

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАТИКИ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ

Факультет компьютерных систем и сетей

Кафедра электронных вычислительных машин

К ЗАЩИТЕ ДОПУСТИТЬ:
Зав. каф. ЭВМ
_____ Б.В. Никульшин

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
к курсовому проекту
на тему
ЛОКАЛЬНАЯ КОМПЬЮТЕРНАЯ СЕТЬ
ВАРИАНТ 110

БГУИР КП 1-40 02 01 01 425 ПЗ

Студент

В.С. Чеботарёв

Руководитель

А.В. Русакович

МИНСК 2023

Вариант	110
Объект	центр обработки данных научно-исследовательского института
Форма здания, номера этажей, суммарная площадь одного этажа в квадратных метрах	п-образная, 2, 30
Количество стационарных пользователей (ПК), количество стационарных подключений, количество мобильных подключений	3, 5, ?
Сервисы (дополнительные подключения)	блейд-сервер
Прочее оконечное оборудование (дополнительные подключения)	принтеры, интерактивные доски
Подключение к Internet	оптоволокно: OS1, 1 волокно, SC, APC
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	?
Надежность	работоспособность беспроводной сети при скоплении людей
Финансы	полноценная коммерческая сеть
Производитель сетевого оборудования	Mikrotik
Дополнительные требования заказчика	возможность просмотра видео посредством беспроводной сети

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	6
1.1 Оптоволокно OS1	6
1.2 Блейд-сервер	7
1.3 Работоспособность беспроводной сети при скоплении людей .	8
1.4 Возможность просмотра видео посредством беспроводной сети	9
1.5 Компания MikroTik	10
2 СТРУКТУРНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ	12
2.1 Блок интернета	12
2.2 Блок маршрутизации	12
2.3 Блок коммутации	12
2.4 Блок конечных устройств	13
2.5 Блок блейд-сервера	13
2.6 Блок точек доступа	13
2.7 Блок беспроводных устройств	13
3 ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ	14
3.1 Обоснование выбора активного сетевого оборудования	14
3.2 Обоснование выбора серверного оборудования	16
3.3 Обоснование выбора пользовательского оборудования	17
3.4 Обоснование выбора операционной системы	20
3.5 Внешняя IPv4 адресация	21
3.6 Внутренняя IPv4 адресация	22
3.7 Адресация IPv6	23
3.8 Конфигурация сетевого оборудования	24
3.9 Настройка блейд-сервера	31
3.10 Настройка персональных станций	33
3.11 Настройка интерактивной доски	34
3.12 Настройка принтера	35
3.13 Настройка возможности просмотра видео посредством беспроводной сети	35
3.14 Защита от вирусов	36
4 ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТРУКТУРИРОВАННОЙ КАБЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ	38
4.1 Общая информация о здании	38
4.2 Распределительные пункты	38
4.3 Изделия и материалы	38
4.4 Выбор среды передачи данных	39
4.5 Расчет качества связи беспроводной сети	39
4.6 Размещение и монтаж оборудования	41
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	42

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	43
ПРИЛОЖЕНИЕ А	48
ПРИЛОЖЕНИЕ Б	49
ПРИЛОЖЕНИЕ В	50
ПРИЛОЖЕНИЕ Г	51
ПРИЛОЖЕНИЕ Д	52

ВВЕДЕНИЕ

Для каждого центра обработки данных (ЦОД) научно-исследовательского института необходимо иметь грамотно проработанную и качественно настроенную локальную компьютерную сеть (ЛКС). В задачи ЦОД входит сбор и обработка больших объемов информации, вычисления, статистический анализ и визуализация результатов исследований, хранение научных данных и результатов исследований. Исходя из этого создание локальной компьютерной сети является важной задачей, без нее невозможно представить слаженную работу всех участников центра, своевременное получение точных данных, а также быструю и качественную работу всех участников проекта.

Целью данного курсового проекта является разработка ЛКС для ЦОД научно-исследовательского института. В рамках проекта выдвинуто требование построить сеть, которая должна поддерживать бесперебойную работу в случае большого скопления людей в центре, высокоскоростную линию беспроводной сети и, помимо наличия стационарных точек подключения к сети, так же иметь в распоряжении блейд-сервер, принтеры и интерактивные доски для обеспечения участников всем необходимым оборудованием для комфортной работы.

Центр владеет одним этажом в здании, а количество пользовательских станций, которые требуется расположить на этаже, равно трем. Исходя из этого можно располагать ПК достаточно удаленно друг от друга, давая больше свободного пространства для каждого из участников проекта.

Отдельно стоит выделить, что обеспечение безопасности данных и защита от утечек информации является важной задачей в проекте. Для ЦОД недопустимо хищение и дальнейшее распространение научных исследований, следовательно надо уделить особое внимание наличию средств защиты.

Недостатком является выбор помещения: здание имеет своеобразную форму и небольшую площадь на этаже, что при условии увеличении количества участников центра может вызвать проблемы с размещением.

В соответствии с поставленной целью были определены следующие задачи:

1. Изучить материалы и требования для реализации курсового проекта.
2. Разработать структуру сети и структурную схему.
3. Определиться с выбором устройств и обосновать их выбор.
4. Составить функциональную схему.
5. Сделать выводы и написать руководство пользователя.

1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Для выполнения курсового проекта использовались знания, полученные в ходе дисциплин «Теоретические основы компьютерных сетей», «Администрирование компьютерных систем и сетей» и «Аппаратное обеспечение компьютерных сетей». А также использовалась учебная и научная литература [1, 2] и различные электронные ресурсы: статьи, документы и материалы производителей сетевого оборудования.

1.1 Оптоволокну OS1

При разработке компьютерных сетей важно уделять внимание не только высоким техническим характеристикам оборудования, но также исследовать среду передачи данных, к которой это оборудование подключается.

Оптический волоконный кабель, также известный как волоконно-оптический кабель, представляет собой совершенно другой тип передающего сигнала в сравнении с традиционными медными кабелями. Его уникальность заключается в передаче информации с использованием световых волн. Основным строительный блок – это прозрачное стеклянное волокно, по которому световой сигнал проходит на значительные расстояния, достигая порой нескольких десятков километров, с минимальными потерями.

Оптический волоконный кабель обладает выдающимися характеристиками в сфере защиты от помех и конфиденциальности передаваемой информации. Внешние электромагнитные воздействия не влияют на световой сигнал, и сам сигнал не генерирует внешних электромагнитных излучений. Попытки несанкционированного доступа к данному типу кабеля для прослушивания сети фактически невозможны, так как это потребовало бы нарушения целостности самого кабеля.

Однако оптоволоконный кабель имеет и некоторые недостатки. Самый главный из них – высокая сложность монтажа (при установке разъемов необходима микронная точность, от точности скола стекловолокна и степени его полировки сильно зависит затухание в разьеме). Применяют оптоволоконный кабель только в сетях с топологией «звезда» и «кольцо».

Зачастую обеспечение доступа здания к сети интернет создают, используют оптоволокну, а внутри помещения уже используется другой тип соединения для коммутации устройств внутри сети. Для перехода оптоволокну к среде передачи данных, используемой внутри здания, используются различные устройства-адаптеры.

Существуют многомодовые и одномодовые оптический кабели. Одномодовое волокно разделяется на OS1 и OS2, которые соответствуют

спецификациям кабеля SMF [3]. В большинстве случаев волокна OS1 это внутренние кабели, предназначенные для передачи данных на небольшие расстояния, например, в кампусных сетях или в ЦОДах. А волокна OS2, как правило, используются в магистральных внешних кабелях, предназначенных для передачи данных на большие расстояния, с защитой и прямым захоронением. Внутренние кабели OS1 имеют потери на 1 км больше, чем внешние OS2. Максимальное затухание для кабелей OS1 составляет 1 дБ/км, а для OS2 – 0.4 дБ/км. В результате, максимальное расстояние передачи для кабелей стандарта OS1 составляет 2 км, а для кабелей OS2 может достигать от 5 до 10 км. Поэтому кабели стандарта OS1 намного дешевле, чем кабели OS2. Следует обратить внимание, что оба типа кабелей – и OS1, и OS2 – поддерживают скорость передачи данных 1 и 10 Гбит/с на соответствующие расстояния (2 и 5-10 км). Одномодовые оптические кабели по стандарту имеет желтую маркировку [4].

1.2 Блейд-сервер

На момент написания курсового проекта существует большой класс задач, требующих высокой концентрации вычислительных средств. К ним могут относиться как сложные ресурсоемкие вычисления (научные задачи, математическое моделирование, вычислительный поиск), так и обслуживание большого числа пользователей (распределенные базы данных, Интернет-сервисы и хостинг, серверы приложений). Мощность вычислительного центра можно сделать больше, увеличив производительность отдельных вычислительных модулей или их количество. В настоящее время преобладает вторая тенденция, и усилия разработчиков направлены, прежде всего, на внедрение параллельных вычислений. Увеличение числа вычислительных модулей в вычислительном центре требует новых подходов к размещению серверов. Применение кластерных решений приводит к росту затрат на помещения для центров обработки данных, их охлаждение и обслуживание. Решить некоторые из этих проблем поможет новый тип серверов – модульные, чаще называемые блейд-серверами, или серверами-лезвиями.

По определению IDC [5], блейд-сервер представляет собой модульную компьютерную систему, включающую процессор и память. Лезвия вставляются в специальное шасси с объединительной панелью, обеспечивающей им подключение к сети и подачу электропитания. Это шасси с лезвиями, по мнению IDC, является блейд-системой. Оно выполнено в конструктиве для установки в стандартную 19-дюймовую стойку и в зависимости от модели и производителя, занимает в ней 3U, 6U или 10U (один U – unit, или монтажная единица, равен 1,75 дюйма). За счет общего использования таких компонентов, как источники питания, сетевые

карты и жесткие диски, блейд-сервера обеспечивают более высокую плотность размещения вычислительной мощности в стойке по сравнению с обычными тонкими серверами высотой 1U и 2U. Фактически блейд-система состоит из следующих компонентов:

1. Блейд-сервера (фактически это обычные сервера без блока питания, с пассивными радиаторами и без PCI разъемов).
2. Корпус и пассивная плата обеспечивающая коммутацию установленного оборудования.
3. Системы питания и охлаждения.
4. Внешние коммутационные устройства (Ethernet, FC, Infiniband).

Блейд-сервера являются крайне эффективным решением для экономии пространства в ЦОД, а также с точки зрения их консолидации и перехода к централизованному управлению серверным парком. Например, системный администратор может управлять шасси с лезвиями как одним объектом и по мере роста нагрузок увеличивать его вычислительную мощность, добавляя новые лезвия. Кроме того, поскольку обычно в шасси предусмотрена возможность установки сетевых коммутаторов, эта опция позволяет провести и консолидацию сетевых ресурсов ЦОД.

1.3 Работоспособность беспроводной сети при скоплении людей

Сети Wi-Fi несомненно занимают одно из важнейших мест среди технологий радиодоступа, однако, на момент написания курсового проекта, все к большему числу беспроводных сетей предъявляются требования поддержки высокой плотности пользователей. Под сетями Wi-Fi высокой плотности понимается беспроводная среда с высокой концентрацией пользователей, где пользователи подключены к беспроводной сети и интенсивно работают с сетевыми сервисами. В большинстве случаев за пороговое значение принимается одно устройство на квадратный метр [6].

В связи с тем, что все больше устройств с поддержкой последних версий стандарта IEEE 802.11 [7] выходит на рынок, количество клиентских устройств в беспроводных сетях увеличивается. В случае таких объектов как стадионы или выставочные залы, высокая клиентская плотность этих объектов может внести существенное влияние на работу сети и потребовать применения специфических проектных решений. Основными факторами, влияющими на функционирование сетей Wi-Fi высокой плотности, являются: скорость передачи данных, количество и плотность точек доступа, количество и плотность клиентов, характеристики среды, аппаратные возможности точек доступа и фактические возможности по монтажу.

Большинство WLAN [8] проектируется для развертывания в офисах, складах, гостиницах и так далее. На подобных площадках обычно

требуется беспроводная сеть, спроектированная исходя из среднего числа пользователей с относительно большой зоной покрытия каждой точки доступа. Площадки с высокой плотностью пользователей имеют другие требования, делающие эту модель неприменимой. То, что работает в офисе, не будет работать на стадионе или в помещении с большим количеством людей.

Важнейшей особенностью сетей высокой плотности является необходимость обеспечивать работу большого числа пользователей, расположенных близко друг к другу. Большое число пользователей и устройств требует большого числа точек доступа, что в свою очередь ведет к высокой интерференции. Интерференция [9] – важнейший движущий фактор при проектировании беспроводной сети. В инженерной практике существует несколько подходов, комбинирование которых позволяет минимизировать данный эффект:

- расширение используемого спектра в доступных диапазонах (больше каналов – больше потенциальная пользовательская емкость);
- увеличение числа точек доступа, но не более чем необходимо для достижений целевой емкости (больше – не значит лучше);
- повторное использование частот;
- использование направленных антенн.

1.4 Возможность просмотра видео посредством беспроводной сети

Для возможности просмотра видео посредством беспроводной сети есть несколько способов.

Первый и наиболее доступный способ на момент написания курсового проекта – это DLNA [10]. Это самая простая и самая распространенная на сегодняшний день технология передачи фильмов и музыки по Wi-Fi. Сам принцип DLNA заключается в том, что на компьютере запускается сервер, в котором прописана открытая для просмотра папка с кино и музыкой. Устройство которое хочет получить данные подключается по Wi-Fi к общей папке и выводит из нее данные. DLNA так же можно настроить на передачу рабочего стола, но технология не рассчитана на это и высокой производительности ожидать не стоит.

Второй способ – беспроводные серверы презентаций. Идея представляет собой следующее: к точке доступа, помимо интернета, можно подключить телевизор или монитор с колонками, и с помощью небольшой утилиты выводить картинку и звук с персонального компьютера (ПК) на телевизор/монитор/колонки. Это и есть схема работы беспроводного сервера презентации. Грубо говоря, это точка доступа, который помимо интернета предоставляет вашему ПК/смартфону устройство вывода изображения и звука.

В большинстве случаев, когда вы хотите передать через сервер презентаций уже не рабочий стол и программы, а кино и музыку, в передающую утилиту встроен плеер, открывая которым ваши медиафайлы они передаются на точку доступа уже по протоколу DLNA, то есть в оконном режиме вы кино не посмотрите, только на полный экран. Когда фильм/музыка заканчивается, приложение автоматически переключается обратно, в режим передачи изображения рабочего стола.

В разное время подобные точки доступа выпускали D-Link, Planet, Edimax, ViewSonic и другие, менее известные авторы. Но наилучшего результата по качеству передачи и снижению задержки достигла фирма AwinD со своим продуктом McTivia [11]: это небольшая точка доступа поддерживающая стандарт 802.11n и имеющая HDMI выход. Также есть вход Ethernet для предоставления общего доступа к сети, а также имеется USB-вход для клавиатуры/мыши, чтобы можно было управлять компьютером, на котором запущена утилита, удаленно.

Так же необходимо выделить общие достоинства и недостатки, обусловленные использованием Wi-Fi для возможности просмотра видео посредством беспроводной.

Достоинства:

- большинство компьютеров уже оснащено Wi-Fi адаптером – не нужен отдельный передатчик, все, что нужно для трансляции уже имеется;
- можно использовать не только для беспроводной передачи видео и звука но и для получения доступа к сети;
- благодаря широкой распространенности обращает на себя внимание крупнейших участников IT-индустрии, таких как Intel, Apple, Qualcomm, Cavium Networks.

Недостатки:

- беспроводная передача видео и звука отнимает часть эфира у прямого назначения Wi-Fi – доступа в сеть;
- для того, чтобы HD-видео и звук помещались в полосу пропускания Wi-Fi, требуется «упаковать» их соответствующим кодеком (в большинстве случаев – H. 264), что дает потерю качества;
- потребность в сжатии рождает потребность в софте, который может работать на одной, но не работать на другой операционной системе (ОС);
- работа кодека по сжатию контента требует аппаратных ресурсов, при том немалых.

1.5 Компания MikroTik

MikroTik [12] – латвийская компания, занимающая важное положение в мире сетевых технологий. Она была основана в 1996 году Андрисом Рагозиншем и с тех пор стала признанным лидером в производстве

сетевого оборудования. Основой их успеха является операционная система RouterOS [13], предоставляющая высокую гибкость и функциональность в настройке и управлении сетевыми устройствами.

Одной из выдающихся черт MikroTik является разнообразие их продуктового портфеля. Они предлагают маршрутизаторы, коммутаторы, беспроводные точки доступа, антенны и другие устройства, обеспечивая полный спектр решений для различных потребностей пользователей. Многие из их устройств, известных как RouterBOARD [14], представляют собой компактные микрокомпьютеры с предустановленной RouterOS, что делает их популярным выбором для создания собственных маршрутизаторов и сетей.

Компания также активно участвует в образовании через программу MikroTik Academy [15], предоставляя материалы и ресурсы для студентов и профессионалов в области сетевых технологий. Они организуют MikroTik User Meetings [16], где обмен опытом, обучение и обсуждение новых тенденций становятся ключевыми моментами.

MikroTik также известна своим присутствием в промышленных секторах, где их оборудование используется в проектах, связанных с управлением светофорами, мониторингом энергосистем и другими приложениями.

2 СТРУКТУРНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

В данном разделе описывается проектирование структурной схемы ЛКС. Структурная схема представлена в приложении А.

2.1 Блок интернета

Блок интернета служит для обеспечения доступа ЦОД к внешним ресурсам, облачным сервисам и для обмена данными с внешними устройствами и системами.

Данный блок связан с маршрутизатором. Это обосновано тем, что маршрутизатор выполняет функцию пересылки трафика между внутренней сетью и интернетом. Связь с другими блоками, такими как блок коммутации, блок оконечных устройств, блейд-сервера и блоком беспроводных точек доступа обеспечивается через блок маршрутизации, так как он выполняет роль шлюза между внутренней и внешней сетями.

2.2 Блок маршрутизации

Маршрутизатор используется для обеспечения маршрутизации данных между внутренней локальной сетью и внешней сетью (интернетом). Он выполняет функции маршрутизации, фильтрации трафика и обеспечивает безопасность сети.

Маршрутизатор связан с блоком интернета для доступа к внешней сети. Он также связан с блоком коммутации, так как обеспечивает маршрутизацию трафика между различными устройствами внутри локальной сети.

2.3 Блок коммутации

Блок коммутации реализован на основе маршрутизатора. Это решение принято по причине того, что количество стационарных устройств не большое и соответственно нет необходимости усложнять сетевую инфраструктуру.

Данный блок используется для обеспечения связности между оконечными устройствами и другими устройствами внутри сети. Они обеспечивают высокую пропускную способность и низкую задержку внутри локальной сети. Данный блок соединен с блоком маршрутизации, чтобы обеспечить доступ к внешней сети, включая Интернет, и маршрутизацию данных между внутренней сетью и внешними ресурсами. А так же блок связан с блоком оконечных устройств для обеспечения связности и обмена данными между компьютерами, а также с блейд-сервером и блоком беспроводных точек доступа.

2.4 Блок оконечных устройств

Блок оконечных устройств включает в себя компьютеры, принтеры и интерактивные доски используемые сотрудниками компании.

Оконечные устройства используются сотрудниками для работы с данными, доступа к серверу, выполнения задач и коммуникации внутри локальной сети.

Оконечные устройства не связаны между собой напрямую, а взаимодействуют с друг другом благодаря подключения к блоку коммутации. Это позволяет сотрудникам передавать данные и обмениваться информацией внутри компании, а также иметь доступ к сетевым ресурсам, таким как сервер и интерактивная доска.

2.5 Блок блейд-сервера

Блок блейд-сервера является важной частью инфраструктуры ЦОД в научно-исследовательском институте. Блейд-сервер представляет собой высокопроизводительный компьютерный сервер, которые обеспечивают обработку данных, хранение информации и выполнение вычислительных задач.

Блок блейд-сервера подключен к блоку коммутации, это позволяет обмениваться данными и управлять блейд-сервером устройствам, находящимся в локальной сети.

2.6 Блок точек доступа

Согласно требованию заказчика, должно быть предусмотрено подключение беспроводных устройств. Для этого был выделен блок точек доступа, он будет обеспечивать подключение беспроводных устройств, таких как смартфоны пользователей, и позволять им передавать между друг другом данные, а так же выдавать доступ в интернет.

2.7 Блок беспроводных устройств

Блок беспроводных устройств включает в себя беспроводные клиентские устройства, такие как ноутбуки, смартфоны и планшеты, которые используются сотрудниками внутри ЦОД. Эти устройства получают подключение к локальной сети через беспроводные точки доступа. Блок беспроводных устройств упрощает мобильность и гибкость работы внутри ЦОД.

3 ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

В данном разделе пояснительной записки описывается и проводится функциональное проектирование заданной локальной компьютерной сети. Здесь дается более подробное описание функционирования программной и аппаратной составляющих разрабатываемой сети, а именно: обоснование выбора и характеристики используемого оборудования, приведена схема адресации заданных устройств, а также итоговая функциональная схема.

Функциональная схема представлена в приложении Б.

3.1 Обоснование выбора активного сетевого оборудования

3.1.1 Обоснование выбора маршрутизатора

Элементами разрабатываемой локальной компьютерной сети являются три пользовательские станции, блейд-сервер и две точки доступа. Принтеры и интерактивные доски подключаются непосредственно к станциям и не являются частью общей сети. Таким образом, необходимости в коммутаторе нет. Все устройства можно подключить к маршрутизатору, который также обеспечит выход в интернет.

Главными требованиями к маршрутизатору является наличие двух портов SFP для возможности подключения блейд-сервера по оптоволокну, для большей пропускной способности и наличие оптимального количества портов Gigabit Ethernet. Так же требование заказчика было чтоб оборудование было от компании MikroTik.

Для рассмотрения выше были выбраны следующие флагманские модели: MikroTik L009UiGS-RM [17], MikroTik CCR2116-12G-4S+ [18], MikroTik CCR2004-16G-2S+PC [19]. L009UiGS-RM подходила по мощности, но не было запаса в количестве портов Gigabit Ethernet для возможного будущего расширения сети, модель CCR2116-12G-4S+ по количеству SFP+ портов была избыточна для данной сети. Маршрутизатор CCR2004-16G-2S+PC обладает необходимыми характеристиками, так что он в полной мере подходит для данной ЛКС.

Маршрутизатор был выбран, потому что он является мощным маршрутизатором со встроенным пассивным охлаждением. Главным критерием было наличие 18 проводных портов, включая 16 Gigabit Ethernet портов и два порта SFP+ (10 Гбит/с). Каждая группа из восьми Gigabit Ethernet портов подключена к отдельному чипу коммутации семейства Marvell Amethyst. MikroTik CCR2004-16G-2S+PC обладает следующими характеристиками:

- процессор: AL32400 1,2 ГГц, 4 ядра, архитектура ARM (64 бит);
- ОЗУ: 4 ГБ DDR4;
- ПЗУ: 128 МБ NAND;

- сетевой интерфейс: 16x Ethernet (1 Гбит/с), 2x SFP+ (10 Гбит/с);
- последовательный консольный порт: 1xRJ45;
- размеры: 272x195x44 мм;
- охлаждение: пассивное;
- операционная система: RouterOS;
- дополнительно: датчик температуры процессора;
- стоимость: 4110 белорусских рублей [19].

3.1.2 Обоснование выбора точки беспроводного доступа

Для увеличения плотности сети было принято решение рассматривать двух или трех диапазонные точки доступа, потому что они обеспечат поддержку наибольшего количество устройств благодаря использованию разных частотных диапазонов.

Для рассмотрения были выбраны следующие модели: MikroTik Audience LTE6 kit [20], MikroTik wAP R RBwAPR-2nD [21], MikroTik LHG LTE18 kit [22]. Модель wAP R является двухдиапазонным беспроводным маршрутизатором уступает Audience LTE6 kit и LHG LTE18 kit в скорости передачи, LHG LTE18 kit в том же ценовом диапазоне, что и Audience LTE6 kit, но имеет ориентированность на применение вне помещений и является менее выгодным предложением для использования в помещениях.

В наибольшей степени требованиям отвечает точка доступа Mikrotik Audience LTE6 kit. Это трехдиапазонная (одна 2,4 ГГц и две 5 ГГц) точка доступа с поддержкой LTE и технологией построения сетей. Также на ней есть два Gigabit Ethernet порта, которые объединены через встроенный свитч-чип. На устройстве отсутствуют SFP- и USB-интерфейсы и разъем под карту памяти. Отличительной особенностью данной модели является то, что устройство имеет стильный дизайн и имеет два отдельных Wi-Fi-модуля для работы на частоте 5 ГГц.

Технические характеристики Audience LTE6 kit:

- операционная система: RouterOS;
- Ethernet-интерфейсов: 2;
- архитектура: ARM 32 бита;
- процессор: IPQ-4019;
- стандарты WI-FI: 802.11a/b/g/n/ac;
- размеры: 100x235x97 мм;
- допустимая температура окружающей среды: от -30 до +60 °С;
- ожидаемое время работы до отказа: 200 000 часов при 25 °С;
- частота процессора: 716 МГц;
- стоимость: 1411 белорусских рублей [20].

Основные характеристики передачи данных на разных диапазонах приведены в таблице 3.1. Приведенные в таблице 3.1 значения для физического уровня модели OSI. В реальной жизни даже в самых

идеальных условиях для передачи полезных данных получится достичь не более 50% от указанного значения [23].

Таблица 3.1 – Основные характеристики передачи данных на разных диапазонах точки доступа Audience LTE6 kit

Частота	Параметр	Значение
2,4 ГГц	Максимальная скорость	300 Мбит/с
	Модель чипа	IPQ-4019
	Максимальная мощность передатчика	26 дБм (800 мВт)
	Количество радиоканалов	2
5 ГГц	Максимальная скорость	867 Мбит/с
	Модель чипа	IPQ-4019
	Максимальная мощность передатчика	28 дБм (630 мВт)
	Количество радиоканалов	2
5 ГГц	Максимальная скорость	1733 Мбит/с
	Модель чипа	QCA9984
	Максимальная мощность передатчика	28 дБм (1584 мВт)
	Количество радиоканалов	4

3.2 Обоснование выбора серверного оборудования

3.2.1 Обоснование выбора блейд-сервера

Блейд-сервер – компьютерный сервер с компонентами, вынесенными и обобщенными в корзине для уменьшения занимаемого пространства. Блейд-система обязательно должна состоять из блейд-шасси и блейд-сервера.

Для сравнения были выбраны три блейд-шасси Dell PowerEdge MX7000 [24], HP Blade System C7000 G3 [25], IBM BLADECENTER H CHASSIS [26]. Все системы предоставляют хорошую производительность, однако системы от компании Dell и IBM являются самыми дорогими вариантами, а по характеристикам практически не уступают блейд-шасси от компании HP. Поэтому в качестве шасси был выбран BladeSystem c7000 G3 от компании HP. Он полностью соответствует необходимыми техническими характеристиками, поддерживает централизованное управление, которое упрощает настройку и обслуживание системы, имеет возможность масштабирования, путем добавления дополнительных шасси, это позволяет системе легко расширяться по мере роста потребностей бизнеса, а так же он хорошо задокументирован официальными производителями. Его технические характеристики:

- форм-фактор: 10U;
- отсеки блейд-серверов: 16 отсеков для устройств половинной высоты или 8 отсеков для устройств полной высоты;

- отсеки коммуникационных модулей: восемь межблочных отсеков для коммуникационных модулей (Ethernet, Fibre Channel, Infiniband, SAS);
- электропитание: до шести блоков питания с горячей заменой при мощности 2250 Вт;
- охлаждение: 10 вентиляторов Active Cool с возможностью горячей замены;
- размеры: 447x442x813 мм;
- стоимость: 5125 белорусских рублей [25].

Для выбранного блейд-шасси нужно подобрать сами сервера. На данный момент у компании HP есть три поколения HPE ProLiant BL460c Gen8 [27], HPE ProLiant BL460c Gen9 [28] и HPE ProLiant BL460c Gen10 [29]. Основные отличия в годе выпуска, и соответственно в характеристиках, у более старого поколения они будут ниже чем у флагманов. Из-за невозможности покупки самого последнего поколения и очень завышенных цен, было принято решение что для ЦОС будет достаточно предыдущего поколения. Поэтому в качестве комплектации будет восемь лезвий HP ProLiant BL460c G9 727031-B21. Основные характеристики блейд-лезвия HP ProLiant BL460c G9 727031-B21:

- процессор: два процессора Intel Xeon E5-2600 v3;
- ОЗУ: 16 слотов памяти;
- дисковый контроллер: Smart Array P244br RAID контроллер с модулем энергонезависимой флеш-памяти (FBWC) размером 1 Гб. Поддержка RAID 0,1;
- поддержка внутренних дисков: два отсека для установки накопителей SSD;
- сетевой контроллер: два интегрированных двух портовых контроллера NC551i FlexFabric 10 Гб;
- графическая подсистема: ATI Radeon 50 с 16 Мб памяти;
- стоимость: 1984 белорусских рублей [28].

В качестве модуля доступа к сети был выбран HP 6125G Ethernet Blade Switch [30]. Он поддерживает скорость передачи данных до 10 Гбит/с, что обеспечивает высокую производительность для требовательных приложений, таких как виртуализация, обработка больших данных и искусственный интеллект. Стоимость: 752 белорусских рублей [30].

3.3 Обоснование выбора пользовательского оборудования

Под рабочим местом следует понимать выделенную часть площади с расположенным на ней технологическим оборудованием, необходимым для выполнения работы. Рабочее место – это первичная ячейка производственной структуры предприятия.

3.3.1 Обоснование выбора пользовательских станций

Основной задачей при организации рабочих мест была обеспечить комфортные условия работы для сотрудников. В первую очередь рабочие станции должны быть оснащены сетевыми адаптерами с возможностью подключения к LAN и иметь приемлемые параметры для выполнения всех поставленных задач. Одним из критериев, станция должна быть достаточно мощной, чтоб была возможность работы с современными программами. Для этого необходимо минимум 16 Гб оперативной памяти, процессор пятого поколения, наличие современного графического адаптера. Так как было принято решение покупать готовую пользовательскую станцию, он выбирался исходя из требования описанных выше. Была выбрана готовая пользовательская станция Jet Gamer 5i11400FD32HD2SD48X306TIG3W7 [31].

Jet Gamer 5i11400FD32HD2SD48X306TIG3W7 обладает следующими характеристиками:

- процессор: Intel Core i5 11400F;
- ОЗУ: DDR4 32 ГБ;
- SSD: 480 Гб;
- HDD: 2000 Тб;
- графический адаптер: NVIDIA GeForce RTX 3060 Ti;
- LAN: 1 Гбит/с;
- USB порты: один USB 2.0, один USB 3.2;
- стоимость: 1964 белорусских рублей [31].

Также для работы с компьютером необходимо подобрать монитор, клавиатуру и мышь.

Для компьютера было подобрано три схожих монитора: Dell P2419H [32], ASUS VA24DQ [33], HP EliteDisplay E243 [34]. Все они имеют размер 24 дюйма, разрешение Full HD матрицу IPS. HP EliteDisplay E243 и ASUS VA24DQ имеют частоту обновления 75 Гц, а Dell P2419H 60 Гц. Так же монитор от ASUS имеет встроенные колонки, что делает его более многофункциональным.

Исходя из характеристик был выбран монитор ASUS VA24DQ, потому что обладает наилучшей частотой обновления и имеет встроенные динамики. Стоимость: 496 белорусских рублей [33].

Клавиатура для компьютера была выбрана Microsoft Wired Keyboard 600 [35]. Она обладает прочным корпусом, имеет низкий уровень шума при нажатии клавиш, а также является весьма популярной среди офисных клавиатур. Стоимость: 28 белорусских рублей [35].

В качестве мыши выбрана Dell Optical Mouse MS116 [36]. Она является полностью симметричной, имеет хороший оптический сенсор, компактный размер и легкий вес, а также длинный провод. Стоимость: 168 белорусских рублей [36].

3.3.2 Обоснование выбора принтера

В соответствии с требованиями заказчика необходимо разместить в центре обработки данных несколько принтеров. Учитывая, что работа центра подразумевает большое количество распечатываемых документов, следует выбирать принтеры, которые обеспечивают низкую стоимость и высокую скорость печати. В связи с высокой стоимостью лазерных принтеров, в сети преимущественно используются струйные принтеры.

Для принтера требования были подходящие порты и форм-фактор. В результате анализа рынка были выбраны струйные принтеры Canon PIXMA G540 [37], Epson M1170 [38], HP OfficeJet Pro 8210 [39] и Xerox B310 [40].

В ходе сопоставления у Canon PIXMA G540 были худшие технические характеристики, по сравнению с HP OfficeJet Pro 8210. В Epson M1170 была более медленная печать и меньший запас прочности за ту же цену что у HP OfficeJet Pro 8210. Xerox B310 не поддерживало цветную печать, что являлось исключаяющим фактором для полного выполнения своих функциональных целей. Исходя из этого было решено выбрать принтер HP OfficeJet Pro 8210.

Основные характеристики струйного принтера HP OfficeJet Pro 8210:

- тип: струйный;
- формат: A4 (210x297 мм);
- ширина бумаги: 356 мм;
- печать: цветной;
- технология печати: струйный;
- количество цветов: 4;
- скорость ч/б печати (A4): 22 стр/мин;
- скорость цветной печати (A4): 18 стр/мин;
- стоимость: 1120 белорусских рублей [39].

3.3.3 Обоснование выбора интерактивной доски

Одним из важных компонентов для ЦОД является интерактивная доска, которая позволяет визуализировать информацию и проводить презентации.

В процессе анализа рынка для ЦОД выбраны интерактивных доски SMART Board MX265-V2 [41], Interwrite MTM-65T9 65” [42], NextPanel 65P [43] – это все интерактивные доски с диагональю экрана 65 дюймов и разрешением 4K Ultra HD (3840x2160 пикселей). Все они поддерживают мультитач (до 10 точек касания) и имеют встроенное программное обеспечение для совместной работы.

Основные различия между этими устройствами следующие:

1. Встроенное программное обеспечение: SMART Board MX265-V2 поставляется с предустановленным программным обеспечением SMART Board, которое считается одним из лучших в отрасли. Interwrite

MTM-65T9 65” поставляется с предустановленным программным обеспечением Interwrite ProBoard. NextPanel 65P не поставляется с предустановленным программным обеспечением, но поддерживает работу с различными сторонними приложениями.

2. Возможность подключения к сети: SMART Board MX265-V2 и Interwrite MTM-65T9 65” поддерживают подключение к сети, что позволяет использовать их в качестве совместной рабочей поверхности. NextPanel 65P не поддерживает подключение к сети.

3. SMART Board MX265-V2 устройство имеет встроенный динамик и микрофон, что позволяет воспроизводить звук и записывать аудио без подключения внешних устройств.

После изучения данных моделей было решено остановиться на интерактивной доске SMART Board MX265-V2, потому что остальные модели оказались более низких технических характеристик, но по схожей цене.

Интерактивная доска SMART Board MX265-V2 имеет следующие характеристики:

- диагональ экрана: 65 дюймов;
- разрешение экрана: 3840x2160 пикселей;
- возможность подключения к сети: Wi-Fi, Ethernet;
- поддерживаемые операционные системы: Windows, macOS, Android, iOS;
- количество динамиков 2x15 Вт;
- стоимость: 19220 белорусских рублей [41].

3.4 Обоснование выбора операционной системы

3.4.1 Обоснование выбора пользовательской операционной системы

В качестве операционной системы для пользовательских станций и была выбрана ОС Windows 10 [44]. Windows 10 является самой популярной настольной операционной системой. Поэтому большинству пользователей будет удобнее и привычнее работать именно с этой операционной системой. Так же эта версия ОС выбрана из-за большого количества поддерживаемого софта в отличии от новой 11 версии.

3.4.2 Обоснование выбора операционной системы сетевого оборудования

Используемая сетевая аппаратура производится компанией Mikrotik. В качестве ОС будет использована RouterOS [13], так как эта операционная система является предустановленной производителем.

3.4.3 Обоснование выбора операционной системы сервера

При выборе ОС для блейд-сервера компании HP было обнаружено что список поддерживаемых ОС ограничен [45]. Список поддерживаемых ОС на серверах HPE: Microsoft, VMware, Red Hat, SUSE, Canonical Ubuntu, Oracle Linux and Oracle VM, Citrix, CentOS, ClearOS, SAP Linux. Наиболее популярной ОС для серверов на 2020 год является Windows Server [46]. Компания Microsoft предлагает ОС Windows Server – серверную операционную систему корпоративного класса с широкими возможностями управления хранением данных, приложениями и сетями. Так же потому что эта ОС является наиболее популярной среди конкурентов большинство софта обязательное будет портировано на нее и как следствие будет иметь постоянную поддержку. Что делает сервера на Windows наиболее универсальными для разных типов задач. Так же имеется возможность задействовать облачные сервера Microsoft Azure [47] в случае возрастания нагрузки на собственную информационную-систему и использоваться по модели оплаты по мере использования (pay-as-you-go). Исходя из всего вышесказанного на сервера будет установлена Windows Server 2019.

3.5 Внешняя IPv4 адресация

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

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

1. 157.66.64.0/18 – 16,382.
2. 161.19.192.0/18 – 16,382.
3. 5.180.32.0/19 – 8,190.
4. 126.27.0.0/19 – 8,190.
5. 137.14.96.0/20 – 4,094.
6. 47.74.44.0/23 – 510.
7. 201.113.114.0/24 – 254.
8. 199.63.101.128/25 – 126.
9. 88.70.8.192/28 – 14.
10. 183.255.243.208/28 – 14.

Подсети с седьмой по десятую имеют недостаточное количество хостов, при этом подсети с первой по четвертую имеют значительно избыточное количество хостов. Поэтому для внешнего IP-адреса была использована подсеть 47.74.44.0/23, имеющая 510 адресов, потому что здание также может предоставлять IP-адреса для других компаний, арендующих помещения. Центру обработки данных

научно-исследовательского института был выдан адрес 47.74.44.100 и шлюз 47.74.44.99.

3.6 Внутренняя IPv4 адресация

Согласно требованиям заказчика, для внутренней IPv4 адресации должны быть использованы публичные адреса. Для ЦОД администратором сети офиса была выделена публичная подсеть 199.63.101.128/25 – данная подсеть может адресовать до 126 рабочих хостов. Данного количества адресов вполне достаточно, чтобы обеспечить адресацию для всех устройств в локальной сети и при этом оставить запас, для обеспечения возможности расширения сети и добавления новых хостов.

Как оговаривалось ранее, ЦОД была выделена публичная подсеть 199.63.101.128/25. Прежде чем назначать адреса устройствам сети, необходимо составить схему адресации. Так как в требованиях по безопасности для разрабатываемой сети заказчик не уверен, целесообразно разделение сети на подсети для каждого из VLAN, при этом должно быть учтено различие количества, относящегося к VLAN, хостов. Для более эффективного использования имеющегося адресного пространства, пул адресов будет поделен на множество мелких подсетей используя маски переменной длины VLSM. Это позволит разграничить адресное пространство под необходимое количество хостов.

Первым шагом нужно определить какие будут выделены подсети и количество устройств в каждой из них. Изучив предприятие было решено выделить беспроводную, стационарную и административную подсети.

Следующим шагом необходимо выполнить разделение на эти подсети. Произведем расчет для беспроводной сети в качестве примера. Исходя из условия что в локальной сети может быть большое скопление людей, сделаем вывод что в помещении может в один момент времени находится около 50 беспроводных подключений. Так же следует учесть что количество устройств может быть больше и необходимо выбрать подсеть с запасом. Расчет будет на 62 устройства в беспроводной сети, что обеспечит 12 резервных адресов. Изначально маска сети 199.63.101.128 – 25. В бинарном виде маска имеет вид 11111111.11111111.11111111.10000000. Число нулевых битов маски – 7, это означает что подсеть может адресовать $2^7 - 2$ хостов, то есть 126 устройства. Для получения необходимого количества адресов необходимо увеличить число единичных битов маски на один, получим 11111111.11111111.11111111.11000000. Теперь число нулевых битов маски равно шести, а значит подсеть может адресовать $2^6 - 2$ хостов, то есть 62 устройства. В результате вычислений была получена новая подсеть 199.63.101.128 с маской 16 (число единичных битов). Расчет остальных подсетей будет выполнен аналогичным образом, с увеличением макси

для избегания перекрытия и начиная со следующего адреса на котором заканчивается предыдущая подсеть.

Схема IPv4 адресации приведена в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Схема внутренней IPv4 адресации

Сеть	VLAN	Адрес подсети	Хосты
Беспроводная	10	199.63.101.128/26	62
Стационарная	20	199.63.101.192/27	30
Административная	30	199.63.101.224/29	6

Беспроводной VLAN 10 – для беспроводных маршрутизаторов, пользователи которых в разных частях помещения будут видны друг другу посредством статической маршрутизации.

Стационарный VLAN 20 – имеет в своем доступе 30 хостов для стационарных подключений с возможностью доступа между собой, а также это реализовано для полноценного доступа к блейд-серверу.

Административный VLAN 30 – для адресации, в котором присваиваются адреса активному сетевому оборудованию.

Оборудованию в VLAN 10 назначены следующие статические адреса:

- маршрутизатор M1: 199.63.101.129/26;
- беспроводной маршрутизатор WR1: 199.63.101.131/26.

Остальная адресация беспроводных устройств будет происходить с помощью DHCP из диапазона 199.63.101.133 – 199.63.101.183

Стационарному оборудованию назначены адреса в VLAN 20:

- маршрутизатор M1: 199.63.101.193/27;
- персональный компьютер PC2: 199.63.101.197/27;
- персональный компьютер PC3: 199.63.101.198/27;
- интерактивная доска B1: 199.63.101.199/27;
- блейд-сервер S1: 199.63.101.200/27 – 199.63.101.207/27.

Статические адреса для административного VLAN 30:

- маршрутизатор M1: 199.63.101.225/29;
- персональный компьютер PC1: 199.63.101.227/29;
- блейд-сервер S1: 199.63.101.228/29.

3.7 Адресация IPv6

Согласно требованию заказчика необходимо настроить IPv6 адресацию с доступом в интернет, используя подсеть с блоком адресов для Беларуси [48]. Для этого ЦОД был выдан следующий блок IP-адресов: 2001:67c:2268::/48. Разделение на подсети при помощи уникального идентификатора подсети. Схема адресации IPv6 представлена в таблице 3.3.

Таблица 3.3 – Схема IPv6 адресации

Сеть	VLAN	Адрес подсети
Беспроводная	1	2001:67c:1058:1::/64
Стационарная	2	2001:67c:1058:2::/64
Административная	3	2001:67c:1058:3::/64

Адресация беспроводных устройств будет происходить по DHCPv6, адреса будут выбираться из подсети 2001:67c:1058:1::/64.

Для оборудования в VLAN 10 были назначены следующие статические IPv6 адреса:

- маршрутизатор M1: 2001:67c:1058:1::1/64;
- беспроводной маршрутизатор WR1: 2001:67c:1058:1::3/64.

Стационарному оборудованию в VLAN 20 были выбраны следующие IPv6 адреса:

- маршрутизатор M1: 2001:67c:1058:2::1/64;
- персональный компьютер PC2: 2001:67c:1058:2::5/64;
- персональный компьютер PC3: 2001:67c:1058:2::6/64;
- интерактивная доска B1: 2001:67c:1058:2::7/64;
- блейд-сервер S1: 2001:67c:1058:2::8/64 – 2001:67c:1058:1::15/64.

В административном VLAN 30 были выбраны следующие IPv6 адреса:

- маршрутизатор M1: 2001:67c:1058:3::1/64;
- персональный компьютер PC1: 2001:67c:1058:3::3/64;
- блейд-сервер S1: 2001:67c:1058:3::4/64.

3.8 Конфигурация сетевого оборудования

Важным шагом является настройка маршрутизации и обеспечение согласованности конфигурации на всех сетевых устройствах. Это включает в себя настройку маршрутов, обеспечение доступа к сети Интернет, а также управление обменом данными между подсетями. Перед настройкой оборудования необходимо описать термин который присущ только оборудованию MikroTik. Bridge MikroTik [49] – это функция, которая позволяет объединить несколько интерфейсов в одну сеть. Он работает на уровне канального моста в модели OSI. Это означает, что Bridge MikroTik может объединять различные типы интерфейсов, такие как Ethernet, Wi-Fi и другие, в единую сеть. Bridge MikroTik предоставляет широкие возможности для настройки и управления трафиком в сети. Его можно использовать для объединения нескольких сегментов сети, контроля трафика между различными устройствами и сегментами, а также для настройки функций VLAN. Благодаря наличию на выбранном маршрутизаторе CCR2004-16G-2S+PC чипа коммутации в данной ЛКС

можно не использовать коммутатор, а использовать только маршрутизатор и технологию Bridge, для коммутации трафика.

3.8.1 Конфигурация VLAN

Первым делом создаем Bridge для каждого из VLAN-ов. Указываем имя для сетей:

```
[admin@MikroTik] /interface bridge
[admin@MikroTik] /interface bridge> add name=
Wireless
[admin@MikroTik] /interface bridge> add name=
Desktop
[admin@MikroTik] /interface bridge> add name=
Administrator
```

Следующим шагом создаем интерфейс VLAN с идентификаторами 10, 20, 30:

```
[admin@MikroTik] /interface vlan
[admin@MikroTik] /interface vlan> add name=vlan1
vlan-id=10 disabled=no
[admin@MikroTik] /interface vlan> add name=vlan2
vlan-id=20 disabled=no
[admin@MikroTik] /interface vlan> add name=vlan3
vlan-id=30 disabled=no
```

Дальше необходимо добавить к Bridge VLAN интерфейсы:

```
[admin@MikroTik]>/interface bridge vlan
[admin@MikroTik]>/interface bridge vlan> add
bridge=Wireless vlan-ids=10 interface=ether4
[admin@MikroTik]>/interface bridge vlan> add name=
Desktop vlan-ids=20 interface=ether1, ether2,
ether7, SFP2
[admin@MikroTik]>/interface bridge vlan> add
bridge=Administrator vlan-ids=30 interface=
ether5, ether6
```

Следующим шагом необходимо назначить всем созданным выше VLAN-ам диапазон IPv4 и IPv6 адресов выбранных для данной локальной компьютерной сети:

```
[admin@MikroTik] /ip address
```

```

[admin@MikroTik] /ip address> add address
=199.63.101.128/26 interface=WirelessVLAN
[admin@MikroTik] /ip address> add address
=199.63.101.192/27 interface=DesktopVLAN
[admin@MikroTik] /ip address> add address
=199.63.101.224/29 interface=AdministratorVLAN
[admin@MikroTik] /ipv6 address
[admin@MikroTik] /ipv6 address> add address
=2001:67c:1058:1::0/64 interface=WirelessVLAN
[admin@MikroTik] /ipv6 address> add address
=2001:67c:1058:2::0/64 interface=DesktopVLAN
[admin@MikroTik] /ipv6 address> add address
=2001:67c:1058:3::0/64 interface=
AdministratorVLAN

```

Так же необходимо чтобы запретить маршрутизатору обрабатывать трафик между VLAN 10 и VLAN 20, а так же запретить доступ к административной сети из других подсетей:

```

[admin@MikroTik]>/routing rule
[admin@MikroTik]>/routing rule>add src-address
=199.63.101.128/26 dst-address
=199.63.101.192/27 action=unreachable
[admin@MikroTik]>/routing rule>add src-address
=199.63.101.192/27 dst-address
=199.63.101.128/26 action=unreachable
[admin@MikroTik]>/routing rule>add src-address
=199.63.101.128/26 dst-address
=199.63.101.224/29 action=unreachable
[admin@MikroTik]>/routing rule>add src-address
=199.63.101.128/26 dst-address
=199.63.101.224/29 action=unreachable
[admin@MikroTik]>/routing rule>add -dstaddress
=199.63.101.224/29 interface=SFP1 action=drop
[admin@MikroTik]>/routing rule>add src-address
=199.63.101.224/29 interface=SFP1 action=drop
[admin@MikroTik]>/routing rule>add dst-address
=199.63.101.224/29 interface=SFP1 action=drop
[admin@MikroTik]>/routing rule>add src-address
=2001:67c:1058:1::/64 dst-address=2001:67c
:1058:2::/64 action=unreachable

```

```
[admin@MikroTik]>/routing rule>add src-address
=2001:67c:1058:2::/64 dst-address=2001:67c
:1058:1::/64 action=unreachable
[admin@MikroTik]>/routing rule>add src-address
=2001:67c:1058:1::/64 dst-address=2001:67c
:1058:3::/64 action=unreachable
[admin@MikroTik]>/routing rule>add src-address
=2001:67c:1058:2::/64 dst-address=2001:67c
:1058:3::/64 action=unreachable
[admin@MikroTik]>/routing rule>add src-address
=2001:67c:1058:3::/64 interface=SFP1 action=
drop
[admin@MikroTik]>/routing rule>add dst-address
=2001:67c:1058:3::/64 interface=SFP1 action=
drop
```

3.8.2 Конфигурация точки беспроводного доступа

Для начала на точке беспроводного доступа создается Bridge:

```
[admin@MikroTik] /interface bridge
[admin@MikroTik] /interface bridge> add name=
bridge1
```

После создания моста нужно добавить интерфейсы в этот мост, так же назначаем на каких портах будет тегированный и нетегированный трафик:

```
[admin@MikroTik] /interface bridge port
[admin@MikroTik] /interface bridge port> add
bridge=bridge1 interface=ether1
[admin@MikroTik] /interface bridge vlan
[admin@MikroTik] /interface bridge vlan > add
bridge=bridge1 tagged=bridge1 vlan-ids=1
```

Для начала настройки беспроводной сети надо создать интерфейс и привязать его к мосту на котором настроены порты для связи с роутером. Создаем три интерфейса: wireless1, wireless2, wireless3:

```
[admin@MikroTik] > /interface bridge port
[admin@MikroTik] /interface bridge port> add
bridge-local interface=wireless1 mode=access
[admin@MikroTik] /interface bridge port> add
bridge-local interface=wireless2 mode=access
```

```
[admin@MikroTik] /interface bridge port> add  
bridge-local interface=wireless3 mode=access
```

После необходимо задать шифрование. Шифрование WPA обеспечивает защиту данных и сети. WPA использует ключ шифрования, называемый предварительно опубликованным ключом PSK для шифрования данных перед их отправкой. Для доступа к этим данным необходимо ввести этот же пароль. Задаем параметры безопасности будущей сети под именем ProfileSecurity. Пароль должен быть не менее восьми символов:

```
[admin@MikroTik] /interface wireless security-  
profiles  
[admin@MikroTik] /interface wireless security-  
profiles> set [ find default=yes ] supplicant-  
identity=MikroTik add authentication types=wpa2  
-psk eap-method="" mode=dynamic-keys name=  
ProfileSecurity supplicant-identit="" password=  
aQtL2l4V1
```

Последним шагом будет создание трёх точек доступа на разных частотных диапазонах, которые доступны на выбранной точке беспроводного доступа.

Создание точки доступа на частоте 2.4 ГГц и привязка к интерфейсу wireless1:

```
[admin@MikroTik] /interface wireless1  
[admin@MikroTik] /interface wireless> set [ find  
default-name=wireless1 ] adaptive-noise-  
immunity=ap-and-client-mode band=2Ghz-b/g/n  
channel-width=20mMhz country=belarus mode=ap-  
bridge security-profile=profile_security ssid=  
first_wifi_room1 wireless-protocol=802.11
```

Создание точки доступа на частоте 5 ГГц и привязка к интерфейсу wireless2:

```
[admin@MikroTik] /interface wireless2  
[admin@MikroTik] /interface wireless> set [ find  
default-name=wireless2 ] adaptive-noise-  
immunity=ap-and-client-mode band=5Ghz-b/g/n  
channel-width=20mMhz country=belarus mode=ap-  
bridge security-profile=profile_security ssid=  
second_wifi_room1 wireless-protocol=802.11
```

Создание точки доступа на частоте 5 ГГц и привязка к интерфейсу wireless3:

```
[admin@MikroTik] /interface wireless3
[admin@MikroTik] /interface wireless> set [ find
    default-name=wireless3 ] adaptive-noise-
    immunity=ap-and-client-mode band=5Ghz-b/g/n
    channel-width=40mMhz distance=indoors country=
    belarus mode=ap- bridge security-profile=
    profile_security ssid=third_wifi_room1 wireless
    -protocol=802.11
```

3.8.3 Конфигурация DHCP

Необходимо настроить DHCP и DHCPv6 для беспроводного VLAN. Для этого необходимо создать диапазоны IPv4 и IPv6 адресов для точки беспроводного доступа и после присовить их DHCP-серверу:

```
[admin@MikroTik] /ip pool
[admin@MikroTik] /ip pool> add name=ipv4-pool-dhcp
    ranges=199.63.101.133 - 199.63.101.183
[admin@MikroTik] /ipv6 pool
[admin@MikroTik] /ipv6 pool> add name=ipv6-pool-
    dhcp prefix=2001:67c:1058:1::/64
[admin@MikroTik] /ip -dhcpserver
[admin@MikroTik] /ip -dhcpserver> add name=
    WirelessDHCP interface=Wireless -addresspool=
    ipv4-pool-dhcp
[admin@MikroTik] /ipv6 -dhcpserver
[admin@MikroTik] /ipv6 -dhcpserver> add name=
    WirelessDHCPv6 interface=Wireless -addresspool=
    ipv6-pool-dhcp
```

3.8.4 Настройка статической маршрутизации в сети

Для настройки статической маршрутизации устанавливаем статические IPv4 и IPv6 адреса на маршрутизаторе:

```
[admin@MikroTik] /ip address
[admin@MikroTik] /ip address> add address
    =47.74.44.100/23 interface=SFP1
[admin@MikroTik] /ip address> add address
    =199.63.101.129/27 interface=Wireless
```

```

[admin@MikroTik] /ip address> add address
=199.63.101.193/27 interface=Desktop
[admin@MikroTik] /ip address> add address
=199.63.101.194/27 interface=Administrator
[admin@MikroTik] /ipv6 address
[admin@MikroTik] /ipv6 address> add address
=2001:67c:1058:1::1000/48 interface=SFP1
[admin@MikroTik] /ipv6 address> add address
=2001:67c:1058:1::1/64 interface=Wireless
[admin@MikroTik] /ipv6 address> add address
=2001:67c:1058:2::1/64 interface=Desktop
[admin@MikroTik] /ipv6 address> add address
=2001:67c:1058:3::1/64 interface=Administrator

```

Для маршрутизации на основном маршрутизаторе требуется определить диапазоны IPv4 и IPv6 адресов, предназначенные для беспроводных устройств:

```

[admin@MikroTik] /ip pool
[admin@mikroTik] /ip pool> add name=wireless-
router-1 ranges= 199.63.101.133 -
199.63.101.183, 199.63.101.131/26
[admin@MikroTik] /ipv6 pool
[admin@mikroTik] /ipv6 pool> add name=wireless-
router-1-v6 prefix=2001:67c:1058:1::/64

```

После необходимо прописать статические маршруты на маршрутизаторе:

```

[admin@MikroTik]>/ip route
[admin@MikroTik] /ip route> add src-address=
wireless-router-1 gateway=199.63.101.131/26
[admin@MikroTik] /ip route> add src-address
=0.0.0.0/0 dst-address=0.0.0.0/0 gateway
=47.74.44.100/23 interface=SFP1
[admin@MikroTik]>/ipv6 route
[admin@MikroTik] /ip route> add src-address=
wireless-router-1-v6 gateway=2001:67c
:1058:1::1/64
[admin@MikroTik] /ip route> add src-address=::/0
dst-address=::/0 gateway=2001:67c
:1058:1::1000/48 interface=SFP1

```

Назначаем статический IPv4 и IPv6 адрес на точке беспроводного доступа:

```
[admin@MikroTik] /ip address
[admin@MikroTik] /ip address> add address
=199.63.101.131/26 interface=ether1
[admin@MikroTik] /ipv6 address
[admin@MikroTik] /ipv6 address> add address
=2001:67c:1058:1::1/64 interface=ether1
```

Маршрутизация на точке беспроводного доступа:

```
[admin@MikroTik]>/ip route
[admin@MikroTik] /ip route> add src-address
=0.0.0.0/0 dst-address=0.0.0.0/0 gateway
=199.63.101.129/26
[admin@MikroTik]>/ipv6 route
[admin@MikroTik] /ipv6 route> add src-address=::/0
dst-address=::/0 gateway=2001:67c:1058:1::1/64
```

3.9 Настройка блейд-сервера

Первое, что стоит сделать после покупки и установки сервера НР в стойку – это настроить iLO. iLO – это механизм управления серверами в условиях отсутствия физического доступа к ним, он позволит администратору настраивать сервер через браузер находясь у себя за рабочим местом.

Первичную настройку нужно проводить через локальную KVM консоль. После включения сервера и загрузки консоли, на экране появится меню с заголовком «Main Menu», с помощью кнопок на консоли необходимо перейти во вкладку «Enclosure Settings», после нажать на «OA1 IPv4», далее перейти в «OA1 IPv4». Дальше необходимо заполнить поля в форме: «OA1 IP»: 199.63.101.228, «Mask»: 255.255.255.248, «Gateway»: 199.63.101.225. После нажать «Асепт» и после «ОК». Далее в нажать на поле «OA1 IPv6» и в форме ввести: «OA1 IPv6»: 2001:67c:1058:3::5, «Prefix»: 64, «Gateway»: 2001:67c:1058:3::1. После нажать «Асепт» и после «ОК».

Для повышения безопасности необходимо перейти в «Main Menu», после нажать на «Enclosure Settings», далее перейти в «Pass». В поле ввести четырехзначный пароль. Пароль должен быть полностью случайным и не состоять из очевидных последовательностей.

Следующим шагом необходимо подключиться к блейд-системе с компьютера администратора. Для этого необходимо прописать в поисковой

станции веб-браузера адрес сервера, который был задан на предыдущем шаге. На экране появится окно, на котором можно увидеть блейд-систему и поле для входа. Данные для входа можно найти на внутреннем лейбле или на наклейке на корпусе сервера, для примера возьмем: логин: «Administrator», пароль: восемь случайных символов, например: Q1W2E3R4. При вводе необходимо соблюдать регистр.

После в веб-браузере откроется страница HPE BladeSystem Onboard Administrator [50], на которой можно посмотреть на блейд-систему, его вид спереди и сзади, количество установленных блейд-серверов, показания датчиков и состояние сервера и многие другие параметры. Далее, для настройки IPv4 на каждом сервере, в меню слева, необходимо перейти по вкладкам «Enclosure settings», после нажать на «Enclosure Bay IP Addressing for IPv4». Появится таблица, в которой нужно галочками в столбце «Enabled» необходимо выбрать все восемь лезвий. После необходимо заполнить столбцы: «EBIPA Address», «Subnet Mask», «Gateway». «EBIPA Address» для каждого будет поочередно браться из диапазона: 199.63.101.200 – 199.63.101.207, «Subnet Mask» у всех один – 255.255.255.224, «Gateway» так же у всех одинаковый – 199.63.101.196. Если все успешно, то в столбце «Current Address» должны появиться адреса назначенные серверам. Следующим шагом необходимо настроить IPv6, переходим в «Enclosure settings», после нажать на «Enclosure Bay IP Addressing for IPv4». Появится таблица, где так же как и в IPv4, необходимо заполнить столбцы «Enabled», «EBIPA Address», «Gateway». В столбце «Enabled» галочками выбираем все восемь лезвий, в «EBIPA Address» указываем адреса, обязательно с префиксом, из диапазона: 2001:67c:1058:2::8 – 2001:67c:1058:2::15. В столбце «Gateway» для всех выставаем шлюз 2001:67c:1058:2::1. Если все успешно то в столбце «Current Address» появятся адреса назначенные серверам.

Для установки ОС на блейд-сервера необходимо в левом меню раскрыть пункт «Enclosure settings», после нажать на «Information Device Bays», где будут названия всех установленных блейд-серверов. После необходимо выбрать первое лезвие и нажать на него. На экране появится страница с заголовком «Device Bay Information – Proliant BL685c G7 (Bay 1)». Ниже на этой странице нужно выбрать пункт «iLO» и в появившемся меню нажать «Web Administrator». Появится новая страница, где мы должны увидеть пункт «Last Used Remote Console» и нажать возле этого пункта «Launch», после этого должна запуститься консоль блейд-сервера в веб-браузере. Далее необходимо навести мышью на верхнюю границу этой консоли, где появится интерактивная панель, в которой нужно нажать на значок диска и в появившемся меню, напротив надписи «Image», нажать кнопку «Mount». После этого консоль перезагрузится и после некоторой загрузки в консоли появится привычная форма для установки

Windows Server 2019, где необходимо перейти по всем полям заполняя их необходимыми настройками и после начнется установка системы. После установки и автоматической перезагрузки необходимо установить пароль для входа в систему. Для надежности возьмем пароль: x7apmk1YAswGJXp. После этого введем этот пароль в поле входа и попадем в систему, где в последующем можно установить все необходимые программы которые будут использоваться на сервере.

После выходим из ОС и повторяем данные действия для каждого лезвия в пункте «Device Bays».

3.10 Настройка персональных станций

Для обеспечения функционирования в ЛКС пользовательских станций необходимо настроить статическую маршрутизацию IPv4 и IPv6. Процесс настройки IPv4 адресов на компьютерах под управлением операционной системы Windows выполняется в соответствии с следующим алгоритмом:

1. Зайдите в «Панель управления», дальше в «Сеть и Интернет», после в «Центр управления сетями и общим доступом».
2. Нажмите «Изменение параметров адаптера».
3. Выберите «Ethernet».
4. Выберите «IP версии 4 (TCP/IP)», нажмите кнопку «Свойства».
5. Выберите «Использовать сделавший IP-адрес». И введите IP-адрес 199.63.101.197, маска подсети 255.255.255.224, основной шлюз 199.63.101.193.
6. Нажмите «ОК».

Алгоритм настройки IPv6:

1. Зайдите в «Панель управления», дальше в «Сеть и Интернет», после в «Центр управления сетями и общим доступом».
2. Нажмите «Изменение параметров адаптера».
3. Выберите «Ethernet».
4. Выберите «IP версии 6 (TCP/IP)», нажимаем кнопку «Свойства».
5. Выберите «Использовать сделавший IP-адрес». И заполните поля: IPv6-адрес 2001:67c:1058:2::5, длина префикса подсети 64, основной шлюз 2001:67c:1058:2::1
6. Нажмите «ОК».

Для второй пользовательской станции действия будут аналогичны, отличаться будет только данные в форме ввода. Для IPv4 нужно будет ввести: IP-адрес 199.63.101.198, маска подсети 255.255.255.224, основной шлюз 199.63.101.193. А для IPv6: IPv6-адрес 2001:67c:1058:2::6, длина префикса подсети 64, основной шлюз 2001:67c:1058:2::1.

На станции администратора для IPv4 нужно будет ввести: IP-адрес 199.63.101.225, маска подсети 255.255.255.248, основной шлюз

199.63.101.225. А для IPv6: IPv6-адрес 2001:67c:1058:3::1, длина префикса подсети 64, основной шлюз 2001:67c:1058:3::1.

3.11 Настройка интерактивной доски

Для подключения интерактивной доски к ЛКС необходимо выполнить следующие шаги:

1. Подключите кабель Ethernet к разъему RJ45 на дисплее интерактивной доски.
2. Включите интерактивную доску с помощью устройства управления.
3. На экране выберите «Settings».
4. Нажмите на пункт меню «Network».
5. Убедитесь, что Ethernet включен, а Wi-Fi отключен.
6. В меню выберите «IPv4».
7. Открывается окно настройки IP и DNS.
8. Введите IP адрес 199.63.101.199, шлюз по умолчанию 199.63.101.193 и маску подсети 255.255.255.224.
9. Нажмите «Save».
10. В меню выберите «IPv6».
11. Введите IP адрес 2001:67c:1058:2::7, шлюз по умолчанию 2001:67c:1058:2::1 и префикс подсети 64.
12. Нажмите «Save».

Для возможности подключения компьютера к интерактивной доске есть несколько способов, по HDMI кабелю, по USB кабелю, через локальную сеть. В случае подключения через HDMI нужно просто соединить кабелем доску и компьютер, выбрать в настройках интерактивной доски HDMI порт, и экран компьютера будет транслироваться на доску. В случае подключения через сеть или ЛКС на необходимо выполнить шаги: Следующим шагом будет настройка на компьютере :

1. Подключите интерактивную доску SMART Board MX265-V2 к компьютеру при помощи USB-кабеля или подключитесь к той же сети что и доска. Удостоверьтесь, что кабель подключен к компьютеру и доске надежно.
2. Посетите официальный веб-сайт SMART Mirror [51] и загрузите приложение на компьютер.
3. Установите приложение следуя указаниям разработчика.
4. Запустите приложение.
5. На интерактивной доске, снизу в меню, нажмите «Screen Share». На экране должен появиться шестизначный код.
6. Введите данный код в приложении на компьютере.

3.12 Настройка принтера

Принтер будет подключаться к компьютеру по USB. Для успешной работы необходимо сделать следующим инструкциям:

1. Подсоедините USB-кабель принтера к компьютеру.
2. Если отображается сообщение «Найдено новое оборудование», следуйте запросам на экране для установке драйвера, затем отправьте задание печати, чтобы проверить подключение. Если подключение принтера или задание печати завершается со сбоем, выполните следующие действия.
3. Найдите и откройте пункт «Принтеры и сканеры».
4. Нажмите «Добавить принтер или сканер».
5. Если принтер присутствует в списке, выберите его, щелкните «Добавить устройство», затем следуйте запросам для установки драйвера.
6. Если ваш принтер не указан в списке, перейдите к выполнению следующих действий.
7. Нажмите «Необходимый принтер» отсутствует в списке, а затем выберите «Добавить локальный принтер или сетевой принтер с ручными параметрами».
8. Нажмите «Далее», выберите Использовать существующий порт, выберите «USB001: виртуальный порт принтера для USB» в раскрывающемся меню, затем нажмите кнопку «Далее».
9. По запросу выберите «Центр обновления Windows», затем дождитесь завершения обновления драйверов печати.
10. В разделе «Производитель» выберите HP или Hewlett Packard, затем выберите название вашего принтера.
11. Нажмите «Далее», затем следуйте запросам для установки драйвера.
12. Отсоедините, затем снова подсоедините кабель USB, чтобы завершить настройку принтера.

3.13 Настройка возможности просмотра видео посредством беспроводной сети

Для возможности просмотра видео посредством беспроводной сети был выбран протокол DLNA – набор стандартов, позволяющих совместимым устройствам передавать и принимать по домашней сети различный медиаконтент, а также отображать его в режиме реального времени.

В Windows 10 можно использовать функции DLNA для воспроизведения контента, не настраивая DLNA-сервер. Единственное требование – чтобы и компьютер и устройство, на котором планируется воспроизведение были в одной локальной сети.

В нашей сети обеспечивается возможность передачи данных за счет возможности подключения компьютеров к беспроводной сети.

Первым действием в меню пуск открываем «Параметры потоковой передачи мультимедиа». Следующим действием нажимаем «Включить потоковую передачу мультимедиа». Далее вводим имя DLNA-сервера, например VLAN 10. Дальше выбрав устройство и нажав «Настроить» можно указать, к каким типам медиа следует предоставлять доступ.

Для приема на Android устройство необходимо установить приложение DLNA server. После запускаем его выбираем необходимое нам устройство и получаем доступ к папке с возможностью потоковой передачи видео.

3.14 Защита от вирусов

Современные корпоративные сети требуют высочайшего качества защиты: всего один вредоносный файл может быстро инфицировать все узлы сети, нарушить бизнес-процессы и вывести из строя IT-инфраструктуру компании. Защищать сервера и компьютеры организации должны специализированные решения способные надежно защитить критически важные данные от новейших вредоносных программ, обеспечивая бесперебойную работу в условиях самой высокой нагрузки при минимальном потреблении ресурсов системы.

Было принято решение установить антивирусное ПО на серверное оборудование и на компьютеры пользователей. Так как у нас на всех устройствах установлена операционная система Windows можно рассматривать антивирус от одного производителя на все устройства. После анализа рынка были выбраны три наиболее популярных антивируса: Dr.Web [52], Kaspersky [53], ESET NOD32 [54]. Все они имеют возможность работать на ОС Windows Server, что было ключевым фактором при выборе. Вот некоторые особенности этих антивирусов:

1. Dr.Web известен своей высокой эффективностью в обнаружении и удалении сложных вредоносных программ, таких как вирусы-вымогатели и шпионские программы. Он также предлагает ряд дополнительных функций, таких как защита от фишинга и вредоносных ссылок в электронной почте и веб-браузере.

2. Kaspersky также обеспечивает надежную защиту от широкого спектра угроз. Он отличается простым и интуитивно понятным интерфейсом, а также широким набором функций, включая родительский контроль и защиту от кражи данных.

3. ESET NOD32 отличается высокой скоростью сканирования и минимальной нагрузкой на систему. Он также предлагает ряд

дополнительных функций, таких как защита от вредоносных программ в режиме реального времени и защита от кражи паролей.

Так как ЦОД нужен сервис с самой эффективностью в обнаружении сложных вредоносных программ, то Dr.Web – лучший выбор. Благодаря тому что в ЦОД выбрано достаточно производительное оборудование не будет проблем с тем чтоб использовать этот антивирус и не тормозить систему.

Для начала работы с антивирусом необходимо купить лицензию на официальном сайте [55]. Есть различные решения для рабочих станция и для серверов. Нам необходимо приобрести лицензию на три компьютера и восемь серверов. Итоговая стоимость за один год использования будет 663 белорусских рубля [55].

Установка на устройства не будет существенно отличаться, поэтому будет описать процесс установки на один блейд-сервер:

1. Для установки необходимо скачать ПО с официального сайта.
2. С помощью компьютера администратора зайти в ОС на блейд-сервере.
3. Смонтировать носитель с загруженным антивирусным ПО.
4. Запустить установочное ПО и следовать всем инструкциям мастера установки.
5. На этапе запроса ключа, необходимо ввести ключ который был отправлен на почту после покупки.

Далее этапы установки необходимо повторить на каждом устройстве.

4 ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТРУКТУРИРОВАННОЙ КАБЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

4.1 Общая информация о здании

Здание, в котором проектируется ЛКС имеет п-образную форму. Общая площадь помещений составляет 30 квадратных метров и находится на втором этаже. Этаж разделен на пять помещений: первая комната для разработчика (№201 площадью 7.57 квадратных метров), вторая комната разработчиков (№202 площадью 9.75 квадратных метров), серверная комната (№203 площадью 5.6 квадратных метров), и лестничная клетка (№204 площадью 6 квадратных метров), и санузел (№205 площадью 0.88 квадратных метров). Внешние стены здания выполнены из газобетонных блоков толщиной 200 мм, стены внутри помещения выполнены из шлакоблока толщиной 100 мм. Под потолком на расстоянии 20 см от потолка и 5 см от стены, находится кабельный лоток размером 50x100 мм, с перегородкой для разделения силовых и сетевых кабелей. План здания представлен в приложении В.

4.2 Распределительные пункты

Для выбора телекоммуникационного шкафа необходимо было в первую очередь учитывать размеры блейд-сервера. Глубина шкафа должна быть более 820 мм, а ширина и высота более 450 мм, так же в шкаф необходимо установить маршрутизатор, поэтому высота должна браться с запасом. По характеристикам было выбрано два шкафа: TWT 19" серии Business TWT-CBV-42U-6×10-P1 [56] и 47U ЦМО ШТК-М-47.6.10-44АА-9005 [57]. Оба шкафа подходят для ЛКС, они оба имеют разные варианты дверей, места для установки вентиляционных модулей, имеют винтовые опоры позволяющие компенсировать неровности пола. В итоге был выбран шкаф от производителя ЦМО, по причине лучшей стоимости в 2566 белорусских рублей [57].

4.3 Изделия и материалы

Для монтажа кабелей из лотка к информационным розеткам и к беспроводным точкам доступа используются кабель-каналы (коробы). Размеры короба выбираются с учетом диаметра кабеля UTP категории 5е и его возможного увеличения, а также учитывается, что кабели должны занимать 50% площади поперечного сечения короба. Исходя из номинального диаметра кабеля UTP категории 5е, равного 0.51 мм, и увеличения диаметра на 10%, подходящий размер поперечного сечения короба составляет 15x10 мм.

Информационные розетки бывают разных видов, для разных категорий кабелей, в нашей сети используется витая пара категории 5е поэтому розетки будем выбирать для данной категории, так же по типу установки необходимо рассматривать только внешние, потому что у нас нет возможности сделать отверстия в стенах и кабель мы спускаем по небольшому коробу. Для Legrand Mosaic 76564 [58] и RJ45 SCHNEIDER ELECTRIC Glossa GSL000181K [59]. Обе розетки имеют стильный дизайн и подходят по характеристикам, однако розетка от компании SCHNEIDER обладает более прочным металлическим основанием и так же является более бюджетным вариантом. Стоимость: 18 белорусских рублей [59].

4.4 Выбор среды передачи данных

Исходя из того что в помещениях отсутствуют сильные электромагнитные помехи, то может использоваться кабель вида UTP. С учетом выбранного активного сетевого оборудования для монтажа достаточно было использовать не экранированную витую пару категории 5е [60]. В компании, занимающейся обработкой данных, как правило, нет сильных источников помех или особо чувствительного оборудования, поэтому экранирование витой пары применяться не будет. Основные характеристики витой пары: максимальная длина в 100 метров, максимальная скорость до 1 Гбит/с, поддержка Power over Ethernet. Может применяться для передачи видеосигналов и телефонной связи.

В процессе выбора пассивного оборудования, были выбраны: витая пара Legrand UTP категории 5е PVC 4 [61]. Так же при выборе витой пары сравнивались кабели от производителя SkyNet [62] и Corex [63]. Все они являются неэкранированными и по характеристикам одинаковы. Поэтому было решено взять кабель средней ценовой категории. В качестве оптоволокон был выбран патч-корд оптический SC/APC – SC/APC 9/125 sm 1м LSZH [64]. Этот кабель обеспечивает хорошую производительность и надежность и позволяет передавать информацию на большой скорости, что крайне важно для ЦОД. Так же был выбран трансивер оптический GateRay GR-S01-W5540S SFP [65], для соединения оптоволокон с SFP портом.

4.5 Расчет качества связи беспроводной сети

Для проведения расчета покрытия беспроводной сетью всех помещений на этаже ЦОД научно-исследовательского института и определения достаточности выбранной точки беспроводного доступа Audience LTE6 kit, требуется учесть несколько ключевых параметров таких как площадь помещения, характеристики стен и перегородок.

Беспроводная сеть должна покрывать всю площадь этажа и обеспечивать до 50 соединений. Внешние стены здания и стены этажа состоят из газобетонных, внутренние стены, в свою очередь, выполнены из шлакоблока. Высота этажа составляет 2.7 м.

Для расчета затухания радиоволн в беспрепятственной воздушной среде используется упрощенная формула:

$$L = 32.44 + 20 \cdot \lg F + 20 \cdot \lg D, \text{ дБ} \quad (4.1)$$

где F – частота сигнала в ГГц;

D – расстояние в метрах от точки доступа.

Чувствительность устройств обычно находится в пределах от -65 до -75 дБ. Форма здания п-образная, предположим размещение точки доступа на стене в 30 см от потолка. Высота потолка – 2,5 м, максимальная длина до наиболее удалённых внешних стен от центра – 4 м и 4,3 м. Рассчитаем расстояние до наиболее удаленной точки помещения (левого нижнего угла):

$$D = \sqrt{l^2 + w^2 + h^2} = \sqrt{4^2 + 4.3^2 + 2.2^2} = 6.27 \text{ м}, \quad (4.2)$$

где l – длина;

w – ширина;

h – высота.

Рассчитаем затухание радиоволн $L_{2.4}$ для частоты 2.4 ГГц и L_5 для частоты 5 ГГц:

$$L_{2.4} = 32.44 + 20 \cdot \lg 2.4 + 20 \cdot \lg 6.27 = 55.99 \text{ дБ}, \quad (4.3)$$

$$L_5 = 32.44 + 20 \cdot \lg 5 + 20 \cdot \lg 6.27 = 62.36 \text{ дБ}. \quad (4.4)$$

Необходимо учесть затухание на конструктивных элементах здания. Затухание радиоволны при прохождении газобетонной стены толщиной 200 мм составляем 8 дБ, при прохождении шлакоблока толщиной 100 мм – 4 дБ [66]. Учитывая, что несущие стены состоят из газобетонных материалов и максимальное количество препятствующих стен равно двум, а количество внутренних стен состоящих из шлакоблока равно одной. То затухание радиоволн при прохождении стен $L_{\text{макс.конст.}} = 2 \cdot L_{\text{газобетона}} + L_{\text{шлакоблока}} = 2 \cdot 8 + 4 = 20 \text{ дБ}$.

Также стоит учесть возможное затухание за счет взаимного размещения оборудования $L_{\text{обор}} = 5 \text{ дБ}$.

Тогда максимальное затухание сигнала в помещениях организации составляет:

$$L_{2.4\text{ макс.}} = L_{\text{макс. конст.}} + L_{2.4} + L_{\text{обор.}} = 20 + 55.99 + 5 = 80.99 \text{ дБ}, \quad (4.5)$$

$$L_{5\text{ макс.}} = L_{\text{макс. конст.}} + L_5 + L_{\text{обор.}} = 20 + 62.36 + 5 = 87.36 \text{ дБ}. \quad (4.6)$$

Тогда минимальная мощность сигнала в помещении будет равна:

$$S_{2.4} = S_{\text{маршр.}} + L_{2,4_{\text{макс.}}} = 26 - 80.99 = -54.99 \text{ дБ}, \quad (4.7)$$

$$S_5 = S_{\text{маршр.}} + L_{5_{\text{макс.}}} = 28 - 87.36 = -59.36 \text{ дБ}. \quad (4.8)$$

Такой уровень сигнала является достаточным для покрытия точкой беспроводного доступа всего этажа. А наличие трёх частот обеспечит отказоустойчивость в случае большого скопления людей.

4.6 Размещение и монтаж оборудования

В комнате разработчика (помещение №201) возле информативной розетки размещается компьютер (системный блок Jet Wizard 5i9400FD, монитор ASUS VA24DQ, клавиатура Microsoft Wired Keyboard 600, мышь Dell Optical Mouse MS116) и интерактивная доска SMART Board MX265-V2, которая устанавливается на расстоянии 150 см от пола и не менее 30 см от ближайшей стенки. Так же в середине комнаты, на потолке размещается беспроводная точка доступа Mikrotik Audience LTE6 kit.

От маршрутизатора в помещение №201 протянуто два кабеля витой пары UTP категории 5е в кабель-лотке над потолком. Первый кабель соединяется с информационной розеткой RJ45 SCHNEIDER ELECTRIC Glossa, которая в свою очередь используется для подключения компьютера пользователя. Второй кабель соединяется с информационной розеткой которая необходима для подключения интерактивной доски.

В помещении №202 расположено два компьютера (системный блок Jet Wizard 5i9400FD, монитор ASUS VA24DQ, клавиатура Microsoft Wired Keyboard 600, мышь Dell Optical Mouse MS116), каждый из которых соединен с принтером HP OfficeJet Pro 8210 посредством кабеля USB который идет к комплекте с ним.

От маршрутизатора в помещение №202 протянуто четыре кабеля витой пары UTP категории 5е в кабель-лотке над потолком. Три кабеля соединяется с информационными розетками RJ45 SCHNEIDER ELECTRIC Glossa, которые в свою очередь используется для подключения компьютеров пользователей. Четвертый идет над потолком к беспроводной точке доступа.

В серверной комнате (помещение №203) установлен напольный телекоммуникационный шкаф ЦМО ШТК-М-47.6.10-44АА-9005 на расстоянии 50 см от дальней стены, посередине. Это необходимо потому что в телекоммуникационном шкафу расположен маршрутизатор CCR2004-16G-2S+PC и блейд-сервер HP Blade System C7000 G3 и к серверу необходим доступ с разных сторон. К блейд-серверу из маршрутизатора идет два кабеля: первый оптоволоконный, второй витая пара категории 5е, для администрирования.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения данного курсового проекта была разработана и спроектирована локальная компьютерная сеть для центра обработки данных научно-исследовательского института. Проект включал в себя как теоретические, так и практические аспекты проектирования локальных компьютерных сетей. Была разработана структурная кабельная система, произведен подбор оборудования и расходных материалов, подготовлена настройка активного сетевого оборудования и конечных устройств.

Одним из ключевых этапов проектирования стало создание структурной кабельной системы, которая была разработана с учетом особенностей здания. После тщательного подбора оборудования и расходных материалов была осуществлена настройка активного сетевого оборудования и конечных устройств.

В результате были созданы структурные и функциональные схемы, план здания, а также перечень необходимого оборудования и материалов для успешной реализации сетевого проекта. В этот перечень вошли различные элементы, такие как маршрутизаторы, рабочие станции, принтеры, блейд-сервер, интерактивная доска, точки доступа и пассивное сетевое оборудование. Следует отметить, что все выбранные компоненты соответствуют высоким стандартам качества и надежности.

Кроме того, важно отметить, что при разработке данной локальной компьютерной сети был уделен особый акцент на обеспечение безопасности. На все устройства были установлены современные антивирусы. А также отдельное внимание было уделено возможности беспроводной сети функционировать при большом количестве пользователей.

Разработанная компьютерная сеть обладает не только высокой функциональностью, но и проста в обслуживании. Ее архитектура также готова к масштабированию в случае необходимости.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- [1] Олифер, В. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы / В. Олифер. — Питер, 2019. — 992 с.
- [2] Таненбаум, Э. Компьютерные сети / Э. Таненбаум. — Питер, 2017. — 955 с.
- [3] Что такое одномодовое волокно: типы, преимущества и применения [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://community.fs.com/ru/blog/single-mode-fiber-os1-vs-os2-what-is-the-difference.html>. — Дата доступа: 29.11.2023.
- [4] Цветовая маркировка оптоволокна: как избежать ошибки? [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://fibertop.ru/tcvetovaia-markirovka-optovolokna/>. — Дата доступа: 29.11.2023.
- [5] International Data Corporation [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.idc.com/>. — Дата доступа: 29.11.2023.
- [6] Wi-Fi высокой плотности [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.styletele.com/Solutions/besprovodnye-seti-predachi-dannykh-wi-fi/wi-fi-vysokoy-plotnosti/>. — Дата доступа: 29.11.2023.
- [7] Описание стандарта IEEE 802.11 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://standards.ieee.org/ieee/802.11/5536/>. — Дата доступа: 29.11.2023.
- [8] What Is a Wireless LAN? [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.cisco.com/c/en/us/products/wireless/wireless-lan.html>. — Дата доступа: 29.11.2023.
- [9] Интерференция волн [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://www.femto.com.ua/articles/part_1/1390.html. — Дата доступа: 29.11.2023.
- [10] Everything you need to know about DLNA: The de facto home-entertainment network standard [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.techhive.com/article/601710/how-to-get-started-with-dlna.html>. — Дата доступа: 29.11.2023.
- [11] McTiVia Wi-Fi receiver [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.cnet.com/reviews/awind-mctivia-review/>. — Дата доступа: 29.11.2023.
- [12] Официальный сайт MikroTik [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://mikrotik.com/>. — Дата доступа: 29.11.2023.
- [13] RouterOS [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://mikrotik.com/software>. — Дата доступа: 29.11.2023.
- [14] MikroTik RouterBOARD [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://mikrotik.com/products/group/routerboard>. — Дата доступа:

29.11.2023.

[15] MikroTik Academy [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://mikrotik.com/training/academy>. — Дата доступа: 29.11.2023.

[16] MikroTik User Meeting [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://mum.mikrotik.com/>. — Дата доступа: 29.11.2023.

[17] Маршрутизатор Mikrotik L009UiGS-RM [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://catalog.onliner.by/dslmodem/mikrotik/l009uigsrn>. — Дата доступа: 29.11.2023.

[18] Маршрутизатор Mikrotik CCR2116-12G-4S [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://netair.by/-high/4534-mikrotik-ccr2116-12g-4s.html>. — Дата доступа: 29.11.2023.

[19] Маршрутизатор Mikrotik CCR2004-16G-2SPC [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://shopnag.by/catalog/33635/56693.CCR2004-16G-2SPC>. — Дата доступа: 29.11.2023.

[20] Точка доступа Mikrotik Audience LTE6 kit [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://catalog.onliner.by/wirelessap/mikrotik/audiencelte6kit>. — Дата доступа: 29.11.2023.

[21] Точка доступа Mikrotik wAP R [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://catalog.onliner.by/wirelessap/mikrotik/rbwapr2nd>. — Дата доступа: 29.11.2023.

[22] Точка доступа Mikrotik LHG LTE18 kit [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://catalog.onliner.by/wirelessap/mikrotik/lhglte18kit>. — Дата доступа: 29.11.2023.

[23] Реальная скорость соединения, используемая в технологии Wi-Fi [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://clck.ru/Egwfg>. — Дата доступа: 29.11.2023.

[24] Блейд-шасси Dell PowerEdge MX7000 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.vksgroup.by/product/modulnyj-korpus-poweredge-mx7000-dell/>. — Дата доступа: 29.11.2023.

[25] Блейд-шасси HP c7000 G3 Enclosure [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://forpro.by/product/shassi-hp-c7000-g3-enclosure/>. — Дата доступа: 29.11.2023.

[26] Блейд-шасси IBM BLADECENTER H CHASSIS [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://www.karma-group.ru/catalog/blade_chassis_ibm/bladecenter_chassis_h/. — Дата доступа: 29.11.2023.

[27] Лезвие HP BL460c Gen8 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://forpro.by/product/lezvie-hp-bl460c-gen8-2xheon-e5-26508-core-2-0-2-8-ghz-8gt-s-64gb-p220i/>. — Дата доступа: 29.11.2023.

[28] Лезвие HP BL460c Gen9 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://forpro.by/product/lezvie-hp-bl460c-gen9-2xheon-e5-2670v312-core-2-3-3-1-ghz-96gt-s-128gb-p244/>. — Дата доступа: 29.11.2023.

[29] Лезвие HP BL460c Gen10 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.hpe.com/psnow/doc/a00008517enw>. — Дата доступа: 29.11.2023.

[30] Модуля доступа к сети HP 6125G Ethernet Blade Switch [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://forpro.by/product/hp-blade-switch-hp-6125g-xg-4x-1gb-rj45-4x-sfp-sfp-1gb-10gb-irf/>. — Дата доступа: 29.11.2023.

[31] Компьютер Jet Gamer 5i11400FD32HD2SD48X306TIG3W7 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://catalog.onliner.by/desktoppc/jets/jet5i11400ee790e>. — Дата доступа: 29.11.2023.

[32] Монитор Dell P2419H [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://catalog.onliner.by/display/dell/p2419h>. — Дата доступа: 29.11.2023.

[33] Монитор ASUS VA24DQ [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://catalog.onliner.by/display/asus/va24dq>. — Дата доступа: 29.11.2023.

[34] Монитор HP EliteDisplay E243i [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://catalog.onliner.by/display/hp/1fh49aa>. — Дата доступа: 29.11.2023.

[35] Клавиатура Microsoft Wired 600 USB [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://catalog.onliner.by/keyboards/microsoft/wired600usb>. — Дата доступа: 29.11.2023.

[36] Мышь Dell Optical Mouse MS116 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://catalog.onliner.by/mouse/dell/275bbcb>. — Дата доступа: 29.11.2023.

[37] Принтер Canon PIXMA G540 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://catalog.onliner.by/printers/canon/pixmag540>. — Дата доступа: 29.11.2023.

[38] Принтер Epson M1170 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://catalog.onliner.by/printers/epson/c11ch44404>. — Дата доступа: 29.11.2023.

[39] Принтер HP OfficeJet Pro 8210 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://catalog.onliner.by/printers/hp/d9l63a>. — Дата доступа: 29.11.2023.

[40] Принтер Xerox B310 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://catalog.onliner.by/printers/xerox/b310vdni>. — Дата доступа: 29.11.2023.

[41] Интерактивный дисплей Smart Board MX286-V2 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://clck.ru/36rTrJ>. — Дата доступа: 29.11.2023.

[42] Интерактивная панель Interwrite MTM-65T9 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://school-store.ru/catalog/osnashchenie-uchebnogo-kabineta/interaktivnye-displei/interaktivnaya-panel-interwrite-mtm-65t9/>. — Дата

доступа: 29.11.2023.

[43] Интерактивная панель NextPanel 65P [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://www.delight2000.com/equipment/interaktivnye_paneli/46152/. — Дата доступа: 29.11.2023.

[44] Скачать Windows 10 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.microsoft.com/ru-ru/software-download/windows10>. — Дата доступа: 29.11.2023.

[45] HPE Servers Support Certification Matrices [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://techlibrary.hpe.com/us/en/enterprise/servers/supportmatrix/index.aspx>. — Дата доступа: 29.11.2023.

[46] Серверные операционные системы [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://itelon.ru/blog/servernnye-operatsionnye-sistemy/>. — Дата доступа: 29.11.2023.

[47] Microsoft Azure [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://azure.microsoft.com/en-us>. — Дата доступа: 29.11.2023.

[48] Блок доступных адресов для Беларуси [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://ftp.ripe.net/pub/stats/ripencc/delegated-ripencc-extended-20231128>. — Дата доступа: 29.11.2023.

[49] Bridge MikroTik [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://uchet-jkh.ru/i/bridge-mikrotik-cto-eto>. — Дата доступа: 29.11.2023.

[50] Configuring HPE BladeSystem enclosures and enclosure devices [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://support.hpe.com/hpesc/public/docDisplay?docId=sd00001052en_us&page=GUID-34E1729E-FFFD-444B-8505-96B1C08693A7.html. — Дата доступа: 29.11.2023.

[51] Официальный сайт SMART Mirror [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.smartmirror.link/>. — Дата доступа: 29.11.2023.

[52] Официальный сайт Dr.Web [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.drweb.ru/>. — Дата доступа: 29.11.2023.

[53] Официальный сайт Kaspersky [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.kaspersky.com/>. — Дата доступа: 29.11.2023.

[54] Официальный сайт ESET NOD32 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.esetnod32.ru/>. — Дата доступа: 29.11.2023.

[55] Конструктор лицензий антивируса Dr.Web для бизнеса и госучреждений [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://products.drweb.ru/biz/v4/>. — Дата доступа: 29.11.2023.

[56] Шкаф укомплектованный TWT 19" серии Business TWT-CBB-42U-6×10-P1 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://datastream.by/shkaf-ukomplektovannyj-twt-19-serii-business-twt-cbb-42u-6x10-p1/>. — Дата доступа: 29.11.2023.

[57] Шкаф телекоммуникационный напольный 47U ЦМО ШТК-М-47.6.10-44AA-9005 [Электронный ресурс]. — Режим

доступа: <https://datastream.by/shkaf-telekommunikatsionnyj-napolnyj-47u-tsmo-shtk-m-47-6-10-44aa-9005/>. — Дата доступа: 29.11.2023.

[58] Розетка информационная Legrand Mosaic 76564 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://www.21vek.by/electrical_switches_sockets/mosaic76564_legrand.html. — Дата доступа: 29.11.2023.

[59] Розетка информационная Schneider Electric Glossa GSL000181K [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://www.21vek.by/electrical_switches_sockets/glossagsl000181k_schneider_electric.html. — Дата доступа: 29.11.2023.

[60] Витая пара: категории, обжим, советы по работе [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://skomplekt.com/vitaya-para-kategorii-obzhim-sovetyi/>. — Дата доступа: 29.11.2023.

[61] Кабель Legrand UTP кат.5E PVC 4 пары 305м [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://wsd.by/catalog/kabel-provod-shnur/utp-ftp-kabel-vitaya-para/kabel-legrand/kabel-utp-kat-5e-pvc-4-pary-305m/>. — Дата доступа: 29.11.2023.

[62] Кабель SkyNet UTP кат. 5е [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://wsd.by/catalog/kabel-provod-shnur/utp-ftp-kabel-vitaya-para/kabel-skynet/kabel-vitaya-para-kat-5e-skynet-utp-indoor-4x2x24awg-cu/>. — Дата доступа: 29.11.2023.

[63] Кабель Corex UTP 5е 4x2x24AWG 305м [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://wsd.by/catalog/kabel-provod-shnur/utp-ftp-kabel-vitaya-para/kabel-utp-5e-4x2x24awg-sopper-indoor-pvc-200mhz-305m-in-a-box-/>. — Дата доступа: 29.11.2023.

[64] Шнур оптический simplex SC/APC-SC/APC 9/125 sm 1м LSZH [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://server-x.by/cabeus-fop-s-9-sc-apc-sc-apc-1m-shnur-opticheskiy-simplex-sc-apc-sc-apc-9-125-sm-1m-lszh.html>. — Дата доступа: 29.11.2023.

[65] Трансивер оптический GateRay GR-S1-W5540S SFP модуль WDM [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://fibertool.by/catalog/sale/transivery_opticheskie_/gr_s1_w5540s/. — Дата доступа: 29.11.2023.

[66] Значения затухания сигнала через различные объекты [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://vetriks.ru/tech-library/171-cisco-021-05.html>. — Дата доступа: 29.11.2023.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(обязательное)

Схема СКС структурная

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
(обязательное)

Схема СКС функциональная

ПРИЛОЖЕНИЕ В
(обязательное)

Схема СКС принципиальная (План монтажа здания)

ПРИЛОЖЕНИЕ Г
(обязательное)

Ведомость документов

ПРИЛОЖЕНИЕ Д
(обязательное)

Перечень оборудования