Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение Образования

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНФОРМАТИКИ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ

Факультет компьютерных систем и сетей

Кафедра электронных вычислительных машин

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

к курсовой работе

по дисциплине: «Аппаратное обеспечение компьютерных сетей»

на тему: «Локальная компьютерная сеть»

БГУИР КР 1–40 02 01 01 212 ПЗ

Выполнил:

студент гр. 850502

Лосевич К.Д.

Выполнил: Руководитель:

студент группы 850502 ст. преп. каф. ЭВМ

Лосевич К. Д. Глецевич И. И.

Минск 2021

|  |  |
| --- | --- |
| Вариант | 12 |
| Сфера деятельности | Компания по разработке компьютерных игр. |
| Помещения и пользователи | В отдельном двухэтажном здании.  4 комнаты для программистов и тестировщиков на втором этаже (15, 20, 20, 25 м 2 ) -- суммарно 16 стац. и 16 моб. подкл.  4 комнаты на первом этаже (аналогично), включая кабинет директора -- 1 стац. и 1 моб. подкл., комнату для собеседований -- 3 моб. подкл., служебное помещение и серверную. |
| Оконечное оборудование | 17 ПК с web-камерами, личные ноутбуки, личные смартфоны, webсервер, обычный и цветной принтеры. |
| Подключение к Internet | Multigigabit Ethernet. 5 Gbit/s. |
| Адресация | IPv4 (публичная подсеть) и IPv6 (публичная подсеть). |
| Безопасность | Конкретных требований нет. |
| Финансы | Полноценная коммерческая сеть. |
| Дополнительные требования  заказчика | Использовать сетевое оборудование Aruba (HPE). |

СОДЕРЖАНИЕ

[ВВЕДЕНИЕ](#_Toc514717791) 5

[1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ](#_Toc514717792) 6

1.1 Общие сведения об настраиваемом функционале…………………………..6

1.2 Выбор активного оборудования……………………………………………...6

1.3 Выбор пассивного оборудования…………………………………………….7

[2 СТРУКТУРНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ](#_Toc514717796) 8

2.1 Разделение сети на структурные блоки………………………………………8

2.2 Описание структурных блоков……….………………………………………8

[3 ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ](#_Toc514717801) 9

[3.1 Общие сведения об используемом оборудовании](#_Toc514717802) 9

3.1.1 Коммутатор ………………………………...……………………………9

3.1.2 Маршрутизатор ………………………………………..………………..9

3.1.3 Беспроводная точка доступа……………………………………………9

3.1.4 Web-сервер ……………………….…………………………………….10

3.1.5 Рабочая станция ………………………………………………………..10

3.1.6 Принтеры……………………………………………….. ……………..10

3.1.7 Web-камера .……………………....……………………………………10

[3.2 Адресация в локальной компьютерной сети](#_Toc514717803) 10

[3.3 Настройка коммутатора](#_Toc514717806) 11

[3.4Настройка маршрутизатора 1](#_Toc514717806)2

[3.5 Настройка рабочих станций 12](#_Toc514717806)

[3.6 Настройка доступа в Интернет 13](#_Toc514717806)

[3.7 Настройка беспроводной точки доступа 1](#_Toc514717806)3

[3.8 Настройка web-сервера 1](#_Toc514717806)4

[3.9 Настройка принтеров 1](#_Toc514717806)5

[3.10 Настройка web-камеры 1](#_Toc514717806)5

[4 ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТРУКТУРИРОВАННОЙ КАБЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ](#_Toc514717796) 16

[4.1 План этажа](#_Toc514717806) 16

[4.2 Пассивное сетевое оборудование](#_Toc514717806) 16

[4.2.1 Кабель](#_Toc514717806) 16

[4.2.2 Информационные разетки.……………………………………………](#_Toc514717806)17

[4.3 Расчет качества связи для беспроводной точки доступа………………….](#_Toc514717806)17

[4.4 Монтаж активного сетевого оборудования](#_Toc514717806) 18

[4.4.1 Монтаж web-сервера](#_Toc514717806) 18

[4.4.2 Монтаж коммутатора и маршрутизатора…………………………….](#_Toc514717806)18

[4.4.3 Монтаж беспроводной точки доступа….…………………………….](#_Toc514717806)18

[4.5 Монтаж пассивного сетевого оборудования…….………..……………….](#_Toc514717806)18

[ЗАКЛЮЧЕНИЕ 2](#_Toc514717796)0

[СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ 2](#_Toc514717796)1

[ПРИЛОЖЕНИЕ А 2](#_Toc514717796)3

[ПРИЛОЖЕНИЕ Б 2](#_Toc514717796)4

[ПРИЛОЖЕНИЕ В 2](#_Toc514717796)5

[ПРИЛОЖЕНИЕ Г 2](#_Toc514717796)6

[ПРИЛОЖЕНИЕ Д 2](#_Toc514717796)7

[ПРИЛОЖЕНИЕ Е 2](#_Toc514717796)8

[ПРИЛОЖЕНИЕ Ж 2](#_Toc514717796)9

[ПРИЛОЖЕНИЕ И](#_Toc514717796) 30

[ПРИЛОЖЕНИЕ К](#_Toc514717796) 31

[ПРИЛОЖЕНИЕ Л](#_Toc514717796) 32

[ПРИЛОЖЕНИЕ М](#_Toc514717796) 33

[ПРИЛОЖЕНИЕ Н](#_Toc514717796) 34

**ВВЕДЕНИЕ**

В двадцать первом веке все коммуникации строятся на интернете: офисы, магазины, университеты, различные предприятия имеют выход в глобальную сеть. Во многих организациях присутствует различное количество рабочих станций, которые связаны между собой. Связь между ними завязана на компьютерных сетях.

Компьютерные сети передачи данных являются результатом информационной революции. Всемирная тенденция к объединению компьютеров в сети обусловлена рядом важных причин, таких, как ускорение передачи информационных сообщений, возможность быстрого обмена информацией между пользователями, получение и передача сообщений, не отходя от рабочего места, возможность мгновенного получения любой информации из любой точки земного шара, а также обмен информацией между компьютерами разных фирм производителей, работающих под разным программным обеспечением. Компьютерные сети представляют собой вычислительные системы, в которых объединённая группа компьютеров одновременно выполняет определённые взаимосвязанные задачи, а также обеспечивают обмен данными между устройствами. Основной задачей компьютерных сетей является совместный и одновременный доступ к данным.

Локальная компьютерная сеть – это сеть, работающая в пределах одного здания, помещения или на небольших расстояниях. Связь между множеством компьютеров и устройствами позволяет ускорить и упростить работу любого предприятия.

Структура локальной сети предприятия состоит из многих компонентов, которые обеспечивают ее корректную работу. Чтобы все элементы сети работали бесперебойно и давали возможность работникам быстро получать данные и обрабатывать их, нужно грамотно планировать прокладку кабельной системы, установку оборудования и соединение всех элементов. Только четко структурированная система, отвечающая всем потребностям предприятия, даст возможность осуществлять все необходимые операции.

Для компаний по разработке собственных продуктов необходимо совместное использование данных, общий доступ к устройствам и ресурсам. Коммуникация между сотрудниками предприятия позволяет улучшить продуктивность и ускорить использование общих ресурсов.

Целью данного курсового проекта является разработка локальной компьютерной сети для компании по разработке игр, которая располагается на двух отдельных этажах.

**1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ**

В качестве литературных источников в данном курсовом проекте были использованы различные статьи, научная и учебно-методическая литература, документация и материалы, представленные на сайтах и форумах, специализирующихся на сетях. Также очень полезной оказалась официальная документация оборудования.

В электронном ресурсе [1] подробно описываются примеры и достоинства использования Virtual LAN (VLAN) для построения логической топологии сети.

В книге [2] структурированно и детально подана информация об особенностях традиционных и перспективных технологиях локальных и глобальных сетей и возможных проблемы при построении корпоративных сетей для малого и крупного бизнеса.

Источник [3] предоставляет подробную информацию об архитектуре «router-on-stick» (роутер на палочке), которая применяется в данном курсовом проекте. Также рассматриваются возможные сценарии реализации.

В электронном ресурсе [4] рассматриваются принципы работы коммутаторов L2 и L3, их особенности, функции и различия. Также описаны факторы, которые следует учитывать при выборе коммутатора конкретного уровня.

Для поиска необходимого сетевого оборудования использовался официальный сайт компании Hewlett Packard Enterprise (HPE) [5]. Помимо обширного каталога проводного и беспроводного оборудования для сетей передачи данных корпоративного уровня, на сайте описываются преимущества использования данного оборудования и история развития самой компании.

Учитывая специфику деятельности компании, для которой будет разрабатываться локальная компьютерная сеть, возникла необходимость в поиске правильной модели рабочей станции для использования достаточно требовательного и профессионального программного обеспечения. В электронных ресурсах [6] и [7] подробно описываются отличия рабочей станции от персонального компьютера, надежность и оптимизация под программное обеспечение и нужные компоненты графических рабочих станций для их типовых областей применения.

Выбор периферийного оборудования, а именно принтеров и web-камеры, производился с помощью электронного ресурса [8]. Данный ресурс является интернет-магазином и содержит большой ассортимент решений в области периферийных устройств компании HP. Также там приведены технические характеристики, отзывы покупателей и цены каждого устройства.

Для работы с беспроводной точкой доступа Aruba серии 203 используется руководство [9] по установке и настройке, в котором также приведен пример конфигурации через web-интерфейс.

Краткое руководство по настройке и сведения о безопасности и нормативных требованиях коммутаторов Aruba серии 2920 можно подчеркнуть из ресурса [10]. Здесь представлены подробнейшие указания по настройке коммутатора, начиная от распаковки и проверки входящих в комплект деталей и заканчивая рекомендациями по настройке коммутатора для управления.

В справочном руководстве по интерфейсу командной строки Aruba OS CLI [11] в подробнейшем и структурированном виде представлены сравнения команд в специфике трёх операционных систем: HPE Aruba OS, HP Comware и Cisco IOS. Данное руководство оказалось очень полезным в описании настроек конфигураций сетевых устройств. Также оно призвано помочь корпоративным партнерам и клиентам компании HPE, которые имеют опыт в настройке оборудования Cicso.

Для оформления курсовой работы был использован электронный ресурс под редакцией кафедры ЭВМ [11]. Данный ресурс помог грамотно оформить пояснительную записку, в соответствии с гостами.

**2 СТРУКТУРНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ**

В данном разделе описывается проектирование структурной схемы локальной компьютерной сети.

Раздел сопровождает чертеж структурной схемы компьютерной сети, с которым можно ознакомиться в приложении «А».

**2.1 Разделение сети на структурные блоки**

По варианту задания, компания по разработке компьютерных игр находится на двух соседних этажах. Каждый этаж включает в себя по 4 комнаты.

На первом этаже в кабинете директора находятся принтеры и персональный компьютер директора, который является администратором. В серверной на первом этаже находятся web-сервер и монтажная стойка с маршрутизатором и коммутатором, к которому подключены оконечные устройства. На втором этаже находятся компьютеры разработчиков, каждый из которых подключен к коммутатору в стойке на первом этаже.

Для построения модели локальной сети были выделены 6 независимых блоков: маршрутизатор, коммутатор, подключенные к нему стационарные и мобильные оконечные устройства, персональный компьютер администратора, и последним блоком является выход всей системы в глобальную сеть.

Для компьютера администратора, стационарных и мобильных оконечных устройств выделено три отдельные подсети.

Двунаправленная стрелка отражает все связи между структурными единицами по одной линии в разных направлениях.

**2.2 Описание структурных блоков**

К структурной единице «Персональный компьютер администратора», относится персональный компьютер директора, который отвечает за управления сетью во всем предприятии.

Структурная единица «Маршрутизатор» выполняет маршрутизацию между подсетями в инфраструктуре.

К единице структурного проектирования «Коммутатор» подключены все оконечные устройства.

К структурной единице «Стационарные оконечные устройства» относятся рабочие станции разработчиков и тестировщиков и принтеры.

Структурная единица «Мобильные оконечные устройства» отвечает за беспроводной выход в интернет всех мобильных устройств.

Для того, чтобы вся инфраструктура имела доступ к интернету, необходимо обеспечить ей выход в интернет. Структурная единица «Internet» отвечает за обеспечение доступа посредством технологии Multigigabit Ethernet.

**3 ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ**

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

Схема, описывающая топологию ЛКС, представлена в приложении «Б».

Название интерфейсов в активном оборудовании соответствует тому, как они выглядят в рамках своей операционной системы.

**3.1 Выбор активного сетевого оборудования**

**3.1.1 Обоснование выбора коммутатора**

Для выбора конкретной модели коммутатора сначала необходимо определить его место в иерархической структуре корпоративной локальной сети, которая делится на три независимых уровня, включая уровень доступа, уровень распределения и уровень ядра. На каждом уровне классифицируются корпоративные коммутаторы, среди которых коммутатор уровня доступа является ключевой частью, при которой локальные конечные пользователи допускаются в сеть.

Учитывая относительно небольшое число сотрудников в компании, на данный момент нету необходимости вводить уровни распределения и ядра. Однако, во избежание проблем в будущем, рекомендуется руководствоваться принципом избыточности. Поскольку количество сотрудников компании может вырасти и не было поставлено никаких ценовых рамок, то лучшим решением будет использовать коммутатор уровня распределения с поддержкой функций уровня ядра.

Немаловажными требованиями также являются наличие количества портов большего, чем количество устройств, которые будут к нему подключены на момент проектирования сети, и поддержка стандарта 802.1q (VLAN).

Коммутатор HPE Aruba 2920-48G-POE+ (J9729A**)** полностьюсоответствует вышеперечисленным требованиям.

Устройства серииHPE Aruba 2920 – надежные, масштабируемые и удобные в использовании коммутаторы, подходящие для развертывания на участках корпоративных сетей, в филиалах компаний и средах малых и средних организаций.

Выбранный коммутатор содержит 44 RJ-45 порта 10/100/1000 с автоматическим определением скорости. Также он поддерживает модульное стекирование, интерфейс 10GbE и IPv6.

**3.1.2 Обоснование выбора маршрутизатора**

В соответствии с требованиями, для маршрутизации пакетов между подсетями, а также предоставления выхода в интернет всему оконечному оборудованию необходимо приобрести достаточно мощный маршрутизатор модели Aruba (HPE).

Компания HP предлагает мощные маршрутизаторы, которые обладают лучшим в сетевой отрасли соотношением цены и производительности. Маршрутизаторы данной компании предназначены как для поддержки сервисов на границе локальной сети, так и для организации сети на любом предприятии.

Стоит отметить, что ценовые ограничения при выборе отсутствуют, поэтому принято решение приобрести высокопроизводительный маршрутизатор модели HPE FlexNetwork MSR935 (JG518B), который также обладает необходимым количеством портов для построения локальной сети.

Маршрутизатор HPE FlexNetwork MSR935 является устройством, которое позволяет при помощи конфигурации построить виртуальную систему маршрутизации пакетов. Также маршрутизатор поддерживает возможность статической маршрутизации IPv4 и IPv6 адресов и набор функций по безопасному распределению трафику между оконечными устройствами.

**3.1.3 Обоснование выбора беспроводной точки доступа**

При выборе беспроводной точки доступа, необходимо обратить внимание на стандарты Wi-Fi, который она поддерживает, от которого зависит максимальная скорость передачи данных. Также, необходимо учитывать частотный диапазон, на котором работает точка доступа.

Точки доступа со стандартом беспроводной связи 802.11n имеют скорость передачи данных в 150 Мбит/с и работают на частоте в 2,4 ГГц. При таком частотном диапазоне будет проглядываться более высокая загруженность в сравнении с диапазоном 5 ГГц, однако дальность действия точки доступа выше, а также большинство устройств используют данный диапазон.

В рабочих условиях диапазон в 2,4 ГГц является более оптимальным, поскольку сигнал может передаваться на более дальнее расстояние, поэтому принято решение искать точку доступа с описанным выше стандартом и частотным диапазоном.

В связи с условием заказчика, требуется приобрести точку доступа фирмы Aruba (HPE), поэтому было принято решение приобрести беспроводную точку доступа модели Aruba AP-203H, которая соответствует перечисленным требованиям, является наиболее мощной на своем уровне и имеет соответствующую высокую цену.

**3.2 Выбора оконечного оборудования**

**3.2.1 Обоснование выбора рабочей станции для сотрудников**

Требования заказчика касаемо персональных компьютеров для сотрудников можно подчеркнуть из направления деятельности самой компании. Разработка игр — довольно обширное понятие, которое включает в себя разработку мобильных игр, аркад и довольно массивных проектов с виртуальной реальностью. Соответственно, бюджетные модели не подойдут, так как не смогут поддерживать нужный функционал на приемлемом уровне. То есть сотрудникам нужны не просто персональные компьютеры, а полноценные рабочие станции, поэтому необходимо выбрать высокопроизводительную модель с большими вычислительными мощностями для использования ресурсоемкого профессионального программного обеспечения. Рабочие станции должны быть оснащены сетевыми адаптерами с возможностью подключения к Gigabit LAN. Также в требования входит наличие операционной системы [Microsoft Windows](https://ru.wikipedia.org/wiki/Microsoft_Windows), так как для нее адаптированы большое количество игровых движков и программных пакетов для игровой разработки.

На основе вышеупомянутых требований и отсутствии финансовых ограничений заказчику нужно предложить варианты среди самых высокопроизводительных рабочих станций от производителя HP.

Подходящим выбором будет самая мощная рабочая станция HP Z8 G4. К основным преимуществам данной станции можно отнести современный корпус устройства, который обеспечивает свободный доступ к удобно расположенным внутренним модулям, сертифицированную поддержка профессионального ПО, повышающую продуктивность и скорость работы, и продуманную систему бесшумной вентиляции, обеспечивающую эффективное охлаждение всего устройства даже при высоких рабочих нагрузках. Также все рабочие станции Z8 оснащены расширенными функциями безопасности. Корпоративные данные и личная информация сотрудников будут под надежной защитой с ПО HP Client Security Suite и HP Sure Start — первой в отрасли BIOS с функциями автоматического восстановления и обнаружения вторжений.

**3.2.2 Обоснование выбора персонального компьютера администратора**

Предполагается, что задачи директора компании значительно отличаются от задач сотрудников и носят больше организационный характер. Основными требованиями при выборе персонального компьютера администратора являются наличие сетевых адаптеров с возможностью подключения к Gigabit LAN, надежность комплектующих и возможность подключения периферийных устройств, таких как обычный и цветной принтеры.

В соответствии с предложениями, которые предоставляет компания Aruba на своем официальном сайте, выбор будет происходить среди компьютеров относительно бюджетной ценовой категории, не смотря на отсутствие финансовых ограничений от заказчика.

В результате выбора было отдано предпочтение офисному персональному компьютеру HP EliteDesk 800 G6 Desktop Mini с высокой производительностью и достаточно малыми габаритами, что обеспечит его удобное размещение на столе администратора.

Также официальный сайт компании HPE указывает в комплектации с выбранным персональным компьютером операционную систему Windows 10 Pro, что однозначно делает этот выбор подходящим для большинства пользовательских задач: работа с пакетом MS Office, электронными таблицами, базами данных и бухгалтерией.

**3.3 Обоснование выбора web-сервера**

Компания HPE предлагает множество разных видов и продуктовых серий серверов, предназначенных для различных бюджетов, задач и рабочих нагрузок. У корпоративных заказчиков наибольшим спросом пользуются следующие семейства серверов:

1. DL (Density Line). Серверы данного семейства предназначены для монтажа в стойку.

2. ML (Maximized for Internal Expansion Line). Башенные серверы, которые оптимизированы для расширения и позиционируются как решения для малого и среднего бизнеса.

1. BL (Blade Line). Серверы для блейд-систем (блейд-серверы).

Данные семейства имеют небольшую в сравнении с другими серверными решениями HPE цену, предлагают широкий выбор моделей в пределах каждого семейства (от самых бюджетных до высокопроизводительных). Серверы указанных семейств могут использоваться для всех основных ИТ-задач (видеонаблюдение, почта, телефония, базы данных, виртуализация), отличаются большой гибкостью конфигураций, поддерживают все необходимые комплектующие и горячую замену большинства компонентов.

Небольшой компании по разработке игр рекомендуется выбрать башенный сервер HPE Proliant ML110 Gen9 в корпусе Tower, который отличается масштабируемостью и надежностью. Вместе с расширением бизнеса данная модель может быть преобразована в сервер для установки в стойку, что позволяет расширить бизнес без лишних затрат и необходимостью покупать полностью новый сервер. Также несмотря на то, что по условию не имеется никаких финансовых ограничений, башенные серверы имеют преимущество в цене по сравнению со стоечными серверами своего класса, и при аналогичных конфигурациях стоят в среднем на 15-20% меньше, что определенно является плюсом.

Вместе с сервером принято решение использовать операционную систему CentOS – дистрибутив Linux от компании Red Hat, который славится свей надежностью и гибкостью конфигурации.

Выбор Linux также обоснован тем фактором, что в большинстве случаев установка клиентских ОС на серверы HPE Proliant официально не поддерживается, и драйверы для серверов под данные ОС не выпускаются, что может привести к проблемам и сбоям, или даже неработоспособности системы, при попытке их установки.

**3.4 Обоснование выбора периферийного оборудования**

**3.4.1 Обоснование выбора принтеров**

Заказчик требует наличие обычного и цветного принтера в компании фирмы Aruba (HPE).Выбирая офисный принтер необходимо будет определить, какую технологию печати он будет поддерживать – струйную или лазерную. В первом случае, красящим элементов выступают чернила, которые хорошо передают цвета и оттенки, а также отличаются доступной стоимостью, а во втором — тонер, который более дорогой, но определенно быстрее.

Так как в требованиях нет никаких финансовых ограничений, то выбор будет происходить среди моделей средней и высокой ценовых категорий.

В качестве черно-белого принтера был выбран HP LaserJet Enterprise 700 Printer M712dn, поддерживающий печать до 20000 страниц в месяц и предназначенный для рабочих групп в компаниях, которым нужен энергоэффективный принтер для быстрой черно-белой печати в больших объемах на носителях различного формата вплоть до A3.

В качестве цветного принтера был выбран многофункциональный лазерный принтер HP LaserJet Pro M428fdn (W1A29A), являющийся надежным вариантом для малого бизнеса, который нуждается в дополнительных возможностях сканирования, эффективном решении повседневных задач.

Дополнительно стоит указать, что данные принтеры имеют Ethernet-порт.

**3.4.2 Обоснование выбора web-камеры**

По требованию заказчика рабочие станции должны иметь в качестве периферийного устройства web-камеру.

Каталог данных устройств от производителя HP достаточно невелик, к тому же некоторые модели были сняты с продажи, поэтому выбор нужной web-камеры исходит от главного критерия – стоимости.

На данный момент на рынке web-камер от HP самым дорогим и подходящим вариантом является модель [HP Webcam HD 4310](https://komp.1k.by/multimedia-webcams/hp/HP_Webcam_HD_4310-769820.html), которая поддерживает автофокусировку, имеет крепление на мониторе и встроенный микрофон.

**3.5 Адресация в локальной компьютерной сети**

Для адресов протокола IPv4 выбрана публичная подсеть 192.168.0.0. Разобьем подсеть на 3 подсети: для административной подсети, для компьютеров разработчиков и тестировщиков, а также для мобильных устройств. Каждая из подсетей содержит определенное количество хостов, которое зависит от количества оконечных устройств.

Адресация IPv4 для локальной сети представлена в таблице 3.9.

Таблица 3.9 – Адресация IPv4

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Назначение | IPv4 адрес | Маска подсети | VLAN ID |
| VLAN для административной подсети | 192.168.0.8 | 255.255.255.248  /29 | 11 |
| VLAN для компьютеров разработчиков и принтеров | 192.168.0.32 | 255.255.255.224  /27 | 12 |
| VLAN для мобильных устройств | 192.168.0.64 | 255.255.255.224  /27 | 13 |

Для адресов протокола IPv6 выдана публичная подсеть вида Global Unicast 2a03:c740:0::/64. Разобьем подсеть на 3 подсети, точно также, как и для протокола IPv4.

Адресация IPv6 представлена в таблице 3.10.

Таблица 3.10 – Адресация IPv6

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Назначение | IPv6 адрес | VLAN ID |
| VLAN для административной подсети | 2a03:c740:1::/64 | 11 |
| VLAN для компьютеров разработчиков и принтеров | 2a03:c740:2::/64 | 12 |
| VLAN для мобильных устройств | 2a03:c740:3::/64 | 13 |

**3.6 Настройка коммутатора**

Первым делом необходимо настроить связь между устройствами. Для этого на коммутаторе создадим и настроим виртуальные сети (виланы). В таблицах 3.9 и 3.10 представлены IP адреса, а также индексы для разделения виланов.

Ниже представлен алгоритм конфигурации:

1. Перейти в привилегированный режим для получения доступа ко всем командам коммутатора, после чего осуществить переход в режим конфигурации.

2. Включить IP-маршрутизацию на коммутаторе. Даже если она была включена ранее, повторное включение даст гарантию, что она будет работать.

3. Создать виланы на коммутаторе. Для этого необходимо ввести идентификатор, а также название вилана.

4. Указать порты для связи между маршрутизатором и оконечными устройствами. Между коммутатором и маршрутизатором необходимо указать tagged порт (аналог trunk в cisco), а между коммутатором и оконечными устройствами – untagged порт (аналог access в cisco).

Файл конфигураций коммутатора представлен в приложении «В».

**3.7 Настройка маршрутизатора**

Следующим шагом является настройка маршрутизации между подсетями. Для этого необходимо настроить InterVLAN Routing.

Также следует упомянуть, что маршрутизатор работает на операционной системе HP Comware.

Ниже представлен алгоритм конфигурации:

1. Перейти в привилегированный режим для получения доступа ко всем командам маршрутизатора.

2. Разбить интерфейс, идущий к коммутатору на подинтерфейсы для каждого из виланов, указанных в таблице 3.9.

3. Использовать технологию router-on-stick, когда маршрутизатор физически подключен к сети одним линком (проводом) и при этом, обслуживает несколько подсетей. Для этого необходимо указать тип инкапсуляции dot1q.

4. Указать IPv4 и IPv6 адреса и маску подсети из таблицы 3.9 и 3.10.

Описанный алгоритм необходимо проделать для каждого вилана.

Файл конфигураций маршрутизатора представлен в приложении «Г».

**3.8 Настройка рабочих станций**

Для каждой рабочей станции необходимо указать путь по умолчанию (default gateway) маршрутизатора, который имеет выход в глобальную сеть. Для этого необходимо перейти в Центр управления сетями, после чего перейти в Свойства TCP / IPv4. В поле Default gateway указать IP адрес маршрутизатора. Для IPv6 аналогично.

Далее необходимо назначить адресацию для IPv4 и IPv6. Для этого нужно перейти в Центр управления сетями.

Для настройки IPv4 перейти в Свойства TCP / IPv4 в центре управления сетями и указываем в полях IP address и Subnet mask. Соответствующие IP адрес и маску подсети необходимо взять из таблицы 3.9. Меню настройки представлено на рисунке 3.1 в приложении «Д».

Для настройки IPv6 перейти в Свойства TCP / IPv6 в центре управления сетями и указать в полях IPv6 address и Subnet prefix length IP адрес и маску подсети соответственно из таблицы 3.10. Меню настройки представлено на рисунке 3.2 в приложении «Д».

**3.9 Настройка доступа в Интернет**

Для выхода всей локальной сети в глобальную сеть необходимо настроить NAT.

Ниже представлен алгоритм конфигурации:

1. Сконфигурировать NAT Server для доступа пользователей к веб-серверу внутри локальной сети. Для этого необходимо указать global (outside) адрес, который назначен хосту в Интернете, inside адрес, который виден из внешней сети, а также технологию, предоставляющую доступ к текстовой информации по http. В качестве TCP порта указать порт 80.

2. Предоставить доступ к Интернету для всех разработчиков на предприятии, настроив динамический NAT [22]. Для этого необходимо указать идентификатор группы адресов, а также адрес глобальной сети, назначенный хосту в Интернете.

3. Настроить ACL 2000 [23], который отвечает за контроль доступа, а также правило, позволяющее проходить пакетам только из одного заданного адреса (192.168.0.0). В качестве номера ACL выбран 2000, который является стандартным, а также фильтрует пакеты только по IP адресу источника.

4. Настроить PAT [24], чтобы несколько приватных адресов локальной сети могли транслироваться на один общедоступный адрес. Для этого необходимо задать порт, а также настроить исходящий NAT на интерфейсе.

Конфигурация представлена в приложении «Е».

**3.10 Настройка беспроводной точки доступа**

Преимуществом настройки точек доступа от Aruba является то, что необходимо настроить лишь одну единицу, которая является Master, а после ее конфигурации остальные точки доступа синхронизируют свои настройки с первой.

Рисунки для данного подраздела представлены в приложении «Ж».

Ниже представлен алгоритм конфигурации:

1. Перейти в главное меню web-интерфейса Aruba. Для этого необходимо провести аутентификацию, введя логин admin и пароль admin. Главное меню интерфейса представлено на рисунке 3.3. При необходимости можно изменить уникальное имя точки доступа, нажав кнопку edit в окне Access Point.

2. Создать новую сеть. Для этого необходимо нажать кнопку New в окне Network, после чего произойдет переход в меню конфигурации новой сети, показанное на рисунке 3.4.

3. Настроить WLAN [26], указав в поле Name SSID уникальный SSID, названный по смыслу. Радиокнопка Employee выбирается для мобильных устройств всех работников, а Guest для гостей предприятия.

5. Соотнести каждый созданный WLAN с виланом локальной сети, выбрав радиокнопку Static и во всплывающем окне ввести VLAN ID из таблицы 3.9. Для распределения IP адресов посредством DHCP необходимо активировать эту функцию, выбрав радиокнопку Virtual Controller assigned. Меню для настройки VLAN представлено на рисунке 3.5.

6. Сконфигурировать настройки безопасности, указав пароль, его формат, уровень безопасности, где для офисного предприятия подойдет пункт Personal, а также стандарт безопасности. Остальные настройки оставить в значении по умолчанию. Окно для настройки безопасности представлено на рисунке 3.6.

7. Настроить DHCP сервер для динамической выдачи IP адресов всем клиентам. Для этого в главном меню необходимо нажать на кнопку More, после чего нажать на DHCP Server. В поле Type необходимо выбрать область видимости Local. Это означает, что будет использоваться одна точка доступа по умолчанию. Далее требуется указать необходимый вилан, имя сервера (DNS сервера и домена), список исключаемых IP адресов, а также время аренды сети для клиентов (720 минут по умолчанию). Окно для настройки DHCP сервера представлено на рисунке 3.7.

**3.11 Настройка web-сервера**

Ниже представлен алгоритм конфигурации:

1. Установить пакет httpd при помощи пакетного менеджера yum, для работоспособности сервера Apache. После установки конфигурационные файлы будут помещены в /etc/httpd, где главным файлом будет httpd.conf, путем к которому является /etc/httpd/conf/httpd.conf.

2. Установленный пакет httpd содержит настройки по умолчанию для запуска сервера. Для использования сервера на предприятии необходимо изменить настройки конфигурационного файла, однако в указаниях заказчика неизвестны необходимые настройки. В связи с этим, для проверки работоспособности сервера необходимо ввести команды, представленные в конфигурации. Первая команда запустит сервис httpd, а вторая проверит состояние сервера. В случае успешного запуска появится стартовое окно, которое показано на рисунке 3.8 в приложении «И».

**3.12 Настройка принтеров**

Обычный и цветной принтер имею аналогичные настройки для работоспособности в локальной сети.

Ниже представлен алгоритм конфигурации:

1. Подключить принтер к проводной сети посредством Ethernet-кабеля.

2. Установить программное обеспечение для необходимой модели принтера. Для этого требуется перейти на сайт 123.hp.com, ввести модель используемого принтера и действовать по инструкции, предоставленной после ввода. Начальное окно указанного сайта представлено на рисунке 3.9.

3. Добавить подключенный принтер в установленном программном обеспечении.

Рисунки представлены в приложении «К».

**3.13 Настройка web-камеры**

После подключения камеры к станции посредством USB-кабеля, необходимо провести конфигурацию.

Рисунки для данного раздела представлены в приложении «Л».

Ниже представлен алгоритм конфигурации:

1. Установить программное обеспечение с помощью оптического носителя. Установка происходит в автоматическом режиме.

2. Проверить работоспособность устройства при помощи стандартного приложения Camera от Windows. Приложение представлено на рисунке 3.10.

3. Изменить параметры изображения при необходимости. Это можно сделать в любом приложении, которое работает с камерой. Панель изменения параметров камеры представлена на рисунке 3.11.

**4 ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТРУКТУРИРОВАННОЙ КАБЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ**

В данном разделе описывается выбор пассивного сетевого оборудования, монтаж и размещение оборудования, а также расчёт качества связи.

План этажа представлен в приложении «М».

**4.1 План этажа**

По заданию проектируемая локальная сеть находится в отдельном двухэтажном здании.

На первом этаже находится 4 комнаты, включая кабинет директора, который занимает пространство в 15 м2, комнату для собеседований и серверную, занимающие пространство по 20 м2, а также служебное помещение, размером в 25 м2.

На втором этаже располагаются 4 комнаты программистов и тестировщиков, где размер комнат аналогичны размерам на первом этаже.

На первом этаже находится 1 рабочая станция и 4 мобильных подключения, а на втором этаже по шестнадцать станций и мобильных подключений.

В серверной установлен web-сервер, маршрутизатор и коммутатор, к которому подключены все оконечные устройства на обоих этажах.

Для обозначения розеток на первом этаже и втором принято решение использовать условные обозначения «S1.1 – S1.3» и «S2.1 – S2.16» соответственно.

**4.2 Выбор монтажного оборудования**

**4.2.1 Обоснование выбора кабеля и коннектора**

Первым этапом выбора пассивного оборудования является выбор кабеля «витой пары», который будет соединять компоненты сети между собой.

Стоит обратить внимание, что по заданию подключение к сети Интернет должно быть по Multigigabit Ethernet [27] со скоростью передачи данных 5 Гбит/с. Такая скорость достижима на старой кабельной инфраструктуре, то есть на прежних медных кабелях категорий 5e и 6, а также 6a. Каждая из категорий отличаются пропускной способностью частотного диапазона. В таблице 4.1 представлены сравнительные характеристики кабелей.

После изучения сравнительных характеристик принято решение использовать витую пару категории 6a, поскольку кабели данной категории работают на частоте в пять раза выше. Кабель поддерживает Multi-gigabit Ethernet, а также обладает необходимой максимальной скоростью передачи данных.

Таблица 4.1 – Категории кабеля «витая пара»

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Категория | Максимальная скорость, Гбит/с | Полоса частот, МГц | Максимальна длина, м |
| Cat-5e | 5 | 100 | До 100 |
| Cat-6 | 10 | 250 | До 100,  до 55 с использованием 10GBASE-T |
| Cat-6a | 10 | 500 | До 100 с использованием 10GBASE-T |

Витые пары могут быть экранированными и неэкранированными, однако по заданию не указано, какой тип использовать. Поэтому принято решение использовать неэкранированную витую пару, которая представляет из себя четыре пары скрученных между собой проводов, при этом каждая пара изолирована друг от друга.

Сетевое оборудование рассчитано на подключение к ним кабеля витой пары при помощи коннектора. Принято решение использовать коннекторы RJ-45.

Изучив конкретные модели на рынке, решено использовать следующее кабельное оборудование:

1. Неэкранированный кабель витой пары ParLan Cat6A S/FTP.

2. Коннектор прямого соединения RJ-45 8P8C CAT 6A.

**4.2.2 Обоснование выбора информационной розетки**

Работа локальной компьютерной сети в помещении невозможна без использования информационных розеток, при помощи которых рабочие станции и другие сетевые устройства соединяются с сетью посредством кабеля витой пары.

Актуальность использования информационных розеток присутствует на предприятиях, где располагается много рабочих станций, которые могут меняться местами в связи с перестановками или переездом. Также, розетки используются в помещениях, где одним беспроводным подключением не обойтись и требуется высокое качество связи подключения к сети Интернет.

Информационная розетка типа RJ-45 применяется для подключения сетевого оборудования. Розетка сделано из пластикового корпуса и минимум одного разъема для подключения кабеля витой пары.

Стоит отметить, что информационные розетки RJ-45 могут быть разных категории:

1. RJ-45 Cat.5 применяется в сетях 100BASE-TX с полосой частот 125 МГц и с максимальной скоростью передачи данных 100 Мбит/c.

2. RJ-45 Cat.5e позволяет передавать данные для двух пар со скоростью до 100 Мбит/с, а для четырех до 1000 Мбит/с.

3. RJ-45 Cat.6 применяется в сетях Gigabit Ethernet и Fast Ethernet, где скорость передачи данных доходит до 1000 Мбит/c.

Также, существует разъем RJ-11, которая предназначена для соединения с телефонным кабелем, однако, поскольку заказчик требует другую технологию подключения к сети Интернет, то данный тип кабеля не рассматривается.

В конечном итоге принято решение использовать розетку фирмы Schneider Electric Glossa GSL000181K, которые предназначены для установки в жилых и промышленных помещениях. Розетка является типа RJ-45 Cat.5e и имеет один разъем для подключения кабеля витой пары.

**4.2.2 Обоснование выбора телекоммуникационной стойки**

Размещение коммутатора и маршрутизатора будет осуществляться в телекоммуникационную стойку, которая представляет из себя конструкцию, где удобно располагать различное оборудование и объекты для создания локальных сетей. Глубина полок может быть какой угодно, высота в среднем позволяет вмещать технику высотой 48 юнитов.

В связи с отсутствием финансовых ограничений со стороны заказчика рекомендуется выбрать двухрамную 19-дюймовую монтажную стойку SNR-STK-S-7533 со всем необходимым набором комплектации.

Данная телекоммуникационная монтажная стойка легко перемещается куда угодно, причем для этого не нужно освобождать полки и убирать оборудование. Отсутствие стенок обеспечивает быстрый доступ к оборудованию и отличную вентиляцию, что позволяет оборудованию не переохлаждаться зимой и не перегреваться летом. Это важно для техники, которая быстро ломается при резких температурных колебаниях.

**4.3 Расчёт качества связи для беспроводной точки доступа**

В центре каждого помещения, где располагаются работники компании, расположена беспроводная точка доступа.

Затухание радиоволн характеризует ослабление сигнала на пути от передатчика к приёмнику. В беспрепятственной воздушной среде оно рассчитывается по формуле:

дБ (4.1)

где F – частота в ГГц, D – расстояние, в метрах, до самой дальней точки в помещении.

Расчёт затухания производится в кабинете директора, площадь которого занимает 15 м2.

Расстояние между мобильным устройством директора и беспроводной точкой доступа составляет 2,5 м2. Частота 2,4 ГГц является наиболее используемой для передачи информации по Wi-Fi.

Произведём расчёт затухания по формуле 4.1:

Для обеспечения точкой доступа хорошего сигнала необходимо расположить ее в центре площади, которая покрывается сигналом.

**4.4 Размещение и монтаж сетевого оборудования**

Исходя из описания задания, на первом этаже двухэтажного здания находится серверная, где будет размещаться сетевое и серверное оборудование.

**4.4.1 Монтаж коммутатора в стойку**

Для установки в стойку на коммутаторе имеются две точки крепления монтажных кронштейнов с каждой стороны, как показано на рисунке 4.1: одна рядом с панелью для сетевых портов, а другая рядом с панелью для установки блоков питания.

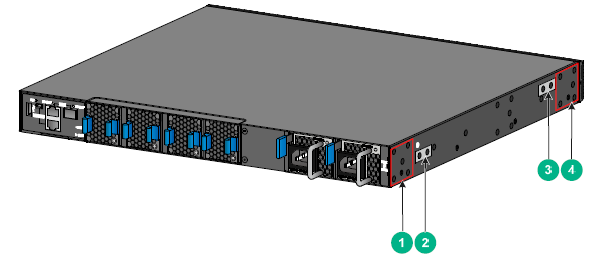


Рисунок 4.1 – Точки установки монтажных кронштейнов на коммутаторе

Чтобы прикрепить монтажные кронштейны и направляющие к корпусу необходимо:

1. Совместить монтажные кронштейны с отверстиями под винты в корпусе. Используйте винты М4 (входят в комплект поставки) для крепления монтажных кронштейнов к корпусу.

2. Совместить направляющие корпуса с отверстиями для крепления направляющих к корпусу.

3. Использовать винты М4 (входят в комплект поставки) для крепления направляющих к корпусу.

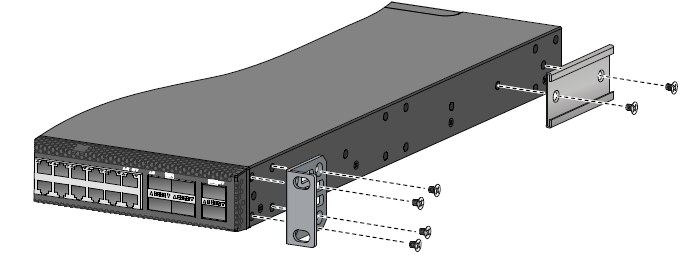


Рисунок 4.2 – Крепление монтажных кронштейнов и направляющих корпуса к коммутатору

Для непосредственной установки получившейся конструкции в монтажную стойку необходимо:

1. Прикрепить направляющие салазки к задним вертикальным профилям стойки.

2. Вставить плавающие гайки (входят в комплект поставки) в передние вертикальные профили стойки.

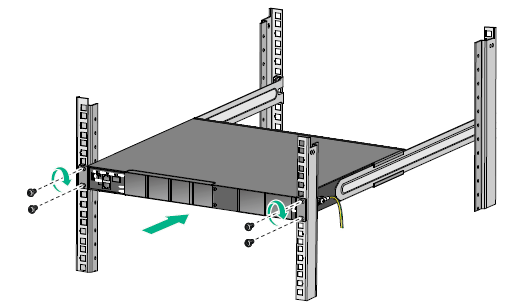


Рисунок 4.2 – Завершающий этап монтажа коммутатора в стойку

Также для эффективной вентиляции нужно с каждой стороны устройства обеспечить свободное пространство не менее 5 см, сзади - не менее 12 см. Отсутствие свободного пространства позади коммутатора может привести к перегреву и появлению сбоев в работе сети по причине плохой вентиляции.

Все оконечное оборудование инфраструктуры соединено с коммутатором также посредством кабеля витой пары.

**4.4.2 Монтаж маршрутизатора в стойку**

Перед установкой стоит проверить, не теряет ли стойка устойчивости под весом установленного оборудования.

Установка маршрутизатора в монтажную стойку осуществляется по вышеописанной последовательности монтажа коммутатора при помощи соответствующих кронштейнов и необходимого количества винтов (входят в комплект поставки).

Также необходимо оставить зазоры по 15,24 см (6 дюймов) с обеих сторон маршрутизатора для прохода охлаждающего воздушного потока, который будет входить слева, циркулировать по корпусу и выбрасываться через выпускное отверстие с двумя вентиляторами с другой стороны корпуса.

**4.4.3 Монтаж web-сервера**

По заданию, конкретные требования к безопасности отсутствуют, поэтому сервер, поставляемый в корпусе Tower, необходимо разместить на полукруглом столе, который располагается в самом углу серверной рядом с телекоммуникационной стойкой.

Web-сервер необходимо соединить с коммутатором, который находится в монтажной стойке, посредством кабеля витой пары.

**4.4.4 Монтаж беспроводной точки доступа**

Каждый работник компании должен иметь доступ к беспроводному доступу к сети Интернет. Для этого в центре, на потолке каждого рабочего помещения необходимо установить беспроводную точку доступа.

Беспроводная точка доступа имеет встроенную антенны, которая позволяет ориентировать ее в пространстве. Точка доступа должна быть направлена вертикально вниз, вместе с резиновыми прокладками, чтобы обеспечить максимальное усиление сигнала антенны.

Местоположение точки доступа должно быть свободно от препятствий или явных источников помех, которые будут влиять на распространение радиосигналов и должны учитываться во время монтажа точки доступа. Также стоит избегать использования точки доступа с другим оборудованием или в штабелях с ним, поскольку это может привести к неправильной эксплуатации.

Монтаж беспроводной точки доступа проводиться в соответствии с руководством «Quick Installation Guide 802.11n Unified Access Point» [28].

Для установки точки доступа Aruba серии 203R на вертикальный кронштейн необходимо выполнить следующие действия:

1.Выбрать место для установки точки доступа, которое способно надежно выдержать ее вес.

2.Прижать защелкивающуюся крышку к кронштейну и использовать два отверстия для винтов, чтобы отметить точки крепления.

3.Установить защелкивающуюся крышку так, чтобы она плотно прилегала к стене в вертикальном положении. Совместите отверстия для винтов на защелкивающейся крышке с соответствующими отверстиями для крепления на стене.

4.Закрепить устройство.

5.Убедиться, что кабель питания и кабель Ethernet подключены к задней части точки доступа.

6.Совместить выступы на защелкивающейся крышке с соответствующим пазом на задней панели точки доступа, затем нажмите на

крышку, пока она не встанет на место.

Все беспроводные точки доступа в инфраструктуре соединены с коммутатором посредством кабеля витой пары.

**4.4 Размещение рабочих станций и принтеров**

На втором этаже в помещениях требуется разместить 16 рабочих станций для сотрудников и тестировщиков.

На первом этаже в кабинете директора необходимо установить персональный компьютер администратора и принтеры.

Рабочие станции сотрудников, персональный компьютер администратора и принтеры будут располагаться на соответствующих столах прямоугольной формы, высота которых составляет 1,25 м. Также они должны быть соединены с коммутатором посредством кабеля витой пары.

**4.5 Монтаж пассивного сетевого оборудования**

Прокладка кабелей осуществляется с учётом международного стандарта ISO/IEC11801 [29], описывающего телекоммуникационные кабельные системы общего назначения.

Для каждого оконечного устройства в помещениях кабель витой пары необходимо провести вдоль стены на полу. Для того, чтобы протянуть кабель на второй этаж, в потолке на первом этаже присутствует отверстие диаметром 2 см.

Рядом с каждым из оконечных устройств монтируется информационная розетка на высоте 40 см от пола. Около рабочих мест кабель витой пары необходимо поднять на высоту 40 см для подключения его к информационной розетке.

К каждой из беспроводных точек доступа кабель витой пары необходимо провести вдоль потолка, который находится на высоте 4м.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В результате выполнения курсового проекта, спроектирована и настроена локальная компьютерная сеть для компании по разработке компьютерных игр.

Во время работы использованы новейшие технологии проектирования локальной сети, что позволяет работникам компании не беспокоится за работоспособность сетевых инструментов.

В конечном итоге представлено структурное проектирование, что позволяет разделить всю сеть на отдельные компоненты, функциональное проектирование, где представлены все алгоритмы конфигурации локальной сети, а также проектирование кабельной системы.

Выполнение данной курсовой работы пополнило багаж знаний проектирования локальных компьютерных сетей, а также подтвердило важность использования сетей на любом предприятии.

**СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ**

[1] Virtual LAN [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.technotrade.com.ua/Articles/what\_is\_vlan.php.

[2] Архитектура «router-on-stick» [Электронный ресурс]. – Режим https://habr.com/ru/post/138573/.

[3] DHCP-сервер [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://itelon.ru/solution/server\_dhcp/.

[4] Принтер [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://neumeka.ru/printer.html.

[5] Беспроводная точка доступа [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://help-wifi.com/poleznoe-i-interesnoe/chto-takoe-tochka-dostupa-wi-fi-chem-otlichaetsya-router-ot-tochki-dostupa/.

[6] Маршрутизатор [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.speedcheck.org/ru/wiki/router/.

[7] Коммутатор [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://galtsystems.com/blog/start/chto\_takoe\_setevoy\_kommutator\_i\_dlya\_chego\_on\_nuzhen/.

[8] HPE Aruba 2540 48G JL357A [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://hpserver.by/aruba-2540-48g-poe-4sfp-switch-jl357a.html.

[9] HPE FlexNetwork MSR935 (JG518B) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://stack-systems.com.ua/marshrutizator-hpe-flexnetwork-msr935-jg518b.

[10] Aruba AP-203H [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.karma-group.ru/catalog/tochki-dostupa-hpe-aruba/hpe-aruba-ap-203h-series/.

[11] HPE Proliant ML110 Gen9 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.proliant.ru/catalog/servers/ml/ML110Gen9.html.

[12] HP EliteDesk 705 G5 SFF 2B405ES [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://hpstore.by/hp-elitedesk-705-g5-sff-2b405es.html.

[13] HP LaserJet Pro M404dn [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.21vek.by/mfp/laserjetprom404dnw1a53a\_hp.html.

[14] HP OfficeJet Pro 7720 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://support.hp.com/by-ru/document/c05567915.

[15] HP Webcam HD 2300 [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://market.yandex.ru/product--veb-kamera-hp-webcam-hd-2300/8342712.

[16] Hyperline ParLan Cat5e F/UTP [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://paritet.su/catalog/cat5e\_f\_utp\_2/.

[17] Коннектор RJ-45 8P8C CAT 5e [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://tm.by/razem-dzhek-kompyuternyy-rj-45-8p8c-cat-5e-100-sht-yupiter.

[18] Schneider Electric Glossa GSL000181K [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://imarket.by/product/schneider-electric-eli-schneider-electric-rozetka-glossa-gsl000181k/properties/.

[19] ArubaOS-Switch, Comware and Cisco IOS CLI Reference Guide [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://community.arubanetworks.com/HigherLogic/System/DownloadDocumentFile.ashx?DocumentFileKey=ad758c9c-2e14-4f0c-a6cf-f73955929d61.

[20] InterVLAN Routing [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.arubanetworks.com/techdocs/ArubaOS\_83\_Web\_Help/Content/ArubaFrameStyles/Network\_Parameters/inter\_vlan\_routing.htm.

[21] HP Comware [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://blackdiver.net/it/networks/4283.

[22] Динамический NAT [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://wiki.merionet.ru/seti/13/nat-na-palcax-chto-eto/.

[23] ACL 2000 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://asvk.cs.msu.su/sites/all/themes/professional\_theme/files/Bak\_and\_Mag\_2019/ACL-NAT-seminar-4.pdf.

[24] PAT [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://habr.com/ru/post/351332/.

[25] Aruba Instant 8.3.0.x User Guide [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.arubanetworks.com/techdocs/Instant\_83x\_WebHelp/Content/PDFs/Aruba%20Instant%208.3.0.x%20User%20Guide.pdf.

[26] WLAN [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.workmobiles.ru/tags/WLAN/.

[27] Multigigabit Ethernet [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://community.fs.com/ru/blog/multi-gigabit-switch-for-growing-enterprise-campus-network.html.

[28] Quick Installation Guide 802.11n Unified Access Point [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://cdn.cnetcontent.com/52/a2/52a21c68-a1eb-48c4-b26f-7839abfd725f.pdf.

[29] ISO/IEC11801 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://inkabel.ru/assets/files/ISO-IEC-11801.pdf.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(обязательное)

Локальная компьютерная сеть. Схема структурная

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

(обязательное)

Локальная компьютерная сеть. Схема функциональная

ПРИЛОЖЕНИЕ В

(обязательное)

Конфигурация коммутатора

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

(справочное)

Конфигурация маршрутизатора

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

(справочное)

Конфигурация рабочих станций

ПРИЛОЖЕНИЕ Е

(справочное)

Настройка доступа в Интернет

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж

(справочное)

Конфигурация беспроводной точки доступа

ПРИЛОЖЕНИЕ И

(справочное)

Конфигурация web-сервера

ПРИЛОЖЕНИЕ К

(справочное)

Конфигурация принтеров

ПРИЛОЖЕНИЕ Л

(справочное)

Конфигурация web-камеры

ПРИЛОЖЕНИЕ М

(обязательное)

Локальная компьютерная сеть. План 1 и 2 этажей

ПРИЛОЖЕНИЕ Н

(обязательное)

Перечень оборудования, изделий и материалов