Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ИНФОРМАТИКИ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ

Факультет компьютерных систем и сетей

Кафедра электронных вычислительных машин

Дисциплина: Оборудование компьютерных сетей

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

к курсовому проекту

на тему

ЛОКАЛЬНАЯ КОМПЬЮТЕРНАЯ СЕТЬ,

ВАРИАНТ 86

БГУИР КП 1–40 02 01 405 ПЗ

Студент: К.В. Горбачевский

Руководитель: И.И. Глецевич

МИНСК 2024

|  |  |
| --- | --- |
| Вариант | 86 |
| Объект | центр обработки данных компании, занимающейся программированием |
| Форма здания, этажи, суммарная площадь помещений в квадратных метрах | т-образная, 3, 40 |
| Количество стационарных пользователей (ПК), количество стационарных подключений, количество мобильных подключений | ?, 5, 3 |
| Сервисы (дополнительные подключения) | сервер БД Oracle (до 50 внутренних пользователей) |
| Прочее оконечное оборудование (дополнительные подключения) | принтеры, проекторы |
| Подключение к Internet | 4G |
| Внешняя адресация IPv4,  внутренняя адресация IPv4,  адресация IPv6 | непосредственного подключения к провайдеру нет, публичная подсеть, доступ в Internet, использовать подсеть из блока адресов для Беларуси |
| Безопасность | усиленная безопасность в отношении учетных записей пользователей |
| Надежность | резервирование соединений |
| Финансы | полноценная комерческая сеть |
| Производитель сетевого оборудования | Mikrotik |
| Дополнительные требования заказчика | возможность экспорта рабочих столов |

СОДЕРЖАНИЕ

[ВВЕДЕНИЕ 4](#_Toc176874360)

[1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ 5](#_Toc176874361)

[1.1 4G 5](#_Toc176874362)

[1.2 Сервер RADIUS 5](#_Toc176874363)

[2 РАЗРАБОТКА СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ 7](#_Toc176874364)

[2.1 Модем 7](#_Toc176874365)

[2.2 Маршрутизатор 7](#_Toc176874366)

[2.3 Коммутаторы 7](#_Toc176874367)

[2.4 Беспроводные точки доступа 8](#_Toc176874368)

[2.5 Сервер БД Oracle 8](#_Toc176874369)

[3 РАЗРАБОТКА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ 9](#_Toc176874370)

[3.1 Расположение устройств 9](#_Toc176874371)

[3.2 Производитель сетевого оборудования 9](#_Toc176874372)

[3.3 Выбор модели модема 10](#_Toc176874373)

[3.4 Выбор модели маршрутизатора 10](#_Toc176874374)

[3.5 Выбор модели коммутаторов 11](#_Toc176874375)

[3.6 Выбор модели беспроводной точки доступа 11](#_Toc176874376)

[3.7 Выбор модели рабочих станций 12](#_Toc176874377)

[3.8 Выбор модели сервера 12](#_Toc176874378)

[3.9 Выбор моделей принтеров 13](#_Toc176874379)

[3.10 Виртуальные локальные компьютерные сети 14](#_Toc176874380)

[3.11 Внешняя адресация 15](#_Toc176874381)

[3.12 Внутренняя IPv4 адресация 16](#_Toc176874382)

[3.13 Внутренняя IPv6 адресация 18](#_Toc176874383)

[3.14 Конфигурация сетевого оборудования 19](#_Toc176874384)

[4 ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТРУКТУРИРОВАННОЙ КАБЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ 24](#_Toc176874385)

[4.1 План помещений 24](#_Toc176874386)

[4.2 Организация СКС 24](#_Toc176874387)

[ЗАКЛЮЧЕНИЕ 25](#_Toc176874388)

[СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ 26](#_Toc176874389)

[ПРИЛОЖЕНИЕ А 27](#_Toc176874390)

[ПРИЛОЖЕНИЕ Б 28](#_Toc176874391)

[ПРИЛОЖЕНИЕ В 29](#_Toc176874392)

[ПРИЛОЖЕНИЕ Г 30](#_Toc176874393)

[ПРИЛОЖЕНИЕ Д 31](#_Toc176874394)

# ВВЕДЕНИЕ

В контексте центра обработки данных (далее ЦОД) компании, занимающейся программированием, разработка локальной компьютерной сети (далее – ЛКС) является первостепенной задачей. Центр обработки данных – это ключевой узел компании, где хранятся данные сотрудников и клиентов, исходных код программ, резервные копии документов и иных файлов. Сеть должна быть устойчивой и безотказной, что подразумевает обеспечение стабильного и быстрого соединения в рамках компании.

Так как ЦОД располагается на одном этаже небольшого размера, логичным будет расположить в комнате 3 стационарных пользователя при наличии пяти стационарных подключений и дополнительно принтер и проектор, беспроводные подключения, потребуется коммутатор на этаж, точку беспроводного доступа.

Сервер БД Oracle должен быть доступен круглосуточно для внутренних пользователей (до 50), так как это ключевая сущность, с которой взаимодействуют сотрудники компании при работе. Для сервера требуется предусмотреть защиту от подключения извне, тоесть доступ к серверу могут иметь только сотрудники компании. Так как внутренняя адресация использует публичные адреса, требуется открыть доступ только для адресов из подсети компании.

Усиление безопасности в отношении пользователей подразумевает использование RADIUS-сервера для удаленной аутентификации и авторизации пользователей. Процесс аутентификации включает в себя передачу учетных данных (обычно имя пользователя и пароля) серверу RADIUS.

В данной сети также требуется предусмотреть резервирование соединений пользователей для непрерываного соеденинения и возможность экспорта рабочий столов.

Цель проекта: разработка проекта локальной компьютерной сети для центра обработки данных компании, занимающейся программированием.

Задачи: изучение материала по заданию на проект до начала выполнения проекта, как и дальнейшее изучение технологий по ходу выполнения проекта; разработка общей структуры сети, структурной схемы; выбор конкретных устройств, обоснование их выбора, описание настройки устройств, составление функциональной схемы; разработка структурной кабельной системы, составление её схемы.

# 1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

## 1.1 4G

4G (4-Generation) – cокращенное название четвертого поколения беспроводной телефонной связи, основанного технологии TCP/IP для передачи информации. 4G поддерживает скорость до 1 Гбит/с для абонентов с низкой скоростью движения и до 100 Мбит/с для абонентов с высокой скоростью движения (например, в транспорте) в оптимальных условиях.

Технологии [LTE Advanced](https://ru.wikipedia.org/wiki/LTE_Advanced) (LTE-A) и [WiMAX 2](https://ru.wikipedia.org/wiki/WiMAX) (WMAN-Advanced, IEEE 802.16m) ([SIM-карта](https://ru.wikipedia.org/wiki/SIM-%D0%BA%D0%B0%D1%80%D1%82%D0%B0) не требуется) были официально признаны беспроводными стандартами связи четвёртого поколения 4G (IMT-Advanced) [Международным союзом электросвязи](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B5%D0%B6%D0%B4%D1%83%D0%BD%D0%B0%D1%80%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D1%81%D0%BE%D1%8E%D0%B7_%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D1%81%D0%B2%D1%8F%D0%B7%D0%B8) на конференции в [Женеве](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%96%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D0%B2%D0%B0) в 2012 году.

Так как первые версии мобильного [WiMAX](https://ru.wikipedia.org/wiki/WiMAX) и [LTE](https://ru.wikipedia.org/wiki/LTE) поддерживают скорости значительно меньше 1 Гбит/с, их нельзя назвать технологиями, соответствующими IMT-Advanced, хотя они часто упоминаются поставщиками услуг как технологии 4G. В свою очередь, после запуска мобильными операторами сетей [LTE-Advanced](https://ru.wikipedia.org/wiki/LTE-Advanced) в маркетинговых целях их стали называть 4G+. 6 декабря 2010 года МСЭ-Р признал, что наиболее продвинутые технологии рассматривают как «4G», хотя этот термин не определён.

Системы связи 4G основаны на пакетных [протоколах передачи данных](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%80%D0%BE%D1%82%D0%BE%D0%BA%D0%BE%D0%BB_%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%B0%D1%87%D0%B8_%D0%B4%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D1%85). Для пересылки данных используется протокол [IPv4](https://ru.wikipedia.org/wiki/IPv4); в будущем планируется поддержка [IPv6](https://ru.wikipedia.org/wiki/IPv6). Для передачи голоса в 4G предусмотрены технологии [VoLTE](https://ru.wikipedia.org/wiki/VoLTE) ([англ.](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BD%D0%B3%D0%BB%D0%B8%D0%B9%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D1%8F%D0%B7%D1%8B%D0%BA) Voice over LTE).

## 1.2 Сервер RADIUS

AAA (Authentication, Authorization and Accounting) или аутентификация, авторизация и аккаунтинг  – это термин, используемый для описания трех функций в ИТ. В основном AAA используется для управления доступом к различным ИТ-ресурсам, таким как сеть, службы, сервера и т. д.

Служба IBM Remote Authentication Dial-In User Service (RADIUS) представляет собой протокол сетевого доступа, предназначенный для идентификации, предоставления прав доступа и учета. Это протокол на основе портов, управляющий взаимодействием между Серверами сетевого доступа (NAS), а также серверами идентификации и учета.

NAS работает в качестве клиента RADIUS. Для идентификации транзакций между клиентом и сервером RADIUS применяется *общий шифр*, который не передается по сети. Кроме того, шифрование применяется для защиты паролей, передаваемых между клиентом и сервером RADIUS.

Клиент отвечает за передачу сведений о пользователе соответствующим серверам RADIUS и обработку ответов, возвращаемых этими серверами. Серверы RADIUS получают запросы на установление соединений, выполняют идентификацию пользователей и возвращают информацию о конфигурации, необходимую клиенту для предоставления службы пользователю. Сервер RADIUS может выполнять роль клиента [Proxy](https://www.ibm.com/docs/ru/ssw_aix_71/security/radius_proxy_config.html#radius_proxy_config) для других серверов RADIUS, если конфигурация настроена соответствующим образом. В качестве транспортного протокола сервер RADIUS применяет протокол пользовательских дейтаграмм (UDP).

Протокол идентификации и предоставления прав доступа, применяемый сервером RADIUS, соответствует стандарту IETF RFC 2865. Кроме того, сервер поддерживает протокол учета, описанный в RFC 2866. Прочие поддерживаемые стандарты: RFC 2284 (EAP), RFC 2869 (частично), сообщения об истечении срока действия паролей RFC 2882, MD5-Challenge и TLS. Более подробная информация об этих RFC приведена в следующих разделах:

MikroTik RouterOS обеспечивает масштабируемые функции аутентификации, авторизации и учета (AAA). Операционная система MikroTik RouterOS имеет RADIUS-клиент, который может аутентифицировать локальных пользователей маршрутизатора, соединения HotSpot, PPP, PPPoE, PPTP, L2TP, OVPN, SSTP, IPsec и ISDN.

# 2 РАЗРАБОТКА СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ

В данном разделе описана структура локальной компьютерной сети. Схема структурная приведена в приложении А. Пунктирной линией выделены зоны, элементы в которых относятся к обозначенному в этой же зоне этажу. Всего предполагается возможность 5 проводных подключений, из которых 3 – стационарных пользователя и 3 беспроводных подключения. Все беспроводные и проводные подключения находятся в рамках одного этажа. Площадь помещения – 40 квадратных метров.

## 2.1 Модем

4G модем обеспечивает доступом в интернет одно или несколько устройств (ноутбук, стационарный ПК, смартфон, планшет, телевизор, игровую приставку и т. п.) через сети мобильных операторов. Модем является связующим звеном между локальной сетью и сетью Интернет. Модем моделирует цифровой сигнал, полученный из внутренней локальной компьютерной сети для передачи в сеть мобильных операторов, а также осуществляет обратный процесс. Связан с маршрутизатором.

## 2.2 Маршрутизатор

Для корректной работы системы компании, в которой работают до 50 человек, и доступом в сеть Интернет необходима реализация IP-маршрутизации, то есть необходимо активное сетевое устройство-посредник, которое поддерживает третий (сетевой) уровень модели Open Systems Interconnection (далее – OSI).

Для этого можно использовать как коммутатор с поддержкой третьего уровня (далее – L3-коммутатор), так и маршрутизатор. Однако, одним из требований заказчика является усиленная безопасность в отношении учетных записей пользователей, для этого понадобится сервер-RADIUS, который доступен только на маршрутизаторах и реализован из коробки в операционной системе маршрутизаторов Mikrotik (MikrotikOS). Данный функционал не представлен на L3-коммутаторах.

Таким образом, в структуре сети представлен один маршрутизатор, который обеспечивает IP, предоставляет сервер-RADIUS, обеспечивает безопасность сети и иное. К маршрутизатору подключён коммутатор и сервер базы данных Oracle.

## 2.3 Коммутаторы

Общее число подключённых к сети устройств, согласно требованию заказчика, составляет 6, при возможности 8 подключений, что, учитывая необходимость проектирования с возможностью будущего расширения сети, подразумевает предусмотреть подключение 194 устройств, из которых проводных 134. Подключить такое количество устройств напрямую к одному маршрутизатору невозможно. Рациональнее будет расположить на первом этаже один коммутатор, а на втором – два, к ним подключены устройства этажа соответственно будут подключены все расположенные на соответствующем этаже устройства.

Коммутатор на четвёртом этаже подключён к маршрутизатору агрегированным каналом из двух кабелей. Коммутаторы подключены друг к другу агрегированными каналами из двух физических соединений. Подключения присутствуют только между одним коммутаторам четвёртого этажа и коммутатором третьего этаж. К коммутаторам подключены проводные и беспроводные конечные устройства, последние получают доступ в сеть через беспроводные точки доступа.

## 2.4 Беспроводные точки доступа

Согласно требованию заказчика, должно быть предусмотрено подключение беспроводных устройств, для реализации данного требования, с учётом площади помещения, необходима одна точка беспроводного подключения.

Подключать беспроводную точку доступа напрямую к маршрутизатору нет необходимости, поэтому точка доступа соединена только с коммутатором.

## 2.5 Сервер БД Oracle

Сервер БД Oracle подключён напрямую к маршрутизатору, такое решение обусловлено тем, что база данных Oracle будет использоваться всеми участниками сети для непосредственной работы.

# 3 РАЗРАБОТКА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ

Данный раздел посвящён разработке функциональной схемы, выбору оборудования разрабатываемой локальной компьютерной сети, её функциональному проектированию. Схема функциональная приведена в приложении Б.

Значение используемых в схеме условно-графических обозначений обозначено в левой нижней части схемы. Так как расположение локальной компьютерной сети предполагается на нескольких этажах, схема разделена на две соответствующие этажам секции штрихпунктирной линией. Для встречающихся на нескольких этажах типов устройств предусмотрено обозначение названий в формате разделённого дефисом сочетания номера этажа и номера устройства этого типа на этаже. Например, десятая рабочая станция на втором этаже обозначена как «PC 2-10».

Для обозначения портов FastEthernet и GigabitEthernet используются соответственно аббривиатуры FE/N и GE/N, где N – номер порта на устройстве.

## 3.1 Расположение устройств

Модем, шлюз в направлении глобальной сети, предполагается расположить на третьем этаже. Тут же, в отдельном техническом помещении (серверной), предусмотрено расположить маршрутизатор, сервер и административную рабочую станцию.

На каждом из этажей располагается один коммутатор, к которому подключены двадцать рабочих станций, два принтера и две беспроводные точки доступа, которые обеспечивают доступ в сеть для десяти беспроводных станций.

Исходя из такого разбиения устройств по этажам, из шестидесяти стационарных пользователей, шестидесяти семи стационарных подключений и тридцати мобильных подключений на третий этаж приходится – 33 подключения, на четвёртый – 64.

## 3.2 Производитель сетевого оборудования

Согласно требованиям заказчика, в проекте должно использоваться оборудование, поставляемое компаниями Hewlett Packard Enterprise (далее – HPE) и Aruba Networks (далее – Aruba). Последняя является дочерней компанией первой, благодаря чему всё поставляемое обеими компаниями оборудование представлено на сайте HPE [3]

HPE является одним из двух наследников разделившейся Hewlett-Packard Company, другим наследником является HP Inc. HPE унаследовала производство сетевого оборудования, серверов, и иных решений. HP Inc. же унаследовала производство персональный устройств, таких как персональные компьютеры, моноблоки, многофункциональные устройства (далее – МФУ).

Aruba приобретена HPE в 2015 году. Компания в первую очередь занимается производством беспроводных устройств, обеспечивает свои облачные решения.

## 3.3 Выбор модели модема

В качестве наиболее рационального решения можно было бы рассмотреть возможность отказаться от модема и использовать маршрутизатор с расширением-модемом для ADSL2+, однако подобные маршрутизаторы и расширения более не выпускаются выбранными производителями, также ими не выпускаются и сами модемы, из-за чего выбор придётся производить из устройств других производителей. Использование дополнительного устройства ведёт к усложнению системы, а следовательно, и к увеличению вероятности сбоев в её работе.

Единственным критерием выбора в таком случае остаётся поддержка модемом технологии ADSL2+. Из-за устаревания технологии выбор модемов на рынке крайне мал, большинство устройств совмещают в себе как функцию модема, так и маршрутизатора или беспроводного маршрутизатора. Так как необходимость в таком дополнительном функционале отсутствует, рациональным выбором будет модель TD-8616 от компании TP-Link [4]. Стоимость данной модели составляет 10$ [5].

Технические характеристики:

1. Один порт FastEthernet c максимальной скоростью 100 мегабит в секунду;
2. Один порт RJ-11 для телефонной линии;
3. Поддержка рекомендации ITU G.992.5.

На схеме имеет позиционное обозначение «Modem».

## 3.4 Выбор модели маршрутизатора

Основными критериями при выборе маршрутизатора являются: достаточное количество портов со стороны LAN, поддержка VPN, поддержка IPv6-маршрутизации.

Требуется минимум три порта для LAN (два для агрегированного канала к коммутатору и один для сервера), однако, учитывая необходимость предусмотреть возможность расширении сети, следует рассматривать модели с минимум вдвое большим количеством портов. Учитывая устаревание технологии ADSL2+, не стоит выбирать маршрутизатор с низкой скоростью внешнего подключения, так как при будущей модернизации системы это может стать причиной общей низкой скорости доступа к сети Интернет из проектируемой локальной компьютерной сети. Наличие SFP для перспективного подключения оптоволокна желательно.

Согласно этим критериями была выбрана модель HPE MSR954 1GbE SFP 2GbE-WAN 4GbE-LAN CWv7 Router (JH296A) [6], с минимальной рекомендованной производителем стоимостью (далее – МРПС) в 963 $ обладающая следующими техническими характеристиками [7]:

1. 1 SFP один порт со скоростью один гигабит в секунду;
2. 1 RJ-45 GigabitEthernet WAN порт;
3. 4 RJ-45 GigabitEthernet LAN порта;
4. Одноядерный RISC процессор с тактовой частотой 800 мегагерц;
5. 1 гигабайт DDR3 SDRAM, 256 мегабайт NAND flash памяти;
6. До 100 VPN-туннелей со скоростью шифрования до 160 мегабайт в секунду;
7. Операционная система Comware v7.

На схеме имеет позиционное обозначение «Router».

## 3.5 Выбор модели коммутаторов

Так как сеть должна обладать большим количеством подключений, следует выделить среди критериев выбора большое количество LAN-портов, то есть в количестве 48 и более. Не стоит рассматривать L3-коммутаторы, так как дополнительный функционал, который отличает их от коммутаторов, работающих на втором уровне модели OSI, уже присутствует на маршрутизаторе. Хоть существующая максимальная скорость восходящего потока низка даже относительно FastEthernet, стоит предусмотреть в коммутаторах GigabitEthernet порты, так как в перспективе возможен переход сети на более быструю технологию доступа к Интранету.

Согласно этим критериями была выбрана модель Aruba CX 6000 48G 4SFP Switch (R8N86A) [8], с МРПС равной 2,329$. Маршрутизатор имеет следующие технические характеристики [9]:

1. 4 SFP порта со скоростью 1 гигабит в секунду;
2. 48 RJ-45 GigabitEthernet коммутируемых порта;
3. Одноядерный RISC процессор с тактовой частотой 1.017 мегагерц;
4. 4 гигабайта DDR3, 16 GB eMMC памяти;
5. Буфер для пакетов размеров 12,38 мегабайта (4,5 мегабайта входной и 7.875 мегабайта выходной);
6. Коммутационная способность 104 гигабита в секунду;
7. Операционная система AOS-CX.

На схеме имеет позиционное обозначение «S».

## 3.6 Выбор модели беспроводной точки доступа

Так как на этаж приходится по несколько точек доступа, а следовательно их мощность не так важна положим возможны использование бюджетной модели Aruba AP-303 [10], МРПС которой составляет 736$. Точка доступа обладает следующими характеристиками [11]:

1. 1 RJ-45 GigabitEthernet POE порт;
2. Необходимая мощность POE: 48 Вольт, 350 миллиампер;
3. Двойная антенна 2x2 IEEE 802.11ac c многопользовательским MIMO второй волны;
4. Скорость до 867 мегабит в секунду в полосе 5 гигагерц и до 300 мегабит в секунду в полосе 2,4 гигагерца.

На схеме имеет позиционное обозначение «AP».

## 3.7 Выбор модели рабочих станций

Выбор будет осуществляется среди готовых рабочих станций, представленных в каталоге сайта Onliner.by.

Стоит выделить, что рабочие станции не предназначены для хранения большого объёма данных, а после каждого включения вся информация студенческих станций сбрасывается, что позволяет выбирать модели с малым объёмом основного накопителя, при этом стоит отдать предпочтение твердотельным накопителям, чтобы обеспечить минимальные потери времени на запуск операционной системы и программ во время ограниченных по времени занятий.

Так как направлением обучения кафедры является обучение именно основам программирования, высокая производительность центрального процессора не является критично необходимой, а наличие дискретной видеокарты вовсе не является необходимым, так как ресурсозатратная работа с графикой не предполагается.

При этом стоит учесть, что для обучения языкам низкого уровня стоит выбирать станции с процессорами, поддерживающими последние версии дополнительных наборов инструкций и другие дополнительных возможностей.

По данным критериям выбрана модель MultiOffice C590D8S24IM24 [12], который соответствует всем описанным выше критериям, стоимость составляет 1530 BYN. Технические характеристики:

1. Процессор Intel Core i3 10100 с четырьмя ядрами и тактовой частотой 3,6 гигагерц (Turbo-частота до 4,3 гигагерц);
2. 8 гигабайт оперативной памяти DDR4, с частотой 2666 мегагерц;
3. Основной твердотельный накопитель на 240 гигабайт;
4. Интегрированная графика Intel UHD Graphics 630;
5. Поддержка многопоточности внутри ядра и виртуализации VT-x и VT-d;
6. 24 дюймовый монитор с разрешением 1920 на 1080 пикселей и частотой обновления 75 герц;
7. Клавиатура, мышь и все необходимые кабели в комплекте;

На схеме имеет позиционное обозначение «PC»

## 3.8 Выбор модели сервера

HPE предлагает несколько видов серверов:

1. Стоечные серверы;
2. Башенные серверы для малого и среднего бизнеса, поставляются в продвинутых корпусах, которые напоминают системные блоки;
3. Серверы высокой плотности компактного размера (серверы-лезвия);
4. Микросервера, которые поставляются в миниатюрном корпусе, при этом обладая полноценной производительностью.

Основные отличия серверов высокой плотности от стоечных заключаются не только в размере, но и в интеграции серверов: сети, мониторинг, управление, охлаждение, электропитание – всё это расположено в одном корпусе.

Так как предполагается Web-сервер именно кафедры, будет достаточно одного сервера. Наиболее рациональным решением будет выбор башенного сервера, либо микросервера. Так как сеть является бюджетной, предпочтение отдано микросерверу.

Из трёх представленных в линейке базовых моделей выбрана средняя модель HPE ProLiant MicroServer Gen10 Plus E-2224 S100i 4LFF-NHP 180W External PS Server [13] стоимостью 1,532$.

Технические характеристики:

1. Процессор Intel Xeon E-2224 с четырьмя ядрами и тактовой частотой 3,4 гигагерца;
2. 16 гигабайт оперативной памяти DDR4;
3. 4 слота SATA 3.0;
4. 1 слот PCIe 3.0x16.

Так как сервер поставляется без жёсткого диска, необходимо выбрать его, для серверных решений категорически важны время отклика и скорость случайного чтения и записи, поэтому следует выбирать из твердотельных накопителей. Необходим минимум терабайт пространства для хранения больших объёмов данных. Из-за конфигурации корпуса использовать PCIe слот для накопителя невозможно, поэтому используется слот SATA 3.0 с максимальной скоростью до 600 мегабайт в секунду.

По указанным выше критериям выбран твердотельный накопитель SSD Kingston A400 1.92TB SA400S37/1920G [14] с объёмом 1,92 терабайта и стоимостью 880 BYN.

На схеме имеет позиционное обозначение «Server»

## 3.9 Выбор моделей принтеров

Согласно требованиями заказчика требуется разместить несколько чёрно-белых и цветных принтеров. Так как работа кафедры, очевидно, подразумевает большое количество распечатываемых документов, следует ориентироваться на принтеры, которые обеспечивают малую стоимость и высокую скорость печати листа.

Так как доступ к принтерам предполагается только для преподавательского состава, параллельная печать несколькими людьми маловероятна, поэтому предусмотрено по одному цветному и одному чёрно-белому принтеру на третий этаж и по два цветных и два чёрно-белых на четвёртый этаж, суммарно три цветных и три чёрно-белых принтера.

Для чёрно-белой печати стоит выбрать лазерный принтер. Хоть лазерные принтеры и дороже струйных, печать одного листа на них дешевле, что, при условии большого количества распечатываемых листов, оправдывает большие вложения в сам принтер. Принтеры с непрерывной подачей тонера относятся к крайне дорогим решениям, из чего следует, что стоит выбрать принтер без неё.

Согласно данным критериями, выбрана модель Pantum P3010D [15] стоимостью 477 BYN. Технические характеристики:

1. Максимальный размер бумаги А4;
2. Лазерная технология печати;
3. Максимальная месячная нагрузка 25000 страниц,
4. Шум 52 децибела при работе;
5. Максимальное разрешение 1200 точек на дюйм
6. Вместимость входного лотка 250 листов;
7. Вместимость выходного лотка 120 листов;
8. Подключение по USB.

Для цветной печати же стоит выбирать из струйных принтеров, так как тонер для цветной лазерной печати стоит, как и цветные лазерные принтеры, значительно больше (в пересчёте на печать одной страницы), чем струйные принтеры. Система непрерывной подачи чернил, в отличии от системы непрерывной подачи тонера, уже достаточно дешева, чтобы позволить её в бюджетной сети.

Согласно данным критериями, выбрана модель многофункционального устройство HP Ink Tank 315 [16] стоимостью 599 BYN. Технические характеристики:

1. Максимальный размер бумаги А4;
2. Струйная технология печати;
3. Максимальная месячная нагрузка 1000 страниц;
4. Шум 47 децибел при работе;
5. Максимальное разрешение 4800 на 1200 точек на дюйм;
6. Вместимость входного лотка 60 листов;
7. Вместимость выходного лотка 25 листов;
8. Система непрерывной подачи чернил;
9. Подключение по USB.

На схеме имеет позиционное обозначение «P»

## 3.10 Виртуальные локальные компьютерные сети

Для обеспечения безопасности сети, разграничения пользователей, организации QoS, предусмотрено использование VLAN. Ниже приведены предусмотренные виртуальные сети и их особенности.

### 3.10.1 Преподавательский VLAN

Для преподавателей и работников кафедры предусмотрена отдельная подсеть с номером 10. Доступ к ней предусмотрен только для рабочих станций преподавателей и работников. Так как ширина полосы доступа в Интернет значительно ограничена технологией ADSL2+, требуется предусмотреть приоритизацию для трафика этого VLAN при доступе в Интернет.

### 3.10.2 Студенческий VLAN

Для студентов, использующих стационарные рабочие станции предусмотрен VLAN с номером 20. Так как ширина полосы доступа в Интернет значительно ограничена, требуется предусмотреть ограничения на доступ к развлекательным медиаресурсам, генерируемый которыми трафик может полностью занимать полосу доступа в Интернет, которая может быть необходима для работы преподавателей, которая имеет высший приоритет

### 3.10.3 Беспроводной VLAN

Предусмотрен для пользователей беспроводной сети. Так как сеть предусмотрена как гостевая, то есть получить доступ к ней можно без аутентификации и авторизации, на неё наложены ограничения в отношении доступа к другим частям локальной сети. Также дополнительно предусмотрены аналогичные студенческой подсети ограничения. Присвоен номер 30.

### 3.10.4 Административный VLAN

Для управления сетевым оборудованием предусмотрен VLAN с номером 100. Доступ к данной подсети имеет только административная рабочая станция, с которой обеспечивается настройка. Используя его, можно получить доступ ко всему сетевому оборудованию и править его конфигурации.

## 3.11 Внешняя адресация

Согласно требованиям заказчика, непосредственное подключение к провайдеру отсутствует, то есть сеть соединена только с общей сетью здания или университета, то есть Интранетом.

Согласно варианту, существует выбор из девяти подсетей. Подсети в нотации Classless Inter-Domain Routing (далее – CIDR) и количество доступных адресов для конечных устройств приведены в таблице 3.1. Подсети отсортированы в порядке возрастания по длине маски.

Таблица 3.1 – предлагаемые подсети в нотации CIDR

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № | Адрес подсети | Длина маски в битах | Количество хостов |
| 1 | 14.128.0.0 | 10 | 4,194,302 |
| 2 | 82.112.0.0 | 15 | 131,070 |
| 3 | 154.173.0.0 | 16 | 65,534 |
| 4 | 170.207.0.0 | 17 | 32,766 |
| 5 | 135.237.40.0 | 21 | 2,046 |
| 6 | 47.57.196.0 | 23 | 510 |
| 7 | 183.171.210.0 | 24 | 254 |
| 8 | 199.216.215.0 | 24 | 254 |
| 9 | 98.46.233.0 | 25 | 126 |

Подсети с седьмой по девятую имеют недостаточное количество хостов, при этом подсети с первой по третью имеют значительно избыточное количество хостов. Исходя их этого предположим, что университетом в Интранете используется шестая подсеть 135.237.40.0/21, имеющая 2,046 адресов, а кафедре выдан адрес: 135.237.40.100.

## 3.12 Внутренняя IPv4 адресация

Согласно требованиям заказчика, для внутренней IPv4 адресации должны быть использованы публичные адреса, а следовательно, должны быть доступны из Интранета, также нет необходимости в настройке преобразования сетевых адресов (Network Address Translation, далее – NAT), так как сеть (Интранет) локальная, внутри неё не может появиться недостаток адресов. При этом, при переходе в Интернет, может понадобится настройка NAT, однако эта задача не относится к разработке данной локальной компьютерной сети. Принятие решение о настройке NAT, выборе типа NAT и пула транслируемых подсетей относится к зоне Интранета.

Предположим использование меньших подсетей чем подсеть для Интранета, суммарно предполагается 97 конечных устройств, при этом активное сетевое оборудование также требует адресов. Дополнительные адреса также потребуются для обособленного подразделения, которое будет подключаться через VPN. При этом должно быть учтено возможное расширение сети минимум в два раза. Чтобы адресов было достаточно, а также для того, чтобы не делить сеть на слишком маленькие подсети, используем седьмую подсеть из таблицы 3.1: 47.57.196.0/23 – данная подсеть может адресовать 510 хостов. Преимуществом выбора данной подсети является большой запас адресов, например, на случай слияния кафедры с другой кафедрой или иного расширения.

Требуется разделение сети на подсети для каждого из VLAN, при этом должно быть учтено различие количества, относящегося к данным VLAN, хостов. Схема IPv4 адресации приведена в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Схема внутренней IPv4 адресации

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Назначение | № VLAN | Адрес подсети | Длина маски  в битах | Хосты |
| Преподавательская | 10 | 47.57.197.0 | 25 | 126 |
| Студенческая | 20 | 47.57.196.0 | 24 | 254 |
| Беспроводная | 30 | 47.57.197.128 | 26 | 62 |
| Административная | 100 | 47.57.197.192 | 27 | 30 |
| Модем | – | 47.57.197.224 | 29 | 6 |
| Сервер | – | 47.57.197.232 | 29 | 6 |
| IPSec VPN | – | 47.57.197.240 | 28 | 14 |

Преподавательский (10) VLAN имеет подсети с 126 хостами, так как предполагается меньше в сравнении со студентами количество подключений.

Студенческий (20) VLAN имеет больше всего хостов, в количестве 254, так как студенческие рабочие станции представляют собой большинство устройств в разрабатываемой локальной компьютерной сети.

Беспроводной (30) VLAN подразумевает уже 62 хоста, что отражает требования заказчика, в которых количество беспроводных устройств уступает количеству проводных в два раза.

Административный (100) VLAN имеет подсеть с 30 хостами, что более чем в два раза превышает проектируемое количество устройств.

Также выделены одна подсеть для модема и одна для IPSec VPN, у этих подсетей доступно 14 хостов.

Административный VLAN подразумевает назначение статических адресов, схема адресации данной подсети приведена в таблице 3.3. Так как все устройства находятся в одной подсети, все их адреса имеют одинаковую маску: 255.255.255.224

Таблица 3.3 – Схема IPv4 адресации административного (100) VLAN

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Устройство | Позиционное обозначение | Адрес |
| 1 | 2 | 3 |
| Маршрутизатор | Router | 47.57.197.193 |
| Коммутатор | S1 | 47.57.197.200 |
| Коммутатор | S2 | 47.57.197.201 |
| Коммутатор | S3 | 47.57.197.202 |
| Беспроводная точка доступа | AP1-1 | 47.57.197.210 |
| Беспроводная точка доступа | AP1-2 | 47.57.197.211 |
| Беспроводная точка доступа | AP2-1 | 47.57.197.212 |
| Беспроводная точка доступа | AP2-2 | 47.57.197.213 |

Продолжение таблицы 3.3

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 |
| Беспроводная точка доступа | AP2-3 | 47.57.197.214 |
| Беспроводная точка доступа | AP2-4 | 47.57.197.215 |

Статические адреса назначаются модему и маршрутизатору из подсети для модема: 47.57.197.225 и 47.57.197.226 соответственно. Также подинтерфейсам маршрутизатора предписаны первые адреса из подсетей остальных VLAN.

## 3.13 Внутренняя IPv6 адресация

Для внутренней IPv6 адресации предполагается использование Unique-Local Unicast адресов. Global ID часть IPv6 адреса выбрана случайным образом, Subnet ID же представляет из себя номер советующего VLAN дополненный нулями, что обеспечит понятный формат адресов. Длина префикса подсети во всех случаях составляет 64 бита, что обеспечивает адресацию 18,446,744,073,709,551,616 хостов.

Таблица 3.4 – Схема внутренней IPv6 адресации

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Назначение | Номер VLAN | Адрес подсети |
| Преподавательская | 10 | fd00:5ee:bad:10::/64 |
| Студенческая | 20 | fd00:5ee:bad:20::/64 |
| Беспроводная | 30 | fd00:5ee:bad:30::/64 |
| Административная | 100 | fd00:5ee:bad:100::/64 |
| Сервер | – | fd00:5ee:bad:101::/64 |

# 

Административный VLAN подразумевает назначение статических адресов, схема адресации данной подсети приведена в таблице 3.5. Так как все устройства находятся в одной подсети, все их адреса имеют одинаковую маску длиной в 64 бита.

Таблица 3.5 – Схема IPv6 адресации административного (100) VLAN

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Устройство | Позиционное обозначение | Адрес |
| 1 | 2 | 3 |
| Маршрутизатор | Router | fd00:5ee:bad:100::1000 |
| Коммутатор | S1 | fd00:5ee:bad:100::1001 |
| Коммутатор | S2 | fd00:5ee:bad:100::2001 |
| Коммутатор | S3 | fd00:5ee:bad:100::3001 |
| Беспроводная точка доступа | AP1-1 | fd00:5ee:bad:100::1101 |
| Беспроводная точка доступа | AP1-2 | fd00:5ee:bad:100::1102 |
| Беспроводная точка доступа | AP2-1 | fd00:5ee:bad:100::2101 |

Продолжение таблицы 3.4

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 |
| Беспроводная точка доступа | AP2-2 | fd00:5ee:bad:100::2102 |
| Беспроводная точка доступа | AP2-3 | fd00:5ee:bad:100::3101 |
| Беспроводная точка доступа | AP2-4 | fd00:5ee:bad:100::3102 |

## 3.14 Конфигурация сетевого оборудования

Для маршрутизатора и всех трёх коммутаторов необходимо настроить Secure Shell (SSH) для безопасного удалённого управления. Для этого необходимо назначить имена хостов в соответствии с обозначением на позиционной схеме. Для этого используется команда hostname, например для коммутатора третьего этажа (S1):

8000(config)#hostname S1

Также необходимо назначение IPv4 и IPv6 адресов для коммутаторов. Команды на примере S1:

S1(config)#interface vlan100

S1(confg-if)#ip address 47.57.197.200

S1(confg-if)#ipv6 address fd00:5ee:bad:100::1001

Конфигурация SSH на примере S1:

S1(config)#username S1 password ef32fyd9

S1(config)#aaa aunthentication ssh login public-key

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

Пароли для каждого устройства должны быть разными, наиболее верным решением будет генерировать их случайным образом.

### 3.14.1 Конфигурация VLAN

Для оптимизации работы с VLAN на маршрутизаторе, и всех трёх коммутаторах Generic Attribute Registration Protocol VLAN Registration Protocol (GVRP), например, команды для S1:

S1(config)#gvrp

Команды для создания VLAN необходимо прописать только на одном из устройств, это будет маршрутизатор, так как он является корневым устройством в проектируемой локальной компьютерной сети. Пример для студенческого VLAN (20):

Router(config)#vlan 20

Router(config-vlan-20)#name Student

Router(config-vlan-20)#ip address 47.57.196.0/24

Router(config-vlan-20)#ipv6 address fd00:5ee:bad:20::/64

### 3.14.2 Конфигурация агрегации каналов

Для обеспечения большей пропускной способности в рамках проектируемой локальной компьютерной сети предполагается использование агрегированных каналов на соединениях между коммутаторами и на соединении маршрутизатора и коммутатора третьего этажа. Конфигурация приведена на примере коммутаторов четвёртого этажа:

S2(config)#interface lag 3

S2(config-lag-if)#description toS3

S2(config-lag-if)#vlan trunk native 1

S2(config-lag-if)#vlan trunk allowed 10,20,30,100

S2(config-lag-if)#lacp mode active

S2(config-lag-if)#no shutdown

S3(config)#interface lag 2

S3(config-lag-if)#description toS2

S3(config-lag-if)#vlan trunk native 1

S3(config-lag-if)#vlan trunk allowed 10,20,30,100

S3(config-lag-if)#lacp mode active

S3(config-lag-if)#no shutdown

Включение интерфейсов в агрегированный канал:

S2(config)#interface 1/1/47-1/1/48

S2(config-if-<1/1/47-1/1/48>)#lag 1

S2(config-if-<1/1/47-1/1/48>)#no shutdown

S3(config)#interface 1/1/47-1/1/48

S3(config-if-<1/1/47-1/1/48>)#lag 1

S3(config-if-<1/1/47-1/1/48>)#no shutdown

Настройка остальных агрегированных каналов производится аналогично, с учётом других идентификаторов интерфейсов, которые указаны на схеме функциональной.

### 3.14.3 Конфигурация DHCP и DHCPv6

Чтобы не назначать всем устройствам статические адреса необходима настройка DHCP и DHCPv6 на маршрутизаторе. При этом должны быть учтены адреса, которые не должны находится в пуле для распределения: адреса станций, владельцам которых необходим статический адрес, адреса подинтерфейсвов маршрутизатора. Пример настройки для студенческого VLAN (20):

Router(config)#service dhcp

Router(config)#ip dhcp pool dhcp-vlan-20

Router(dhcp-vlan-20)#domain-name router-domain

Router(dhcp-vlan-20)#exclude-address 47.57.196.1

Router(dhcp-vlan-20)#default-router 47.57.196.1

Router(dhcp-vlan-20)#network 47.57.196.0 255.255.255.0

Router(config)#service dhcpv6

Router(config)#ipv6 dhcp pool dhcp6-vlan-20

Router(dhcp6-vlan-20)#domain-name router-domain

Router(dhcp6-vlan-20)#exclude-address fd00:5ee:bad:20::1

Router(dhcp6-vlan-20)#default-router fd00:5ee:bad:20::1/64

Router(dhcp6-vlan-20)#network fd00:5ee:bad:20::/64

Конфигурация имеет аналогичный вид для остальных VLAN, при этом настройка DHCP и DHCPv6 для административного VLAN не предусмотрена, так как адреса для включённых в него устройств назначены в ручном режиме.

### 3.14.5 Конфигурация интерфейсов коммутаторов

Интерфейсы GE/41 и GE/42 на всех коммутаторах предназначены для беспроводных точек доступа. Необходимая конфигурация данных интерфейсов на примере S3:

S3(config)#interface 1/1/41-1/1/42

S3(config-if-<1/1/41-1/1/42>)#switchport mode access

S3(config-if-<1/1/41-1/1/42>)#vlan access 30

S3(config-if-<1/1/41-1/1/42>)#no shutdown

Интерфейсы с GE/1 по GE/20 предназначены для рабочих станций, при этом подразумевается, что первые пять-шесть интерфейсов настраиваются для преподавательского VLAN, а остальные – для студенческого. Данное соотношение может быть изменено в будущем по требованию заказчика. Конфигурация на примере S1:

S1(config)#interface 1/1/1-1/1/6

S1(config-if-<1/1/1-1/1/6>)#switchport mode access

S1(config-if-<1/1/1-1/1/6>)#vlan access 10

S1(config-if-<1/1/1-1/1/6>)#no shutdown

S1(config)#interface 1/1/7-1/1/20

S1(config-if-<1/1/7-1/1/20>)#switchport mode access

S1(config-if-<1/1/7-1/1/20>)#vlan access 20

S1(config-if-<1/1/7-1/1/20>)#no shutdown

Аналогичные параметры задаются и на S2 и S3.

### 3.14.6 Конфигурация маршрутизации

Так как IP-маршрутизация включена на маршрутизаторе по умолчанию, необходима только настройка интерфейсов. Помимо настройки агрегированного канала также необходимо создание подинтерфейсов для каждого из VLAN на нём. Пример команд для студенческого VLAN (20):

Router(config)#interface lag1

Router(config-lag-if)#port link-mode route

Router(config)#interface lag1.10

Router(config-if)#ip address 47.57.196.1 255.255.255.0

Router(config-if)#ipv6 address fd00:5ee:bad:20::1/64

Router(config-if)#vlan-type dotlq pvid 20

Аналогичные команды необходимы и для остальных VLAN. Также необходимо для интерфейса GE1 назначить режим access. На интерфейсе GE0 необходимо назначить адрес из подсети модема: 47.57.197.226.

### 3.14.6 Конфигурация модема

После подключения к web-интерфейсу модема по адресу 192.168.1.1. Virtual Circuit выбираем pvc0, далее Status выбираем Activated, параметры VPI и VCI выставить на выданные администратором Интранета. Инкапсуляцию также установить выданную администратором. IP-адрес подключённого к проектируемой сети установить как 47.57.197.225. Выполнить перезагрузку с сохранением изменённых параметров.

### 3.14.7 Конфигурация беспроводных точек доступа

Для настройки точек доступа необходимо использовать web-интерфейс, расположенный по адресу 172.16.0.254. По умолчанию, и логин, и пароль для авторизации – «admin». В настройках изменяем VLAN на 30 и адрес интерфейса на соответствующий из таблицы 3.3. Указываем как маршрут по умолчанию адрес подинтерфейса беспроводного VLAN на маршрутизаторе.

SSID всем устройствам задаём как «»

### 3.14.8 Конфигурация web-сервера

Для работы с сервером установим на него ОС Linux. Установим Apache 2 следующими командами:

sudo apt update

apt install apache2

ifcondig eth1 47.57.197.233 netmask 255.255.255.248

ifconfig eth1 inet6 static address fd00:5ee:bad:101::1

netmask 64

### 3.14.9 Конфигурация IPsec VPN сервера

IPsec VPN позволяет создать туннель между несколькими сетями, то есть организовать соединение типа сеть-сеть передавая данные через другие сети в «тоннеле».

Далее для настройки на маршрутизаторе. Необходимо задать название политики версию IP (используем IPv4) и режим IPsec (используем Tunnel). Зададим IP-адрес удалённого маршрутизатора, с которым будем проводить соединение. Используем протокол Encapsulating Security Payload (ESP), настроим DHCP для подсети VPN. Далее активируем шифрование выбираем его алгоритм (MD5). Выбираем методом аутентификации общий ключ, задаём его как «sda3-4fn2».

Для создания сервера также можно использовать web-сервер. Установим Layer 2 Transport protocol (далее – L2Tp), Strongswan (кроссплатформенная реализация IPsec) командой:

apt-get install xl2tpd strongswan ppp

Конфигурация Ipsec в файле /etc/ipsec.conf:

conn L2TP-PSK-noNAT

authby=secret

keyingtries=3

ikelifetime=8h

keylife=1h

ike=aes256-sha1,aes128-sha1,3des-sha1

type=transport

left=47.57.197.194

leftprotoport=17/1701

right=%any

rightprotoport=17/%any

Конфигурация L2Tp в файле /etc/ipsec.conf:

ip range = 47.57.197.242-47.57.197.255

local ip = 47.57.197.241

require authentication = yes

Конфигурация общего ключа в файле /etc/ ipsec.secrets:

47.57.197.194 %any : PSK "sda3-4fn2"

# 4 ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТРУКТУРИРОВАННОЙ КАБЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

В данном разделе находится описание выбора кабелей, монтаж и размещение оборудования, расчёт качества связи беспроводной сети для выстраиваемой ЛКС. Планом монтажа оборудования представлен в приложении В. Используемые условно-графические обозначения описаны в левой части схемы. Схема монтажная представлена в приложении В. Перечень оборудования, изделий и материалов представлен в приложении Д.

## 4.1 План помещений

Общая площадь помещений кафедры 340 квадратных метров. На третьем этаже определены два учебных кабинета и один рабочий, на четвёртом – четыре и два соответственно. На первом этаже предусмотрена серверная.

## 4.2 Организация СКС

В проектируемой ЛКС, прокладка кабельной подсистемы будет осуществляются вдоль стен на уровне ниже подоконников, за фальшьстеной. Связь между этажами осуществляется через одно отверстие в перекрытиях в области серверной третьего этажа. Подключение к беспроводным точкам доступа Wi-Fi будет осуществлено пуском кабеля под потолком.

Для всех подключений используется неэкранированная витая пара категории 5e. Для рабочих станций используются информационные розетки, установленные в группах у рабочих мест. В иных случаях витая пара подведена напрямую к устройствам.

Для подведения питания к беспроводным точкам доступа будут использоваться POE-инжекторы TP-Link TL-POE2412G [17]. Эти устройства имеют два порта RJ-45: LAN и POE. POE-инжекторы являются источниками питания, то есть добавляют кабелю, идущему от обычного интерфейса LAN, питание.

В серверной расположен монтажный шкаф M1, в котором расположен модем (Modem), маршрутизатор (Router), сервер (Server) и коммутатор (S1).

# ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения курсовой работы была разработана локальная компьютерная сеть для кафедры коммерческого университета, на которой обучают основам программирования. Также были получены практические и теоретические знания, и навыки проектирования локальной компьютерной сети.

Был исследован рынок сетевого оборудования, стандарты и требования к создаваемой системе. Было изучено множество документации и советов с форумов официального производителя изучаемых устройств, а также были изучены рекомендации на сайте производителя сетевого оборудования.

Результатами проектирования являются структурная, функциональная схемы, план здания, перечень оборудования, изделий и материалов, необходимых для построения и реализации сети. Сюда вошли маршрутизатор, коммутаторы, рабочие станции, принтеры, web-сервер, точки доступа и пассивное сетевое оборудование.

Так как проектировалась бюджетная сеть, оборудование выбиралось с учётом ценового сегмента, при этом решения не выбирались по принципу выбора самого дешёвого. Выбор оборудования рационально обоснован, некоторые решения являются не самыми бюджетными, однако без них сеть была бы нерациональной.

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

Сеть спроектирована таким образом, чтобы при её расширении не требовалось закупать новое активное сетевое оборудование, коммутаторы и маршрутизатор могут обеспечить подключение вдвое большего количества устройств.

# СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

[1] Официальный сайт компании Oracle [Электронный ресурс]. – Oracle Database – Режим доступа: https://www.oracle.com/database/ – Дата доступа: 9.10.2024

[2] Официальный сайт Белорусского института системного анализа и информационного обеспечения научно-технической сферы [Электронный ресурс]. – Современные технологии реализации скоростных каналов связи на уровне «последней мили» – Режим доступа: http://belisa.org.by/ru/izd/stnewsmag/2\_2007/art9\_6\_2007.html – Дата доступа: 12.10.2022

[3] Официальный сайт компании MikroTik [Электронный ресурс]. – MikroTik Routers and Wireless: Hardware – Режим доступа: https://mikrotik.com/products – Дата доступа: 09.11.2024

[4] Официальный сайт компании IBM [Электронный ресурс]. – Сервер RADIUS – Режим доступа: https://www.ibm.com/docs/ru/aix/7.1?topic=network-remote-authentication-dial-in-user-service-server – Дата доступа: 10.12.2024

[5] Onliner [Электронный ресурс]. – DSL-модем TP-Link TD-8616 – Режим доступа: https://www.ibm.com/docs/ru/aix/7.1?topic=network-remote-authentication-dial-in-user-service-server – Дата доступа: 10.12.2024

[6] Официальный сайт компании Hewlett Packard Enterprise [Электронный ресурс]. – HPE MSR954 1GbE SFP 2GbE-WAN 4GbE-LAN CWv7 Router – Режим доступа: https://buy.hpe.com/us/en/networking/routers/fixed-port-ethernet-routers/msr-fixed-port-products/hpe-msr954-1gbe-sfp-2gbe-wan-4gbe-lan-cwv7 router/p/jh296a – Дата доступа: 12.12. 2024

[7] Официальный сайт компании Hewlett Packard Enterprise [Электронный ресурс]. – HPE FlexNetwork MSR95x Router Series– Режим доступа: https://www.hpe.com/psnow/doc/c04843038.pdf?jumpid=in\_pdp-psnow-qs Дата доступа: 12.12. 2024

# 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