольшую скорость передачи данных в сравнении с аналогами, однако она также имеет наибольшую цену. Dell W-IAP108 предлагает наименьшую цену, но и скорость передачи данных тоже низкая. Оптимальным решением будет выбор модели Dell W-IAP115, так как она имеет большую скорость передачи данных, в сравнении с моделью Dell W-IAP108, и значительно меньшую стоимость, в сравнении с моделью Dell W-IAP135.

Эта модель может работать в режиме DHCP-сервера, который позволяет автоматически назначать IP-адреса устройствам в сети, что упрощает процесс подключения новых устройств.

На схеме беспроводная точка доступа обозначена как «AP».

### 3.6 Выбор модели рабочих станций

Основная часть бюджета будет выделена на высокопроизводительные рабочие станции. В современном мире рекламные материалы требуют обработки и редактирования изображений, видео и анимаций высокого разрешения. Поэтому необходимо обеспечить сотрудников высокопроизводительными рабочими станциями. В таблице 3.3 представлены популярные модели компьютеров от компании Dell и их характеристики.

Таблица 3.3 – Сравнение моделей рабочих станций

Модель рабочей станции	Dell Inspiron 24 All-in-One Desktop	Dell Inspiron 27 All-in-One Desktop	Dell Inspiron 27 7000 Touchscreen All-in-One Desktop
1	2	3	4
Процессор	Intel Core i5- 1355U	Intel Core i7- 1355U	Intel Core i7- 1165G7
Оперативная память	8 GB	16 GB	32 GB
Емкость накопителя	256 GB SSD	1 TB SSD	1 TB SSD, 1 TB HDD
Графика	Intel UHD Graphics 630	NVIDIA GeForce MX550	NVIDIA GeForce MX330
Сетевой интерфейс	Gigabit Ethernet	Gigabit Ethernet	Gigabit Ethernet

Продолжение таблицы 3.3

1	2	3	4
Операционная система	Предустановлена Windows 11 Home	Предустановлена Windows 11 Home	Предустановлена Windows 11 Home
Разрешение экрана, диагональ (в дюймах)	1920 x 1080, 23.8	1920 x 1080, 27	1920 x 1080, 27
Сенсорный экран	Нет	Нет	Да
Комплектация	Клавиатура, мышь	Клавиатура, мышь	Клавиатура, мышь
Цена (белорусских рубля)	2416	3461	5465

Рабочая станция Dell Inspiron 24 All-in-One Desktop предоставляет самые низкие характеристики из предложенных вариантов. Он имеет только интегрированную видеокарту Intel UHD Graphics 630, которая не справится с графическими задачами, малый объем оперативной памяти и малый объем накопителя. Это обусловлено его низкой стоимостью. Dell Inspiron 27 7000 Touchscreen All-in-One Desktop в свою очередь обладает избыточным функционалом в виде сенсорного экрана и большим объемом оперативной памяти. Dell Inspiron 27 All-in-One Desktop обладает наиболее производительной видеокартой, оптимальным объемом оперативной памяти и памяти накопителя, поэтому в качестве рабочей станции для рекламного агентства выбран именно он.

На схеме рабочие станции обозначены как «PC1-14». Административная станция обозначена как «PC15».

### 3.7 Выбор моделей принтеров

Так как заказчик не определился с одним из типов прочих оконечных устройств, было решено добавить цветной принтер для печати фотографий, рекламных объявлений и прочего.

Черно-белый принтер необходим рекламному агентству для печати документов. Далее приведена таблица сравнения принтеров.

Таблица 3.4 – Сравнение моделей черно-белых принтеров

Модель принтера	Dell B2360d	Dell E310dw	Dell 2330d
1	2	3	4
Максимальный размер бумаги	A4	A4	A4
Технология печати	Лазерная	Лазерная	Лазерная

Продолжение таблицы 3.4

1	2	3	4
Максимальная месячная нагрузка (страниц в месяц)	80000	10000	50000
Поддержка двухсторонней печати	Да	Да	Да
Разрешение печати (dpi)	1200 x 1200	2400 x 600	1200 x 1200
Скорость печати (страниц в минуту)	38	27	33
Подключение	USB	USB, Wi-Fi, Ethernet	USB
Цена (белорусских рубля)	314	473	291

Принтер Dell 2330d обладает наименьшей стоимостью, однако имеет меньшую скорость печати и максимальную месячную нагрузку, что делает его менее предпочтительным для рекламного агентства. Принтер Dell E310dw обладает избыточным функционалом, сравнительно малой месячной нагрузкой и наибольшей стоимостью.

Исходя из сравнительных характеристик, наиболее оптимальным решением будет принтер Dell B2360d. Он обладает наибольшей максимальной нагрузкой и скоростью печати, что нивелирует большую стоимость относительно самого дешевого варианта Dell 2330d.

На схеме черно-белый принтер Dell B2360d обозначен как «P1».

Таблица 3.5 – Сравнение моделей цветных принтеров

Модель принтера	Dell C2660d	Dell C1760nw	Dell C1660w
1	2	3	4
Цветная печать	Да	Да	Да
Технология печати	Лазерная	Лазерная	Лазерная
Максимальная месячная нагрузка (страниц в месяц)	50000	30000	25000
Поддержка двухсторонней печати	Да	Нет	Нет
Разрешение печати (dpi)	1200 x 1200	600 x 600	1200 x 1200
Скорость печати черно-белой/цветной (страниц в минуту)	20/12	15/12	12/10
Подключение	USB	USB, Wi-Fi, Ethernet	USB, Wi-Fi

Продолжение таблицы 3.5

1	2	3	4
Цена (белорусских рубля)	1104	1735	1198

Принтер Dell C2660d обладает максимальной нагрузкой в месяц, наибольшей скоростью печати и наименьшей стоимостью. Принтер Dell C1660w позволяет подключаться к нему по Wi-Fi, а принтер Dell C1760nw еще и по Ethernet, однако этот функционал является избыточным для проектируемой локальной сети, поэтому выбор пал на цветной принтер Dell C2660d.

На схеме цветной принтер Dell C2660d обозначен как «P2».

### 3.8 Виртуальные локальные компьютерные сети

Для логического разделения проектируемой сети и повышения ее безопасности предусмотрено использование VLAN.

В рамках данного проекта локальная сеть рекламного агентства разделена на 4 виртуальные подсети.

Для стационарных пользователей предусмотрен VLAN с номером 10. Он используется для передачи трафика стационарных пользователей.

Для пользователей беспроводной сети предусмотрен VLAN с номером 20. Он используется для передачи мобильного трафика.

Для веб-сервера предусмотрен VLAN с номером 30. Поскольку веб-сервер в данной локальной сети используется в том числе для хранения данных журналирования событий, было принято решение выделить отдельный VLAN для его работы с целью дополнительной изоляции и обеспечения безопасности данных.

Для сетевого оборудования предусмотрен VLAN с номером 100. Он предназначен для конфигурации сетевого оборудования через административную станцию.

### 3.9 Схема адресации

Так как подсеть для внутренней адресации IPv4 является приватной, в качестве основы для формирования адресов было решено использовать одну из приватных подсетей, принадлежащей специальному диапазону, не используемому в сети Internet, а именно 192.168.0.0/16.

При формировании адресов посетей учтено их возможное расширение (минимум в два раза).

Расчет хостов производится с исключением зарезервированных сетевых и широковещательных адресов из общего количества адресов в подсети.

Количество мобильных подключений заказчиком не установлено, поэтому было решено считать, что количество мобильных подключений равно

количеству стационарных пользователей (предполагаемых сотрудников).

Таблица 3.6 – Схема внутренней адресации для протокола IPv4

Назначение	№ VLAN	Адрес подсети	Длина маски в битах	Хосты
Стационарная	10	192.168.10.0	27	30
Беспроводная	20	192.168.20.0	27	30
Web-серверная	30	192.168.30.0	29	6
Административная	100	192.168.100.0	29	6

Адресация IPv6 используется для доступа в Internet. При этом, по требованию заказчика, необходимо использовать подсеть из блока адресов для Беларуси. Используемая подсеть из блока адресов для Беларуси: 2001:67c:18a8::/48.

Для этого стационарному, беспроводному и web-серверному VLAN необходимо назначить IPv6 адреса.

С целью обеспечения дополнительной безопасности для административного VLAN адрес IPv6 не назначается.

Таблица 3.7 – Схема адресации для протокола IPv6

Назначение	№ VLAN	Адрес подсети	Префикс
Стационарная	10	2001:67c:18a8:10::	64
Беспроводная	20	2001:67c:18a8:20::	64
Web-серверная	30	2001:67c:18a8:30::	64

Адреса мобильных устройств назначаются автоматически на беспроводной точке доступа с помощью DHCPv4 и DHCPv6. В остальных случаях адреса задаются статически.

Таблица 3.8 – Схема адресации стационарной подсети (VLAN 10)

Устройство	Позиционное обозначение	IPv4/IPv6 адреса
Маршрутизатор	Router	192.168.10.1 2001:67c:18a8:10::1000
Пользовательские станции	PC1	192.168.10.2 2001:67c:18a8:10::1001
	...	...
	PC14	192.168.10.15 2001:67c:18a8:10::1014



Таблица 3.9 – Схема адресации беспроводной подсети (VLAN 20)

Устройство	Позиционное обозначение	IPv4/IPv6 адреса
Маршрутизатор	Router	192.168.20.1 2001:67c:18a8:20::1000
Мобильные подключения	Wireless 1	192.168.20.2 2001:67c:18a8:20::1001
	...	...
	Wireless 15	192.168.20.16 2001:67c:18a8:20::1015

Таблица 3.10 – Схема адресации web-серверной подсети (VLAN 30)

Устройство	Позиционное обозначение	IPv4/IPv6 адреса
Маршрутизатор	Router	192.168.30.1 2001:67c:18a8:30::1000
Web-сервер	Server	192.168.30.2 2001:67c:18a8:30::1001

Таблица 3.11 – Схема адресации административной подсети (VLAN 100)

Устройство	Позиционное обозначение	Адрес
Коммутатор	Switch	192.168.100.1
Беспроводная точка доступа	AP1	192.168.100.2
Административная станция	PC15	192.168.100.3
Маршрутизатор	Router	192.168.100.4

Для внешней адресации IPv4 необходимо выбрать адрес внешней сети (Intranet), к которой подключается маршрутизатор. Выбор производится из списка адресов подсетей предлагаемые в нотации CIDR по варианту.

Список предлагаемых адресов приведен в таблице 3.12.

Таблица 3.12 – предлагаемые подсети в нотации CIDR

№	Адрес подсети	Длина маски в битах	Количество хостов
1	2	3	4
1	26.44.16.0	26	62
2	58.67.242.208	29	6
3	91.155.80.0	23	510
4	111.64.0.0	10	4194302
5	134.93.161.24	29	6
6	152.176.0.0	17	32766
7	173.187.180.0	23	510
8	190.2.228.32	27	30

Продолжение таблицы 3.12

1	2	3	4
9	196.81.146.0	26	62
10	202.231.232.128	26	62

Подсеть 91.155.80.0 с маской 23 обеспечивает достаточное и в то же время не избыточное количество хостов, поэтому для внешней адресации выбираем ее.

### 3.10 Конфигурация коммутатора

Для создания VLAN на коммутаторе необходимо ввести список команд, представленный ниже.

Создание стационарного (10) VLAN:

```
console#config
console(config)#vlan 10
console(config-vlan10)#name Stationary
console(config-vlan10)#exit
```

По аналогии необходимо создать беспроводной (20), web-серверный (30) и административный VLAN.

После создания виланов необходимо задать им IPv4 и IPv6 адреса.

Назначение адреса IPv4 для административного (100) VLAN:

```
console#config
console(config)#interface vlan 100
console(config-if-vlan100)#ip address 192.168.100.1
255.255.255.224
console(config-if-vlan100)#exit
```

Для безопасного удаленного управления сетевым оборудованием на коммутаторе необходимо настроить Secure Shell (далее SSH).

Конфигурация SSH на коммутаторе Switch:

```
console# configure
console(config)# ip ssh server
console(config)# username admin password 101022 privilege 15
console(config)# crypto key generate rsa
console(config)# ip ssh password-authentication enable
console(config)# ip ssh rsa-authentication enable
```

В обеспечении надежности заказчик не уверен, поэтому было решено обеспечить надежность резервирования соединений путем агрегации каналов.

Агрегация каналов на интерфейсах коммутатора Gi1/0/1 и Gi1/0/2:

```
console# configure
```

```
console(config)# interface range Gi1/0/1-2
console(config-if-Gi1/0/1-2)# channel-group 1 mode active
```

Интерфейсы с Gi1/0/3 по Gi1/0/16 для стационарного (10) VLAN, а с Gi1/0/17 по Gi1/0/18 для административного (100) VLAN.

Конфигурация интерфейсов, подключенных к стационарным станциям:

```
console#config
console(config)#interface gi1/0/3
console(config-if-Gi1/0/3)#switchport access vlan 10
console(config-if-Gi1/0/3)#exit
...
console(config)#interface gi1/0/15
console(config-if-Gi1/0/15)#switchport access vlan 10
console(config-if-Gi1/0/15)#exit
```

Конфигурация интерфейсов, подключенных к устройствам административного VLAN:

```
console#config
console(config)#interface gi1/0/17
console(config-if-Gi1/0/17)# switchport mode access
console(config-if-Gi1/0/17)#switchport access vlan 100
console(config-if-Gi1/0/17)#exit
```

Аналогично настраиваем интерфейсы Gi11/0/18, Gi11/0/1, Gi11/0/2.

Конфигурация интерфейсов, подключенных к маршрутизатору:

```
console#config
console(config)#interface port-channel 1
console(config-if-Po1)#switchport mode trunk
console(config-if-Po1)#switchport trunk allowed vlan add
10,20,30,100
console(config-if-Po1)#exit
```

### **3.11 Конфигурация маршрутизатора**

Конфигурация агрегации каналов на маршрутизаторе MikroTik RB5009UG+S+IN через CLI:

Агрегация каналов:

```
/interface bonding
add name=bonding1 slaves=ether1,ether2 mode=802.3ad
```

Создание VLAN и назначение IPv4 и IPv6 адресов для стационарного (10) VLAN:

```
/interface vlan
```

```
add name=vlan10 vlan-id=10 interface=bonding1
add address=192.168.10.1/27 interface=vlan10
add address=2001:67c:18a8:10::1000/64 interface=vlan10
```

Аналогичная настройка будет для мобильного (20) и web-серверного (30) VLAN. Для административного (100) VLAN назначается только IPv4 адрес.

Назначение IPv4 адреса интерфейса `spf` на маршрутизаторе и установление шлюза по умолчанию:

```
/ip address add address=91.155.80.2/23 interface=sfp
/ip route add gateway=91.155.80.1
```

Настройка преобразования внутренних (приватных) адресов во внешние (публичные) с помощью NAT:

```
/ip firewall nat add chain=srcnat action=masquerade out-
interface=sfp
```

Назначение IPv6 адреса интерфейсу `spf` на маршрутизаторе и назначение шлюза по умолчанию:

```
/ipv6 address add address=2001:67c:18a8::2/64 interface=sfp
/ipv6 route add gateway=2001:67c:18a8::1
```

Настройка SSH на маршрутизаторе MikroTik RB5009UG+S+IN осуществляется через интерфейс командной строки. Ниже приведены основные шаги для настройки SSH.

Включение службы SSH:

```
/ip service enable ssh
```

Создание ключей SSH:

```
/ip ssh generate-key
```

Настройка пользователя для SSH:

```
/user add name=admin password=101022
```

Назначение алгоритма шифрования и разрешение перенаправления трафика через SSH:

```
/ip ssh set strong-crypto=yes
/ip ssh set forwarding-enabled=on
```

Для протоколирования доступа в-из Internet используется стандартный протокол журналирования событий Syslog.

Добавление действия логирования на маршрутизаторе:

```
/system logging action add name=remote target=remote  
remote=192.168.30.2 remote-port=514 syslog-facility=local0
```

Здесь описано создание нового действия логирования с именем «remote», указание типа цели логирования – удаленный сервер, указание IP-адреса удаленного сервера, куда будут отправляться логи, назначение порта удаленного сервера для приема syslog-сообщений, установка уровня протоколирования (локальный уровень 0).

Далее производится создание правил логирования. То есть указание темы логирования. Темы логирования определяют типы событий или сообщений, которые будут записываться в журнал событий. Они помогают фильтровать информацию по уровням важности или категориям событий.

Создание правил логирования:

```
/system logging add action=remote topics=info,!debug,!error
```

Для обеспечения доступности web-сервера из сети Internet необходимо создать правила NAT чтобы внешний трафик, приходящий на внешний IP-адрес web-сервера (91.155.80.3), был перенаправлен на внутренний IP-адрес web-сервера (192.168.30.2):

```
/ip firewall nat  
add chain=dstnat dst-address=91.155.80.3 protocol=tcp dst-  
port=80 action=dst-nat to-address=192.168.30.2 to-port=80
```

Web-сервер использует стандартный HTTP-порт, поэтому в команде указан именно он (порт 80).

### **3.12 Конфигурация беспроводной точки доступа**

Для дальнейшей настройки беспроводной точки доступа с помощью web-интерфейса необходимо статически задать ей IPv4 адрес через консольный интерфейс. В дальнейшем беспроводная точка доступа будет конфигурироваться с административной станции, следовательно статический адрес необходимо задать из административного (100) VLAN. Выбранный адрес приведен в таблице 3.11.

Для назначения статического IPv4 адреса необходимо выполнить следующие шаги:

1. Подключить терминал, ПК или рабочую станцию с программой эмуляции терминала к консольному порту на W-IAP.

2. Включить W-IAP. Появится обратный отсчет для автоматической

загрузки, который позволяет прервать нормальный процесс запуска и получить доступ к режиму apboot.

3. Нажать клавишу «Enter» до истечения таймера. W-IAP перейдет в режим apboot.

4. В режиме apboot необходимо выполнить следующие команды для назначения статического IP-адреса W-IAP:

```
Hit <Enter> to stop autoboot: 0
apboot>
apboot> setenv ipaddr 192.168.100.2
apboot> setenv netmask 255.255.255.248
apboot> setenv gatewayip 192.168.100.1
apboot> save
Saving Environment to Flash...
Un-Protected 1 sectors
.done
Erased 1 sectors
Writing
```

Для конфигурации SSH на беспроводной точке доступа используя web-интерфейс необходимо:

1. Войти в web-интерфейс управления точкой доступа с административной станции (на административной станции ввести в поисковую строку «192.168.100.2»).

2. Зайти в раздел настроек безопасности и управления «Authentication and Security». Там есть опции для включения и настройки SSH.

3. По умолчанию параметр для активации SSH активен, поэтому его настройка не требуется.

4. Установить имя пользователя «admin» и пароль «101022» для доступа к SSH.

5. Нажать кнопку «Apply».

Для настройки DHCP на беспроводной точке доступа также используем web-интерфейс. В web-интерфейсе необходимо перейти в раздел «Network», выбрать раздел «DHCPv4», поставить галочку напротив пункта «DHCP-server», перейти в раздел «Pool configuration», нажать «Add» и добавить соответствующий диапазон адресов. Также нужно заполнить поле «Pool name», прописав там имя для назначенного диапазона. Сохранить изменения, нажав на кнопку «Apply». После этого необходимо повторить те же действия в разделе «DHCPv6». После перезагрузки беспроводной точки доступа она будет готова к использованию.

Для настройки аутентификации пользователей было принято решение использовать тип защиты беспроводной сети Wi-Fi WPA2-Personal.

Для этого все в том же web-интерфейсе необходимо выполнить следующие действия:

1. Перейти в раздел «WLAN Settings».
  2. В поле «Name» ввести имя беспроводной сети (SSID) и нажать «Next».
  3. В разделе «Security» в поле «Key management» выбрать пункт «WPA2-Personal».
  4. В поле «Passphrase» ввести пароль для подключения беспроводных пользователей.
  5. В поле «Retype» повторить введенный пароль. После чего нажать «Next» и сохранить изменения.
- После перезагрузки точки доступа она будет готова к работе.

### 3.13 Конфигурация web-сервера

Для работы в web-сервером используется ОС Linux. В качестве web-сервера для обслуживания web-страниц и других ресурсов через протокол HTTP используется Apache 2.

Установка Apache 2:

```
sudo apt update  
apt install apache2
```

Назначение соответствующих IPv4 и IPv6 адресов из таблицы 3.10 интерфейсу Gi0:

```
sudo ifconfig Gi0 192.168.30.2 netmask 255.255.255.248  
sudo ifconfig Gi0 inet6 2001:67c:18a8:30::1001/64
```

Назначение шлюзов по умолчанию:

```
sudo ip route add default via 192.168.30.2  
sudo ip -6 route add default via 2001:67c:18a8:30::1000
```

Настройка syslog для хранения данных логирования:

1. Установка syslog-демона:

```
sudo apt-get install rsyslog
```

2. Необходимо отредактировать файл «/etc/rsyslog.conf». Настроить сервер на прием логов на порту 514 как по протоколу UDP, так и по протоколу TCP:

```
module(load="imudp")  
input(type="imudp" port="514")  
module(load="imtcp")  
input(type="imtcp" port="514")
```

3. В этом же файле добавить строки для сохранения логов в файл «remotelogs.log»:

```
if $fromhost-ip!= '192.168.30.2' then /var/log/remotelogs.log
```

4. Перезапустить rsyslog для приведения изменений в действие:

```
sudo systemctl restart rsyslog
```

### 3.14 Настройка рабочих станций

Так IPv4 и IPv6 адреса рабочим станциям назначаются статически, необходимо на них назначить соответствующие им адреса.

Пример назначения IPv4 и IPv6 адреса для первой рабочей станции (PC1) представлен на рисунках 1 и 2:

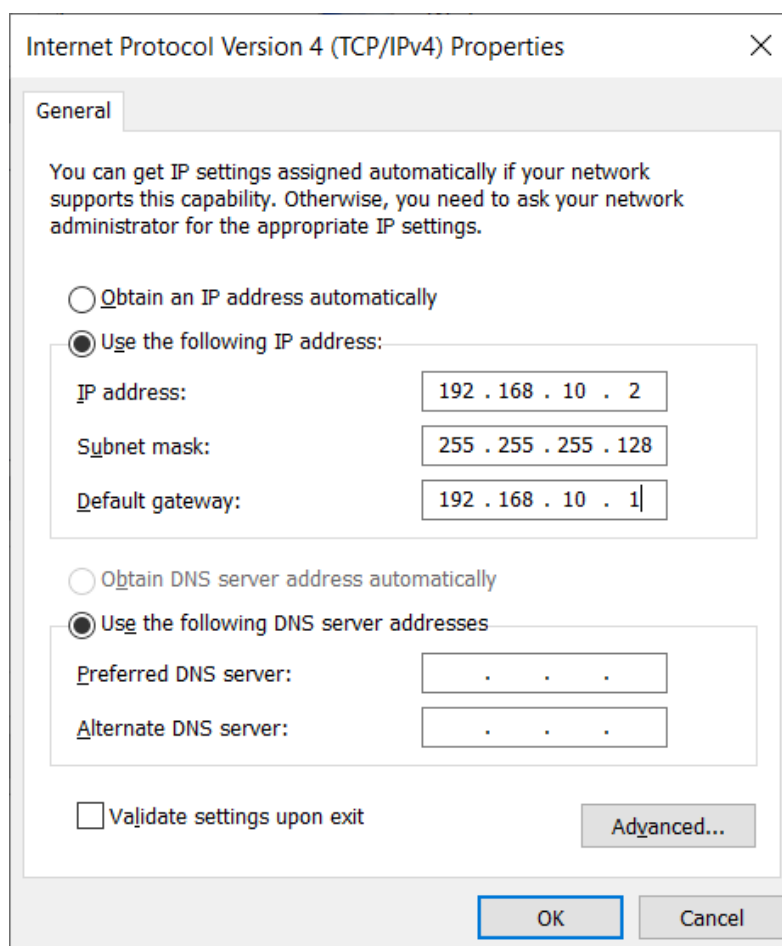


Рисунок 3.1 – назначение IPv4 адреса первой рабочей станции (PC1)

Чтобы перейти в окно конфигурации необходимо открыть панель управления, далее перейти в раздел сетевых соединений, в нем перейти в свойства интерфейса, с помощью которого станция соединена с локальной



сетью и там уже перейти в свойства протокола IPv4. После чего заполнить поля «IP address», «Subnet mask» и «Default gateway» данными из таблицы 3.9.

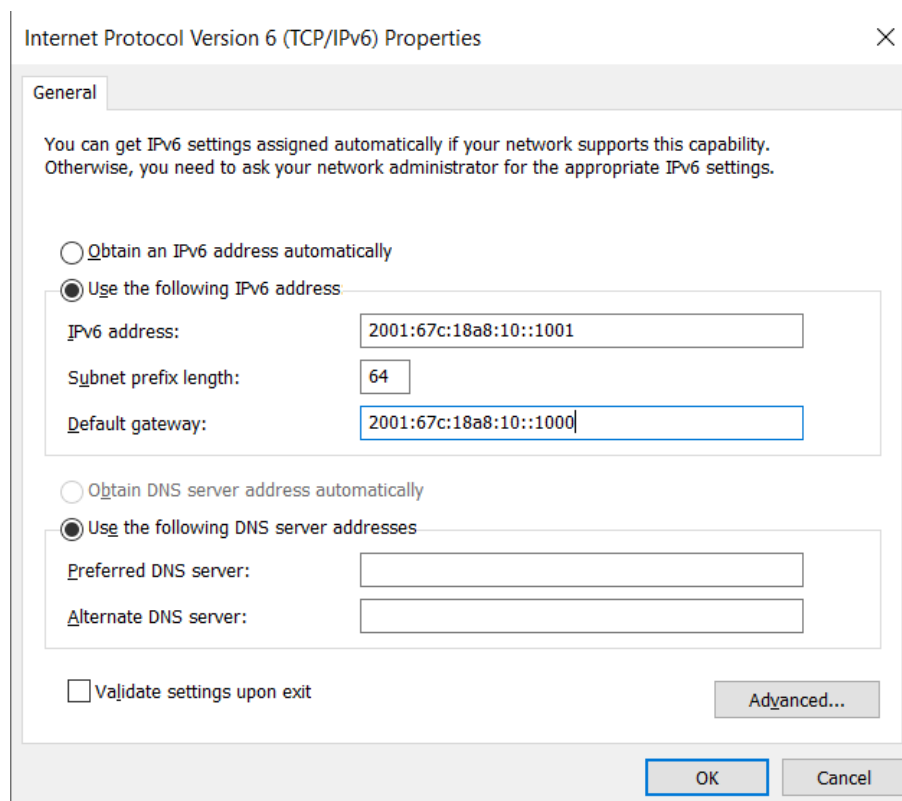


Рисунок 3.2 – назначение IPv6 адреса первой рабочей станции (PC1)

Все в том же окне настройки интерфейса необходимо перейти в свойства протокола IPv6. После чего заполнить поля «IPv6 address», «Subnet prefix length» и «Default gateway» данными из таблицы 3.9.

## **4 ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТРУКТУРИРОВАННОЙ КАБЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ**

Этот раздел предоставляет описание процесса выбора кабелей, установки оборудования, и расчета качества беспроводной связи для создания локальной вычислительной сети. План монтажа оборудования приведен в Приложении В. Условно-графические обозначения пояснены в левой нижней части схемы, в правой нижней описаны технические рекомендации, а схема монтажа доступна в Приложении В. Полный список оборудования, изделий и материалов представлен в Приложении Д.

### **4.1 План помещений**

Рекламное агентство размещается на втором этаже в прямоугольном здании соотношением сторон 1:2. Площадь этажа составляет 105 метров квадратных. На этаже предусмотрена серверная комната.

В серверной комнате размещены: маршрутизатор, коммутатор, web-сервер и административная станция.

### **4.2 Информационная розетка**

Для проектируемой компьютерной сети были выбраны информационные розетки STEKKER Эрн (PST00-91 49151). Они отличаются экономичным использованием пространства в помещении. Эти разъемы обладают высоким качеством и легко устанавливаются.

### **4.3 Витая пара**

Были рассмотрены кабели категории 5е в качестве витой пары для передачи сигнала между устройствами, соединенными через разъем RJ45. С технологией Gigabit Ethernet возможно использование этих кабелей для скоростей свыше 1 Гб/с, что делает категорию 5е более предпочтительной из-за ее более доступной стоимости по сравнению с более дорогими кабелями более высоких категорий. После изучения рынка было принято решение приобрести кабель PROconnect F/UTP CAT5e (01-0142-3-50) серого цвета, а также коннектор RJ-45 8P8C CAT 5e REXANT.

### **4.4 Расчёт качества связи беспроводного соединения**

Перед установкой и размещением беспроводных точек доступа нужно определить, насколько сигнал радиоволн ослабнет по пути от точки доступа до самого удаленного мобильного устройства. В условиях открытого воздуха это значение рассчитывается с помощью определенной формулы.

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

Где  $F$  – частота в ГГц,  $D$  – расстояние, в метрах, до самого дальнего мобильного устройства.

Подставив значения в формулу получим:

$$L = 32,44 + 20 \lg(2,5) + 20 \lg(10,7) \approx 61, \text{ дБ}$$

Рассчитанное затухание сигнала удовлетворительно с учётом мощности излучения беспроводного маршрутизатора, равному 20 дБ. Добавим к расчету затухания сигнала в воздушной среде.

Максимальное затухание сигнала в помещениях организации составляет:

$$L_{\text{макс}} = L_{\text{макс. конст}} + L_{\text{макс. уд}} = 5 \text{ дБ} + 61 \text{ дБ} = 66 \text{ дБ}$$

Тогда минимальная мощность сигнала в помещении будет равна:

$$S_{\text{мин}} = S_{\text{точки доступа}} - L_{\text{макс}} = 20 \text{ дБ} - 66 \text{ дБ} = -46 \text{ дБ}$$

Такой показатель сигнала является удовлетворительным, что позволяет воспользоваться беспроводной точкой доступа с мощностью излучения 20 дБ для покрытия всего помещения WLAN.

#### **4.5 Монтаж web-сервера**

Web-сервер располагается в серверном помещении. Рекомендуется установить его в углу серверного помещения.

#### **4.6 Монтаж коммутатора и маршрутизатора**

Коммутатор и маршрутизатор также располагаются в серверном помещении. Для их установки было решено использовать шкаф телекоммуникационный настенный 6U ЦМО ШРН-6.300.1, чтобы обезопасить от возможных повреждений.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В ходе выполнения курсовой работы была спроектирована локальная компьютерная сеть для рекламного агентства. В процессе проектирования использовались как практические, так и теоретические знания по разработке локальных сетей. Был проведен анализ рынка сетевого оборудования, изучены стандарты и требования к создаваемой системе. Результатами стали разработанные структурная и функциональная схемы локальной сети, а также план здания с перечнем необходимого оборудования, включая маршрутизаторы, коммутаторы, рабочие станции, принтеры, web-серверы, точки доступа и пассивное сетевое оборудование.

При выборе оборудования учитывался бюджет проекта, но предпочтение отдавалось не только самым доступным, а также оптимальным решениям, обеспечивающим функциональность сети. Были использованы технологии VLAN для разделения трафика по типу и характеру подключений. Локальная сеть спроектирована с возможностью расширения, минимизируя потребность в новом активном сетевом оборудовании при увеличении числа подключаемых устройств.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- [1] Таненбаум, Э. Компьютерные сети / Э. Таненбаум, Д. Уэзеролл. – 5-е издание – Санкт-Петербург [и другие]: Питер, Питер Пресс, 2017. – 955 с.
- [2] Чекмарев, Локальные компьютерные сети – 202 с.
- [3] Топологии сетей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://network.xsp.ru/top\\_net.php](http://network.xsp.ru/top_net.php).
- [4] IPv4 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://coderlessons.com/tutorials/akademicheskii/izuchite-ipv4/ipv4-adresatsiia>.
- [5] IPv6 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://timeweb.com/ru/community/articles/protokol-ipv6-chto-eto-takoe-i-kak-on-rabotaet>.
- [6] NAT [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://wiki.merionet.ru/seti/13/nat-na-palcax-chto-eto/>.
- [7] DHCP [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://selectel.ru/blog/dhcp-protocol/>.
- [8] VLAN [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.smart-soft.ru/blog/tehnologija\\_vlan/](https://www.smart-soft.ru/blog/tehnologija_vlan/).
- [9] Dell Inspiron 27 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://andpro.ru/catalog/personalnye\\_kompyutery/monoblock/monoblok\\_dell\\_optiplex\\_7470\\_23\\_8\\_monoblock\\_7470\\_2189/](https://andpro.ru/catalog/personalnye_kompyutery/monoblock/monoblok_dell_optiplex_7470_23_8_monoblock_7470_2189/).
- [10] Dell PowerEdge T40 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://andpro.ru/catalog/servers/server/server\\_dell\\_poweredge\\_t40\\_3\\_5\\_tower\\_pet40ru1\\_02/](https://andpro.ru/catalog/servers/server/server_dell_poweredge_t40_3_5_tower_pet40ru1_02/).
- [11] Dell B2360d [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.amazon.com/Dell-B2360d-Workgroup-Printer/dp/B007WL408I>.
- [12] Dell C2660d [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.amazon.com/Dell-C2660d-Color-Workgroup-printer/dp/B007WL408>.
- [13] 10 Gigabit Ethernet [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://bytemag.ru/chto-takoe-ii-zachem-nyjen-myltiigiigabiitnieji-etherne-20336/>.
- [14] Dell Networking X1026 [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://www.serversnet.ru/catalog/kommutatory\\_dell\\_networking\\_x1000/x1026px-on](https://www.serversnet.ru/catalog/kommutatory_dell_networking_x1000/x1026px-on).
- [15] Dell Networking W-IAP115 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.karma-group.ru/catalog/dell-wireless-wlan-equipment/instant-dell-networking-serii-w/w-iap115/>.
- [16] STEKKER Эрна (PST00-91 49151) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.vseinstrumenti.ru/product/kompyuternaya-1-mestnaya-rozetka-rj-45-stekker-mehanizm-seriya-erna-pst00-91-49151-8557419/>.
- [17] PROconnect F/UTP CAT5e (01-0142-3-50) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.vseinstrumenti.ru/product/kabel-proconnect-ftp-4pr-24awg-cca-cat5e-pvc-seryj-buhta-50-m-01-0142-3-50-1315378/>.
- [18] Коннектор RJ-45 8P8C CAT 5e REXANT [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

[https://ledpremium.by/catalog/razemy\\_rj/dzhek\\_rj\\_45\\_8p8c\\_cat\\_5e\\_rexant/](https://ledpremium.by/catalog/razemy_rj/dzhek_rj_45_8p8c_cat_5e_rexant/)

[19] ISO/IEC 11801. Стандарт телекоммуникационной инфраструктуры коммерческих зданий [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://inkabel.ru/assets/files/ISO-IEC-11801.pdf>.

[20] «Quick Installation Guide 802.11n Unified Access Point» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://inkabel.ru/assets/files/ISO-IEC-11801.pdf>.

**ПРИЛОЖЕНИЕ А**  
**(Обязательное)**

Схема СКС структурная

**ПРИЛОЖЕНИЕ Б**  
(Обязательное)

Схема СКС функциональная



**ПРИЛОЖЕНИЕ В**  
(Обязательное)

План этажа. Схема монтажная

**ПРИЛОЖЕНИЕ Г**  
**(Обязательное)**

Перечень оборудования, изделий и материалов

**ПРИЛОЖЕНИЕ Д**  
**(Обязательное)**

Ведомость документов