

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 МУЛЬТИСЕРВЕСНОЙ СЕТИ СВЯЗИ В ЖИЛОМ
КОМПЛЕКСЕ «6А» Г.РЕУТОВ**

Выпускная квалификационная работа
обучающегося по направлению подготовки 11.03.02 Инфокоммуникационные
технологии и системы связи
очной формы обучения, группы 07001411
Стельмах Николай Александрович

Научный руководитель
канд. техн. наук, доцент
кафедры
Информационно-
телекоммуникационных
систем и технологий
НИУ «БелГУ» Болдышев А.В.

Рецензент
Инженер электросвязи
1 категории
Службы управления сетями,
сервисами и информационными
системами Белгородского
филиала ПАО «Ростелеком»
Власов С.А.

БЕЛГОРОД 2018

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
**БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**
(НИУ «БелГУ»)

ИНСТИТУТ ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК
КАФЕДРА ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЙ
Направление 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи
Профиль «Сети связи и системы коммутации»

Утверждаю
Зав. кафедрой

« ____ » _____ 201_ г.

ЗАДАНИЕ НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ

_____ Стельмаха Николая Александровича _____

(фамилия, имя, отчество)

1. Тема ВКР «Проектирование мультисервисной сети связи в жилом комплексе «6А» г.Реутов»

Утверждена приказом по университету от « ____ » _____ 201_ г. № _____

2. Срок сдачи студентом законченной работы ____ . _____

3. Исходные данные:

объект проектирования – микрорайон «6А» г.Реутов;
тип сети связи – мультисервисная сеть абонентского доступа;
количество абонентов – 2544

4. Содержание расчетно-пояснительной записки (перечень подлежащих разработке вопросов):

4.1. Введение;

4.2. Проектирование мультисервисной сети с применением многоуровневого подхода

4.3. Расчет нагрузок и количества необходимого оборудования

4.4. Проектирование мультисервисной сети микрорайона «6А» г. Реутов

4.5. Техничко-экономическое обоснование проекта

4.6. Меры по обеспечению охраны труда, техники безопасности и охране окружающей среды;

4.7. Заключение

4.8. Список использованных источников;

5. Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

5.1. Проектируемая схема организации связи;

5.2. Ситуационная схема трассы прокладки кабеля

6. Консультанты по работе с указанием относящихся к ним разделов

Раздел	Консультант	Подпись, дата	
		Задание выдал	Задание принял
4.1. – 4.8	<i>канд. техн. наук доцент каф. ИТСиТ Болдышев А.В.</i>		

7. Дата выдачи задания _____

Руководитель

*канд. техн. наук, доцент
кафедры Информационно-телекоммуникационных
систем и технологий»,
НИУ «БелГУ»* _____

Болдышев А.В.
(подпись)

Задание принял к исполнению _____
(подпись)

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1 ЭКСПЛИКАЦИЯ ОБЪЕКТА.....	5
1.1 Общие сведения о объекте проектирования	5
2 ПРОЕКТИРОВАНИЕ МУЛЬТИСЕРВИСНОЙ СЕТИ С ПРИМЕНЕНИЕМ МНОГОУРОВНЕГО ПОДХОДА	8
2.1 Технология FTTx.....	14
2.2 Сети PON.....	15
2.3 Gigabit Ethernet	18
3 РАСЧЕТ НАГРУЗОК И КОЛИЧЕСТВА НЕОБХОДИМОГО ОБОРУДОВАНИЯ	20
3.1 Расчет нагрузок в мультисервисной сети.....	20
3.2 Расчет трафика телефонии.	21
3.3 Расчет трафика IP-TV.....	23
3.4 Расчет трафика IP-TV в режиме HD.....	26
3.5 Расчет пропускной способности для доступа к сети Интернет.....	29
4 ПРОЕКТ МУЛЬТИСЕРВИСНОЙ СЕТИ СВЯЗИ МИКРОРАЙОНА «6А» Г. РЕУТОВ	33
4.1 Выбор оборудования для проектируемой мультисервисной сети связи микрорайона “6 А” г. Реутов.....	33
4.2 Расчет коэффициента затухания PON сети	35
4.3 Выбор типа линии связи и план размещения оборудования.....	36
5 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТА	41
6. МЕРЫ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ОХРАНЫ ТРУДА, ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ И ОХРАНЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ	52
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	54
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	55

					11070006.11.03.02.854.ПЗВКР			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Проектирование мультисервисной сети связи в жилом комплексе «Мкр. 6А» г.Реутов	Лит.	Лист	Листов
Разраб.		Стельмах Н.А.						
Провер.		Болдышев А.В					2	57
Рецензент		Власов С.А				НИУ «БелГУ», гр.07001411		
Н. контр.		Болдышев А.В						
Утв.		Жиляков Е.Г.						

ВВЕДЕНИЕ

В современном мире, на сегодняшний день мы не можем обойтись без информационных технологий, несмотря на то что в недалеком прошлом мы и понятия не имели о них. Информационные технологии применяются во всех сферах и играют большую роль в жизни человечества. И с каждым днем роль это увеличивается. С их помощью любой человек может пользоваться мессенджерами, узнавать нужную ему информацию, организовывать свой досуг, узнавать новости и многое другое. Это стало доступно нам в связи с развитием телекоммуникаций, информационных технологий и услуг на их основе - Интернет, IP-телефонию и телевидение. В современных условиях интенсивного развития экономики спрос корпоративных и частных пользователей на телекоммуникационные услуги постоянно растет. Это требование побуждает операторов создавать мультисервисные сети доступа для удовлетворения спроса на эти услуги.

Микрорайон «БА» г. Реутов находится в северной части подмосковного города Реутов, представляет собой «город в городе», здесь будет собственная школа, детский сад, подземные многоуровневые парковки, футбольное поле, прогулочные зоны, детские площадки.

На сегодняшний день на территории объекта нет провайдеров, которые могут предоставить будущим жителям доступ к мультисервисным услугам. Создание мультисервисной сети должно быть направлено на возможность предоставления полного спектра современных услуг, а также ряд дополнительных услуг, таких как видеонаблюдение и точки беспроводного доступа. Исходя из вышесказанного, мы можем с уверенностью сказать об актуальности создания проекта мультисервисной сети связи в микрорайоне «БА» для обеспечения жителей высокоскоростным доступом к телекоммуникационным услугам.

Для реализации цели дипломного проекта необходимо выполнить ряд задач:

					<i>11070006.11.03.02.854.ПЗВКР</i>	Лист
						3
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1. Проанализировать проектную документацию микрорайона «БА» г. Реутов;
2. Ознакомится с современными технологиями построения мультисервисных сетей связи, и проанализировав выбрать наиболее оптимальный вариант;
3. Составить перечень предоставляемых услуг и рассчитать объем нагрузок на различных участках проектируемой мультисервисной сети связи;
4. Оценить и выбрать оборудование для реализации мультисервисной сети связи в микрорайоне «БА» г. Реутов;
5. Произвести расчет технико-экономических показателей проекта;
6. Укажите требования к безопасности, охране труда и экологическим мерам.

					<i>11070006.11.03.02.854.ПЗВКР</i>	Лист
						4
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1 ЭКСПЛИКАЦИЯ ОБЪЕКТА

1.1 Общие сведения о объекте проектирования

Новый микрорайон 6А находится в северной части подмосковного города Реутов. Микрорайон 6А представляет собой «город в городе», здесь будет собственная школа, детский сад, подземные многоуровневые парковки, футбольное поле, прогулочные зоны, детские площадки. Первые этаж комплекса будут отданы под коммерческие и социальные объекты, т.е. микрорайон будет иметь свою небольшую инфраструктуру. Территория будет озеленена и благоустроена, на ней планируется построить детсад. Проект располагается вблизи «мкр. 6», что позволит жителям пользоваться его сложившей инфраструктурой с медицинскими, общеобразовательными и дошкольными учреждениями в том числе и музыкальными школами, библиотеками, спортивными объектами, а также и коммерческими объектами. [15,16]



Рисунок 1.1 – Схема мкр. «6 А» г. Реутов[16]

					11070006.11.03.02.854.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5

Таблица 1.1 – Исходные данные о количестве квартир

Номер корпуса	Количество подъездов	Количество этажей	Количество квартир					
			общее	секция (подъезд)				
				1	2	3	4	5
Корпус 1	1	24	240	240	-	-	-	-
Корпус 2	1	24	240	240	-	-	-	-
Корпус 3	1	24	288	288	-	-	-	-
Корпус 4	1	24	288	288	-	-	-	-
Корпус 5	1	24	240	240	-	-	-	-
Корпус 6	1	24	240	240	-	-	-	-
Корпус 7	5	24	480	120	96	96	96	72
Корпус 8	3	24	264	96	96	72	-	-
Корпус 9	3	24	264	96	96	72	-	-
Общее кол-во	17	216	2544	-				

Основная задача мультисервисных сетей - обеспечить сосуществование и взаимодействие гетерогенных коммуникационных подсистем в единой транспортной среде, когда одна инфраструктура используется для передачи нормального трафика (данных) и трафика в режиме реального времени (голос и видео).

Подписчики проектируемой сети делятся на две категории: физические и юридические лица. Проецируемая мультисервисная сеть будет предоставлять каждому абоненту следующие услуги связи.

Для физических лиц:

- Широкополосный доступ в Интернет обеспечивает возможность доступа к информационным ресурсам Интернета, использования удаленных файловых ресурсов Интернета, обмена большими объемами информации, электронной почты, программ обмена сообщениями (Skype), а также других служб, к которым можно получить доступ и контролируется через Интернет;
- видеоконференции, оплата счетов через Интернет, покупки и заказ услуг;

- IP телефония – способ предоставления услуг телефонии с использованием для передачи голоса среди сетей с коммутацией пакетов, включая IP сети передачи данных, и/или Интернет;

- IPTV - это цифровое интерактивное телевидение нового поколения. Технология IPTV - это новое поколение цифрового телевидения в сетях IP. Использование проигрывателя IPTV без использования дополнительных.

					<i>11070006.11.03.02.854.ПЗВКР</i>	Лист
						7
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

2 ПРОЕКТИРОВАНИЕ МУЛЬТИСЕРВИСНОЙ СЕТИ С ПРИМЕНЕНИЕМ МНОГОУРОВНЕГО ПОДХОДА

Мультисервисные сети делятся на следующие группы:

- Уровень ядра (или уровень магистралей).
- Уровень распределения (пограничный уровень).
- Уровень доступа (точка входа в сеть оператора).

Уровень доступа включает в себе совокупностью устройств доступа (находящегося изначально в организационном центре, а в перспективе - в разветвленных точках присутствия (PoP) оператора), линий связи с центральным устройством и абонентских линий ("последняя миля"). Уровень доступа может быть реализован с применением семейства оптических или медных полупроводников Ethernet, выделенных линий xDSL, технологий коммутируемого доступа, беспроводного доступа

Концентрация клиентов с предоставлением им порта (точки подключения) доступа к услугам оператора.

- Предоставление только авторизованного доступа к глобальной сети клиентов с использованием протокола Radius, анализ MAC-адресов и фильтрации IP-адресов с использованием списков доступа.
- Маркировка клиентского трафика с помощью ярлыков виртуальной сети 802.1q для идентификации с биллингом.
- Быстрое переключение на запасные соединения с уровнем распределения в случае аварии основных линий при помощи протокола RSTP.

На рисунке 3 рассмотрены наиболее типичные способы организации доступа:

					<i>11070006.11.03.02.854.ПЗВКР</i>	Лист
						8
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

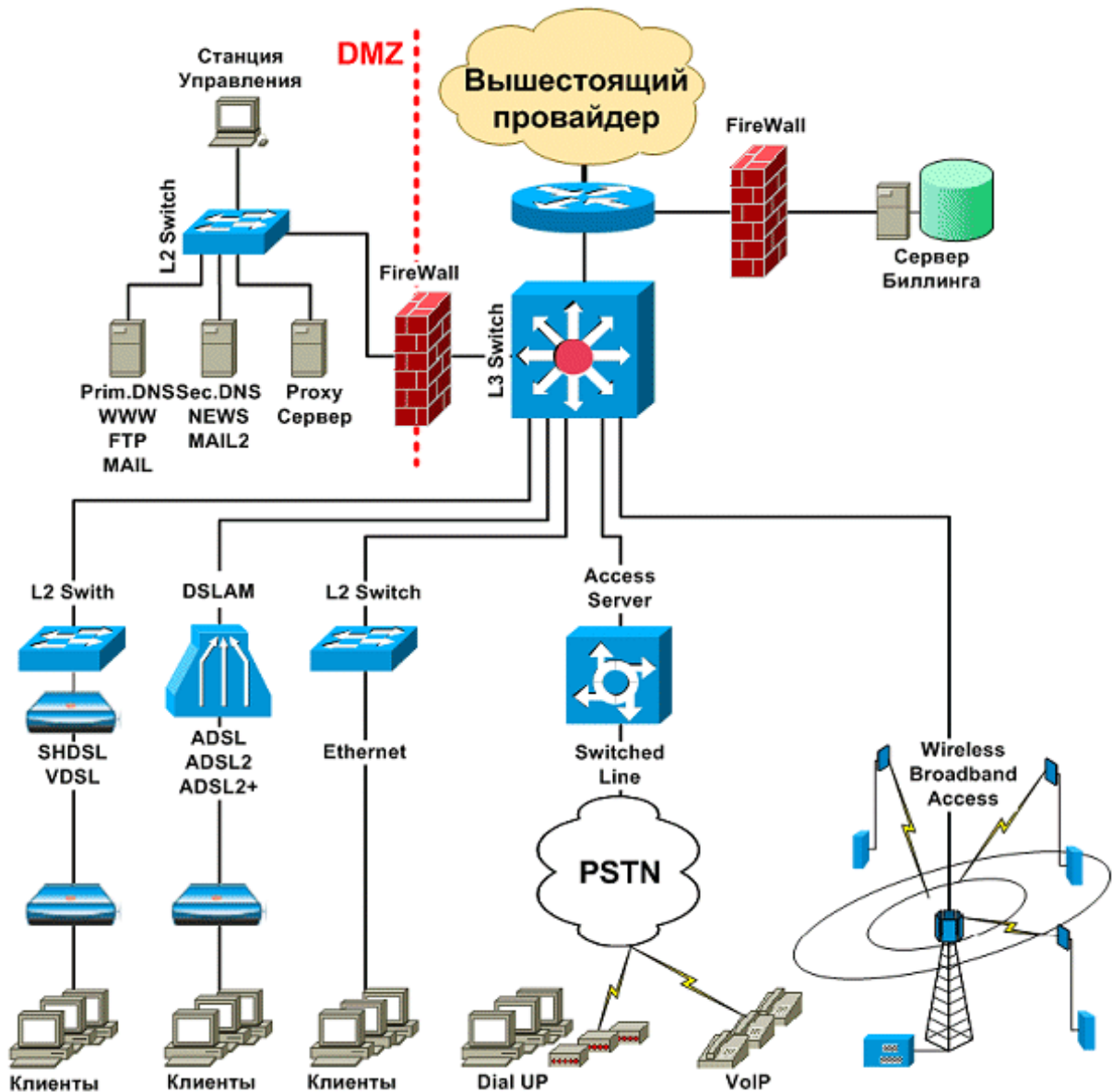


Рисунок 2.1 - Основные виды доступа

- Симметричный доступ по выделенной физической линии (SDSL). Абонентские линии подключаются к модульным платформам доступа или к отдельным модемам. Клиентские устройства используют абонентские модемы;
 - Ассиметричный доступ по выделенной физической линии. Абонентские линии подключаются к ADSL концентраторам, а на стороне клиента используются клиентские модемы;
 - Коммутируемый доступ. Абонент подключается к модемному пулу оператора с помощью клиентского модема для коммутируемых линий. Модемные пулы на стыке с АТС могут быть аналоговыми или цифровыми;

- Ethernet-доступ. Сети клиентов подключаются к коммутаторам Ethernet уровня доступа;

- Беспроводной доступ. В центре зоны обслуживания создается многосекторная базовая станция, основанная на широкополосной системе беспроводного доступа. На стороне абонента используются клиентские терминалы с внешними узко направленными антеннами;

На уровне распределения многоуровневых коммутаторов L3-L7, которые выполняют следующие основные функции:

- • Обеспечение подключения оборудования для доступа к шоссе с использованием оптических и медных интерфейсов Gigabit Ethernet;

- • Концентрация и высокоскоростное переключение трафика устройств доступа;

- • Быстрое переключение на резервные соединения с уровнем ядра и уровнем доступа в случае отказа основных линий с использованием протокола RSTP;

- • Транзитная идентификация информации VLAN от устройств для доступа к основной сети; • Классификация и управление трафиком на основе приоритетов;

- • Обеспечение каналов или каналов гарантированной пропускной способностью для клиентов или отдельных приложений с шагом в 1 кбит / с;

- • Фильтрация трафика с использованием списков доступа.

В ходе дальнейшего развития сети для привлечения большего числа клиентов в новых перспективных областях оператор может использовать обширный метод, организуя новые узлы доступа или точки присутствия (PoP). Результат этой разработки показан на рисунке 4.

					<i>11070006.11.03.02.854.ПЗВКР</i>	Лист
						10
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

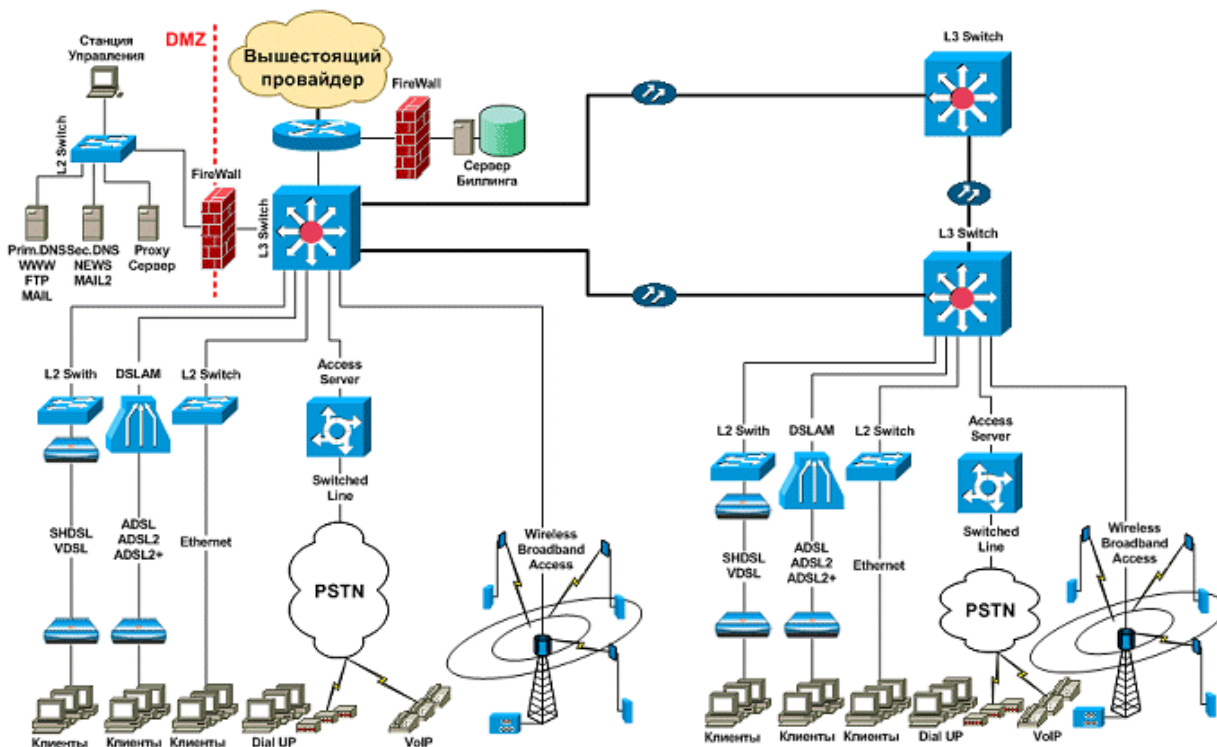


Рисунок 2.2 - Подключение точек присутствия к организационному центру сети

Для соединения точек присутствия с организационным центром сети развернуты транспортные маршруты. Эффективность использования Gigabit Ethernet в качестве технологии передачи данных на автомобильных дорогах. Для дальнейшего повышения эффективности волоконно-оптической связи можно объединить Gigabit Ethernet с технологией спектрального мультиплексирования WDM. [4]

Как видно из диаграммы на рис.3, для текущего состояния сети граница между уровнем распределения и уровнем ядра (магистральной) довольно размыта. Фактически, многоуровневые коммутаторы в узлах доступа объединяют функции уровня распространения и магистральной. Широкий подход оправдан при переходе от сети начального уровня к сети среднего размера, так что оператор может «разбить свою территорию». Но при широком расширении сети неизбежно будут возникать проблемы, связанные с технологическими ограничениями на количество клиентов, увеличением работы сети, снижением общей надежности и отсутствием возможности для внедрения новых услуг.

Чтобы сформировать долгосрочную основу для развития сети, необходим интенсивный подход - с использованием новых технологий с более высокой эффективностью использования всех видов ресурсов. В нашем случае речь идет о создании базовой сети на основе высокопроизводительных модульных маршрутизаторов с поддержкой Gigabit Ethernet, 10Gigabit Ethernet и MPLS. Чрезмерная производительность и четкая иерархическая структура значительно упрощают масштабируемость сети, сводя ее к простому добавлению новых блоков.

Использование MPLS в ядре сети позволяет предоставлять услуги с гарантированной пропускной способностью, сквозным и постоянным качеством обслуживания в сети MPLS, высокой степенью безопасности и надежности. MPLS значительно упрощает предоставление услуг VPN. Использование технологий виртуального маршрутизатора и виртуального коммутатора устраняет ограничения адресов и маркеров (802.1q) при предоставлении услуг VPN второго и третьего уровня. Можно централизовать биллинг, переведя маркеры уровня канала через ядро сети в точку сбора платежной информации.

Маршрутизаторы ядра выполняют следующие функции:

- Подключение ядра сети оператора к сети главного провайдера на сайте организационного центра.
- Агрегация трафика, поступающего от коммутаторов уровня распространения и его маршрутизации со скоростью канала (1000 Мбит / с Gigabit Ethernet) • Организация отказоустойчивой кольцевой магистрали с быстрым перенаправлением и временем восстановления 50-100 мс.
- Управление трафиком с использованием очереди на основе приоритетов. Обеспечение гарантированной пропускной способности для мультимедийного трафика. Распределение и балансировка трафика по предопределенным туннелям MPLS с различными уровнями QoS.
- Сбор информации и статистика фактурирования с использованием технологий NetFlow, IP Accounting и Radius Accounting на сайте организационного центра.

					<i>11070006.11.03.02.854.ПЗВКР</i>	Лист
						12
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- Обеспечение безопасности службы или скрытой служебной части сети.

Пример сети телекоммуникационных услуг с использованием технологии MPLS показан на рисунке 4.

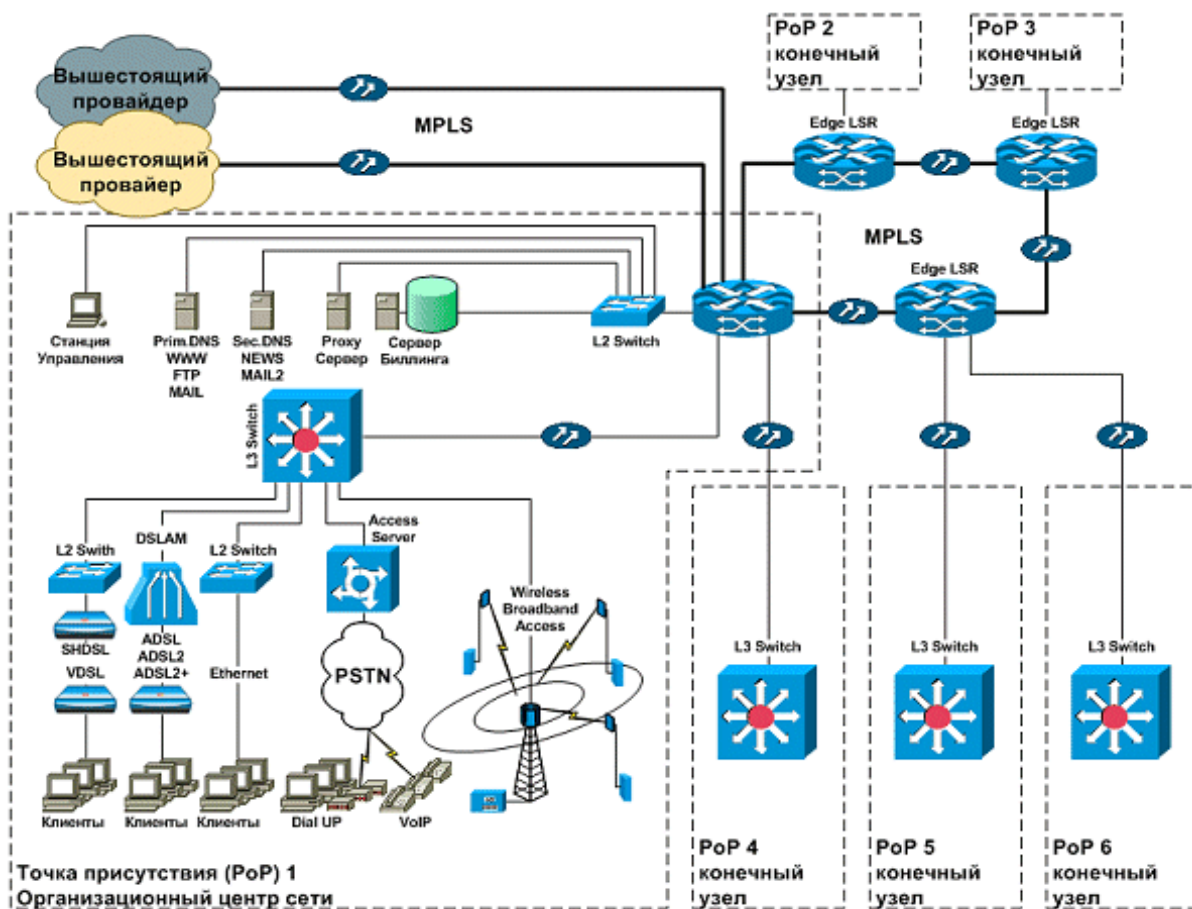


Рисунок 2.3 - Построение ядра сети с применением технологии MPLS

В целом организация сети с ядром на базе высокопроизводительных модульных маршрутизаторах MPLS позволит перейти на новый качественный уровень предоставления уже имеющихся услуг и ввести большой ряд новых востребованных услуг, что особенно актуально для достижения конкурентных преимуществ перед другими операторами. [6]

На данный момент в городе Реутов все провайдеры строят локальные вычислительные сети опережая на следующие схемы: в

квартале выбирается точка присутствия, через которую вы можете подключить несколько домов. В настоящий момент маршрутизатор находится, и два провода передаются в магистральную сеть провайдера, что обеспечивает

подключение локальных компьютерных сетей к магистрали. В этом случае потоки маршрутизируются в точке присутствия, и все проводки вокруг дома могут выполняться на неуправляемых коммутаторах. При создании сети вам необходимо не только выбирать технологию, но и учитывать стоимость этой сети. Выделим самые современные технологии: FTTH, xDSL, xPON и Ethernet

2.1 Технология FTТх

Технология Fiber To The X (оптическое волокно до ...) - концепция, описывающая общий подход к организации кабельной инфраструктуры сети, в которой от узла связи до определенного места (точка «х») достигается волокно, а затем, к достоинству - медный кабель (также возможно, что оптические элементы укладываются непосредственно в абонентское устройство). Таким образом, FTТх является только физическим уровнем. Тем не менее, вся технология канала и сетевого уровня. Благодаря широкому диапазону систем FTТх не позволяет подключать различные сервисы. В семейство FTТх входят различные виды архитектур:

FTTN (Fiber to the Node) — волокно до сетевого узла;

FTTC (Fiber to the Curb) — волокно до микрорайона, квартала или группы домов;

FTTB (Fiber to the Building) — волокно до здания;

FTTH (Fiber to the Home) — волокно до жилища (квартиры или отдельного коттеджа).

Уникально в пользу решений FTTH являются эксперты, они сравнивают время жизненного цикла инвестиций в любой системе доступа и коррелированный рост требований к пропускной способности каналов доступа. Анализ показывает, что если технические решения, составляющие основу сегмента доступа сегодня, будут неспособны обеспечить скорость 100 Мбит / с в 2013-2015 годах, то оборудование будет устаревать до окончания инвестиционного цикла. Из всех вариантов FTТх она:

					<i>11070006.11.03.02.854.ПЗВКР</i>	Лист
						14
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- обеспечивает наибольшую полосу пропускания;
- полностью стандартизированный и наиболее перспективный вариант;
- решения FTTH обеспечивают массовое обслуживание абонентов на расстоянии до 20 км от узла связи;
- они позволяют существенно сократить эксплуатационные расходы за счет уменьшения площади технических помещений (необходимых для размещения оборудования), снижения энергопотребления и собственно затрат на техническую поддержку.

Существует два часто применяемых типа организации FTTH сетей: на базе технологии Ethernet и на базе технологии PON.

2.2 Сети PON

PON - технология пассивных оптических сетей. Сеть доступа PON основана на древовидной волоконно-кабельной архитектуре с пассивными оптическими соединителями на узлах, представляет собой экономичный способ обеспечения широкополосной передачи информации. В то же время архитектура PON имеет необходимую эффективность построения узлов сети и пропускной способности в зависимости от текущих и будущих потребностей абонентов.

Количество абонентских узлов, подключенных к одному модулю приемопередатчика OLT, может быть таким же большим, как и бюджет мощности, и максимальная скорость приемопередающего оборудования. Для передачи потока информации из OLT в ONT - прямой (нисходящий) поток, как правило, используется длина волны 1550 нм. И наоборот, потоки данных от разных абонентских узлов до центрального узла, которые все вместе образуют обратный поток, передаются с длиной волны 1310 нм. В OLT и ONT мультиплексоры WDM встроены для разделения исходящих и входящих потоков.

Существует три стандарта сети PON: APON (BPON), GPON и EPON (GePON).

					<i>11070006.11.03.02.854.ПЗВКР</i>	Лист
						15
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

За расширенным стандартом APON закрепляется название BPON (broadband PON).

APON сегодня допускает динамическое распределение полосы DBA (dynamic bandwidth allocation) между различными приложениями и различными ONT и рассчитан на предоставление как широкополосных, так и узкополосных услуг.

Оборудование APON разных производителей поддерживает магистральные интерфейсы: SDH (STM-1), ATM (STM-1/4), Fast Ethernet, Gigabit Ethernet, видео (SDI PAL), и абонентские интерфейсы E1 (G.703), Ethernet 10/100Base-TX, телефонию (FXS).

Комиссия EFM 802.3ah стандартизировала три разновидности решения для сети доступа:

- EFMC (EFM copper) – решение "точка-точка" с использованием витых медных пар
- EFMF (EFM fiber) – решение, основанное на соединении "точка-точка" по волокну.
- EFMF (EFM PON) – решение, основанное на соединении "точка-многоточка" по волокну. Это решение, являющееся по сути альтернативой APON, получило схожее название EPON.

GePON предоставляет масштабируемую структуру кадров при скоростях передачи от 622 Мбит/с до 2,5 Гбит/с, и допускает системы как с одинаковой скоростью передачи прямого и обратного потока в дереве PON, так и с разной. GePON базируется на стандарте ITU-T G.704.1 GFP (generic framing protocol, общий протокол кадров), обеспечивая инкапсуляцию в синхронный транспортный протокол любого типа сервиса, в том числе TDM. Исследования показывают, что даже в самом худшем случае распределения трафика и колебаний потоков утилизация полосы составляет 93% по сравнению с 71% в APON, не говоря уже о EPON.

					<i>11070006.11.03.02.854.ПЗВКР</i>	Лист
						16
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Главным отличием GPON выступает отсутствие сетевого оборудования при прокладке к абоненту, полнодуплексный симметричный доступ со скоростью 40 Мбит / м (при полной загрузке GPON-узла) до 1,25 Гбит м, высокая масштабируемость, увеличена результативность применения среды передачи данных, что обеспечивается прямым транспортом Ethernet-кадров, результативными схемами приоритезации трафика и IP-протоколами.

Технология GPON в полной мере подходит для внедрения в мкр. «б А» г. Реутов города по нескольким причинам:

- 1.1 Отсутствие активного сетевого оборудования на пути к пользователю.
- 1.2 Увеличить скорость передачи до 1 Гбит / с в обоих направлениях.
- 1.3 Широкополосный доступ. Эта технология позволяет вам предоставлять услуги Triple Play;
- 1.4 Возможность подключения 64 абонентских устройств к филиалу PON и эффективного использования оптического волокна;
- 1.5 Простота установки и обслуживания. [9]

В таблице 6 приведено сравнение характеристик стандартов PON

Таблица 6 - Сравнительные характеристики PON

Характеристики	APON (BPON)	EPON	GPON
Институты стандартизации / альянсы	ITU-T SG15 / FSAN	IEEE / EFMA	ITU-T SG15 / FSAN
Дата принятия стандарта	октябрь 1998	июль 2004	октябрь 2003
Стандарт	ITU-T G.981.x	IEEE 802.3ah	ITU-T G.984.x
Скорость передачи, прямой/обратный поток, Мбит/с	155/155 622/155 622/622	1000/1000	1244/155,622,1244 2488/622,1244,2488
Базовый протокол	ATM	Ethernet	SDH
Линейный код	NRZ	8B/10B	NRZ
Максимальный радиус сети, км	20	20 (>30№)	20
Максимальное число абонентских узлов на одно волокно	32	16	64 (128I)
Приложения	любые	IP, данные	любые
Коррекция ошибок FEC	предусмотрена	нет	необходима

2.3 Gigabit Ethernet

Технология Gigabit Ethernet - это Ethernet-расширение IEEE 802.3, которое использует ту же структуру упаковки, формат и поддержку протокола CSMA / CD, полный дуплекс, управление потоком и т. Д., Но то же время обеспечивает десятикратное увеличение производительности теоретически. Поскольку технология Gigabit Ethernet совместима с Ethernet 10 Мбит / с и 100 Мбит / с, легкий переход к этой технологии возможен, не инвестируя большие деньги в программное обеспечение, структуру кабелей и обучение персонала.

Как и в стандарте Fast Ethernet, универсальная схема кодирования сигналов для Gigabit Ethernet, стандарты 1000Base-LX / SX / CX не используют кодирование 8В / 10В, стандарт 1000Base-T использует специальный расширенный код линии TX / T2. Кодированный подуровень кодирования PCS расположен ниже медиа-независимого интерфейса GMI. 1000Base-T - это стандартный интерфейс для передачи Gigabit Ethernet по неэкранированной витой паре категории 5 и выше для расстояний до 100 метров. Для передачи используются все четыре пары медных кабелей, скорость передачи одной пары составляет 250 Мбит / с.

Технология GPON была выбрана для развития мультисервисной сети передачи данных микрорайона «6А» в Реутове, поскольку эта технология является одной из наиболее перспективных сетевых технологий и обеспечивает высокую надежность, гибкость, низкую стоимость и простоту внедрения, выдерживает большие нагрузки в случайные моменты времени, передача огромного количества данных. [10]

При проектировании телекоммуникационной сети необходим «многоуровневый» подход для достижения максимальной производительности, надежности, управляемости и масштабируемости. Он позволяет создавать сеть, добавлять новые блоки, обеспечивать высокий детерминизм сетевого поведения, требует минимальных усилий и средств для устранения неполадок.

Технология пассивных оптических сетей будет оптимальным выбором для данного микрорайона, так как:

					<i>11070006.11.03.02.854.ПЗВКР</i>	Лист
						18
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- Расстояния от АТС до абонентов минимально, и, следовательно, затраты по кабелю будут минимальным
- Подключение абонентов будет осуществляться в многоквартирных жилых домах, что не будет требовать дополнительных земельных работ
- PON предоставляет передачу сигнала на больших скоростях
- Архитектура предоставляет качественную сеть
- Электропитательные элементы отсутствуют

					<i>11070006.11.03.02.854.ПЗВКР</i>	Лист
						19
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

3 РАСЧЕТ НАГРУЗОК И КОЛИЧЕСТВА НЕОБХОДИМОГО ОБОРУДОВАНИЯ

3.1 Расчет нагрузок в мультисервисной сети

Концепция абонента подразумевает не только конкретного человека, но и устройство доступа - точку подключения абонента. Расчет требуемой нагрузки и пропускной способности сети выполняется с учетом скорости доступа и процента пользователей, использующих предоставленные услуги в пиковый час. В таблице 3.1 ниже приведены значения основных параметров для расчета.

Таблица 3.1 - Значения параметров

Параметр	Обозначение	Значение
1	2	3
1. Число абонентов сети:	<i>NS</i>	2544
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; % - одновременно принимающих или передающих данные; % - одновременно пользующихся услугами IP-TV; %	<i>DAAF</i> <i>DPAF</i> <i>IPVS AF</i>	80 70 60
5. Услуга передачи данных: 6.1. Пропускная способность сети для передачи данных к абоненту: - средняя пропускная способность; Мбит/с - пиковая пропускная способность; Мбит/с 6.2. Пропускная способность сети для передачи данных от абонента: - средняя пропускная способность; Мбит/с - пиковая пропускная способность Мбит/с	 <i>ADBS</i> <i>PDBS</i> <i>AUBS</i> <i>PUBS</i>	 50 100 20 90
7. Услуга IP-TV/ IP-TV HD: - проникновение услуги; % - количество сессий на абонента; - режим Unicast; % - режим Multicast; %	<i>IPVS MP</i> <i>IPVS SH</i> <i>IPVS UU</i> <i>IPVS MUM</i>	70/25 1,3/1,3 30/30 70/70

Окончания таблицы 3.1

1	2	3
- потоки Multicast; %	<i>IPVS MU</i>	70/70
-количество доступных каналов в рамках пакета;	<i>IPVS MA</i>	100/50
-скорость видеопотока; Мбит/с	<i>VSB</i>	6 /15
-запас на вариацию битовой скорости	<i>SVBR</i>	0,2/0,2

За один сетевой узел принимается количество абонентов, подключаемых, на один порт. Расчеты будут производиться для стационарного оборудования, которое располагается на АТС.

3.2 Расчет трафика телефонии

Предполагается, что уровень спроса на услугу IP-телефонии составит 30%, для более удобного подсчета будем допустить, что пользователи равномерно распределены по всем коммутаторам:

$$N_{\text{SIP}} = [24 * 0,3] = 8, \text{ абонентов} \quad (3.1)$$

Канал, используемый для передачи голосовых данных, формируется опираясь на используемый кодек, в нашем случае это кодек G.729A:

$$U_{\text{полезн}} = \frac{t_{\text{зв.голоса}} \cdot v_{\text{кодирования}}}{8 \text{ бит} / \text{байт}}, \text{ байт}, \quad (3.2)$$

где $t_{\text{зв.голоса}}$ - время звучания голоса, мс, $v_{\text{кодирования}}$ - скорость кодирования речевого сигнала, Кбит/с.

Кодек G.729A подразумевает уровень сжатия потока аудиоданных до скорости в 8 кбит/с, время звучания 20 мс.

					<i>11070006.11.03.02.854.ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		21

$$Y_{\text{полезн}} = \frac{20 \cdot 8}{8} = 20 \text{ байт.}$$

Длину пакета можно определить формуле (3.4):

$$V_{\text{пакета}} = L_{\text{EthL1}} + L_{\text{EthL2}} + L_{\text{IP}} + L_{\text{UDP}} + L_{\text{RTP}} + Y_{\text{полезн}}, \text{ байт,} \quad (3.3)$$

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.

$$V_{\text{пакета}} = 20 + 18 + 20 + 8 + 12 = 78, \text{ байт.}$$

G.729A может передавать через шлюз со скоростью до 50 пакетов за 1 секунду, в результате мы получим общую полосу пропускания:

$$\text{ППр}_1 = V_{\text{пакета}} \cdot 8 \frac{\text{бит}}{\text{байт}} \cdot 50_{\text{pps}}, \text{ Кбит/с,} \quad (3.4)$$

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

$$\text{ППр}_1 = 78 \cdot 8 \cdot 50 = 31,2 \text{ Кбит/с.}$$

Пропускная способность для передачи голоса по IP протоколу на одном СУ составляет:

$$\text{ППр}_{\text{WAN}} = \text{ППр}_1 \cdot N_{\text{SIP}} \cdot \text{VAD}, \text{ Мбит/с,} \quad (3.5)$$

где ППр_1 – полоса пропускания для одного вызова, Кбит/с, N_{SIP} – количество абонентов с услугой IP-телефонии,

					<i>11070006.11.03.02.854.ПЗВКР</i>	Лист
						22
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

VAD (Voice Activity Detection) – коэффициент механизма идентификации пауз (0,7).

$$ППр_{WAN} = 31,2 \cdot 8 \cdot 0,7 = 175 \text{ кбит/с.}$$

Использование других кодеков может помочь снизить стоимость полосы пропускания за счет использования наиболее эффективных алгоритмов сжатия голосовых данных.

3.3 Расчет трафика IP-TV

Подсчитаем количество абонентов, которые используют услугу на одном СУ единовременно:

$$IPVS \text{ Users} = AVS * IPVS \text{ AF} * IPVS \text{ SH}, \text{ аб} \quad (3.6)$$

где AVS – количество абонентов на СУ, которые подключены к услуге, IPVS AF – процент абонентов, которые пользуются услуги IP TV единовременно в ЧНН, IPVS SH – коэффициент, который показывает, какое количество разных программ единовременно используется в одном доме.

$$IPVS \text{ Users} = [24 * 0,6] * 0,6 * 1,3 = 12, \text{ аб}$$

Перевод может быть выполнен в двух режимах: многоадресной и одноадресной. Например, услуга видео по запросу является одним видеопотоком, поэтому количество отдельных потоков соответствует количеству абонентов, которые получают эти потоки.

$$IPVS \text{ US} = IPVS \text{ Users} * IPVS \text{ UU} * UUS, \text{ потоков} \quad (3.7)$$

					<i>11070006.11.03.02.854.ПЗВКР</i>	Лист
						23
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

где $IPVS UU$ – коэффициент проникновения услуги индивидуального видео, $UUS = 1$ – количество абонентов на один видеопоток.

$$IPVS US = 12 * 0.3 * 1 = 4, \text{ потоков}$$

Multicast поток может приниматься несколькими устройствами за раз, таким образом, количество потоков:

$$IPVS MS = IPVS Users * IPVS MU, \text{ потоков} \quad (3.8)$$

где $IPVS MU$ – количество абонентов, которые принимают групповые видеопотоки.

$$IPVS MS = 12 * 0.7 = 9, \text{ потоков}$$

Количество типов многоядерных потоков напрямую зависит от количества телевизионных программ. В IP-TV не все потоки могут транслироваться в сетевом сегменте. Наибольшее количество видеопотоков от тех, которые доступны и используются абонентами для многоадресного вещания:

$$IPVS MSM = IPVS MA * IPVS MUM, \text{ видеопотоков} \quad (3.9)$$

где $IPVS MA$ – количество доступных групповых видеопотоков, $IPVS MUM$ – процент максимального использования видеопотоков.

$$IPVS MSM = 100 * 0.7 = 70, \text{ видеопотоков}$$

Широковещательная передача видеопотоков в IP-сети возможна с переменной скоростью передачи. Чтобы передать ТВ-контент с наивысшим качеством, мы определим скорость передачи одного видеопотока на уровне 6 Мбит

					<i>11070006.11.03.02.854.ПЗВКР</i>	Лист
						24
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

/ с. Учитывая добавление заголовков и полей IP-пакетов для изменения скорости передачи данных, скорость передачи одного видеопотока в формате MPEG-2 будет равна:

$$IPVSB = VSB * (1 + SVBR) * (1 + OHD), \text{ Мбит/с} \quad (3.10)$$

где VSB – скорость трансляции потока в формате MPEG-2, Мбит/с, $SVBR$ – запас на вариацию битовой скорости, OHD - отношение длины заголовка IP пакета к его общей длине во входящем потоке

$$IPVSB = 6 * (1 + 0.2) * (1 + 0.1) = 7.92 \text{ Мбит/с}$$

Полоса пропускания, необходимая для передачи одного видеопотока MPEG-2 по IP-сети в многоадресных и одноадресных режимах, рассчитывается следующим образом:

$$IPVSMNB = IPVSMs * IPVSB, \text{ Мбит/с} \quad (3.11)$$

$$IPVSUNB = IPVSUs * IPVSB, \text{ Мбит/с} \quad (3.12)$$

где $IPVMS$ – количество транслируемых потоков в режиме multicast, $IPVUS$ – количество транслируемых потоков в режиме unicast, $IPVSB$ – скорость передачи одного видеопотока.

$$IPVSMNB = 9 * 7.92 = 71,28 \text{ Мбит/с},$$

$$IPVSUNB = 4 * 7.92 = 31,68 \text{ Мбит/с}.$$

Многоадресные потоки передаются из головной станции в большое количество абонентских устройств. Мы вычисляем общую скорость передачи максимального количества многоадресных потоков в ЧНН:

					<i>11070006.11.03.02.854.ПЗВКР</i>	Лист
						25
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$IPVS\ MNB_{max} = IPVS\ MSM * IPVS\ B, \text{ Мбит/с} \quad (3.13)$$

где $IPVS\ MSM$ – число применяемых видеопотоков среди доступных, $IPVS\ B$ – скорость передачи одного видеопотока.

$$IPVS\ MNB_{max} = 70 * 7.92 = 554,4 \text{ Мбит/с.}$$

В результате чего мы получим общую пропускную способность для одного сетевого узла при предоставлении услуги IP-TV:

$$AB = IPVS\ MNB + IPVS\ UNB, \text{ Мбит/с} \quad (3.14)$$

где $IPVS\ MNB$ – пропускная способность для передачи группового видеопотока, $IPVS\ UNB$ – пропускная способность для передачи индивидуального видеопотока.

$$AB = 55,44 + 31,68 = 87,12 \text{ Мбит/с.}$$

3.4 Расчет трафика IP-TV в режиме HD

Чтобы увеличить популярность на услугу IP-TV, оператор имеет возможность предложить клиенту доступ к просмотру каналов HD. Эта услуга довольно популярна и имеет спрос у абонентов. Проект предусматривает, что 30% абонентов, подключившихся к услуге IP-TV, будут использовать пакеты с каналами HD. Расчет нагрузки будет таким же, как и предыдущий. Количество абонентов, которые используют услугу на одном сетевом узле за раз:

$$IPVS\ Users = AVS * IPVS\ AF * IPVS\ SH, \text{ аб} \quad (3.15)$$

					<i>11070006.11.03.02.854.ПЗВКР</i>	Лист
						26
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

где AVS – количество абонентов на СУ, которые подключены к услуге, IPVS AF – процент абонентов, которые пользуются услугами IP TV одновременно в ЧНН, IPVS SH – коэффициент, который показывает, какое количество разных программ одновременно используется в пределах одного дома.

$$IPVS\ Users = [24 * 0,6 * 0,3] * 0,6 * 1,3 = 4, аб$$

Количество индивидуальных потоков составляет:

$$IPVS\ US = IPVS\ Users * IPVS\ UU * UUS, потоков \quad (3.16)$$

где IPVS UU – коэффициент проникновения услуги индивидуального видео, UUS = 1 – количество абонентов на один видеопоток.

$$IPVS\ US = 4 * 0,3 * 1 = 2, потока$$

Количество Multicast потоков составляет:

$$IPVS\ MS = IPVS\ Users * IPVS\ MU, потоков \quad (3.17)$$

где IPVS MU – количество абонентов, которые принимают групповые видеопотоки.

$$IPVS\ MS = 4 * 0,7 = 3, потока$$

Наибольшее число видеопотоков:

$$IPVS\ MSM = IPVS\ MA * IPVS\ MUM, видеопотоков \quad (3.18)$$

					<i>11070006.11.03.02.854.ПЗВКР</i>	Лист
						27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

где $IPVSMA$ – число доступных групповых видеопотоков, $IPVSMUM$ – процент максимального использования видеопотоков.

$$IPVSMMSM = 50 * 0.7 = 35, \text{ видеопотоков}$$

Скорость одного HD видеопотока, который принимается со спутника, равно 10 Мбит/с, в результате получим:

$$IPVSB = VSB * (1 + SVBR) * (1 + OHD), \text{ Мбит/с} \quad (3.19)$$

где VSB – скорость трансляции потока в формате MPEG-2, Мбит/с, $SVBR$ – запас на вариацию битовой скорости, OHD - отношение длины заголовка IP пакета к его общей длине во входящем потоке

$$IPVSB = 15 * (1 + 0.2) * (1 + 0.1) = 19,8 \text{ Мбит/с}$$

Пропускная способность, для передачи одного видеопотока в формате HD по IP сети в режимах multicast и unicast вычисляется следующим образом:

$$IPVSMNB = IPVSMMS * IPVSB, \text{ Мбит/с} \quad (3.20)$$

$$IPVSNUNB = IPVSNUS * IPVSB, \text{ Мбит/с} \quad (3.21)$$

где $IPVSMMS$ – число транслируемых потоков в режиме multicast, $IPVSNUS$ – число транслируемых потоков в режиме unicast, $IPVSB$ – скорость передачи одного видеопотока.

$$IPVSMNB = 3 * 19,8 = 59,4 \text{ Мбит/с,}$$

$$IPVSNUNB = 2 * 19,8 = 39,6 \text{ Мбит/с.}$$

					<i>11070006.11.03.02.854.ПЗВКР</i>	Лист
						28
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Общая скорость для передачи максимального числа multicast потоков в ЧНН будет равна:

$$IPVS\ MNB_{max} = IPVS\ MSM * IPVSB, \text{ Мбит/с} \quad (3.22)$$

где $IPVS\ MSM$ – количество используемых видеопотоков среди доступных, $IPVSB$ – скорость передачи одного видеопотока.

$$IPVS\ MNB_{max} = 35 * 19,8 = 693 \text{ Мбит/с.}$$

При предоставлении услуги HD IP-TV общая пропускная способность для одного сетевого узла будет равна:

$$AB = IPVS\ MNB + IPVS\ UNB, \text{ Мбит/с} \quad (3.23)$$

где $IPVS\ MNB$ – пропускная способность для передачи группового видеопотока, $IPVS\ UNB$ – пропускная способность для передачи индивидуального видеопотока.

$$AB = 59,4 + 39,6 = 99,2 \text{ Мбит/с.}$$

3.5 Расчет пропускной способности для доступа к сети Интернет

При расчете скорости канала передачи данных для доступа в сеть Интернет, нужно заметить, что число активных абонентов в ЧНН может быть различным. Наибольшее количество активных абонентов за этот промежуток времени рассчитывается параметром Data Average Activity Factor (DAAF):

$$AS = TS * DAAF, \text{ аб} \quad (3.24)$$

					<i>11070006.11.03.02.854.ПЗВКР</i>	Лист
						29
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

где TS – количество абонентов на одном сетевом узле, аб, $DAAF$ – процент абонентов, находящихся в сети в ЧНН.

$$AS = 24 * 0.8 = 20, \text{ аб}$$

Каждый из абонентов обладает двумя каналами: для приема данных - downstream и передачи данных – upstream. При этом, канал upstream меньше downstream. Для определения средней пропускной способности сети, необходимой для нормальной работы пользователей, используем следующее соотношение:

$$BDDA = (AS * ADBS) * (1 + OHD), \text{ Мбит/с} \quad (3.25)$$

где AS - число активных абонентов, аб, $ADBS$ – средняя скорость приема данных, Мбит/с, OHD – отношение длины заголовка IP пакета к его общей длине во входящем потоке.

$$BDDA = (20 * 50) * (1 + 0.1) = 1100 \text{ Мбит/с.}$$

Средняя пропускная способность для передачи данных

$$BUDA = (AS * AUBS) * (1 + OHU), \text{ Мбит/с} \quad (3.26)$$

где AS - число активных абонентов, аб, $AUBS$ – средняя скорость передачи данных, Мбит/с OHU – отношение длины заголовка IP пакета к его общей длине во исходящем потоке. $BUDA = (20 * 20) * (1 + 0.15) = 460 \text{ Мбит/с.}$

В том случае, когда абонент может передавать и принимать данные на максимальной скорости в ЧНН пропускная способность сети вычисляется при помощи коэффициента Data Peak Activity Factor (DPAF):

					<i>11070006.11.03.02.854.ПЗВКР</i>	Лист
						30
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$PS = AS * DPAF, \text{ аб} \quad (3.27)$$

где $DPAF$ – процент абонентов, которые одновременно принимают или передают данные в течение короткого интервала времени.

$$PS = 20 * 0.6 = 12$$

Наибольшая пропускная способность, которая требуется для приема данных в час максимальной нагрузки

$$BDDP = (PS * PDBS) * (1 + OHD), \text{ Мбит/с} \quad (3.28)$$

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

$$BDDP = (12 * 100) * (1 + 0.1) = 1320 \text{ Мбит/с.}$$

Максимальная пропускная способность для передачи данных в ЧНН

$$BUDP = (PS * PUBS) * (1 + OHU), \text{ Мбит/с} \quad (3.29)$$

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

$$BUDP = (12 * 90) * (1 + 0.15) = 1242 \text{ Мбит/с.}$$

Для проектирования сети нужно применять наибольшее значение полосы пропускания среди пиковых и средних значений для того, чтоб исключить перегрузку сети

$$BDD = \text{Max} [BDDA; BDDP], \text{ Мбит/с} \quad (3.30)$$

					<i>11070006.11.03.02.854.ПЗВКР</i>	Лист
						31
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$BDU = \text{Max} [BUDA; BUDP], \text{ Мбит/с} \quad (3.31)$$

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

$$BDD = \text{Max}[1100; 1320] = 1320 \text{ Мбит/с},$$

$$BDU = \text{Max}[460; 1242] = 1242 \text{ Мбит/с}.$$

Общая пропускная способность одного сетевого узла, необходимая для организации приема и передачи данных будет равна:

$$BD = BDD + BDU, \text{ Мбит/с} \quad (3.32)$$

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

$$BD = 1320 + 1242 = 2562 \text{ Мбит/с}.$$

Для того, чтоб предоставить абонентам все вышеуказанные услуги на всех сетевых узлах должна быть обеспечена пропускная способность:

$$\text{ПП}_{\text{узла}} = \text{ПП}_{\text{pWAN}} + AB + BD \quad (3.33)$$

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.

$$\text{ПП}_{\text{узла}} = 175 + 99,2 + 2562 = 2836,2 \text{ Мбит/с}.$$

					<i>11070006.11.03.02.854.ПЗВКР</i>	Лист
						32
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

4 ПРОЕКТ МУЛЬТИСЕРВИСНОЙ СЕТИ СВЯЗИ МКР “6 А” Г. РЕУТОВ

4.1 Выбор оборудования для проектируемой мультисервисной сети связи микрорайона “6 А” г. Реутов

Пассивная оптическая сеть состоит из 3 компонентов:

- станционное оборудование OLT;
- оптические сплиттеры;
- абонентское оборудование ONU.

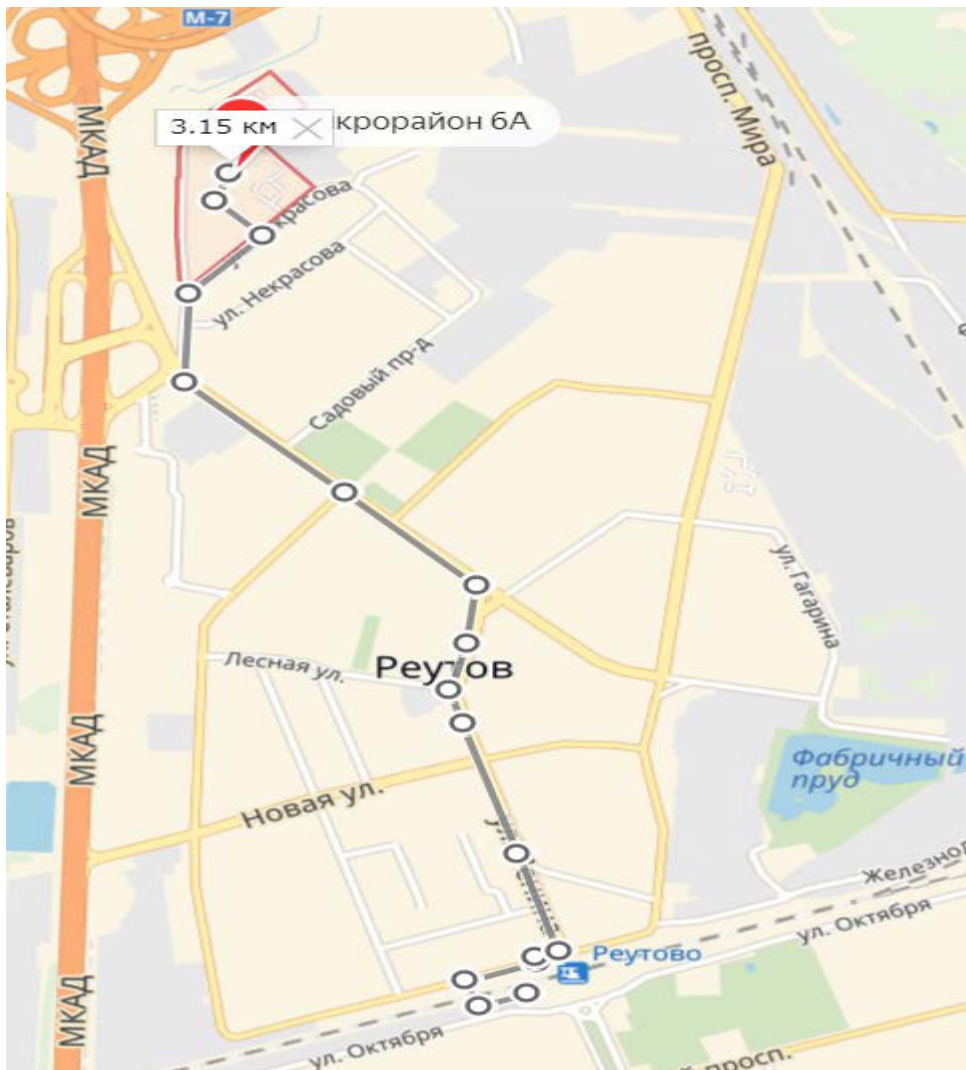


Рисунок 4.1 — Расстояние от АТС Реутов до Микрорайона “6 А”

					11070006.11.03.02.854.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		33

Исходя из того, что расстояние от АТС до данного микрорайона не превышает 20 км, целесообразным будет разместить OLT на АТС, так как:

- оборудование будет всегда находится под наблюдением обслуживающего персонала;
- не потребует закупку дополнительного источника питания, в случае размещения в подвале.

Станционным оборудованием выступает OLT BDCOM GP3600-16. Устройство включает в себя 16 портов G-PON-2.5Gbps(down)/1.25Gbps(up), а также 16 uplink портов:

- 4 порта SFP
- 4 порта Combo 100/1000Base-X
- 4 порта SFP+

В один порт будет подключаться 24 абонента. Из АТС Реутов будет выходить 2 оптических кабеля. Один из них на 64 волокна, второй на 48 волокон. Данные кабели будут тянуться вплоть до микрорайона. Для разварки кабелей будет использоваться две муфты. Для 64 волоконника, будет использоваться муфта МТОК-В3/216-1КТ3645-К, а для 48 волоконника, муфта МТОК-Г3/216-1КТ3645-К. После этого соответствующее количество волокон будет заводится в дома микрорайона. В домах разветвление будет осуществляться с помощью 1x32 сплиттера. На каждом, втором этаже, будет установлен антивандальный шкаф на 3 у. В шкафах будет установлена сплитерная коробка 1x32 и оптический кросс. От оптического кросса будет проложен кабель до абонентов. В подвале, будет установлен антивандальный шкаф, в котором будет установлен оптический кросс.

					<i>11070006.11.03.02.854.ПЗВКР</i>	Лист
						34
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

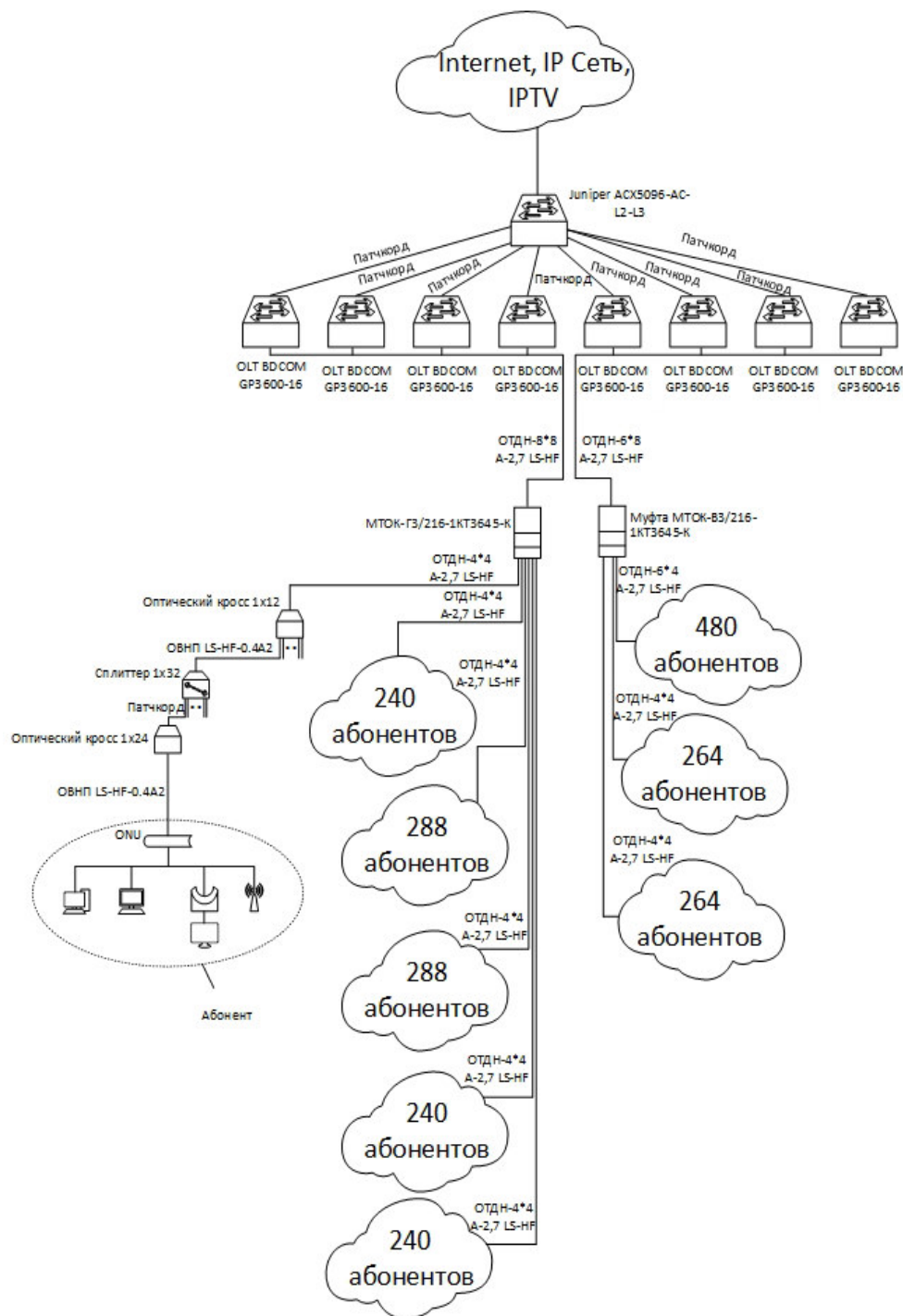


Рисунок 4.2 — Топология сети

4.2 Расчет коэффициента затухания PON сети

Пассивная оптическая сеть, помимо нагрузки на порты стационарного оборудования, имеет оптический бюджет. Данный термин означает, что дойдет ли выпущенный сигнал от АТС до абонента, не затухнув полностью.

Таблица 4.1 — Затухания в сети

Наименование	Затухание, дБм
Делитель на 1x32	17, 2
Сварка	0.05
Адаптеры	0.4
Метраж трассы	0.35 на 1 км

Расчет оптического бюджета будет рассчитываться с помощью таблицы 4.1.

$$DEC_{all} = DEC_{olt} - (DEC_{splitter} + DEC_{adapter} + DEC_{welding} + DEC_{footage}) \quad (4.1)$$

$$DEC_{all} = 28 - 17,2 - (4 * 0.4) - (3 * 0.05) - (3.5 * 0.35) = 28 - 17,2 - 1.6 - 0.15 - 1.225 = 7,25, \text{ дБм}$$

где DEC_{olt} – сигнал мощностью 28, дБм, $DEC_{splitter}$ – затухания на сплиттерах, $DEC_{adapter}$ – затухания на адаптерах, $DEC_{welding}$ – затухания на сварках, $DEC_{footage}$ – затухания на всем участке трассы.

На фоне полученного результата, можно утверждать, что схема является работоспособной и готова к реализации.

4.3 Выбор типа линии связи и план размещения оборудования

С учетом особенностей прокладки, было выбрано два типа кабеля. Для кабельной канализации используется ОТДН, а для внутренней прокладки ОВНП.

					<i>11070006.11.03.02.854.ПЗВКР</i>	Лист
						36
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

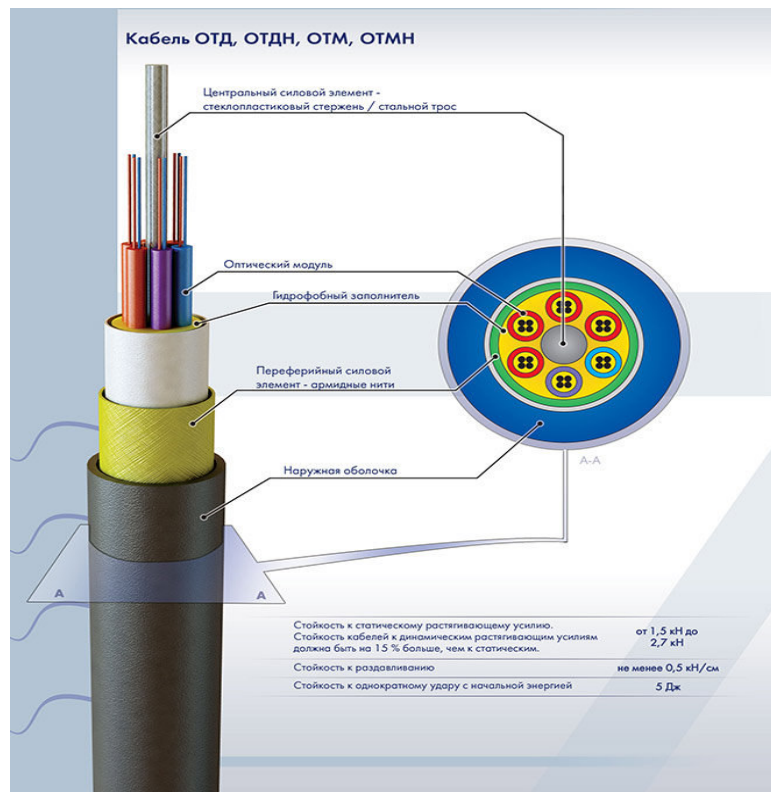


Рисунок 4.3 — Кабель ОТДН

Кабель содержит центральный силовой элемент из стеклопластика или стального троса, изолированного полиэтиленом. Около центрального силового элемента скручены модули оптические с волокнами и тросы. Силовой элемент обмотан нитями с водоблокирующим наполнителем. Пустое пространство в оптических модулях занято гидрофобным наполнителем. Межмодульное место заполнено гидрофобным наполнителем или поверх оптических модулей, скрученных, и тросов наложена водоблокирующая лента. В кабелях марки ОТД сверху скрученного сердечника находится периферийный силовой элемент из стеклонитей или нитей арамидных, или использовавший только ЦСЭ повышенной прочности. Поверх сердечника находится наружная оболочка из полиэтилена. Кабели ОТДН и ОТМН включают в себя наружную оболочку из полиэтилена нераспространяющего воспламенение или из материала не выделяющего галогенов при горении. Кабели используются для эксплуатации в температурном диапазоне от -35 °С до 45 °С. Температура производства монтажа от от -5 °С до 45 °С.

Минимальный радиус изгиба 10 диаметров кабеля. Растягивающее усилие колеблется от 1,5 до 2,7 кН.

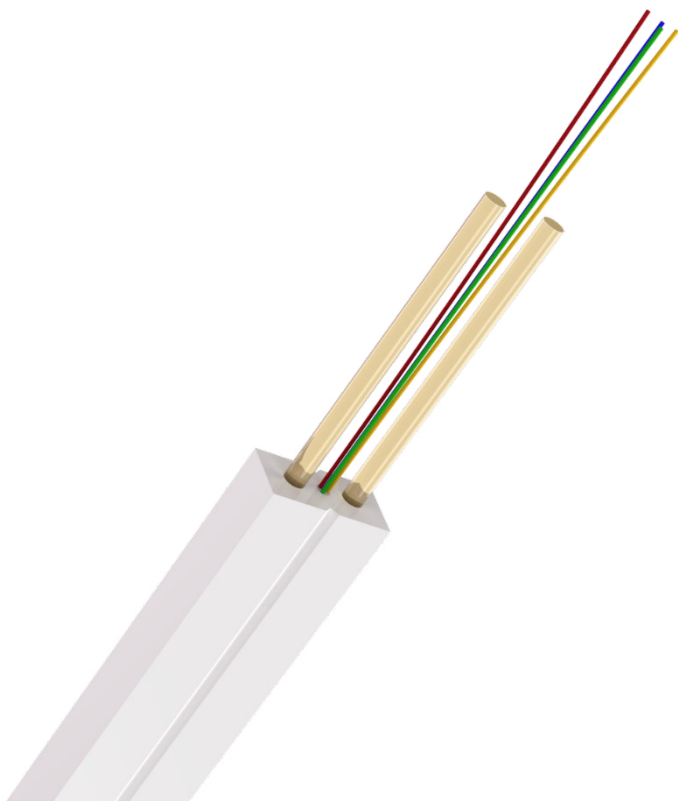


Рисунок 4.4 — Кабель ОВНП

Плоский упругий малогабаритный кабель. Используется в сетях по технологии FTTh. Гарантирует маленькие потери, передаваемого сигнала, на изгибах малого радиуса. Рассчитан для подключения индивидуальных абонентов в многоквартирных жилых домах и в офисах. Также применяется в сетях кабельного телевидения, в качестве абонентского кабеля, и в локальных сетях до рабочего места. От 1 до 4 оптических волокон, соответствующие одному из стандартов МСЭ-Т G.651, G.652, G.653, G.655, G.657, находятся в центре конструкции кабеля. Силовой элемент включает в себя два стеклопластиковых прутка, которые располагаются в одной плоскости, параллельно оптическому волокну. Внешняя оболочка сделана из негорючего полимерного материала.

					<i>11070006.11.03.02.854.ПЗВКР</i>	Лист
						38
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



Рисунок 4.5 — Прокладка кабеля к зданиям микрорайона “6 А”

					<i>11070006.11.03.02.854.ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		39

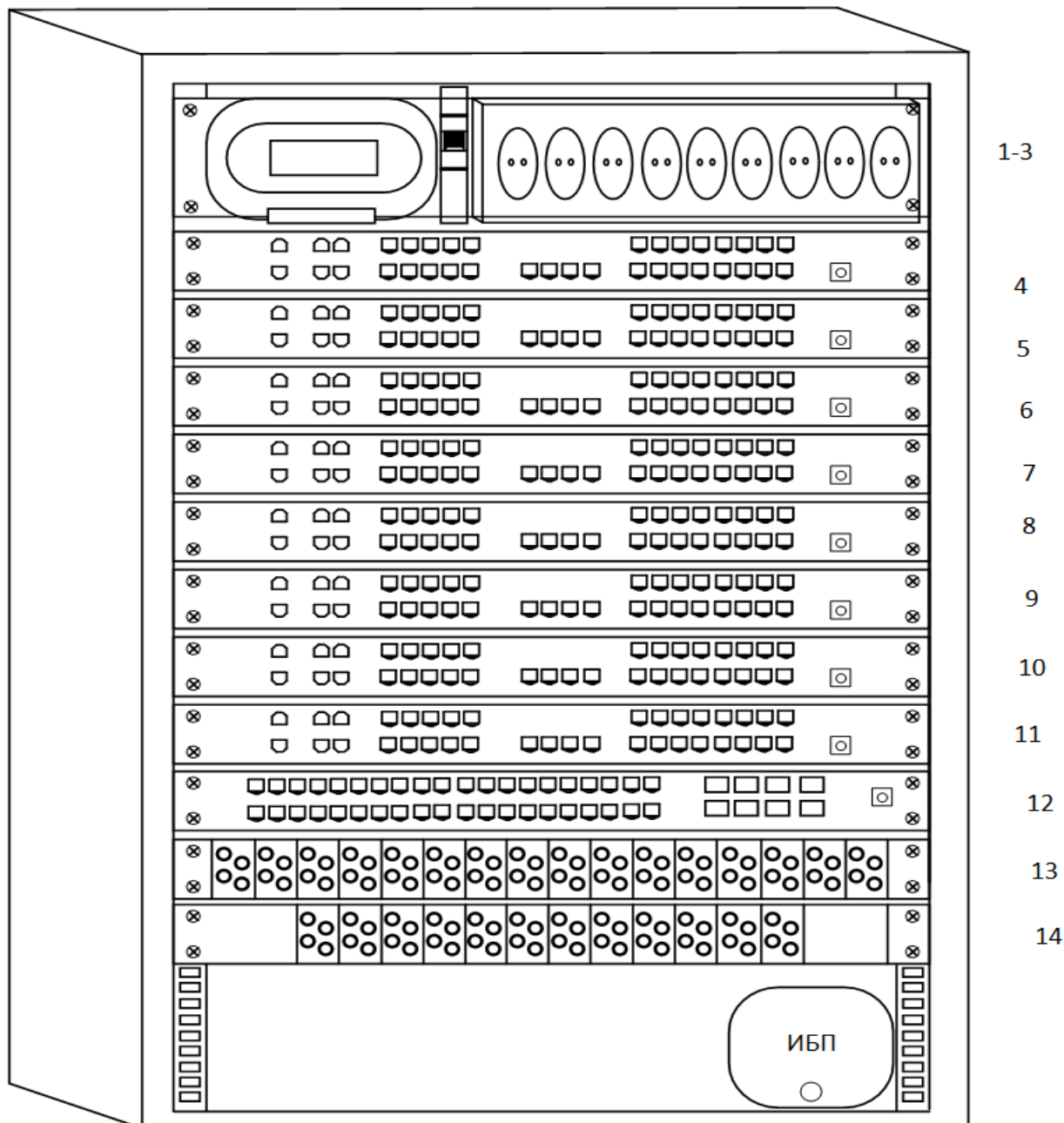


Рисунок 4.6 - Размещение оборудования в телекоммуникационном распределительном шкафу

В телекоммуникационный шкаф монтируется: (1-3) распределительное устройство в составе: автомат на 16А, блок из 9 розеток на 220В, переключатель электропитания розеток “ИБП-Сеть”; (4-11) OLT BDCOM GP3600-16; (9) Juniper ACX5096-AC-L2-L3; (13) Кросс оптический на 64 порта; (14) Кросс оптический на 48 порта; Шкаф дополнительно комплектуется: источник бесперебойного питания; оптические патчкорды, устройство мониторинга.

					<i>11070006.11.03.02.854.ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		40

5 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ

ПРОЕКТА

Размещение оборудования производится на существующих площадях, поэтому затраты на строительство новых зданий не предусмотрены. Смета затрат на приобретение необходимого оборудования и других материалов представлена в таблице 5.1. Данные из таблицы взяты с электронных ресурсов: <http://www.lenservice.ru>, <http://algroup-spb.ru>, <https://skomplekt.com>, <https://kompstar.com>, <http://rftel.ru>, <https://treolink.ru/>, <https://belgorod.rtk-nt.ru/>

Таблица 5.1 – Капитальные вложения в оборудование и материалы

№ п/п	Наименование	Цена за ед.	Стоимость, руб.	
			Коло-во ед.	Всего
1.	OLT BDCOM GP3600-16	204721	8	1637768
2.	Juniper ACX5096-AC-L2-L3	1907674	1	1907674
3.	Муфта МТОК-В3/216-1КТ3645-К	3014	1	3014
4.	Муфта МТОК-Г3/216-1КТ3645-К	3392	1	3392
5.	Кроссы оптические на 24 порта SC, LC, FC, ST предсобранные укомплектованные	2996	108	323568
6.	Кросс 19", предсобранный 1U, 12 портов SC/UPC, 50/125 мкм	2179	18	39222
7.	Патчкорд оптический SC/UPC SM 1метр	432	8	3456
8.	Патчкорд оптический SC/APC SM 1метр	96	2592	248832
9.	1x32 Оптический Разветвитель PLC, 1U 19" Корпус, SC/APC	5200	108	561600
10.	Шкаф настенный антивандальный пенальный АП-3U-550-С	2834	117	331578
			Итого: 5060104	

					<i>11070006.11.03.02.854.ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		41

Капитальные затраты на оборудование рассчитываются по формуле:

$$K_{обор} = K_{пр} + K_{тр} + K_{смп} + K_{м/у} + K_{зсп} + K_{нпр}, руб \quad (5.1)$$

где $K_{пр}$ – Затраты на приобретение оборудования; $K_{тр}$ – транспортные расходы (3% от $K_{пр}$); $K_{смп}$ – строительно-монтажные расходы (20% от $K_{пр}$); $K_{зсп}$ – затраты на запасные элементы и части (5% от $K_{пр}$); $K_{нпр}$ – прочие непредвиденные расходы (3% от $K_{пр}$).

$$K_{обор} = (1 + 0,03 + 0,2 + 0,5 + 0,03) * 5060104 = 6628736,24 руб$$

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	Цена за единицу, м.	Стоимость, руб	
ОТДН 7кНх64	86	3150	270900
ОТДН 7кНх48	75	3150	236250
ОТДН 7кНх16	39	2000	78000
ОТДН 7кНх24	45	200	9000
ОВНП LS-HF-0.4A2.	6,6	30000	198000
Итого: 792150			

Капитальные затраты на строительство ВОЛС составят:

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

					<i>11070006.11.03.02.854.ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		42

где $K_{лкс}$ – затраты на прокладку кабеля; L – протяженность кабельной линии; Y – стоимость 1 км прокладки кабеля;

$$K_{ЛКС} = 6300 * 200 + 2000 * 200 + 200 * 200 + 30000 * 200 = 7700000, \text{руб}$$

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

$$KB = 7700000 + 792150 + 5060104 = 15120886.2 \text{руб}$$

Эксплуатационные расходы включают в себя:

- Затраты на оплату труда – необходимо сформировать фонд заработной платы для оплаты труда сотрудников.
- Единый социальный налог – согласно законодательству РФ, определить сумму отчислений в пенсионный фонд и т.д.
- Амортизация основных фондов – рассчитать отчисления на формирование фонда замены оборудования
- Материальные затраты и прочие производственные расходы.

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

1	2	3	4
Наименование должности	Оклад	Количество, чел.	Сумма з/пл, руб.

Окончание таблицы 5.3

1	2	3	4
Инженер	25000	6	150000
Главный инженер	40000	1	35000
Итого		6	185000

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; Т – коэффициент премии P_i – заработная плата работника каждой категории.

$$\text{ФОТ} = 185000 * 12 = 2220000, \text{ руб}$$

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

$$\text{СВ} = 0.3 * \text{ФОТ} \quad (5.4)$$

$$\text{СВ} = 0,3 * 2220000 = 666000, \text{ руб}$$

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:

$$\text{АО} = T / F \quad (5.5)$$

					<i>11070006.11.03.02.854.ПЗВКР</i>	Лист
						44
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

где T – стоимость оборудования; F – срок службы оборудования.

$$AO = \frac{5060104}{10} = 506010.4 \text{ руб}$$

Затраты на оплату электроэнергии определяются в зависимости от мощности стационарного оборудования:

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

где $T = 2,62$ руб./кВт · час – тариф на электроэнергию, $P = 2,5$ кВт – суммарная мощность установок.

Тогда, затраты на электроэнергию составят

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

Затраты на материалы и запасные части включены в статью амортизационные отчисления

$$Z_{МЗ} = 0 \quad (5.7)$$

Таким образом, общие материальные затраты равны

$$Z_{\text{общ}} = 57378, \text{ руб}$$

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

					<i>11070006.11.03.02.854.ПЗВКР</i>	Лист
						45
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

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

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

Прочие расходы равны:

$$Z_{прочие} = 111000 + 155400 = 266400, \text{ руб}$$

Результаты расчета годовых эксплуатационных расчетов сводятся в таблицу 5.4

Таблица 5.4 – Результаты расчета годовых эксплуатационных расходов

Наименование затрат	Сумма затрат, руб.
1. ФОТ	2220000
2. Страховые взносы	666000
3. Амортизационные отчисления	506010,4
4. Общие материальные затраты	57378
5. Прочие расходы	266400
Итого:	3715788,4

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
	Физические лица	Физические лица	Физические лица
1	851	625	541
2	1120	601	120
3	573	300	102
Всего абонентов	2544	1526	763

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 30% от общего количества абонентов.

Тарифы за пользование услугами будут следующие: Доступ к сети Интернет: физические лица – 750 за 40 Мбит/с; услуга IP-TV: физические лица - 300; услуга IP-телефония: физические лица – 200 (цены указаны в рублях) . 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	933950	11207400
2	1978250	23739000
3	2518400	30220800

На основании расчетов предполагаемого дохода за год определим основные экономические показатели 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

					<i>11070006.11.03.02.854.ПЗВКР</i>	Лист
						47
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

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.

					<i>11070006.11.03.02.854.ПЗВКР</i>	Лист
						48
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 5.7 – Оценка экономических показателей проекта с учетом дисконта

ГОД	P	PV	I	IC	NPV
0	0	0	18836674,6	18836674,6	-18836674,6
1	11207400	9745565,2	3715788,4	22067795	-12322229,8
2	23739000	27695660	3715788,4	24877464,9	2818194,88
3	30220800	47566326	3715788,4	27320656	20245670,2
4	30220800	64845167	3715788,4	29445170,1	35399996,7
5	30220800	79870245	3715788,4	31292573,7	48577671,8
6	30220800	92935531	3715788,4	32899011,5	60036519,7

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

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

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.

$$PP = 2 + \frac{4620739,42}{4620739,42 + 1839473,14} = 2,81$$

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

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

Индекс рентабельности при 2-х летней реализации проекта составит:

					<i>11070006.11.03.02.854.ПЗВКР</i>	Лист
						49
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$PI = \frac{27695660}{24877464} = 1,113$$

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

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 = 1839473.14 руб.; *i*₂=50 при котором *NPV*₂ = -1282575.5 руб.

Следовательно, расчет внутренней нормы доходности будет иметь вид:

					<i>11070006.11.03.02.854.ПЗВКР</i>	Лист
						50
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$IRR = 15 + \left(\frac{28181194.9}{28181194.9 - (-14154417.4)} \right) * (60 - 15) = 30.40949$$

Таким образом, внутренняя норма доходности проекта составляет 29,37 %, что больше цены капитала, которая рассматривается в качестве 15%, проект следует принять.

Таблица 5.8 – Основные технико-экономические показатели проекта

Наименование показателей	Значения показателей
Количество абонентов, чел	2544
Капитальные затраты, руб	15120886,2
Ежегодные эксплуатационные расходы, руб, в том числе:	3715788,4
Расходы на оплату электроэнергии	57378
Расходы на материалы, запасные части и текущий ремонт	529231,01
Фонд оплаты труда	2220000
Страховые взносы	666000
Амортизационные отчисления	506010,4
Общие производственные расходы	266400
Доходы (NPV), руб	2818194,88
Внутренняя норма доходности (IRR)	30,4
Индекс рентабельности (PI)	1,13
Срок окупаемости, год	2,8 лет

Расчеты экономических показателей проекта подтверждают инвестиционную привлекательность проекта в целом. Окупаемость проекта не превышает 3 лет, при этом не учтен полный спектр высокоскоростных тарифов, который может быть внедрен после оценки спроса на них.

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

В нашей стране действуют законодательные акты, на основе которых действуют все предприятия малого и среднего бизнеса. Основными инструментами являются «Положение об организации труда на предприятиях, учреждениях и организациях, подведомственных Министерству Российской Федерации по охране», утвержденное Приказом Минсвязи России от 24.01.94 N 18 и «Рекомендации по организация служб гигиены труда на предприятиях, учреждениях и организациях 27.02.95 N 34-у», « Правила эксплуатации электроустановок потребителей », « Правила установки электроустановок (PUE) ». Все оборудование, которое присутствующие на предприятии, должны соответствовать ГОСТ 12.2.003, требованиям к спецификациям оборудования, требованиям стандартов ОСТ и компании для отдельных групп и типов оборудования. Они описывают процедуру, которая позволяет работнику выполнять определенные виды работ. Описывается уровень тренерского персонала в начале или конце работы. Приводится список необходимых указаний, которые должны соблюдаться для обеспечения безопасности рабочего и окружающих его людей во время работы (предупреждающие знаки, сигналы, наличие защитной одежды и т. Д.). План должен быть рекомендован каждым сотрудником этой организации, а также его подчиненными при выполнении заданий, назначенных ему для работы, что указывает на порядок работы и чистоту личного места после прекращения действия зэди , В этом документе описывается ответственность руководства за нарушение норм безопасности, и поэтому, если признается вред здоровью людей. Также указывается ответственность работника за несоблюдение норм безопасности, которые предусмотрены в правилах охраны труда на предприятии. Сотрудники должны пройти подготовку по вопросам безопасности в сфере занятости и периодически доказывать свои знания на специальных экзаменах. Все сотрудники, а также сотрудники должны знать и соблюдать все меры безопасности, а в случае чрезвычайной ситуации действовать строго в

					<i>11070006.11.03.02.854.ПЗВКР</i>	Лист
						52
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

соответствии с правилами, описанными в пунктах ТБ. Это необходимо для уменьшения вреда, причиненного здоровью в результате травм и т. Д.

					<i>11070006.11.03.02.854.ПЗВКР</i>	Лист
						53
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Техническая часть проекта включает в себя расчет нагрузки, генерируемой абонентами, расчет количества необходимого оборудования, схему организации связи, схему организации беспроводной сети, план размещения оборудования в домах, схему прокладки кабеля по территории квартала и до АТС.

Сеть построена по архитектуре FTTH на базе технологии PON. Общее количество абонентов в микрорайоне "6 А" г. Реутов 2544, для них были определены основные мультисервисные услуги - IP-телефония, IPTV, , доступ к сети Интернет,.

В качестве оборудования выбраны устройства фирмы BDCOM и Juniper, оборудование которой соответствует предъявленным требованиям: соотношение цена/качество, наличие сертификатов соответствия, качество работы и т.д.

Для оценки целесообразности инвестирования в проект была составлена смета затрат на построение сети и рассчитаны такие экономические показатели как рентабельность, срок окупаемости и др. На реализацию проекта потребуется 15120886.2 рублей, годовые затраты по эксплуатации 3715788,4 рублей, проект будет приносить прибыль на 3 году эксплуатации, рентабельность 13 %.

В пояснительной записке отмечены мероприятия, связанные со строительством кабельных линий связи, по технике безопасности и охране труда при эксплуатации оборудования и организации монтажных работ.

Все сформулированные задачи выполнены в полном объеме.

					<i>11070006.11.03.02.854.ПЗВКР</i>	Лист
						54
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Андерсон, К. Локальные сети [Текст] / К. Андерсон, М. Минаси. - М.: Корона. - 1999. - 624 с.
2. Вишневский, В. М. Теоретические основы проектирования компьютерных сетей [Текст] / В. М. Вишневский. - М.: Техносфера. - 2003. - 512 с.
3. Гринфилд, Д. Оптические сети [Текст] / Д. Гринфилд. - М.: ДС. - 2002. - 256 с.
4. Кульгин, М.А. Компьютерные сети. Практика построения [Текст] / М. А. Кульгин. - СПб.: Питер. - 2003. - 464 с.
5. Манн, С. Linux. Администрирование сетей TCP/IP [Текст] / С. Манн, М. Крелл. - М.: Бином-Пресс. - 2003. - 656 с.
6. Убайдуллаев, Р. Р. Волоконно-оптические сети [Текст] / Р. Р. Убайдуллаев. - М.: Эко-Трендз. - 2001. - 268 с.
7. Гургенидзе, А.Т. Мультисервисные сети и услуги широкополосного доступа [Текст] / А.Т. Гургенидзе, В.И. Кореш. - М.: Наука и Техника. - 2003. - 400 с.
8. Филимонов, Ю.А. Построение мультисервисных сетей Ethernet [Текст] / Ю.А. Филимонов. - СПб.: БХВ-Петербург. - 2007. - 592 с.
9. Семенов, Ю.В. Проектирование сетей связи следующего поколения [Текст] / Ю.В. Семенов. - Саранск: Гипросвязь. - 2005. - 240 с.
10. Мардер, Н.С. Современные телекоммуникации [Текст] / Н.С. Мардер. - М.: ИРИАС. - 2006. - 384 с.
11. Силиверстов, К. Реализация услуг Triple Play на сетях доступа FTТх / К. Силиверстов // Вестник связи. - 2010. - № 4. - с. 20-25.
12. Барсков, А.Г. Ethernet-завоеватель / А.Г. Барсков // Журнал сетевых решений/LAN. - 2009. - № 10. - с. 25-27.
13. Сергеев, И.В. Путеводитель FTТх PON: Тестирование Пассивных Оптических Сетей / И.В. Сергеев // ЕХРО. - 2014. - № 2. - с. 13-15.

					<i>11070006.11.03.02.854.ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		55

14. Тарасов, В.С. Коммутаторы для сегмента передачи данных мультисервисной Metro-сети FTТВ / В.С. Тарасов // Широкополосные мультисервисные сети. - 2009. - № 3. - с. 9-12.

15. Экспликация мкрн «6 А» г.Реутов [Электронный ресурс] // <https://realty.yandex.ru> / - Официальный сайт ЯндексНедвижимость – Режим доступа: https://realty.yandex.ru/reutov/kupit/novostrojka/ба-reutov/?id=77539&rgid=225266&nosplash=1&utm_source=wizard&utm_term=реутов+ба+мкрн+&utm_campaign=newbuilding&from=wizard.general (дата обращения 18.04.2018)

16. Модульный коммутатор GERON DPN-3012-E OLT [Электронный ресурс] // <http://dlink.am> / - Официальный сайт D-Link - Режим доступа: <http://dlink.am/ru/products/1383/1152.html> (дата обращения 05.04.2018)

17. Модель DPN-301L Абонентское устройство ONU [Электронный ресурс] // <http://www.atmcom.ru> / - Официальный сайт АТМ - Режим доступа: http://www.atmcom.ru/cgi-bin/catalog/viewpos.cgi?in_id=26850 (дата обращения 05.04.2018)

18. Делитель оптический планарный SNR-PLC-1x32-SC/APC [Электронный ресурс] // <http://shop.nag.ru> / - Официальный интернет магазин NAG - Режим доступа: <https://shop.nag.ru/catalog/03493.Deliteli-opticheskie/17854.1x17-32/05192.SNR-PLC-1x32-SCAPC> (дата обращения 05.04.2018)

19. Сплиттер оптический 1x16 PLC, планарный [Электронный ресурс] // <http://www.fbsystems.ru> / - Официальный сайт магазина FBSystem - Режим доступа: <http://fbsystems.ru/splitters/planar/1x16-PLC-Splitter-opticheskii.html> (дата обращения 05.04.2018)

20. Сервер Superserver 5016I-MRF [Электронный ресурс] // www.linetek.ru / - Официальный сайт linetek - Режим доступа: <http://www.linetek.ru/catalog/1178/32295/> (дата обращения 05.04.2018)

					<i>11070006.11.03.02.854.ПЗВКР</i>	Лист
						56
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Выпускная квалификационная работа выполнена мной совершенно самостоятельно. Все использованные в работе материалы и концепции из опубликованной научной литературы и других источников имеют ссылки на них.

« ___ » _____ г.

(подпись)

(Ф.И.О.)