

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**
(Н И У « Б е л Г У »)

ИНСТИТУТ ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК
КАФЕДРА ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ
СИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЙ

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ МУЛЬТИСЕРВИСНОЙ СЕТИ СВЯЗИ В
ПЕРВОМАЙСКОМ РАЙОНЕ Г.ИЖЕВСКА**

Выпускная квалификационная работа
обучающегося по направлению подготовки 11.03.02
Инфокоммуникационные технологии и системы связи
очной формы обучения, группы 07001411
Мирошниченко Александра Павловича

Научный руководитель
Старший преподаватель
кафедры
Информационно-
телекоммуникационных
систем и технологий
НИУ «БелГУ» Пеньков Е.П.

Рецензент
главный конструктор
ООО «НПП «ЭИТ» БелГУ»
Жуков С.А.

БЕЛГОРОД 2018

ВВЕДЕНИЕ

Современная эпоха характеризуется стремительным процессом информатизации общества. На сегодняшний день увеличивается потребность людей в современных услугах связи.

Вопросам мультисервисного доступа уделяется большое внимание как издаваемых научно-технических книгах, так и на сайтах информационных ресурсов, в том числе, компании-производители сетевого оборудования периодически размещают техническую информацию и приводят описание новых технологий. Сети доступа стали одним из направлений, в наибольшей степени динамично развиваемых Операторами связи, и в современных реалиях инфокоммуникационного рынка перспектива Оператора значительно зависит от того, какие решения и технологии выбраны для его сети доступа. Множество привычных сетей доступа, эксплуатировавшихся Операторами до сегодняшнего дня, отличались высокой стоимостью и низкой эффективностью. Даже с началом конвергенции сетей связи все новые решения имели отношение, прежде всего, к транспортной сети, способам создания услуг, а так же устройствам управления. Столкнувшись с необходимостью предоставления пользователю полного спектра инфокоммуникационных услуг, Операторы пришли к понятию мультисервисного доступа. В Республике Удмуртия внедрение мультисервисных решений идет не первое десятилетие, тем не менее, из-за большого объема инвестиций в развитие сетей, эта тенденция до конца не реализована. Есть целые поселения, и микрорайоны в крупных городах республики, в которых предоставляется либо только часть услуг, либо сетевые сервисы не соответствуют запросам пользователей, в том числе, по качеству. Поэтому разработка мультисервисной сети в одном из крупных городских микрорайонов Ижевска является актуальной. Целью проекта является обеспечение современными инфокоммуникационными услугами жителей Первомайского района г. Ижевска на основе реализации мультисервисной сети связи.

					11070006.11.03.02.114.ПЗВКР	Лист
						3
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Для достижения поставленной цели в ВКР решены следующие задачи:

- Анализ инфраструктуры объекта;
- Анализ вариантов построения сети связи, выбор сетевой технологии;
- Расчет параметров трафика мультисервисной сети;
- Расчет объема оборудования;
- Выбор типа линейно-кабельных сооружений;
- Составление плана прокладки кабеля и размещения сетевого оборудования.
- Технико-экономическое обоснование проекта.

					11070006.11.03.02.114.ПЗВКР	Лист
						4
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1 ЭКСПЛИКАЦИЯ ОБЪЕКТА ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Ижевск - город Российской Федерации, крупный административный, промышленный, торговый, научно-образовательный и культурный центр Поволжья и Урала, столица Удмуртской Республики. Образует городской округ город Ижевск. [1]

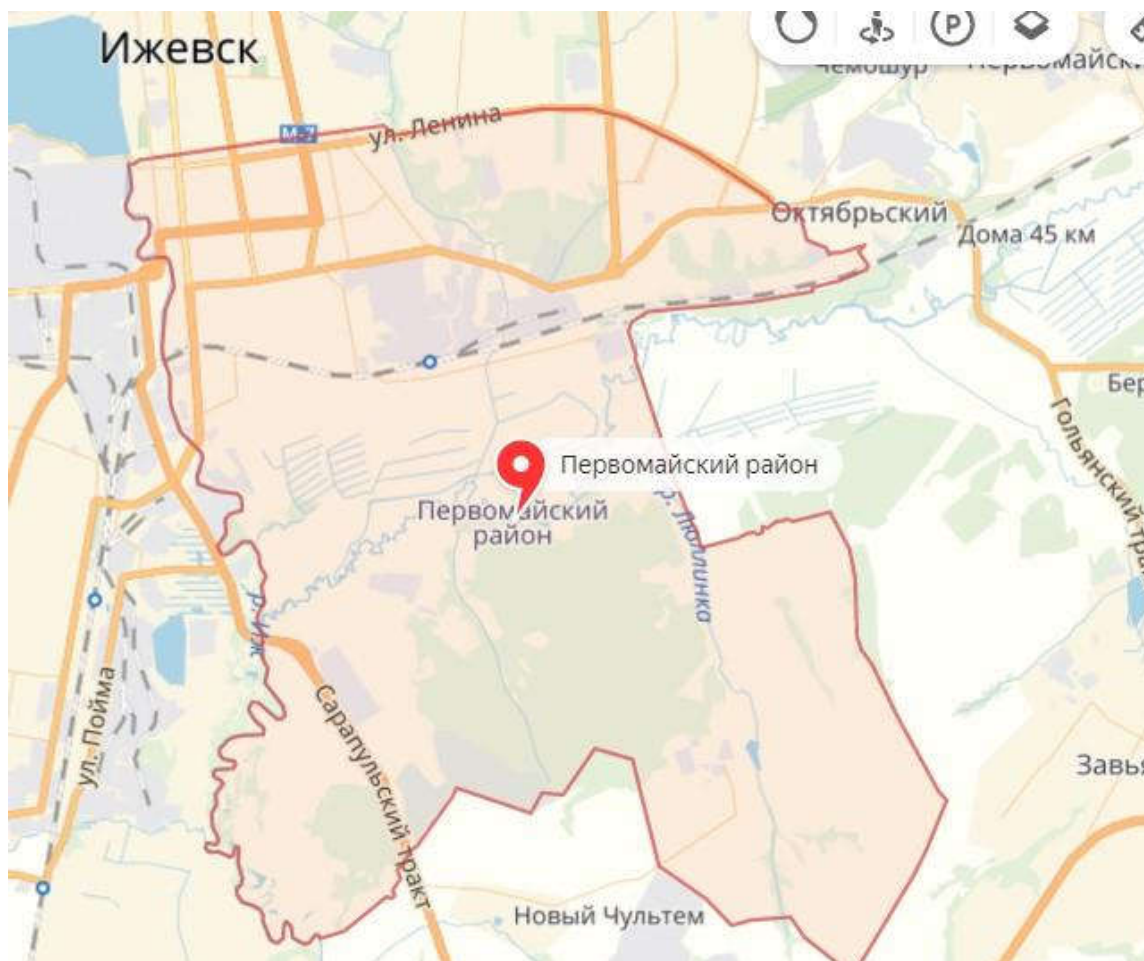


Рисунок 1.1 – Карта Первомайского района г. Ижевск

Первомайский район это административная часть города Ижевска. В связи со своим географическим положением район занимает юго-восточную и восточную часть города. Граничит с Ленинским, Октябрьским, Индустриальным и Устиновским районами города, а также с Завьяловским районом Удмуртской Республики. В совокупности площадь района составляет 15,69% общей площади

					11070006.11.03.02.114.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5

столицы Удмуртии. Некоторая доля района низменная, изредка заболоченная. Наиболее низкая часть города – 86 метров ниже уровня моря – находится на территории Первомайского района в зоне впадения реки Позимь в реку Иж (98 метров – уровень воды Ижевского пруда).

Большую часть района занимает жилая застройка, которая включает 806 многоквартирных жилых домов. А так же значительные микрорайоны многоэтажной застройки "А10", "А11" жилого района "Аэропорт", в которых согласно Генеральным планом города Ижевска, входит в планы продолжить жилищное строительство. [2]

На данный период времени невозможно подключиться к провайдерам широкополосного доступа в связи с отсутствием инфраструктуры.

Мобильная связь в жилом секторе соответствует стандарту GSM- 900/1800 и передача данных возможна по технологии GPRS/EDGE и 3G, 4G так как район находится в поле радиопокрытия четырех мобильных операторов GSM: МТС, Билайн, Мегафон, Теле-2. [3]

В связи с относительной узкополосностью радиоканалов, а так же не соответствии их запросам для предоставления всех заявленных застройщиком услуг (время отклика, джиттер и др.), они не соответствуют требованиям абонентов, проживающих в данном микрорайоне. Из этого следует, что решение по реализации мультисервисной сети абонентского доступа в Первомайском районе г. Ижевск является своевременным и актуальным.

Наиболее востребованными услугами в Первомайском районе будут: высокоскоростной доступ в Интернет, IP телефония, Видео по запросу, Цифровое телевидение высокой четкости.

Для предоставления перечисленных услуг требуется построить сетевую инфраструктуру, отвечающая высоким запросам абонентов данного жилого района.

Ведущий телекоммуникационный оператор в г. Ижевск – Ижевский филиал ПАО «Ростелеком». Сейчас Ижевский филиал ОАО «Ростелеком» в г. Ижевск предоставляет следующие услуги:

					11070006.11.03.02.114.ПЗВКР	Лист
						6
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1. Стационарная аналоговая телефония;
2. Телефония по сетям передачи данных: VoIP;
3. Цифровое интерактивное телевидение (130 каналов), в их числе 20 каналов формата FullHD;
4. Высокоскоростной доступ в Интернет до 100 Мбит/с.

В районе был построен специализированный участок телефонной кабельной канализации, имеющий выход на ТКК г. Ижевск, принадлежащую и обслуживаемую Ижевским филиалом ОАО «Ростелеком».

					11070006.11.03.02.114.ПЗВКР	Лист
						7
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

2 ТРЕБОВАНИЯ К ПОСТРОЕНИЮ МУЛЬТИСЕРВИСНОЙ СЕТИ АБОНЕНТСКОГО ДОСТУПА

2.1 Анализ требований к мультисервисной сети Первомайского района г.Ижевска

Чтобы обеспечить максимальную доступность, гибкость, безопасность и удобство использования мультисервисной сети абонентского доступа, при ее создании необходимо обязательно выполнять четкие принципы проектирования. Мультисервисная сеть абонентского доступа обязана соответствовать настоящим, а так же возможным будущим требованиям к работе сервисов и технологий. [4]

Именно по принципам, перечисленным ниже, были разработаны рекомендации по проектированию мультисервисной сети абонентского доступа.

Иерархичность — облегчает понимание роли каждого устройства на любом уровне, гарантирует поддержку в процессе развёртывания, использовании и управлении, вдобавок уменьшает количество ошибок на каждом уровне.

Модульность — содействует совершенному расширению сети и введению интегрированных сервисов если возникает такая необходимость.

Отказоустойчивость — дает возможность бесперебойной работы сети в соответствии с ожиданиями абонента.

Гибкость — гарантирует выгодное распределение нагрузки трафика за счёт использования каждого сетевого ресурса.

Озвученные принципы имеют зависимость друг от друга. И именно поэтому необходимо понимать природу и способы их взаимодействия в рамках коммутируемой сети. Иерархическое проектирование мультисервисной сети абонентского доступа создает основу, позволяющую сетевым разработчикам интегрировать функции безопасности, мобильности и унифицированной коммуникации. Как показано на рисунке 2.1, костяком иерархического

					11070006.11.03.02.114.ПЗВКР	Лист
						8
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

проектирования сетей локального типа являются дважды проверенные и одобренные к применению трёхуровневые и двухуровневые модели.

Три главных уровня при рассмотрении многоуровневых работ содержат в себе уровни доступа, распределения и ядра. Все уровни рассматриваются как конкретный, структурированный модуль локальной сети, используемый определённые роли и функции. Ввод принципа модульности в иерархическую архитектуру сети гарантирует - локальные сети модульных конструкций показывают хорошую надёжность и гибкость для обеспечения очень важных сетевых сервисов. Модульность позволяет расширить сеть и внедрить любые требуемые изменения, осуществляющиеся в течении времени эксплуатации сети.

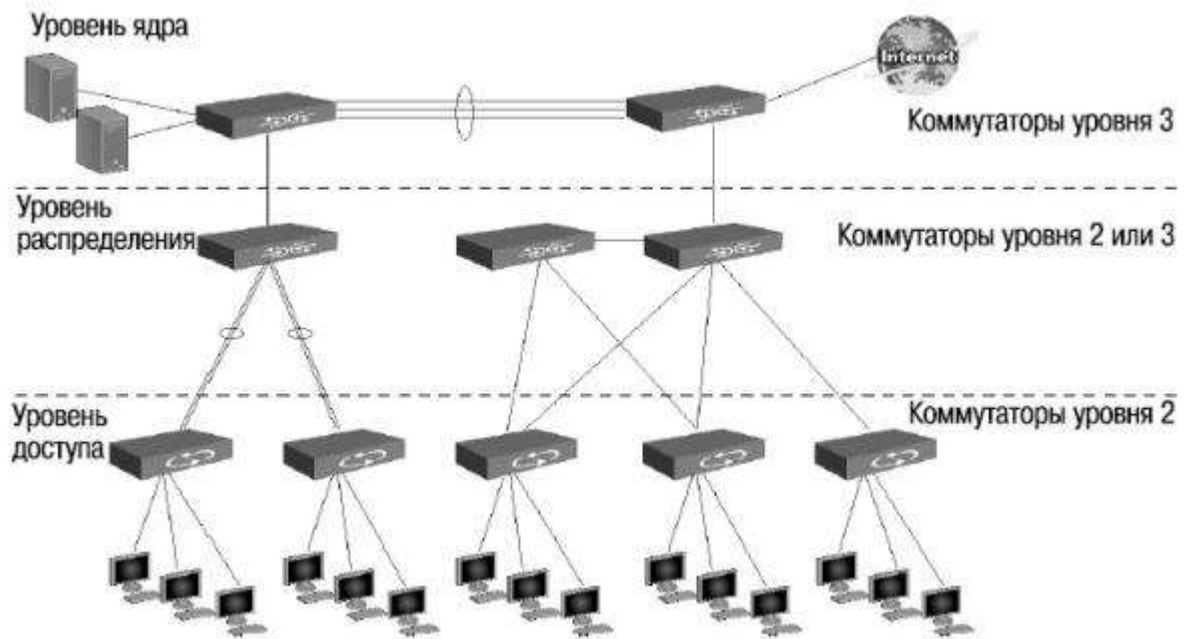


Рисунок 2.1 – Иерархия проектирования сети

Уровень ядра располагается в крайней верхней системе иерархии и берет ответственность за надежную и быструю передачу значительных объемов данных. Данные, передаваемые через ядро, являются общими для большого количества абонентов. Сами абонентские данные проходят через уровень распределения. И, в случае необходимости, уровень распределения передает запросы к ядру.

					11070006.11.03.02.114.ПЗВКР	Лист
						9
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Для уровня ядра немалой значимостью обладает его отказоустойчивость, потому что сбой на этом уровне приведет к событию, при котором утратится связность между уровнями распределения сети.

Уровень распределения, также называющийся уровнем рабочих групп, представляет собой связующее звено между уровнями доступа и ядра.

Уровень распределения имеет возможность осуществлять функции, указанные далее, в зависимости от метода его реализации:

- предоставление маршрутизации, качества обслуживания и безопасности сети;
- агрегирование каналов;
- переход от одной технологии к другой (например, от 100Base-TX к 1000Base-T).

Уровень доступа распоряжается допуском пользователей и рабочих групп к данным ресурсов связанных между собой в сети. Ключевой задачей уровня доступа представляет собой формирование точек входа/выхода пользователей в сеть. Уровень осуществляет такие функции как:

- управление доступом пользователей и политиками сети;
- организацию отдельных доменов коллизий (сегментация);
- включение рабочих групп к уровню распределения;
- употребление технологии коммутируемых локальных сетей.

Множество специалистов, имеющих весомые знания в области телекоммуникаций, рекомендуют [5,6] применять для развертывания новых мультисервисных сетей абонентского доступа архитектуру FTTH. FTTH расшифровывается как Fiber to the Home, в переводе «Оптическое волокно до жилища».

Создание сети FTTH в таком крупном микрорайоне, как Первомайский, - это очень трудоемкий и затратный процесс, но проектные решения выбраны с учетом того, что основополагающие затраты при развертывании сети FTTH приходятся на строительные работы, а цена за сам оптоволоконный кабель составляет сравнительно малую долю. Это значит, что при необходимости

					11070006.11.03.02.114.ПЗВКР	Лист
						10
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

проведения строительных работ число проводимого оптоволоконного кабеля не будет иметь значительной роли.

При возникновении сбоев и поломок возникнет необходимость проведения строительных работ, но, тем не менее, рекомендуемое в проекте количество оптоволоконного кабеля уже не будет иметь большого значения. Хотя долговечность сети FTTH и ее пассивных компонентов составляет порядка 15-20 лет, оптоволоконный кабель и оптическая распределительная сеть обладают более длительным сроком службы (около 30 лет). Подобная долговечность и немалые траты на постройку имеют предъявляют значительные требования к обеспечению надежности и правильности проектирования оптоволоконных линий. В последствии, когда прокладка кабеля закончится, внесение архитектурных изменений в сети потребует небольших затрат. [6]

Архитектуры развернутых сетей FTTH разделяются на три главные категории [7]:

- «Кольцо» Ethernet-коммутаторов;
- «Звезда» Ethernet-коммутаторов;
- «Дерево» с применением технологий пассивной оптической сети.

2.2 Архитектуры на базе Ethernet

Стремительный вывод на рынок современного оборудования и уменьшение цены для пользователей вынудили Операторов интенсивно использовать при создании сетевой архитектуры Ethernet- коммутацию. Рост прибыли на рынке корпоративных сетей начала приносить передача данных по сети Ethernet и Ethernet-коммутация. Данный ход событий привел к понижению стоимости, а так же появлению завершенных продуктов и форсированию изучения новейших продуктов. Одними из основных и по совместительству первых европейских проектов сетей Ethernet FTTH была архитектура, при

					11070006.11.03.02.114.ПЗВКР	Лист
						11
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

которой коммутаторы, размещенные на цокольных этажах многоэтажных домов, были соединены в кольцо по технологии Gigabit Ethernet. При реализации в Первомайском районе г.Ижевска такого сетевого решения, данная структура даст возможность иметь устойчивость к повреждениям сетевого и распределительного кабелей и, соответственно, может стать крайне прибыльной, но так же возможны недостатки такого проектного решения, например, разделение полосы пропускания внутри любого кольца доступа (1 Гбит/с). Данные недостатки в перспективе могли бы дать относительно малую пропускную способность, и вызывали отсутствие масштабирования архитектуры.

Рассмотрим вариант применения в Первомайском районе г.Ижевска архитектуры Ethernet типа «звезда» (рисунок 2.2). Именно эта архитектура дает наличие выделенных оптоволоконных линий (как правило, одномодовых одноволоконных линий, передающих данные Ethernet по технологии 100BX или 1000BX) от любого оконечного устройства к точке присутствия (point of presence, POP), где совершается подключение данных устройств к коммутатору. Оконечные устройства имеют возможность находиться в разных жилых домах, домовладениях или многоквартирных зданиях, на цокольных этажах которых размещаются коммутаторы, имеющие задачу доводить линии по всем домовладениям при помощи надлежащего метода передачи. [6,7]

					11070006.11.03.02.114.ПЗВКР	Лист
						12
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

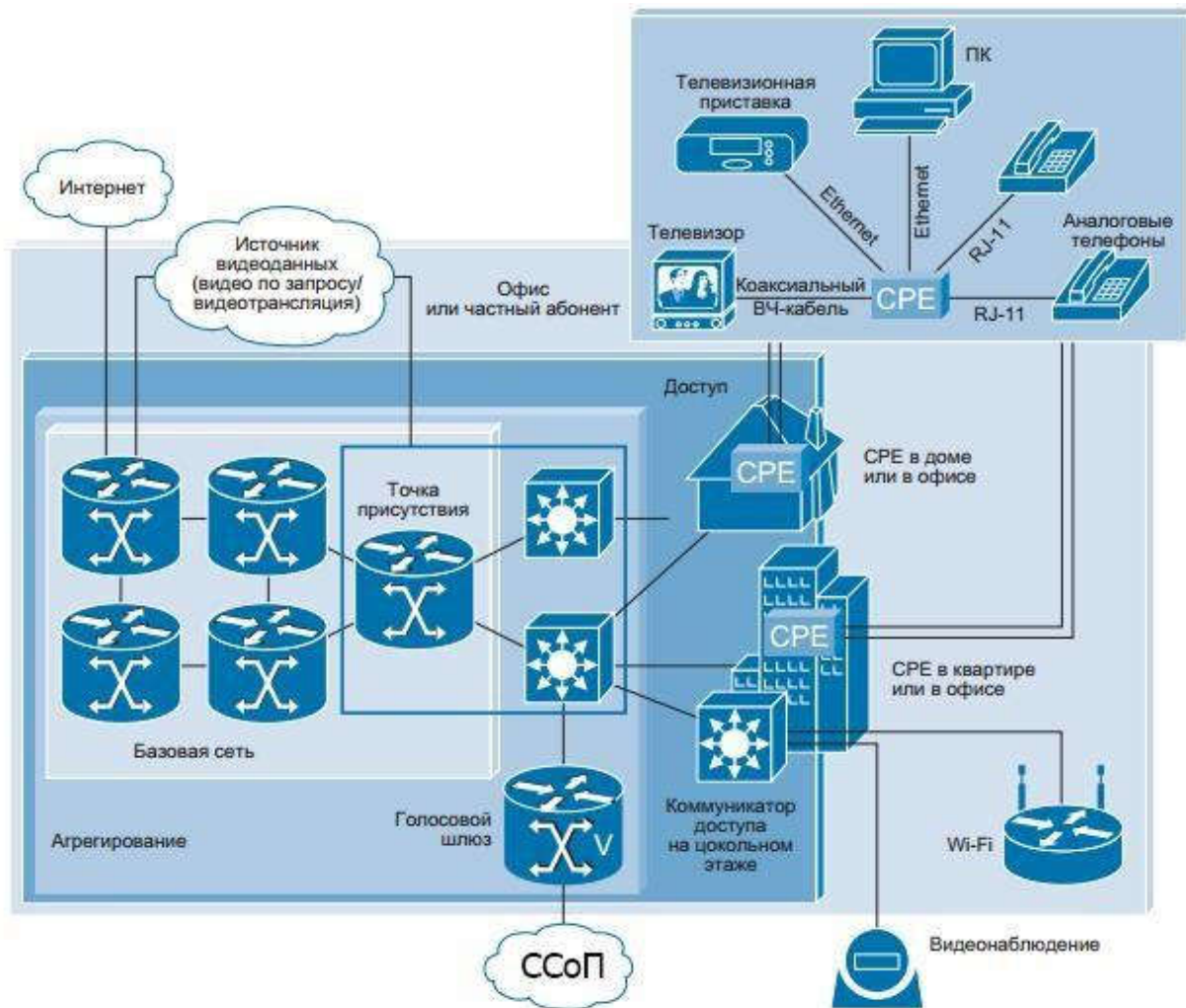


Рисунок 2.2 – Пример архитектура Ethernet FTTH с топологией “звезда”

Данное решение больше подходит для создания сетевой инфраструктуры в в Первомайском районе г.Ижевска, так как при этом учитывается экспликация объекта, и возможность грамотного и надежного размещения сетевого оборудования уровня агрегации и доступа.

2.3 Архитектура на базе PON

В случае использования в Первомайском районе г.Ижевска архитектуры на базе пассивной оптической сети PON, оптоволоконная линия делится по пользователям при помощи пассивных оптических разветвителей (сплиттеров) с коэффициентом разветвления от 1:8, 1:16, 1:64 или, для крупных топологических

кустов, 1:128. Архитектура сети на базе PON имеет возможность поддерживать протокол Ethernet (EPON и GPON). [6]

Часто применяется вспомогательная длина волны нисходящего потока (downstream). Это дает право предоставлять привычные аналоговые и цифровые телевизионные услуги абонентам, без использования каких-либо телевизионных приставок с поддержкой IP. Такое решение может стать выигрышным, т.к. в Первомайском районе г.Ижевска востребована услуга IP-TV.

На рисунке 2.3 представлен пример пассивной оптической сети PON, в которой применяются на уровне доступа либо терминаторы оптической сети (optical network termination, ONT), либо пользовательские устройства оптической сети (optical network unit, ONU).

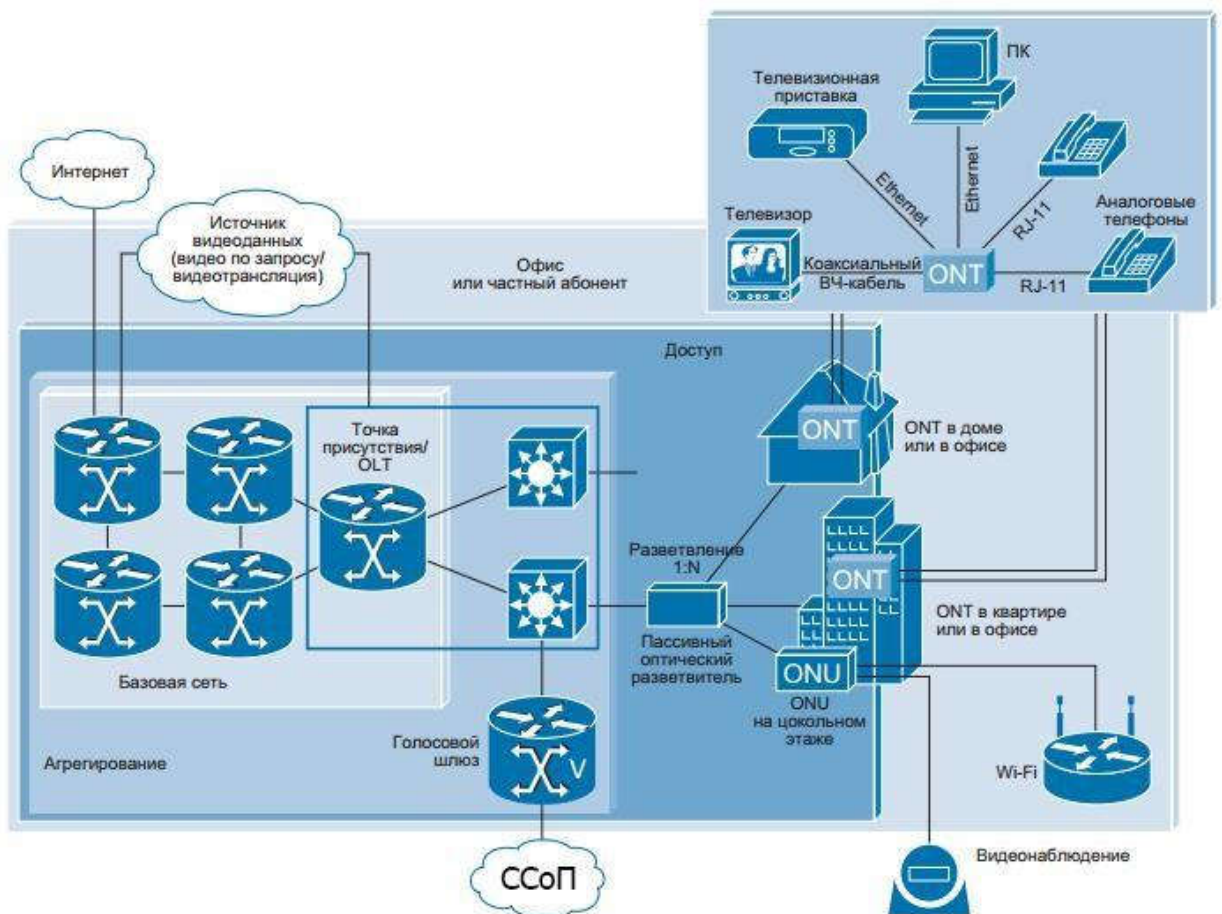


Рисунок 2.3 – Типовая архитектура PON с топологией «дерево»

Для выбора проектного решения необходимо оценить особенности

					11070006.11.03.02.114.ПЗВКР	Лист
						14
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

реализации, преимущества и недостатки сетевых решений на базе FTTH и PON, для того чтобы правильно выбрать вариант реализации мультисервисной сети абонентского доступа в Первомайском районе г. Ижевск.

Проанализированы и выделены следующие недостатки архитектуры PON:

- Необходимость шифрования данных;
- Общая полоса пропускания;
- Потребность обеспечения немалой мощности оптического сигнала из-за высоких потерь в выходных полюсах разветвителей;
- Высокие требования к оборудованию на уровне абонента - ONT и уровне сети - OLT для обеспечения высокой рабочей скорости передачи данных;
- Проблемы при изменении технологий в будущем;
- Проблемы при устранении неисправностей на линейных участках.

Для выбора сетевого решения проведем сравнение ключевые проблем, с которыми придется столкнуться при проектировании сети архитектуры FTTH или PON.

Развертывание оптоволоконных линий связи в жилых районах - это немалые вложения, срок возврата капитала иногда составляет свыше 35 лет, особенно, для крупных сетей. Обе рассмотренные схемы развертывания сети FTTH и PON обладают своими достоинствами и недостатками, иногда возникает риск того, что экономия в краткой перспективе при расходах на оптоволоконную инфраструктуру в случае использования архитектуры FTTH на базе PON возможно существенное ограничение при будущем использовании дорогой оптоволоконной инфраструктуры, если не инвестируются дополнительные средства. [9]

					11070006.11.03.02.114.ПЗВКР	Лист
						15
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 2.1 – Сравнение FTTH и PON

Проблема	«Точка-точка» Ethernet FTTH	Пассивная оптическая сеть PON
Планирование ресурсов при доступе	Просто: выделенная оптоволоконная линия	Сложно: общая передающая среда, абоненты взаимозависимы
Правила проектирования	Просто: выделенная оптоволоконная линия	Сложно: необходимость выполнения работ для всех абонентов в дереве PON
Поиск и устранение неисправности оптоволоконной линии	Просто: однозначное определение места сбоя посредством измерения методом отраженных волн (рефлектометром)	Сложно: трудно определить местонахождение сбоя за разветвителем
Управление ключом шифрования	Не требуется	Требуется
Эффективность использования полосы пропускания	Оптимальная: нет ограничений	Ограниченная: передача служебных данных протокола управления циклов синхронизации), передача служебных данных шифрования
Модернизация технологии или полосы пропускания	Просто: может выполняться для каждого абонента индивидуально	Сложно: одновременная замена всего активного оборудования или наложение другой длины волны
Переход клиента к другому провайдеру	Переключение линии на оптической распределительной стойке (кроссе) или изменение конфигурации (перевод трафика)	Изменение конфигурации (перевод трафика)
Подключение нового абонента	Подключение линии на оптической распределительной стойке и конфигурирование коммутатора, что компенсируется экономией капитальных затрат	Конфигурирование OLT
Перерыв в работе вследствие обрыва кабеля	Больше, если ближе к точке присутствия (больше оптоволоконных линий надо восстанавливать), меньше, если ближе к абоненту (более простая диагностика)	Меньше, если ближе к точке присутствия (меньше оптоволоконных линий надо восстанавливать), больше, если ближе к абоненту (сложная диагностика)

Анализ показал, что оба проектных решения возможны, и выбор будет зависеть от стратегии Оператора связи, т.е., если в соседних с Первомайским районах будет принято решение реализовывать PON, то Оператор, как правило, будет тиражировать данное решение во всей сетевой инфраструктуре.

В выпускной квалификационной работе принято решение использовать FTTH, так как активное сетевое оборудование, размещенное в антивандальных шкафах, позволит получить гибкое, надежное решение, и расширить абонентскую базу в будущем.

Основой для проектирования сети послужит структура, показанная на

рисунке 2.2 - архитектура Ethernet FTTH с топологией “звезда”.

На рисунке 2.4 изображена обобщенная схема организации участка мультисервисной сети абонентского доступа, опираясь на которую осуществится более детальное проектирование в следующих разделах ВКР.

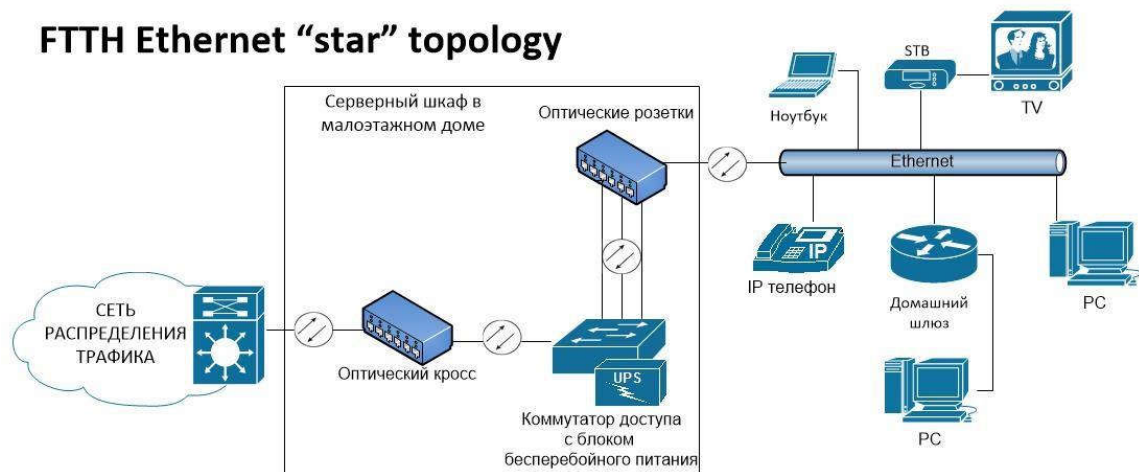


Рисунок 2.4 – Схема организации мультисервисной сети абонентского доступа

В качестве среды распространения в распределительной сети необходимо применять одномодовое оптическое волокно, для горизонтальной кабельной разводки в данных условиях будет рациональным использование оптического волокна (до коммутатора доступа), и витой пары для внутридомовой прокладки.

3 РАСЧЕТ НАГРУЗОК

Определим примерную нагрузку для обмена информацией. Исходные данные для расчета представлены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 - Значения параметров

Параметр	Обозначение	Значение
1	2	3
1. Число абонентов сети:	<i>NS</i>	2508
2. Отношение длины заголовка IP пакета к его общей длине во входящем потоке; %	<i>OHD</i>	10
3. Отношение длины заголовка IP пакета к его общей длине в исходящем потоке; %	<i>OHU</i>	15
4. Процент абонентов Triple Play:		
- находящихся в сети в ЧНН; %	<i>DAAF</i>	70
- одновременно принимающих или передающих данные; %	<i>DPAF</i>	80
- одновременно пользующихся услугами IP-телефонии; %	<i>IPVS AF</i>	40
5. Услуга передачи данных:		
5.1 Пропускная способность сети для передачи данных к абоненту:		
- средняя пропускная способность; Мбит/с	<i>ADBS</i>	20
- пиковая пропускная способность; Мбит/с	<i>PDBS</i>	40
5.2 Пропускная способность сети для передачи данных от абонента:		
- средняя пропускная способность; Мбит/с	<i>AUBS</i>	25
- пиковая пропускная способность Мбит/с	<i>PUBS</i>	40

1. Расчет среднего потока информации dbf базы объемом 150 Мбайт, на 136 рабочих станции [16]

Расчет произведем по следующей формуле:

$$P = \frac{(a + b) * k_1 * c}{8 * k_2} \quad (3.1)$$

где P – поток информации кбит/с;

a – размер передаваемого файла по сети, Мбайт;

b – размер индексов передаваемых по сети, Мбайт;

k_1 – коэффициент для перевода Мбайт в Кбит, $k_1 = 8192$;

k_2 – коэффициент для перевода часов в секунды, $k_2 = 3600$;

c – количество раз чтение/записи базы с сервера в 7-ми часовой рабочий день

7 – продолжительность рабочего дня, час

При открытии файла по сети будет передаваться копия в среднем 6 Мбайт, а также индексы размером 1 Мбайт, с периодичностью 25 раз в день. При записи на диск файла будет передаваться копия в среднем 6 Мбайт, а также индексы размером 2 Мбайт, с периодичностью 23 раз в день.

Средний поток при открытии файла будет равен:

$$P = \frac{(5 + 2) * 8192}{7 * 3600} 23 = 52, \text{Кбит/сек}$$

Средний поток при сбросе файла на диск будет равен:

$$P = \frac{(6 + 2) * 8192}{7 * 3600} 23 = 60, \text{Кбит/сек}$$

Итак, общий средний поток информации между одной рабочей станцией и dbf-базой сервера за семи часовой рабочий день будет равен 112 Кбит/с.

Рассчитаем суммарный средний поток dbf-баз:

					11070006.11.03.02.114.ПЗВКР	Лист
						19
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$T = P_{sum} * N_{pc} \quad (3.2)$$

где T – суммарный средний поток от dbf-баз, кбит/с;

P_{sum} – поток от dbf-базы, Кбит/с;

N_{pc} – количество пользователей базы.

$$T = 112 * 136 = 15.2, \text{ Мбит/с}$$

2. Расчет среднего потока информации от текстовыми файлами.

Страница текста будет занимать в среднем от 30 кбайт до 10 Мбайт в зависимости от сложности текста и формата передаваемой информации. На сегодняшний момент для передачи текста наиболее распространены такие приложения как Word и Excel. Основываясь на эти приложения, средние потоки информации, рассчитаны по формуле (3.3).

$$P = \frac{a * b * k_1}{8 * k_2} \quad (3.3)$$

где P – простой поток кбит/с;

a – количество страниц, шт;

b – размер страницы, кбайт;

k_1 – коэффициент для перевода кбайт в кбит, $k_1 = 8$

k_2 – коэффициент для перевода часов в секунды, $k_2 = 3600$

7 – продолжительность рабочего дня, час

Рассчитаем максимальное значение P_{max} (для 280 стр.) и минимальное значение P_{min} (для 12 стр.) и определим примерное среднее значение для одной рабочей станции.

					11070006.11.03.02.114.ПЗВКР	Лист
						20
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$P_{\text{макс}} = \frac{280 * 4100 * 8}{7 * 3600} = 364, \text{Кбит/с}$$

$$P_{\text{мин}} = \frac{12 * 4100 * 8}{7 * 3600} = 15.6, \text{Кбит/с}$$

$$P_{\text{сред}} = \frac{364 + 15.6}{2} = 189.8, \text{Кбит/с}$$

Общий средний поток информации запроса от простого обмена страницами будет примерно равен:

$$T = 189.8 * 136 = 25.8, \text{Мбит/с}$$

3.1 Расчет трафика телефонии

Рассчитаем общую нагрузку на сервер телефонии от самого крупного узла Первомайского района: $N_{\text{СП}} = 80$ абонентов.

Полоса пропускания на передачу голосовых данных, зависит от типа используемого кодека, для телефонии будет использоваться кодек G.729A:

$$Y_{\text{полезн}} = \frac{t_{\text{зв.голоса}} \cdot v_{\text{кодирования}}}{8 \text{ бит} / \text{байт}}, \text{байт}, \quad (3.4)$$

где $t_{\text{зв.голоса}}$ - время звучания голоса, мс,

$v_{\text{кодирования}}$ - скорость кодирования речевого сигнала, Кбит/с.

Кодек G.729A определяет скорость кодирования в 8кбит/с, время звучания 15 мс.

$$Y_{\text{полезн}} = \frac{15 \cdot 8}{8} = 15 \text{ байт.}$$

Длина пакета может быть вычислена следующим образом:

					11070006.11.03.02.114.ПЗВКР	Лист
						21
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$V_{\text{пакета}} = L_{\text{EthL1}} + L_{\text{EthL2}} + L_{\text{IP}} + L_{\text{UDP}} + L_{\text{RTP}} + Y_{\text{полезн}}, \text{байт}, \quad (3.5)$$

где $L_{\text{EthL1}}, L_{\text{EthL2}}, L_{\text{IP}}, L_{\text{UDP}}, L_{\text{RTP}}$ – длина заголовка Ethernet L1, Ethernet L2, IP, UDP, RTP протоколов соответственно, байт,

$Y_{\text{полезн}}$ – полезная нагрузка голосового пакета, байт.

$$V_{\text{пакета}} = 17 + 20 + 16 + 9 + 10 = 72, \text{байт}.$$

G.729A может передавать через шлюз до 60 пакетов за секунду, в результате получим общую полосу пропускания:

$$\text{ППР}_1 = V_{\text{пакета}} \cdot 8 \frac{\text{бит}}{\text{байт}} \cdot 60_{\text{pps}}, \text{Кбит/с}, \quad (3.6)$$

где $V_{\text{пакета}}$ – размер голосового пакета, байт.

$$\text{ППР}_1 = 72 \cdot 8 \cdot 60 = 34,5 \text{Кбит/с}.$$

Пропускная способность для передачи голоса по IP-телефонии на одном СУ равна:

$$\text{ППР}_{\text{WAN}} = \text{ППР}_1 \cdot N_{\text{SIP}} \cdot \text{VAD}, \text{Мбит/с}, \quad (3.7)$$

где ППР_1 – полоса пропускания для одного вызова, Кбит/с,

N_{SIP} – количество абонентов с услугой IP-телефонии,

VAD (Voice Activity Detection) – коэффициент механизма идентификации пауз (0,8).

$$\text{ППР}_{\text{WAN}} = 34,5 \cdot 80 \cdot 0,8 = 2,2 \text{Мбит/с}.$$

					11070006.11.03.02.114.ПЗВКР	Лист
						22
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

3.2 Расчет пропускной способности для доступа к сети Интернет

При расчете пропускной полосы для доступа в сеть Интернет следует учесть, что количество активных абонентов в ЧНН может быть различным. Максимальное число активных абонентов за этот промежуток времени вычисляется параметром Data Average Activity Factor (DAAF):

$$AS = TS * DAAF, \text{ аб} \quad (3.8)$$

где TS – число абонентов на одном сетевом узле, аб,

$DAAF$ – процент абонентов, находящихся в сети в ЧНН.

$$AS = 80 * 0,7 = 56, \text{ аб}$$

Каждому абоненту выделено два канала: прием данных downstream и передачи данных upstream, причем обычно канал upstream меньше downstream. Чтобы определить среднюю пропускную способность сети, необходимую для нормальной работы пользователей, воспользуемся следующим соотношением:

$$BDDA = (AS * ADBS) * (1 + OHD), \text{ Мбит/с} \quad (3.9)$$

где AS - количество активных абонентов, аб,

$ADBS$ – средняя скорость приема данных, Мбит/с,

OHD – отношение длины заголовка IP пакета к его общей длине во входящем потоке.

$$BDDA = (56 * 20) * (1 + 0.1) = 1232 \text{ Мбит/с.}$$

Средняя пропускная способность для передачи данных

$$BUDA = (AS * AUBS) * (1 + OHU), \text{ Мбит/с} \quad (3.10)$$

где AS - количество активных абонентов, аб,

					11070006.11.03.02.114.ПЗВКР	Лист
						23
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$AUBS$ – средняя скорость передачи данных, Мбит/с

OBU – отношение длины заголовка IP пакета к его общей длине во исходящем потоке.

$$BUDA = (56 * 25) * (1 + 0.15) = 1610 \text{ Мбит/с.}$$

Пропускная способность сети, когда абонент может передавать и принимать данные на максимальной скорости в ЧНН определяется с помощью коэффициента Data Peak Activity Factor (DPAF):

$$PS = AS * DPAF, \text{ аб} \quad (3.11)$$

где $DPAF$ – процент абонентов, одновременно принимающих или передающих данные в течение короткого интервала времени.

$$PS = 56 * 0.8 = 45$$

Мах пропускная способность, требуемая для приема данных в час наибольшей нагрузки

$$BDDP = (PS * PDBS) * (1 + OHD), \text{ Мбит/с} \quad (3.12)$$

где $PDBS$ – мах скорость приема данных, Мбит/с.

$$BDDP = (45 * 40) * (1 + 0.1) = 1980 \text{ Мбит/с.}$$

Мах пропускная способность для передачи данных в ЧНН

$$BUDP = (PS * PUBS) * (1 + OBU), \text{ Мбит/с} \quad (3.13)$$

где $PUBS$ – мах скорость передачи данных, Мбит/с.

$$BUDP = (45 * 40) * (1 + 0.15) = 2070 \text{ Мбит/с.}$$

					11070006.11.03.02.114.ПЗВКР	Лист
						24
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Для проектирования сети необходимо использовать максимальное значение полосы пропускания среди пиковых и средних значений для исключения перегрузки сети

$$BDD = \text{Max} [BDDA; BDDP], \text{ Мбит/с} \quad (3.14)$$

$$BDU = \text{Max} [BUDA; BUDP], \text{ Мбит/с} \quad (3.15)$$

где BDD – пропускная способность для приема данных, Мбит/с,
 BDU – пропускная способность для передачи данных, Мбит/с.

$$BDD = \text{Max}[1232; 1980] = 1980 \text{ Мбит/с},$$

$$BDU = \text{Max}[1610; 2070] = 2070 \text{ Мбит/с}.$$

Общая пропускная способность одного сетевого узла, которую необходимо организовать для приема и передачи данных составит:

$$BD = BDD + BDU, \text{ Мбит/с} \quad (3.16)$$

где BDD – max пропускная способность для приема данных, Мбит/с,
 BDU – max пропускная способность для передачи данных, Мбит/с.

$$BD = 1980 + 2070 = 4050 \text{ Мбит/с}.$$

Для предоставления абонентам всех перечисленных услуг, на каждом сетевом узле должна быть обеспечена пропускная способность:

$$\text{ПП}_{\text{узла}} = \text{ПП}_{\text{pWAN}} + AB + BD \quad (3.17)$$

где ПП_{pWAN} – пропускная способность для трафика IP телефонии, Мбит/с,
 AB – пропускная способность для видеопотоков, Мбит/с,
 BD – пропускная способность для трафика данных, Мбит/с.

					11070006.11.03.02.114.ПЗВКР	Лист
						25
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$\text{ПП}_{\text{узла}} = 4050 + 2,2 + 15,2 + 25,8 = 4093,2 \text{ Мбит/с.}$$

Таким образом, проведена оценка требуемой пропускной способности узлов сети связи Первомайского района г.Ижевска, и выявлено, что использование оптоволоконных решений ФТТХ обеспечит данные требования.

					11070006.11.03.02.114.ПЗВКР	Лист
						26
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

4 ПРОЕКТИРОВАНИЕ МУЛЬТИСЕРВИСНОЙ СЕТИ АБОНЕНТСКОГО ДОСТУПА

4.1 Модель доступа Ethernet FTTH

Целью решения FTTH является надежная передача данных, голоса и видео в широкополосной оптической среде на длительный период работы, что обеспечивает минимальные затраты на поддержание инфраструктуры при сохранении высокого качества предоставляемых услуг по сравнению с конкурентными технологиями. [8,9]

Технология FTTH в основном используется для корпоративных сетей и сетей мультисервисного доступа.

Основными функциональными особенностями решения FTTH являются:

- Местоположение оборудования активного доступа;
- организация коммутационных оптических линий связи;
- Защита оборудования от внешних воздействий;
- Возможность мониторинга удаленного объекта;
- Возможность обеспечения резервного источника питания.

Решение FTTH на уровне доступа абонента должно включать:

1. Стальная конструкция для размещения оборудования:

Емкость 6-8 U; Толщина металла 1,5 мм;

19 "для крепления стандартного телекоммуникационного оборудования.

2. Крестовое оборудование:

Оптическая коммутация, предназначенная для волоконно-оптической проводки, сборки.

1. Коммутатор доступа.

2. Система удаленного мониторинга объектов связи:

- Датчики: влаги, пожара, дыма, вибрации;
- Мониторинг и снятие показаний электропитания.

3. Система электропитания:

					11070006.11.03.02.114.ПЗВКР	Лист
						27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- Источник бесперебойного питания;
- Система заземления;
- Автоматический выключатель на 16А;
- Блок розеток на 6 портов, в исполнении 19", 1U;
- DIN рейка для крепления в 19" конструктив, 3U.

Исходя из условия использования переключателей доступа с количеством портов 24. Однако, исходя из требования резервирования, рекомендуется использовать 75-90% портов для подключения активных устройств.

На рисунке 4.1 показана схема сети связи в соответствии с предлагаемой концепцией.

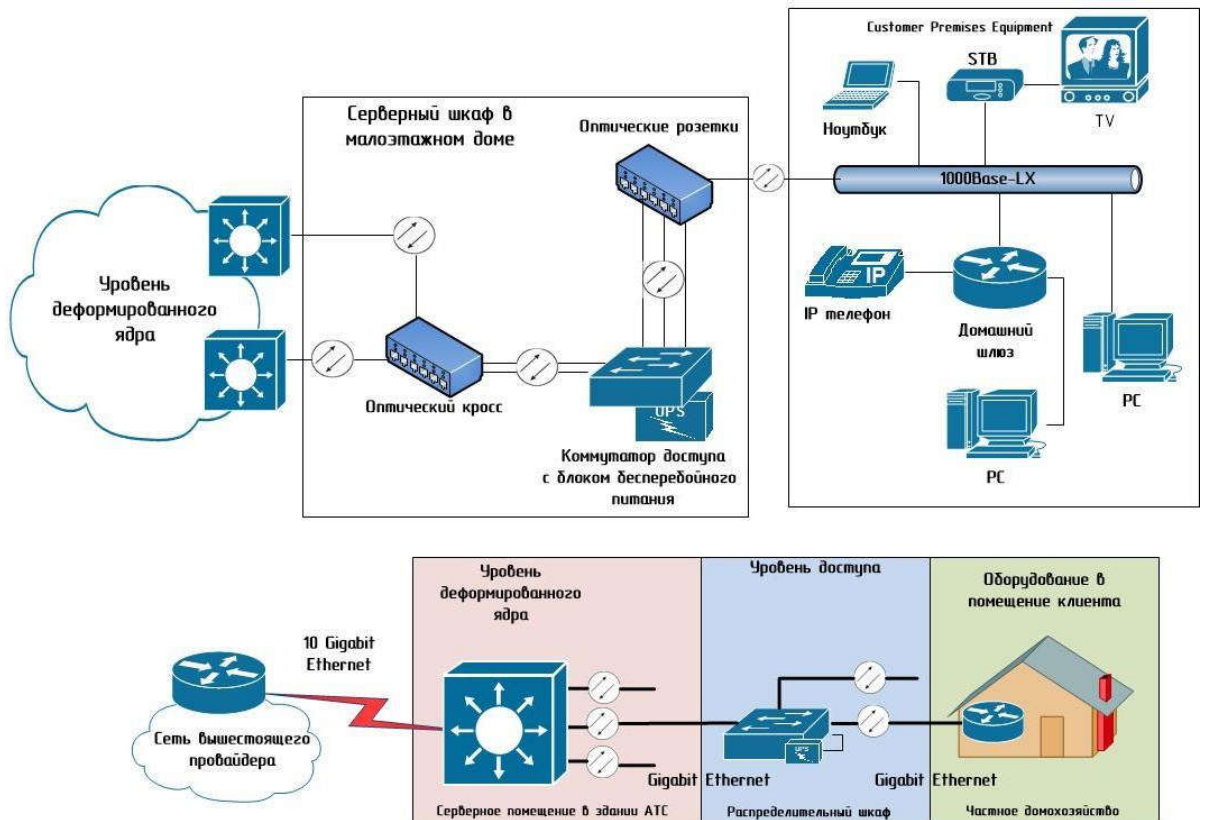


Рисунок 4.1 – Схема организации сети Ethernet FTTH

Рационально использовать следующие протоколы Ethernet для спецификации IEEE 802.3 на разных уровнях иерархической сети:

1. На уровне доступа: 1000BASE-LX, стандарт IEEE 802.3z является стандартным с использованием одномодового волокна. Расстояние передачи

сигнала без ретранслятора зависит только от типа используемых приемопередатчиков и, как правило, от 5 до 50 километров. Скорость до 1000 Мбит / с. Два канала 1000BASE-LX переходят на уровень деформированного ядра и один канал на абонента. Уровень деформированных сердечниковых переключателей расположен в специальных 19-дюймовых стойках в серверной комнате.

2. На уровне ядра и предоставления услуг, для соединения с уровнем группового доступа и предоставления услуг будет использован стандарт IEEE 802.3ae 10GBASE-LX4 - технология 10- гигабитного используется оптический кабель и коннекторы FC. Уровень ядра - это базовый уровень и оборудование, а каналы связи должны отвечать требованиям максимальной надежности. Слой выполняет функции маршрутизации трафика и сопряжения с провайдерами более высокого уровня.

4.2 Проектирование линейно-кабельных сооружений

При проектировании линейных структур локальных сетей связи выбор типов и марок кабелей, а также их пропускная способность, должны выполняться в зависимости от цели кабельной линии, условий укладки в соответствии с RD, TU и ГОСТами, исходя из характеристик и технико-экономические показатели.

В этом проекте наиболее рационально использовать подвесной оптический кабель с учетом наличия полюсов питания, по которым могут быть выполнены оптические линии связи. [10,11]

Оптические кабели изготавливаются для различных условий монтажа и монтажа, поэтому они отличаются по назначению и конструктивным элементам, обеспечивая защиту от окружающей среды. В соответствии со своими особенностями оптические кабели делятся на линейные (внешние объекты) и объекты (для укладки внутри зданий). [10,11]

Подвесные волоконно-оптические кабели могут использоваться в

					11070006.11.03.02.114.ПЗВКР	Лист
						29
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

труднодоступных местах для подземной укладки: зоны вечной мерзлоты, каменистые почвы и т. Д. При разработке волоконно-оптических сетей подвесные волоконно-оптические кабели нашли применение не только на воздушных линиях связи, но и также на линиях электропередач. Кабели типа ОКА изготавливаются с допустимым растягивающим усилием до 20 кН. Силовой элемент кабелей выполнен из арамидных нитей. Кабели этого типа могут использоваться на линиях электропередач, рассчитанных на напряжение до 110 кВ. В кабеле типа ДПОм (рисунок 8) в качестве несущей используется стальной кабель в изоляции.

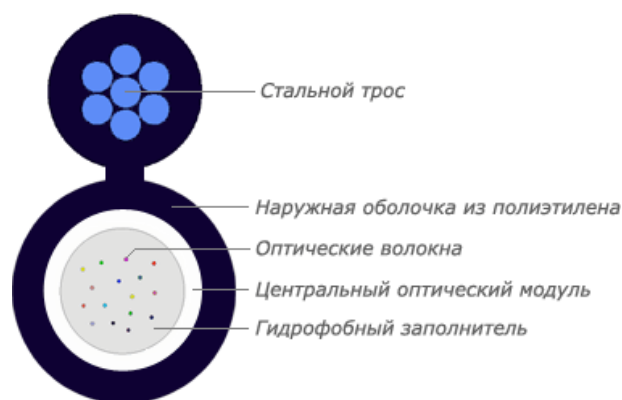


Рисунок 4.2 – Конструкция оптического кабеля типа ДПОм

В соответствии с требованиями и нормами для проектирования линейных конструкций, согласно РД 45.120-2000, ГОСТ Р 53245-2008, для этого проекта был выбран оптический кабель DPO-P-24U 3x8 6кН для подвески на опорах связи и силовой передачи.

Кабель содержит сердечник модульной конструкции с центральным силовым элементом диэлектрического стержня, вокруг которого скручены оптические модули со свободно уложенными волокнами. Свободное пространство в оптических модулях и в сердечнике кабеля заполнено гидрофобным гелем. В качестве элемента подвески используется стальной кабель. На сердечниках элемента подвески применяется полиэтиленовая оболочка средней плотности. [12]

					11070006.11.03.02.114.ПЗВКР	Лист
						30
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

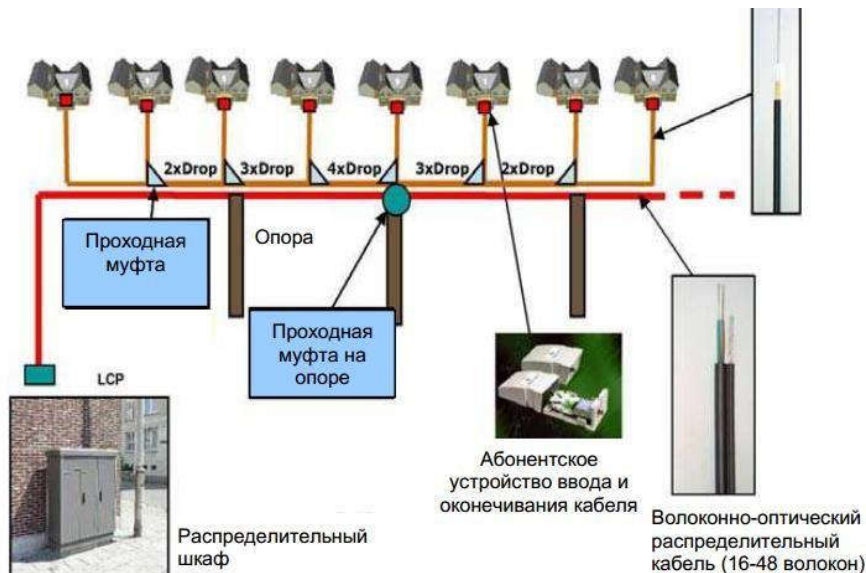
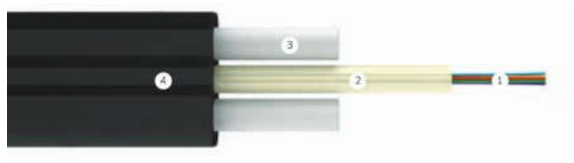


Рисунок 4.3 – Схема монтажа оптического кабеля для Первомайского района г. Ижевска

В качестве дроп-кабеля необходимо использовать кабель, который имеет хорошие характеристики для установки внутри здания с целью его прекращения в помещениях заказчика - установка оптического выхода. Для этого проекта был выбран кабель: плоский армированный ТРО2-Р-02U-2кN. Конструкция этого кабеля показана на рисунке 4.4. Этот кабель является самонесущим, соответственно, может быть установлен с использованием метода подвески. Муфта была выбрана в соответствии с рекомендациями производителя - МТОК-ГЗ / 216-1ТК3645-К компании Строй Деталь. [13]

Дроп плоский усиленный/ТПОд2



- КОНСТРУКЦИЯ:**
1. Оптическое волокно.
 2. Оптический модуль.
 3. Силовые элементы — стеклопластиковые прутки.
 4. Оболочка из полимерного материала.

Рисунок 4.4 – Конструкция дроп –кабеля ТПОд2

Характеристики этого кабеля достаточны для укладки его как распределительной линии, для подключения переключателей, установленных в распределительных шкафах.

					11070006.11.03.02.114.ПЗВКР	Лист
						31
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

4.3 Выбор оборудования для проектируемой мультисервисной сети

связи

В мультисервисных сетях используются различные типы коммутаторов. Важную роль играет правильный выбор типов коммутаторов, отвечающих требованиям сети.

При выборе типа коммутатора сетевой дизайнер должен выбрать стек или нестационарный коммутатор с фиксированной или модульной конфигурацией. Другим фактором, который следует учитывать при выборе устройства, является высота переключателя, измеряемая количеством монтажных единиц. Последний критерий касается переключателей, установленных в стойке. Параметры, описанные выше, иногда называют коэффициентами преобразования.

Коммутаторы с фиксированной конфигурацией

Переключатели с фиксированной конфигурацией поддерживают только predetermined функции и параметры. Для каждой модели предоставляется ряд конкретных функций и параметров. Например, гигабитный коммутатор с двадцатью четырьмя портами не поддерживает дополнительные порты. Количество и типы поддерживаемых портов в коммутаторах с фиксированной конфигурацией зависят от конфигурации конкретного коммутатора.

Коммутаторы с модульной конфигурацией

Коммутаторы с модульной конфигурацией поддерживают больше функций. Обычно модульные коммутаторы поставляются с шасси разного размера, что позволяет устанавливать различное количество модульных линейных карт. Как правило, линейные карты содержат порты. Линейная карта вставлена в шасси коммутатора, а карты расширения вставлены в ПК. Чем больше корпус, тем больше модулей он поддерживает. Существует широкий выбор размеров шасси. Модульный 24-портовый линейный коммутатор поддерживает дополнительную 24-портовую линейную карту, поэтому общее количество портов составляет сорок восемь.[17]

					11070006.11.03.02.114.ПЗВКР	Лист
						32
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Коммутатор агрегации

В качестве коммутаторов агрегации были выбраны переключатели QTECH QSW-3450-28F-DC. Серия управляемых QSW-3450, уровень L3, разработанный специально для крупных организаций и сетей MAN. Эта линия включает в себя мультисервисные коммутаторы нового поколения, которые соответствуют современным тенденциям. Коммутаторы поддерживают традиционную функциональность для сетей доступа оператора, таких как ERPP (EAPS), MVR, IGMP Snooping, отслеживание DHCP, опция 82 DHCP, Guard IP Source, порт и выборочный QinQ. Полнофункциональная аппаратная поддержка IPv6 позволяет управлять коммутаторами в сетях нового поколения. Таблица MAC-адресов поддерживает 16 000 записей. Корпус имеет эргономичный и энергоэффективный дизайн. Коммутаторы поддерживают технологию энергосбережения Green Ethernet (IEEE 802.3az). Характеристики выбранной модели представлены на рисунке 11. [18]

Таблица 4.1 – Характеристики коммутатора QTECH QSW-3450-28F-DC [18]

Характеристика	QSW-3450-28F-DC
Порт управления	1 консольный порт
Конфигурация портов	24 x GbE Base-X SFP + 4 x 10GbE Combo(RJ45/SFP)
Размеры (Ш*В*Г)	443 x 44 x 330 мм
Электропитание	DC: 48V~ -60B
Матрица коммутации	256Gbps
Пропускная способность	96Mpps
Таблица MAC	16К
VLAN	4К
Таблица ACL	1536
Таблица IPv4 / IPv6	512 / 512
Поддержка двойного стека IPv4/IPv6	Есть
Протоколы связующего дерева (STP)	802.1d (STP) , 802.1w (RSTP) , 802.1s (MSTP) Root guard, BPDU guard, BPDU forwarding
Протокол Multicast	IGMP v1/v2/v3 и IGMP v1/v2/v3 snooping MVR, IGMP filter, 1024 groups
Качество обслуживания (QoS)	8 очередей на порт Поддержка приоритизации 802.1p, ToS, DifferServ, Поддержка очередей WRR/SP
Списки Контроля Доступом (ACL)	Стандартные ACL и расширенные ACL, поддержка IP ACL, MAC ACL, IP-MAC ACL, Фильтрация пакетов на основе: source/destination IP address, source/destination MAC address, IP type, TCP/UDP port number, IP precedence, time range, ToS.

Коммутатор серверного оборудования

В качестве коммутатора серверного оборудования выбран коммутаторы компании QTECH QSW-3000-10F-DC.

Для максимальной производительности в сочетании с функциями безопасности, QSW-3000 Rev. B1 является лучшим выбором для операторов связи, корпоративных сетей, государственных учреждений и учебных заведений.

Виртуальное стекирование (кластер) и различные комбинации режимов портов позволяют значительно упростить развертывание сетей MetroEthernet. Богатый набор свойств и производительности позволяет использовать коммутаторы доступа QSW-3000 Rev.B1 в сетях разного размера и на разных уровнях (LAN, WAN, Campus, Core).

Богатый набор свойств и производительности позволяет использовать коммутаторы доступа QSW-3000 Rev.B1 в сетях разного размера и на разных уровнях (LAN, WAN, Campus, Core). Характеристики выбранной модели показаны на рисунке 12. [19]

Таблица 4.2 - Характеристики коммутатора QSW-3000-10F-DC [19]

Параметр	QSW-3000-10F-DC Rev.B1
Порты	10 портов 100/1000 GE SFP
Коммутационная матрица	48 Gbps
Пропускная способность	35,7 Mpps
Количество MAC адресов	16K
VLAN таблица	4K
ACL таблица	1k и 768 IP ACL
Очередей на порту	8
Габариты (мм)	442.9mm×44mm×230mm
Электропитание	50-60Hz
Потребляемая мощность	30W
MTBF	>80, 000 часов
Тип Коммутации	Store-and-Forwarding
Поддержка двойного стека IPv4/IPv6	Есть

Коммутатор доступа

В качестве переключателей агрегации были выбраны переключатели QTECH QSW-3300-28F-AC.

Управляемые коммутаторы L2 разработаны специально для операторов

					11070006.11.03.02.114.ПЗВКР	Лист
						34
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

связи и сетей MAN. Коммутаторы серии поддерживают следующий функционал: 1) Комплексное QoS; 2) Расширенные функции VLAN (VLAN VPN, Voice VLAN и т. Д.). 3) Интеллектуальное управление безопасностью; 4) Функции управления и услуги Triple Play, которые отвечают требованиям для сетей оператора и MAN; 5) Корпус коммутаторов серии QSW-3300 имеет эргономичную и энергоэффективную конструкцию с поддержкой Green Ethernet (стандарт IEEE 802.3az). Характеристики выбранной модели показаны на рисунке 13. [20]

Таблица 4.3 - Характеристики коммутатора QSW-3300-28F-A

Характеристика	QSW-3300-28F-AC
Порт управления	1 консольный порт
Конфигурация портов	24 порта 100/ 1000 Base-X SFP, 4 порта GbE SFP
Размеры (Ш*В*Г)	440мм x 44мм x 280мм
Электропитание	AC: 220V
Матрица коммутации	128Gbps
Пропускная способность	96Mpps
Таблица MAC	16K
Jumbo Frame	9K
VLAN	4K
Поддержка двойного стека IPv4/IPv6	Есть
Протоколы связующего дерева (STP)	802.1d (STP) , 802.1w (RSTP) , 802.1s (MSTP) Root guard, BPDU guard, BPDU forwarding
Протокол Multicast	IGMP v1/v2/v3 и IGMP v1/v2/v3 snooping MVR, IGMP filter, 1024 groups
Качество обслуживания (QoS)	8 очередей на порт Поддержка приоритизации 802.1p, ToS, DifferServ, Поддержка очередей WRR/SP

Абонентский шлюз

Продукт QTECH QFR-250-4T-W-U был выбран в качестве абонентского шлюза, который предназначен для использования в домашних и небольших офисах, сочетая беспроводные и проводные технологии Ethernet. Поддержка технологии 2T2R MIMO обеспечивает высокопроизводительную беспроводную сеть для видео, игр и приложений VoIP. QFR-250-4T-W-U также подходит для интернет - провайдеров, поддерживает стандарт CTC E8-B и протокол tr-069. QFR-250-4T-W-U имеет 4 10 / 100М полнодуплексных Ethernet-порта, 1 оптический порт WAN 100 МБ / с, 1 порт USB.

QFR-250-4T-W-U имеет 4 SSID, каждый из которых можно

					11070006.11.03.02.114.ПЗВКР	Лист
						35
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

с сконфигурировать с разным VLAN ID. Работает по стандарту 802.11n и совместим с 802.11b/g, предоставляя более чем 300Мб/сек. по сети Wi-Fi. Имеется возможность создания до 8 субинтерфейсов для WAN порта.

Основные особенности:

- Совместим с 802.11 b/g/n, IEEE802.3, IEEE802.3u, CSMA/CA, CSMA/CD
- 100Мб/с SFP WAN, WiFi, 10/100M Ethernet port
- Поддерживает протоколы TCP/IP, PPPoE, DHCP, ICMP, NA
- Имеет 1 SFP WAN порт, 4 10/100M LAN порта (Auto MDIMDIX)
- Возможные режимы: Bridging, Routing и Bridging&Routing.
- Quality of Service (QoS) - 802.11e
- Управление через WEB
- 4 SSID
- 8 субинтерфейсов для WAN порта
- NAT/NAPT IP sharing, PPPoE/Static IP/PPTP/DHCP
- Скорость сети WiFi 300Мб/с.
- СТС E8-B стандарт
- Поддерживает протокол Tr-069
- Поддерживает virtual server, DMZ host, ALG.
- 128bit WEP/WPA-PSK/ WPA2-PSK encryption
- UPnP, DDNS
- Фильтр IP, MAC, порт.
- Встроенный DHCP server и firewall, имеет возможность предотвращения DoS атак
- Антенна 3Дб.[21]

					11070006.11.03.02.114.ПЗВКР	Лист
						36
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

5 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТА

Расчет капитальных вложений на оборудование и строительномонтажные работы

Размещение оборудования производится на уже существующих площадях, следовательно затраты на постройку новых зданий не предусмотрены. Смета затрат на покупку необходимого оборудования и иных материалов показана в таблице 5.1. Данные из таблицы взяты с электронных ресурсов: <http://junipershop.ru>, <http://www.stss.ru>, <http://anlan.ru>, srv-trade.ru, <https://shop.nag.ru>, <https://skomplekt.com>, <https://ziteks.ru>,

Таблица 5.1 – Расчет оборудования

Наименование	Кол-во	Стоимость [18,19,20,21]	Сумма
1	2	3	4
Коммутатор L3 QSW-3450-28F-DC	9	81 529	594180
Коммутатор L2 QSW-3000-10F-DC	148	20000	2960 000
Абонентский шлюз доступа QFR-250-4T-W-U	2 508	6 840	17 156 800
Антивандальный распределительный шкаф 6U	148	6 500	962 000
Оборудование телеметрии и бесперебойного питания для АРШ	148	5 400	799 200
Рабочие место администратора HP Z1 G2	1	145 000	145 000
Сервер биллинга на базе рабочей станции HP Z640 E5-2630v3	1	196 000	196 000

Окончание таблицы 5.1

1	2	3	4
Сервер управления и контроля сети HP Z840 E5- 2620v3	1	189 000	189 000
Телекоммуникационный шкаф 42 unita	1	23000	23000

Капитальные затраты на оборудование рассчитываются по формуле:

$$K_{обор} = K_{np} + K_{тр} + K_{смр} + K_{м/у} + K_{зср} + K_{нпр}, руб \quad (5.1)$$

где K_{np} – Затраты на приобретение оборудования;

$K_{тр}$ – транспортные расходы (3% от K_{np});

$K_{смр}$ – строительно-монтажные расходы (20% от K_{np});

$K_{зип}$ – затраты на запасные элементы и части (5% от K_{np});

$K_{нпр}$ – прочие непредвиденные расходы (3% от K_{np}).

$$K_{обор} = K_{np} + K_{тр} + K_{смр} + K_{м/у} + K_{зср} + K_{нпр} = (1 + 0,03 + 0,2 + 0,05 + 0,03) * 23025180 = 3016985,8 руб$$

Затраты на строительство и ввод в эксплуатацию линейно-кабельных сооружений представлены в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Капитальные вложения на строительство и ввод в эксплуатацию линейно-кабельных сооружений

Наименование	Кол-во	Стоимость [18,19,20,21]	Сумма
1	2	3	4
Комплект для сварки оптический волокон Fitel S178A V2	1	489 000	489 000
Кабель оптический ДПОМ-П-24У 3x8 бкН	67	45 000	3 015 000

Окончание таблицы 5.2

1	2	3	4
Оптический друп-кабель ТПОд2-П-02У-2кН	287	13 800	3 960 600
Оптический кабель внутриобъектовый ОМР-П-24У	6	12 100	72 600
Оптический кабель внутриобъектовый ОМР-П-02У	45	6 500	292 500
Итого:			30854880

Капитальные затраты на строительство ВОЛС составят:

$$K_{ЛКС} = L * Y, \text{ тыс. руб} \quad (5.2)$$

где $K_{ЛКС}$ – затраты на прокладку кабеля;

L – протяженность кабельной линии;

Y – стоимость 1 км прокладки кабеля;

$$K_{ЛКС} = 4600 * 170 + 2508 * 300 = 1534400 \text{ руб}$$

Суммарные затраты на приобретение оборудования, кабеля и других компонент мультисервисной сети составят:

$$KB = 1534400 + 30162985,8 + 7829700 = 39527085,8 \text{ руб.}$$

Расчет эксплуатационных расходов

Эксплуатационные расходы включают в себя:

1. Затраты на оплату труда – необходимо сформировать фонд заработной платы для оплаты труда сотрудников.

2. Единый социальный налог – согласно законодательству РФ определить сумму отчислений в пенсионный фонд и т.д.

					11070006.11.03.02.114.ПЗВКР	Лист
						39
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

3. Амортизация основных фондов – рассчитать отчисления на формирование фонда замены оборудования

4. Материальные затраты и прочие производственные расходы.

Затраты на оплату труда

Для расчета годового фонда заработной платы необходимо определить численность штата производственного персонала. В случае если проект будет реализован компанией ПАО «Ростелеком», то обслуживание будет производиться уже имеющимся персоналом. Расширить персонал можно на 1 штатную единицу. Рекомендуемый состав персонала приведен в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Состав персонала

Наименование должности	Оклад	Количество, чел.	Сумма з/пл, руб.
Инженер	25000	2	50000
Главный инженер	40000	1	35000
Итого		3	85000

Годовой фонд оплаты труда составит:

$$\text{ФОТ} = \sum_{i=1}^k (T * P_i * I_i) * 12. \text{ ,руб.} \quad (5.3)$$

где 12 – количество месяцев в году;

T – коэффициент премии

P_i – заработная плата работника каждой категории.

$$\text{ФОТ} = 85000 * 12 = 1020000 \text{ ,руб.}$$

					11070006.11.03.02.114.ПЗВКР	Лист
						40
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Страховые взносы.

Страховые взносы в 2018 году составляют 30 % от суммы годового заработка

$$СВ = 0.3 * \text{ФОТ} \quad (5.4)$$

$$СВ = 1020000 * 0,3 = 306000 \text{ ,руб.}$$

Амортизационные отчисления.

Эти отчисления на содержание производственных фондов компании, т.е. на замену/ремонт оборудования. Этот показатель рассчитывается с помощью утвержденных норм амортизационных отчислений или с учетом срока службы оборудования:

$$AO = T / F \quad (5.5)$$

где T – стоимость оборудования;

F – срок службы оборудования.

$$AO = 23025180 / 10 = 2302518 \text{ ,руб.}$$

Материальные затраты.

а) затраты на оплату электроэнергии определяются в зависимости от мощности стационарного оборудования:

$$Зн = T * 24 * 365 * P, \text{ руб.} \quad (5.6)$$

где $T = 2,62$ руб./кВт · час – тариф на электроэнергию

$P = 2,5$ кВт – суммарная мощность установок.

					11070006.11.03.02.114.ПЗВКР	Лист
						41
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Тогда, затраты на электроэнергию составят

$$Z_{ЭН} = 2,62 * 24 * 365 * 2,5 = 57378, \text{руб.}$$

б) затраты на материалы и запасные части включены в статью амортизационные отчисления

$$Z_{мз} = 0, \text{руб.} \quad (5.7)$$

Таким образом, общие материальные затраты равны

$$Z_{общ} = 57378, \text{руб.}$$

Прочие расходы. Прочие расходы предусматривают общие производственные (Зпр.) и эксплуатационно-хозяйственные затраты (Зэк.):

$$Z_{пр} = 0.05 * \Phi OT \quad (5.8)$$

$$Z_{эк} = 0.07 * \Phi OT \quad (5.9)$$

Прочие расходы равны:

$$Z_{прочие} = Z_{пр} + Z_{эк} = \Phi OT * 0,12 = 1020000 * 0,12 = 122400, \text{руб.}$$

Результаты расчета годовых эксплуатационных расчетов сводятся в таблицу 5.4

Таблица 5.4 – Результаты расчета годовых эксплуатационных расходов

Наименование затрат	Сумма затрат, руб.
1	2
1. ФОТ	1020000

Окончание таблицы 5.4

1	2
2. Страховые взносы	306000
3. Амортизационные отчисления	2302518
4. Общие материальные затраты	57378
5. Прочие расходы	122400
Итого:	3808296

Определение доходов от основной деятельности

Доходы провайдера от предоставления услуг населению имеют два вида – единоразовые (оплата за подключение услуги) и периодические (абонентская плата за предоставление доступа к услугам). Срок окупаемости вложений будет зависеть от получаемого дохода, который основан на количестве подключенных абонентов. Предполагаемое количество абонентов, которое будет подключаться к сети в определенный период, приведено в таблице 5.5.

Таблица 5.5 – Количество подключаемых абонентов по годам

Год	Доступ к сети Интернет		IP-TV		IP-телефония		VOD	
	Физ. лица	Юр. Лица	Физ. лица	Юр. Лица	Физ. лица	Юр. Лица	Физ. лица	Юр. Лица
1	1252	1	856	0	310	1	25	0
2	836	1	350	0	240	2	10	0
3	420	1	249	0	83	0	15	0
Всего абонентов	2508	3	1455	0	633	3	50	0

Т.к. других провайдеров в микрорайоне нет, то можно рассчитывать на достаточно быстрое присоединение абонентов к сети, т.е. за 3 года должны подключиться все потенциальные абоненты. В первый год планируется

подключить минимум 50% от общего количества абонентов. Предполагается, что юридические лица будут заинтересованы в подключении всего спектра услугам.

Тарифы за пользование услугами будут следующие: Доступ к сети Интернет: юридические лица - 2300, физические лица – 525 за 40 Мбит/с; услуга IP-TV: юридические лица - 1500, физические лица - 350; услуга IP-телефония: юридические лица - 800, физические лица – 250 (цены указаны в рублях). Примем в расчет, что услугой видео по запросу абоненты будут пользоваться активно и тратить на это будут около 150 рублей в месяц. На основании определенной цены за услуги проведен расчет ежегодного дохода.

Таблица 5.6 – Общие доходы от подключения абонентов и предоставления услуг по годам.

Год	Доход, руб.	
	За месяц	За год
1	1041250	12495000
2	1666475	19997700
3	1999425	23993100

На основании расчетов предполагаемого дохода за год определим основные экономические показатели проекта.

Определение оценочных показателей проекта

В первую очередь определим срок окупаемости проекта. Его можно оценить при использовании расчета чистого денежного дохода (NPV), который показывает величину дохода на конец i -го периода времени. Метод основан на сопоставлении величины исходных инвестиций (IC) с общей суммой дисконтированных чистых денежных поступлений (PV) за весь расчетный период.

$$NPV = PV - IC \quad (5.10)$$

где PV – денежный доход, рассчитываемый по формуле (5.10);

IC – отток денежных средств в начале n -го периода, рассчитываемый по формуле (5.11).

$$PV = \sum_{n=1}^T \frac{P_n}{(1+i)^n} \quad (5.11)$$

где P_n – доход, полученный в n -ом году, i – норма дисконта, T – количество лет, для которых производится расчет.

$$IC = \sum_{n=1}^m \frac{I_n}{(1+i)^n} \quad (5.12)$$

где I_n – инвестиции в n -ом году, i – норма дисконта, m – количество лет, в которых производятся выплаты.

Ставка дисконта — это ожидаемая ставка дохода на вложенный капитал в сопоставимые по уровню риска объекты инвестирования на дату оценки. Примем ставку дисконта равную 15%. В таблице 5.7 приведен расчет дисконтированных доходов и расходов, а также чистый денежный доход с учетом дисконтирования, параметр P_n показывает доход, полученный за текущий год.

Таблица 5.7 – Оценка экономических показателей проекта с учетом дисконта

ГОД	P	PV	I	IC	NPV
0	0	0	43335381,8	43335381,8	-43335381,8
1	12495000	10865217	3808296	46646943,5	-35781726,1
2	19997700	25986352	3808296	49526562,4	-23540210,8
3	23993100	41762204	3808296	52030578,9	-10268374,6
4	23993100	55480337	3808296	54207984,5	1272352,641
5	23993100	67409148	3808296	56101380,7	11307767,6
6	23993100	77782027	3808296	57747812,1	20034215,38

Определим срок окупаемости (PP) проекта на основании полученных сумм затрат и доходов от абонентов:

					11070006.11.03.02.114.ПЗВКР	Лист
						45
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$PP = T + \left| NPV_{n-1} \right| / (\left| NPV_{n-1} \right| + NPV_n) \quad (5.13)$$

где T – значение периода, когда чистый денежный доход меняет знак с «-» на «+»; NPV_n – положительный чистый денежный доход в n году; NPV_{n-1} – отрицательный чистый денежный доход по модулю в $n-1$ году.

$$PP = 4 + 10268374,6 / (10268374,6 + 1272352,641) = 4,8$$

Индекс рентабельности - относительный показатель, характеризующий отношение приведенных доходов приведенным на ту же дату инвестиционным расходам.

$$PI = \sum_{n=1}^T \frac{P_n}{(1+i)^n} / \sum_{n=1}^m \frac{I_n}{(1+i)^{n-1}} \quad (5.14)$$

Индекс рентабельности при 4-х летней реализации проекта составит:

$$PI = 1272352,641 / 54207984,5 = 1,02$$

Далее определим внутреннюю норму доходности (IRR) – норма прибыли, при которой чистая текущая стоимость инвестиции равна нулю, или это та ставка дисконта, при которой дисконтированные доходы от проекта равны инвестиционным затратам. Чем выше IRR , тем больше возможностей у предприятия в выборе источника финансирования. IRR показывает ожидаемую норму доходности (рентабельность инвестиций) или максимально допустимый уровень инвестиционных затрат в оцениваемый проект. IRR должен быть выше средневзвешенной цены инвестиционных ресурсов:

$$IRR > i \quad (5.15)$$

где i – ставка дисконтирования

					11070006.11.03.02.114.ПЗВКР	Лист
						46
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Для расчета IRR потребуется выбор нового значения i_2 и пересчета таблицы 5.9 при этом первый положительный NPV должен стать отрицательным. Формула для расчета IRR имеет вид:

$$IRR = i_1 + \frac{NPV_1}{NPV_1 - NPV_2} (i_2 - i_1) \quad (5.16)$$

где i_1 – значение табулированного коэффициента дисконтирования, при котором $NPV > 0$; i_2 – значение табулированного коэффициента дисконтирования, при котором $NPV < 0$.

Для данного проекта: $i_1=15$, при котором $NPV_1 = 1272352,641$ руб.; $i_2=50$ при котором $NPV_2 = -10268374,6$ руб.

Следовательно, расчет внутренней нормы доходности будет иметь вид:

$$IRR = 15 + 1272352,64 / (1272352,64 - (-8922897,8)) * (50 - 15) = 19,3$$

Таким образом, внутренняя норма доходности проекта составляет 23,12 %, что больше цены капитала, которая рассматривается в качестве 15%, проект следует принять.

Таблица 5.8 – Основные технико-экономические показатели проекта

Наименование показателей	Значения показателей
1	2
Количество абонентов, чел	2508
Капитальные затраты, руб	39527085,8
Ежегодные эксплуатационные расходы, руб, в том числе:	3808296
Расходы на оплату электроэнергии	57378
Расходы на материалы, запасные части и текущий ремонт	0
Фонд оплаты труда	1020000
Страховые взносы	306000
Амортизационные отчисления	2302518

					11070006.11.03.02.114.ПЗВКР	Лист
						47
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Окончание таблицы 5.8

1	2
Общие производственные расходы	57378
Доходы (NPV), руб	1272352,641
Внутренняя норма доходности (IRR)	19,4
Индекс рентабельности (PI)	1,02
Срок окупаемости, год	4, 8 лет

Расчеты экономических показателей проекта подтверждают инвестиционную привлекательность проекта в целом. Окупаемость проекта не превышает 5 лет, при этом не учтен полный спектр высокоскоростных тарифов, который может быть внедрен после оценки спроса на них.

					11070006.11.03.02.114.ПЗВКР	Лист
						48
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

6 РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО РЕАЛИЗАЦИИ СЕТИ

Основой сети являются два переключателя QSW-3450-28F-DC, которые дублируют уровень деформированного ядра друг друга, выполняют функции маршрутизации внутри сети и соединяют сервисные и абонентские части сети. Выход на ССОП осуществляется через главный шлюз главного провайдера. Коммутаторы агрегации третьего уровня, оптических крестов, резервного энергетического оборудования, сервера биллинга и управления сетью, а также рабочего места администратора находятся в серверной комнате станции, расположенной в административном здании Первомайского района. Оборудование расположено в специализированных 19-дюймовых шкафах / стойках в соответствии с SN-512-78 (Технические требования к зданиям и помещениям для установки компьютерных объектов). Интернет-трафик также передается через провайдера более высокого уровня (Ростелеком) в QSW -3450-28F-DC. Коммутаторы доступа QSW-3300-28F-AC устанавливаются в специальных шкафах и подключаются двумя оптическими аплинками по 1 Гбит/с с коммутаторами агрегации в серверной комнате. Проводка производится с помощью оптического кабеля, максимальная скорость соединения абонента составляет до 1 Гбит / с. Оптический разъем устанавливается в помещении абонента, к которому подключен шлюз доступа к абоненту QFR-250-4T, предоставляемый оператором, к которому подключено приложение для IP-телевидения, IP-телефонии, ПК и т. д.

Требования к оптической сети

Проектирование и строительство основной волоконно-оптической сети осуществляется в соответствии с принципом «PON ready», который может обеспечить дальнейшее переключение домохозяйств жилых домов с технологией

					11070006.11.03.02.114.ПЗВКР	Лист
						49
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

FTTB на технологию GPON со 100% проникновением с 2 каскадной схемой дерева PON и общий коэффициент сплиттерования 1:64.

Главные участки волоконно-оптической линии связи (от коммутатора концентрации / агрегации до переключателей доступа) должны быть спроектированы таким образом, чтобы обеспечить 100% проникновение в дома.

Минимальное значение волокон входного оптического кабеля от муфты до дома $K = 8$

Проектирование и строительство участков основной волоконно-оптической линии связи с учетом потребностей В2В и планирования объектов коммерческой недвижимости (от 500 кв. м. и более), резерва основного волоконно-оптической линии связи (от автоматической телефонной станции до ближайшей связи с объектом) составляет не менее 2 ОВ. Рассмотрим этот резерв при расчете общего количества волокон основной волоконно-оптической линии связи.

Резерв ОВ на магистральной ВОЛС (на участке от 1-ой корневой муфты АТС) не более 10% от общей емкости кабеля, но не менее 2-х ОВ. Все резервные ОВ должны быть разварены на всех участках до 1-ой корневой муфты АТС.

Количество волокон в участке магистрального кабеля от оптического кросса на АТС до 1-ой разветвительной муфты в кабельной канализации должно составлять 96 ОВ, количество резервных волокон в этом кабеле допускается от 17 до 22 ОВ.

Прокладка волоконно-оптических линий через канализационную систему телефонного кабеля ОАО «Ростелеком». В исключительных случаях, когда невозможно поместить кабель в канализационную систему, разрешено подвесить волоконно-оптические линии на опорах, использовать оптические кабельные переходы между домами, а также подвесить оптический кабель на опорах городского освещения сети, опоры городской электрической транспортной сети и проложить кабель в земле.

Выбирать маршрут, исходя из кратчайшей длины участков сети, в соответствии с схемой существующего кабельного канала, наименьшим количеством переходов через дороги, коммуникациями и другими препятствиями,

					11070006.11.03.02.114.ПЗВКР	Лист
						50
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

что приведет к увеличению стоимости проекта.

Требования к построению уровня доступа

Уровень доступа состоит из коммутаторов доступа (домовых коммутаторов), которые представляют собой управляемое устройство без функции маршрутизации. Это семейство коммутаторов обеспечивает соединение на скорости 10/100Мбит/с (порты) для конечных пользователей и Uplink-порты на 1000Мбит/с.

Удаленный доступ к узлам доступа с АТС запрещен.

При построении точки доступа количество подключаемых коммутаторов доступа к одному порту агрегации должно быть не более двух.

Не поочередно включать переключатели доступа в схему «Цепь», расположенную в разных шкафах ФТТН.

В TS для кроссового кабеля категории 5е используются 19-дюймовые патч-панели / кросс-панели, категория 5е.

Максимальная длина линии от порта коммутатора доступа до порта абонентского терминала в квартире абонента должна быть не более 100 м (не более 85 м от коммутатора доступа к квартире абонента и 15 м внутри квартиры абонента).

Порты Gigabit Ethernet соединяют коммутатор доступа с коммутаторами СПД узлов связи (концентрации/агрегации) с использованием оптических интерфейсов Gigabit, используя только одноволоконные SFP-модули (для новой конструкции). Разрешено использовать двухволоконные SFP-модули только для проектов модернизации сети ФТТВ в случае установки кольца, которая реализована на двухволоконном SFP.

Требования к построению уровня распределения

Многопарные кабели прокладываются в основном в существующих стояках зданий (жилых зданий), чтобы обеспечить условия подключения клиентов.

					11070006.11.03.02.114.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		51

Если прокладка кабеля в существующем стояке невозможна (стояк засорен, не течет), постройте стояки из расчета 100% -ного проникновения с установкой сквозных ящиков на каждом этаже.

Делать новый стояк в виде пластиковых труб ПВХ (гладкая) диаметром до 50 мм. Межэтажные стояки проложить от подвального помещения или технического этажа (чердака) до этажа установки ШАН/КРТ и далее до верхнего или нижнего этажа, соответственно.

Многопарные кабели должны лежать в основном по подвалам или по техническим этажам зданий. Установка этого кабеля на фасадах зданий должна выполняться в исключительных случаях.

Для определения емкости многопарного кабеля рекомендуется использовать коэффициент проникновения 30%. Рекомендуется использовать кабели с параметрами от 10 до 25 пар.

Планки патч-панелей/кросс-панелей, размещаемые на этажных площадках, должны быть размещены в этажных распределительных элементах (ШАН/КРТ) с замком под ключ.

Установку ШАН/КРТ с патч-панелями/кросс-панелями категории 5е осуществлять в местах, ближайших к месту ввода кабеля в подъезд, преимущественно в существующем слаботочном отсеке поэтажных распределителей (РЩ), в случае наличия места или в местах устройства нового стояка.

При строительстве сетей ФТТб в новостройках строительство ДРС выполнять с учётом 100% охвата домохозяйств с установкой этажных распределительных элементов (ШАН/КРТ) преимущественно, в существующем слаботочном отсеке поэтажных распределительных щитов (РЩ), в случае наличия места в существующих стояках зданий или в местах устройства нового стояка на 2-м и 4-м этажах зданий в 5-ти этажных домах, на 2-м, 4-м, 6-м и 8-м этажах в 9-ти этажных домах, на 2-м 4-м 6-м и далее через каждые 2 этажа в 12-ти этажных и более высотных домах. При создании сетей ФТТб в новостройках распределительная сеть дома должна планироваться на основе 100%

					11070006.11.03.02.114.ПЗВКР	Лист
						52
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

проникновения только в том случае, если есть договорные обязательства перед разработчиком или требования коммерческой единицы. В противном случае конструкция выполняется в соответствии с условиями стандартной конструкции. Строительство стояков должно планироваться в исключительных случаях с обоснованием для каждого дома.

Кабели для электроснабжения зданий и помещений УС для размещения в гибких ПВХ - гофрированных трубах, которые не поддерживают горение.

При прокладке кабелей за пределы стояков, в том числе стен фасадов, подвалов, чердаков, крыш, включая подвеску на стойках труб, волоконно-оптических и медных кабелей, защищает от механических повреждений металлическими гофрированными шлангами или гофрированными или гладкими трубами из ПВХ в местах открытой прокладки, в которой кабель может быть поврежден. В вышеуказанных случаях используйте кабели для наружной установки.

Выполнить заземление металлических покровов ВОК во вводных шахтах (при их наличии).

Применяемое при строительстве оборудование и материалы должны соответствовать требованиям ГОСТ или технических условий, утвержденных в установленном порядке, иметь сертификат соответствия.[16]

					11070006.11.03.02.114.ПЗВКР	Лист
						53
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

7 МЕРЫ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ОХРАНЫ ТРУДА, ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ И ОХРАНЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Следуя мерам по охране труда, внедрение мер безопасности, а также защита окружающей среды являются наиболее важными частями проекта сети связи Первомайского района г.Ижевска, которую будет эксплуатировать Удмуртский филиал ПАО «Ростелеком».

В Удмуртском филиале ПАО «Ростелеком» существуют отделы и менеджеры, которые контролируют работу всех норм и правил со стороны сотрудников. Все нормы и правила приведены в действующем законодательстве Российской Федерации, поэтому в ВКР они не приведены. Будут даны отдельные выдержки из текущих правил, указывающих исходный документ.

Меры по охране окружающей среды

Данные меры влияют на земельные работы, проводимые Удмуртским филиалом ПАО «Ростелеком», а именно воздействие на слои почвы, грунтовые воды и водные ресурсы при строительстве линий кабельных сооружений и прокладке кабелей в грунте или под водой, а также на работу электроустановок и мобильных дизель-генераторов.

Не допускается эксплуатация электроустановок без специальных устройств для обеспечения и соблюдения установленных СанПиН и требований к окружающей среде. Не используйте неисправные или неправильные рабочие параметры.

Разрешено работать, имея все необходимые сертификаты и документы, которые позволяют работать на территории Российской Федерации. Оборудование, выбранное в дипломном проекте, имеет все необходимые документы.

После завершения работ по прокладке кабеля или конструкции ЛКС необходимо провести рекультивацию - восстановить плодородный слой земли. В этом случае плодородный слой удаляют, транспортируют и хранят до конца

					11070006.11.03.02.114.ПЗВКР	Лист
						54
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

работы, после чего наносят на нарушенные участки почвы. Хранение плодородной почвы должно быть чистым. Удаление, перемещение и нанесение плодородного слоя почвы осуществляется до наступления отрицательных температур. Удаление и перенос плодородной почвы осуществляется специальным оборудованием или вручную. Вся процедура исправления проводится строго в соответствии с проектом.

Техника безопасности и охрана труда на предприятиях связи

Фундаментальные документы, регулирующие определенные требования, а также меры по охране труда на территории предприятия, называются «Положением об организации работы по охране труда для предприятий, учреждений и организаций, подведомственных Министерству связи Российской Федерации», официально утвержденным приказом Министерства связи России 24 января, и Рекомендациями по организации работы службы охраны труда на предприятиях, учреждениях и организациях по 27.02.95 N 34-у.

Установка и использование специального оборудования не имеет права на выполнение без надлежащего согласования с «Правилами эксплуатации электроустановок потребителей», «Правилами монтажа электроустановок (ПУЭ)». Оборудование безопасности должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.003, требованиям технических соглашений на оборудование, а также требованиям отраслевых стандартов и стандартов предприятия для определенных групп и типов оборудования.

Примененное оборудование обязательно должно иметь соответствующие сертификаты, а также отвечать на запросы безопасности Министерства связи Российской Федерации или Государственного стандарта России.

Установки и части оборудования, представляющие опасность не добросовестных выбросов, вредных паров, должны быть отмечены соответствующими знаками безопасности или сигнальными цветами в соответствии с требованиями ГОСТ 12.4.026. Размещение и монтаж оборудования осуществляются исключительно в соответствии со стандартами технологического

					11070006.11.03.02.114.ПЗВКР	Лист
						55
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

проектирования, ведомственными стандартами здания (VSN 332-93) и OST 45.86-96.

В случае работ по прокладке и установке оптического волокна следует руководствоваться «Правилами безопасности при работе с линиями кабельной связи и проводным радиовещанием» (М., «Связь», 1979). При работе с оптическим волокном необходимо собирать отходы при расщеплении (расщеплении) в отдельной коробке и после завершения установки отпустить коробку в отдельную область или выбросить отходы в землю. Следует избегать контакта остатков оптического волокна с одеждой. Работа с оптическим волокном должна выполняться в фартуке клеенки. После каждой замены монтажный стол и пол в сборочно-измерительной машине следует очистить пылесосом, а затем протереть влажной тряпкой. Скребки должны быть сжаты в плотные резиновые перчатки.

При работе с устройством для сварки оптических волокон необходимо соблюдать следующие требования:

а) все соединения и разъединения устройств, требующих разрыва электрических цепей или подключения к высоковольтным цепям устройства, которые должны выполняться с полностью удаленным напряжением;

б) устройство должно быть заземлено;

в) При пуско-наладочных работах следует помнить, что трансформатор, высоковольтные провода, электроды в режиме сварки находятся под высоким напряжением;

г) запрещается эксплуатация устройства с удаленной защитной крышкой блока электродов;

д) не реже одного раза в неделю проверять работоспособность изоляции высоковольтных проводов; Запрещается работать с устройством в случае повреждения изоляции высоковольтных проводов;

е) лицам, получившим вступительное поручение, инструкции по технике безопасности на рабочем месте с последующей проверкой знаний и имеющим

					11070006.11.03.02.114.ПЗВКР	Лист
						56
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

группу по электробезопасности по меньшей мере III, разрешено работать с устройством.

Меры по охране окружающей среды влияют на земельные работы, выполняемые предприятием, а именно воздействие на слои почвы, грунтовые воды и водные ресурсы при строительстве линий кабельных сооружений и прокладке кабелей в грунте или под водой, а также на эксплуатацию электроустановок и мобильных дизельных генераторов.

Запрещается эксплуатировать электрооборудование без специальных устройств для обеспечения и соблюдения требований СанПиН и охраны окружающей среды. Не используйте неисправное или неправильно работающее оборудование.

Разрешается эксплуатировать, имея все необходимые сертификаты и документы, позволяющие работать на территории Российской Федерации. Оборудование, выбранное в дипломном проекте, имеет все необходимые документы.

После завершения работ по прокладке кабеля или конструкции ЛЭС необходимо провести рекультивацию - восстановить плодородный слой земли. В этом случае плодородный слой удаляют, транспортируют и хранят до конца работы, после чего наносят на нарушенные участки грунта. Хранение плодородной почвы должно быть чистым. Удаление, перемещение и нанесение плодородного слоя почвы осуществляется до наступления отрицательных температур. Удаление и перенос плодородного слоя почвы осуществляется специальным оборудованием или вручную. Вся процедура рекультивации проводится строго в соответствии с проектом.

					11070006.11.03.02.114.ПЗВКР	Лист
						57
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Одним из основных преимуществ перехода на мультисервисную сеть является то, что необходимо установить и контролировать только одну физическую сеть. Это может значительно снизить затраты на установку и управление отдельными сетями для передачи голоса, видео и других данных. Такое сетевое решение включает в себя управление ИТ-инфраструктурой, поэтому любые действия, дополнения и изменения выполняются с помощью интуитивно понятного интерфейса управления. В ВКР был разработан подход к созданию сети мультисервисного абонентского доступа для абонентов Первомайского района города Ижевска. Реализация этого проекта позволит:

- создать гибкую и масштабируемую сетевую инфраструктуру;
- обеспечить высокий уровень качества услуг;
- предоставлять абонентам сети широкий спектр услуг Triple Play;
- обеспечить безопасность данных, передаваемых в сети;
- обеспечить надежность и отказоустойчивость разработанных систем связи;
- обеспечить окупаемость проекта в пределах расчетных сроков;
- соблюдение пожарной и экологической безопасности проекта;
- соблюдение трудового законодательства на объектах в рамках этого проекта.

В результате расчета технико-экономических показателей капитальные вложения составили 39527085,8 руб, годовые эксплуатационные расходы – 3808296 руб, срок окупаемости проекта около 5 лет.

					11070006.11.03.02.114.ПЗВКР	Лист
						58
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Город Ижевск [Электронный ресурс] // <https://ru.wikipedia.org>
Википедия - свободная энциклопедия//URL:
<https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%98%D0%B6%D0%B5%D0%B2%D1%81%D0%BA>
А (дата обращения 15.04.2018г.)
2. Зона радиопокрытия Мегафон в Удмуртской Республике [Электронный ресурс] // <https://www.megafon.ru> - Официальный сайт компании Мегафон // URL:
<http://www.ericsson.com/ru> (дата обращения 15.04.2018г.)
3. Зона радиопокрытия МТС в Удмуртской Республике [Электронный ресурс]//<http://orl.megafon.ru/range/> - Официальный сайт компании МТС//URL.:
www.mts.ru (дата обращения 15.04.2018г.)
4. Осваиваем частный сектор по технологии FTTH [Электронный ресурс]//<http://telekomza.ru> /- Официальный сайт компании Телекомза//URL:
<http://telekomza.ru/2012/09/13/osvaivajem-chastnyj-sektor-po-tehnologii-ftth/>(дата обращения 15.04.2018г.))
5. Одом, У. Официальное руководство по подготовке к сертификационным экзаменам CCNA Маршрутизация и коммутация, академическое издание [Текст] / У. Одом. - М.: Вильямс, - 2015. - 761 с.
6. Решения Ethernet на базе оборудования компании Cisco [Электронный ресурс]//<https://www.cisco.com> / - Официальный сайт Cisco Systems//URL:
<http://www.cisco.com/ethernet-solutions/ftth.html> (дата обращения 15.04.2018г.)
7. Парфенов, Ю. А. Последняя миля на медных кабелях [Текст] / Ю. А. Парфенов, Д. Г. Мирошников. - М.: ЭКО-Трендз, - 2001. - 222 с.
8. Соколов, Н. А. Сети абонентского доступа. Принципы построения [Текст] / Н. А. Соколов. - М.: ЗАО "ИГ" Энтер-профи, - 1999. - 353 с.
9. Гольдштейн, Б. С. Протоколы сети доступа [Текст] / Б. С. Гольдштейн. - М.: Радио и связь, - 1999. - 317 с.
10. Шмалько, А. В. Цифровые сети связи. Основы планирования и построения [Текст] / А. В. Шмалько. - М.: ЭКО-Трендз, - 2001. - 222 с.

					11070006.11.03.02.114.ПЗВКР	Лист
						59
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

11. Гальперович, Д. Я. Итальянские коаксиальные кабели / Д. Я. Гальперович // Технологии и средства связи, - 2002, - №5. - с. 42-44.
12. Рысин, Л. Г. Новые возможности LAN-кабеля / Л. Г. Рысин // Технологии и средства связи, - 2002, - №5. - с. 40-41.
13. Орлов, С. Последнее поколение неэкранированной медной проводки / С. Орлов // Журнал сетевых решений LAN, - 2002, - март. - с. 57-69.
14. Ригер, В. Многомодовые оптические волокна и гигабитовые приложения / В. Ригер // Сети и системы связи, - 2002. - № 3. - с. 24-28.
15. Кучерявый, А.Е Принципы построения мультисервисных местных сетей электросвязи [Текст] / А.Е Кучерявый. - М.: ФГУП ЦНИИС, - 2005. - 108 с.
16. Техническая политика проектирования и строительства сетей доступа FTТВ в ОАО «Ростелеком» [Текст] - М.: ПАО «Ростелеком» - 2013. - 19 с.
17. Советы по выбору коммутатора или маршрутизатора Cisco [Электронный ресурс]<http://stornet.ru/> - Официальный сайт компании Stornet//URL:http://stornet.ru/articles/sovety_po_vyboru_kommutatora_ili_marshrutizatora_cisco/ (дата обращения 15.04.2018г.)
18. Коммутатор QSW-3450 [Электронный ресурс]www.qtech.ru/ - Официальный сайт компании Qtech//URL:<http://www.qtech.ru/catalog/archmetro/317/chars.htm> (дата обращения 06.04.2018г)
19. Коммутатор QSW-3000 [Электронный ресурс] /http://www.qtech.ru // - Официальный сайт компании Qtech//URL:<http://www.qtech.ru/catalog/archmetro/328/info.htm> (дата обращения 06.04.2018г.)
20. Коммутатор QTECH QSW-3300-28F-AC [Электронный ресурс] //<http://www.layta.ru> // - Официальный сайт компании Layta//URL:<http://www.layta.ru/qtech-qsw-3300-28f-ac-ac.html> (дата обращения 06.04.2018г)
21. Абонентский шлюз QFR-250-4T-W-U [Электронный ресурс] //<http://www.qtech.ru> // - Официальный сайт компании Qtech/URL:<http://www.qtech.ru/catalog/archrouters/413/info.htm> (дата обращения 06.04.2018г.)

					11070006.11.03.02.114.ПЗВКР	Лист
						60
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		