

ВВЕДЕНИЕ

Локальная компьютерная сеть – это сеть, которая состоит из нескольких устройств, находящихся в пределах одной инфраструктуры. Они объединены между собой при помощи активного и монтажного оборудования.

В наши дни сложно представить офис, предприятие или университет без использования технологий локальных компьютерных сетей. Они позволяют одновременно использовать несколько рабочих станций, а также периферийных устройств, подключенных к ним. Также, благодаря сетям можно получать удаленный доступ к устройствам.

Использование компьютерных сетей увеличивает скорость работы в инфраструктуре, что повышает производительность труда. Рационально распределяются вычислительные мощности, ведь каждая сложная задача разбивается на множество простых при задействовании других конечных устройств.

Локальные компьютерные сети стоит правильно использовать, ведь при непредвиденных обстоятельствах для сетей, может произойти сбой в оборудовании вплоть до прекращения его работы, что приведет к остановке работы инфраструктуры.

В данном курсовом проекте необходимо разработать рабочую модель локальной компьютерной сети для квартир девятиэтажного жилого дома.

1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1 Описание работы локальной компьютерной сети

Передача данных по оптоволокну является самым эффективным видом связи во всех сферах жизнедеятельности [1].

Принцип работы системы оптоволоконной связи весьма прост: есть лазер, который генерирует мощное световое излучение. Также, есть оптические волокна с сердцевиной из светопроводящего пластика, по которым свет (условно) движется от генератора к пользователю интернета, и, также, есть светопринимающий модуль в потребительской аппаратуре пользователя. На передающей стороне с помощью специальной аппаратуры «кодируют» информацию в форме модуляций световых волн. Аппаратура на стороне потребителя (фотоприемник) декодирует данные и переводит их в понятные образы.

Преимущества работы оптоволоконных линий:

1. Обеспечивают полную защиту от помех.
2. Безопасны для пользователей (отсутствуют металлические проводники).
3. Малый вес и диаметр.
4. Обеспечивают оптимальную защиту данных (несанкционированное подключение без повреждения кабеля невозможно).

Чтобы организовать оптоволоконное соединение, необходимо провести следующие операции:

1. Прокладка оптоволокну до здания (помещения).
2. Установить распределительную оптическую коробку в распределителе.
3. Проложить оптоволоконный кабель от распределительной коробки до оптической розетки.
4. Установить оптический модем и подключить его к розетке оптическим патч-кордом.

DHCP [2] – это клиент-серверный протокол динамической конфигурации хоста (Dynamic Host Configuration Protocol), с помощью которого в ИТ-инфраструктуре сетевые параметры каждого нового устройства прописываются автоматически. Использование DHCP существенно упрощает работу системных администраторов в случаях расширения сети.

1.2 Используемое оборудование

Оптическая распределительная коробка [3] является монтажным элементом волоконно-оптической линии связи. Предназначением коробки оптической распределительной являются сращивание и распределение оптоволоконного кабеля, установка монтажного оптического оборудования с обеспечением при этом легкого доступа к сварным соединениям.

Электрическая распределительная коробка представляет собой контейнер для электрических соединений, основной целью которого является сокрытие разветвлений проводов.

Конструкция оптической этажной распределительной коробки является идеальной для использования в многоэтажных домах (для подключения квартиры).

Оптическая розетка [4] представляет собой блочное устройство, которое служит для соединения волоконно-оптических кабелей.

Оптический патч-корд SC/APC [5] представляет собой отрезок симплексного оптического кабеля диаметром 3 мм, оконцованный с двух сторон коннекторами SC различной полировки - UPC (Ultra Physical Contact) и APC (Angled Physical Contact).

Витая пара [6] представляет собой одну или несколько пар изолированных проводников, скрученных между собой.

Коннектор RJ-45 [7] – это пластиковый разъем, который подсоединяется к концам кабеля витая пара.

Информационная розетка [8] – это элемент кабельной системы, который обеспечивает подключение сетевого оборудования к локальным компьютерным сетям.

Волоконно-оптический модем [9] соединяет электронное устройство, такое как компьютер, с сетью Интернет. Для возможности подключения новых желающих из жильцов подъезда, а также возможности отключения, на каждом модеме находится рабочий телефон технической поддержки.

2 СТРУКТУРНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

В данном разделе описывается проектирование структурной схемы локальной компьютерной сети.

Раздел сопровождает чертеж схемы СКС структурной, который находится в приложении «А».

2.1 Разделение на структурные блоки

Проектируемая локальная компьютерная сеть находится в девятиэтажном доме. Каждая квартира является отдельной структурной единицей, так как они независимы между собой.

К каждой квартире подключен отдельный оптический модем, который также является отдельным структурным блоком.

Описанные выше структурные единицы подключены к блоку, который отвечает за оптическую розетку и распределительную коробку, которая имеет выход в сеть Интернет.

Стрелка показывает связь между структурными блоками в обоих направлениях.

2.2 Описание структурных блоков

Волоконно-оптическая линия связи включает в себя распределительную коробку, которая предназначена для распределения оптоволоконного кабеля, а также оптическую розетку для соединения оптоволоконных кабелей, протянутых от коробки.

Четыре блока, которые отвечают за отдельные квартиры: каждое помещение имеет свою локальную подсеть.

Каждая квартира подключена к своему отдельному блоку оптического модема, благодаря которому происходит выход в сеть.

Блок выхода в интернет обеспечивает выход локальной сети в глобальную.

3 ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

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

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

3.1 Общие сведения об используемом активном оборудовании

Во время построения локальной компьютерной сети использовался лишь два элемента активного оборудования: модем Huawei EchoLife HG8245H-256M, а также рабочая станция Dell Precision T5820 MT.

3.1.1 Модем Huawei EchoLife HG8245H-256M

По требованию заказчика, подключение к сети Интернет должно быть реализовано посредством оптоволокну. Для этого необходимо приобрести оптический модем, который имеет свойство распределять проводное и беспроводное подключение.

Главными критериями при выборе являются поддержка технологии GPON, которая позволяет по одному кабелю получить несколько услуг одновременно, а также наличие LAN-портов и распределение беспроводного подключения к сети Интернет.

Также, бюджет при выборе не ограничен, поэтому выбран оптический GPON-модем Huawei, характеристики которого представлены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Характеристики Huawei EchoLife HG8245H-256M [10]

Наименование	Описание
Тип устройства	GPON-модем
Названия и количество интерфейсов	GPON-порт 1 x 2.488/1.244 Гбит/с, LAN-порт 4 x 10/100/1000 Мбит/с, USB-порт 1 USB 2.0, 1 DSL-порт, 2 VoIP-порта
Беспроводная сеть Wi-Fi	Антенна: 2 внешние антенны
	Диапазон частот: 2.4 ГГц
	Стандарты беспроводной связи: 802.11 b, g, n
Параметры устройства	Максимальное энергопотребление: 15.5 Вт
	Электропитание: 12 В, 2 А
	Размер: 176 мм x 138.5 мм x 28 мм

3.1.2 Рабочая станция Dell Precision T5820 MT

По условию, бюджет для выбора оборудования неограничен, однако бюджет жильцов неизвестен. В связи с этим принято решение приобрести рабочую станцию средних мощностей, характеристики которых представлены в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Характеристики Dell Precision T5820 MT [11]

Наименование	Описание
Процессор	Intel Xeon W-2223 (3.6 ГГц)
Оперативная память, ГБ	32
Общий объем SSD, ГБ	512
Общий объем HDD, ГБ	1000
Операционная система	Windows 10 Pro
Тип памяти	DDR4
Число ядер процессора	4
Тип видеокарты	Встроенная
Оптический привод	DVD-RW SuperMulti с поддержкой DualLayer
Частота процессора, ГГц	3.6
Количество HDD	1
Количество SSD	1
Сетевая карта	1000 Мбит/с (GE)
Интерфейсы и разъемы	USB 3.1 Gen 1, USB 3.2 Type-C, RJ-45 Ethernet, 3.5 мм
Число портов USB 3.2 Gen 1	8

3.2 Адресация в локальной компьютерной сети

Для адресов протокола IPv4 выдана публичная подсеть 192.168.100.0. Каждая квартира находится в своей собственной подсети, IPv4 адреса которых указаны в таблице 3.3.

Адресация IPv4 для локальной сети представлена в таблице 3.3.

Таблица 3.3 – Адресация IPv4

Назначение	IPv4 адрес	Маска подсети
Квартира 1	192.168.100.2	255.255.255.0
	...	
	192.168.100.20	
Квартира 2	192.168.100.22	255.255.255.0
	...	
	192.168.100.40	

Продолжение таблицы 3.3

Назначение	IPv4 адрес	Маска подсети
Квартира 3	192.168.100.42	255.255.255.0
	...	
Квартира 4	192.168.100.60	255.255.255.0
	...	
	192.168.100.62	
	...	
	192.168.100.80	
	...	

Для IPv6 адресов выдана публичная подсеть вида Global Unicast 2a00:1760:98::/64. Адреса назначаются динамически каждому из устройств в инфраструктуре.

Адресация IPv6 представлена в таблице 3.4.

Таблица 3.4 – Адресация IPv6

Назначение	IPv4 адрес	Префикс
Рабочая станция 1	2a00:1760:98::1	/64
Рабочая станция 2	2a00:1760:98::2	/64
Рабочая станция 3	2a00:1760:98::3	/64
Рабочая станция 4	2a00:1760:98::4	/64

3.3 Настройка рабочих станций

Для каждой рабочей станции на этаже необходимо применить следующие действия:

Первым делом требуется настроить IPv4 адресацию. Для этого необходимо перейти по следующему пути: Панель управления/ Центр управления сетями / Свойства TCP/IPv4. В окне настройки адресации выбрать пункт Получить IP-адрес автоматически, а также Получить адрес DNS-сервера автоматически, как показано на рисунке 3.1.

Далее необходимо настроить IPv6 адресацию. Для этого необходимо перейти по следующему пути: Панель управления/ Центр управления сетями / Свойства TCP/IPv6. В окне адресации выбрать пункт Получить IPv6-адрес автоматически, а также Получить адрес DNS-сервера автоматически, как показано на рисунке 3.2.

Скриншоты для настройки рабочих станций представлены в приложении «В».

3.4 Настройка оптического модема

Настройка модема [12] производится в нескольких разделах: WAN для настройки выхода в глобальную сеть, LAN для настройки локальной сети, а также WLAN для настройки Wi-Fi. Далее представлены действия для настройки оптического модема.

Первым делом необходимо подключиться к графическому интерфейсу для конфигурации модема. Для этого в адресной строке браузера необходимо ввести адрес по умолчанию 192.168.100.1. После этого откроется окно авторизации, показанное на рисунке 3.3. Для входа в модем в поле для ввода логина введем root, а в поле для пароля admin.

Далее необходимо перейти в раздел «WAN» и провести следующие настройки:

1. Выбрать подключение «4_INTERNET_R_VID_10».
2. Режим WAN перевести в «Route WAN».
3. В поле «User Name» ввести номер договора.
4. В поле «Password» ввести пароль.
5. Установить галочку «SSID1» в положение «выбрано».
6. Сохранить все изменения, нажав кнопку «Apply».

Окно конфигурации WAN представлено на рисунке 3.4.

Следующим шагом необходимо перейти в раздел «LAN» и провести следующие настройки:

1. Перейти во вкладку «DHCP Server Configuration».
2. Пункт «Enable primary DHCP Server» отметить галочкой для включения DHCP-сервера.
3. Пункт «Enable DHCP Relay» отметить галочкой для включения функции Ретранслятора.
4. Пункт «Enable Option 125» отметить галочкой. С этой функции оператор по протоколу DHCP автоматически со своего сервера сможет «внедрять» свои специальные настройки.
5. В полях «Start IP Address» и «End IP Address» ввести начальный и конечный адреса для текущей подсети. Адреса представлены в таблице 3.3.
6. Указываем Primary DNS и Secondary Server, как показано на рисунке 3.5.
7. Сохранить все изменения, нажав кнопку «Apply».

Последним шагом необходимо перейти в раздел «WLAN» для настройки Wi-Fi и провести следующие настройки:

1. Отметить галочкой пункт «Enable WLAN».
2. Нажать кнопку «New» для создания новой сети.
3. В поле «SSID Name» ввести название беспроводной сети.
4. Отметить галочкой пункт «Enable SSID».
5. Отметить галочкой пункт «Broadcast SSID».

6. Отметить галочкой пункт «Enable WMM».
 7. В поле «Number of Associated» ввести значение, которое определяет одновременное количество подключенных пользователей.
 8. В поле «Authentication Mode» выбрать ключ шифрования «WPA2 Pre-Shared Key».
 9. В поле «Encryption Mode» выбрать метод шифрования «TKIP&AES».
 10. В поле «WPA PreSharedKey» ввести пароль для Wi-Fi.
 11. Сохранить все изменения, нажав кнопку «Apply».
- Окно настройки WLAN представлено на рисунке 3.6.
- Действия необходимо проделать для каждого модема на этаже, адресация для которых представлена в таблице 3.3.
- Скриншоты для настройки модема представлены в приложении «Г».

4 ПРОЕКТИРОВАНИЕ КАБЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

В данном разделе описывается прокладка кабелей каналов связи, размещение оборудования, выбор кабелей и информационных розеток.

План монтажа первого этажа можно увидеть в приложении «Д».

4.1 План этажа

По выданному заданию локальная сеть находится в подъезде девятиэтажного дома. На этаже располагаются 4 квартиры (однокомнатная, две двухкомнатная и одна трехкомнатная) по разные стороны лестничной площадки. Перечисленные квартиры занимают площадь в 24 м², 32 м², 37 м² и 56 м² соответственно.

В служебном помещении находится оптическая распределительная коробка для организации подключения квартир абонентов к вертикальной распределительной сети, а также оптическая розетка, которая служит для соединения волоконно-оптических кабелей. Устройства между собой соединены при помощи оптоволоконного кабеля.

В каждой из квартир располагается оптический модем, который соединен с оптической розеткой посредством кабеля витой пары.

План первого этажа подробно можно рассмотреть в приложении «Е».

4.2 Монтажное сетевое оборудование

4.2.1 Выбор кабелей

Для начала необходимо выбрать оптоволоконный кабель, посредством которого соединены оптическая распределительная коробка и оптическая розетка. По заданию, бюджет не ограничен, поэтому была выбрана дорогая модель кабеля Deps SC/APC-SC/APC [13].

Следующим этапом необходимо выбрать кабель «витой пары», посредством которого соединены оптические модемы с оптической розеткой. Существуют множество категорий кабелей, однако рассматриваются только с 5 по 6 версию, за счет того, что категории с 1 по 4 практически не используются. Категории кабелей представлены в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Категории кабеля «витая пара»

Категория	Полоса частот, МГц	Применение	Максимальная скорость, Гбит/с
5/5е	100	Fast Ethernet, Gigabit Ethernet	0,1/1
6	250	10 Gigabit Ethernet	10
6A	500	10 Gigabit Ethernet	10

В результате выбора принято решение использовать витую пару категории 5е за счет скорости, которой будет достаточно для любой квартиры в многоквартирном доме. Также, витые пары различаются по типу: экранированные и неэкранированные, однако требований к кабелю в задании не указано, поэтому используется наиболее распространенный тип кабеля – неэкранированный.

Для того, чтобы соединить кабель витой пары с сетевым оборудованием, необходимо использовать коннекторы прямого соединения модели RJ-45.

В конечном итоге выбрана неэкранированная витая пара 5е категории модели Hyperline UUTP4-C5E-S24-IN-LSZH-GY [14] и коннектор прямого соединения RJ-45 Cabeus 8P8C-SH-C7-TWP [15].

4.2.2 Выбор информационной розетки

Для подключения оборудования к локальной сети принято решения использовать популярную марку информационных розеток Glossa GSL000181K [16].

4.2.3 Выбор оптической коробки

Поскольку по варианту задания предусмотрена полноценная коммерческая сеть, то принято решение выбрать оптическую коробку с наилучшими характеристиками, модели SNR-FTTH-FDB-24A [17].

4.2.4 Выбор оптической розетки

Оптическая розетка предназначена для установки в служебном помещении и обеспечивает подключение абонентов к волоконно-оптической сети доступа. Было принято решение использовать розетку марки FTTH 3М-8686 [18] компании 3М.

4.3 Расчет качества связи для беспроводной сети

По общепринятым понятиям, в квартирах точка доступа Wi-Fi располагается в коридоре, недалеко от входной двери. Для лучшего качества связи принято решение расположить оптические модемы в той комнате, где располагается рабочее место жильца.

Для расчета затухания радиоволн в беспрепятственной воздушной среде необходимо воспользоваться формулой:

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

где F – частота в ГГц,

D – расстояние, в метрах до дальнего мобильного устройства.

Рассчитаем затухание в самой большой квартире (трехкомнатной) для самой дальней комнаты. Расстояние от точки доступа до самой дальней точки равно 8 м. Значением частоты используем 2,4 ГГц, как ту, которую использует оптический модем.

Произведём расчёт затухания по формуле 4.1:

$$L = 32,44 + 20 \lg(2,4) + 20 \lg(8) = 58 \text{ дБ}$$

Для лучшего качества связи принято решение расположить оптические модемы в той комнате, где располагается рабочее место жильца.

4.4 Монтаж сетевого оборудования

4.4.1 Монтаж оптической коробки

Обычно, оптическая коробка монтируется на стене на максимальной высоте. Расстояние от пола до потолка составляет 3 м, поэтому оптическую коробку необходимо разместить на высоте 2,8 м от пола.

Оптическая коробка соединена с оптической розеткой посредством оптоволоконного кабеля.

4.4.2 Монтаж оптической розетки

Установка абонентской оптической розетки производится на высоте от 25 см до 70 см. Принято решение взять среднее от этого интервала и разместить розетку на высоте 47,5 см.

4.4.3 Монтаж оптических модемов

Оптические модемы принято решение разместить на стене в комнате, где располагается рабочее место жильца на высоте 1 м от уровня пола. Для этого необходимо просверлить несколько отверстий в стене с целью прокладки кабеля, а также фиксации держателя устройства.

Каждый оптический модем подключен к оптической розетке посредством кабеля витой пары.

4.5 Прокладка кабеля

Для соединения оптической коробки оптической розетки необходимо провести оптоволоконный кабель, который протянут с улицы в здание. На улице кабель расположен под землей, а в здании поднимается на высоту 2,8 м. Около розетки кабель спускается на высоту 47,5 см. Далее оптический кабель

протянут на верхние этажи, на каждом из которых располагаются свои оптические розетки.

Кабель витой пары необходимо провести на высоте 3 м над уровнем пола и опустить около оптических модемов на высоту 1 м. Для соединения с модемами в стене просверлены отверстия диаметром 2,5 см.

Рядом с рабочим местом жильца расположены информационные розетки на высоте 35 см от пола. Для соединения оптического модема и оконечного устройства необходимо опустить кабель к розетке.

Для правильной прокладки кабелей требуется изучить международный стандарт ISO/IEC11801 [19], который описывает телекоммуникационные кабельные системы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения курсового проекта спроектирована локальная компьютерная сеть для жильцов девятиэтажного панельного дома с учетом всех пожеланий заказчика.

Подключение жильцов к сети Интернет происходит при помощи оптоволоконных технологий, которые являются наиболее быстрыми на сегодняшний день для передачи информации.

Спроектированы структурная схема, план помещения, а также топология сети. Выбраны наиболее подходящие под условия заказчика устройства.

Выполнение курсового проекта пополнило багаж знаний в проектировании локальных компьютерных сетей, в частности – при помощи оптоволоконных технологий.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

- [1] Передача данных по оптоволокну [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://book.itep.ru/3/optic_32.htm.
- [2] DHCP [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://greendail.ru/node/chto-takoe-dhcp-i-kak-rabotaet-obyasnenie-osnovnyh-principov>.
- [3] Оптическая распределительная коробка [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://tkc.by/info/dictionary/k/korobka-opticheskaya-raspredelitelnaya-etazhnaya-fiber-optic-distribution-boxe-for-subscriber-zone/>.
- [4] Оптическая розетка [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://apelsin.net/news/kompyuternaya-i-opticheskaya-rozetka.html>.
- [5] Оптический патч-корд SC/APC [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://fibertop.ru/types_of_optical_connectors_polishing.htm/.
- [6] Витая пара [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://skomplekt.com/vitaya-para-kategorii-obzhim-sovetyi/>.
- [7] Коннектор RJ-45 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://proftelecom.by/RJ_45_razem.htm.
- [8] Информационная розетка [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://lemzspb.ru/informatsionnaya-rozetka-dlya-chego-nuzhna/>.
- [9] Волоконно-оптический модем [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://bourabai.kz/telecom/gpon.htm>.
- [10] Huawei EchoLife HG8245H-256M [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://lan1.by/qa/1769/>.
- [11] Dell Optiplex MT 3080-2736 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.kns.ru/product/kompyuter-dell-optiplex-3080-mt-3080-2736/characteristics/>.
- [12] Настройка модема [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://netflow.by/blog/tweak-isp/654-nastrojka-wi-fi-na-routere-huawei-hg8245h-256m>.
- [13] Deps SC/APC-SC/APC [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://catalog.onliner.by/cable/deps/depsoptical50>.
- [14] Hyperline UUTP4-C5E-S24-IN-LSZH-GY [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.hyperline.ru/catalog/kabel/vitaya-para/-5e/hyperline-uutp4-c5e-s24-in-lszh-gy-305-305-m-kabel-vitaya-para-neekranirovannaya-u-utp-kategoriya-5e/>.
- [15] RJ-45 Cabeus 8P8C-SH-C7-TWP [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.unibelus.by/itm/k53443>.
- [16] Glossa GSL000181K [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://21vek.by/electrical_switches_sockets/glossagsl000181k_schneider_electric.html.
- [17] SNR-FTTH-FDB-24A [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://shop.nag.ru/catalog/02270.komponenty-opticheskikh-sistem/19150.ftth-raspredelitelnye-korobki/20575.snr-ftth-fdb-24a>.

[18] FTTH 3М-8686 [Электронный ресурс]. – Режим доступа:
https://multimedia.3m.com/mws/media/793748O/ftth-wall-outlet.pdf?fn=FTTh%20wall%20outlet_RU.pdf.

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

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(обязательное)

Схема СКС структурная

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
(обязательное)

Схема СКС функциональная

ПРИЛОЖЕНИЕ В
(обязательное)

Скриншоты для настройки рабочих станций

ПРИЛОЖЕНИЕ Г
(обязательное)

Скриншоты для настройки оптических модемов

ПРИЛОЖЕНИЕ Д
(обязательное)

Схема СКС принципиальная (План монтажа первого этажа)

ПРИЛОЖЕНИЕ Е
(обязательное)

Схема СКС принципиальная (План первого этажа)