

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 СЕТИ ШИРОКОПОЛОСНОГО АБОНЕНТСКОГО
ДОСТУПА В МИКРОРАЙОНЕ "МИР 7" Г. АШХАБАД,
ТУРКМЕНИСТАН**

Выпускная квалификационная работа
обучающегося по направлению подготовки 11.03.02 Инфокоммуникационные
технологии и системы связи
заочной формы обучения, группы 07001252
Пановой Анастасии Сергеевны

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

Рецензент
Инженер электросвязи Участка
систем коммутации №1 г.
Белгорода Белгородского филиала
ПАО «Ростелеком»
Галактионов Игорь Владимирович

БЕЛГОРОД 2018

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО 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

Пановой Анастасии Сергеевны
(фамилия, имя, отчество)

1. Тема ВКР «Проектирование сети широкополосного абонентского доступа в микрорайоне «Мир 7» г. Ашхабад, Туркменистан»

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

2. Срок сдачи студентом законченной работы ____.

3. Исходные данные:

объект проектирования – микрорайон «Мир 7» г. Ашхабад, Туркменистан;
тип сети связи – проводная широкополосная телекоммуникационная сеть;
количество абонентов – 1100 физических лиц.

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

- 4.1. Экспликация микрорайона «Мир 7» г. Ашхабад;
- 4.2. Анализ существующих технологий широкополосного доступа;
- 4.3. Расчет нагрузок проектируемой мультисервисной сети связи в микрорайоне «Мир 7» г. Ашхабад;
- 4.4. Выбор оборудования проектируемой мультисервисной сети связи;
- 4.5. Разработка рекомендации по реализации мультисервисной сети связи в микрорайоне «Мир 7» г. Ашхабад;
- 4.6. Техничко-экономическое обоснование проекта
- 4.6. Охрана труда, техника безопасности и экологическая безопасность проекта

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

- 5.1. Экспликация объекта (А1, лист 1).
- 5.2. Проектируемая схема сети организации связи (А1, лист 1).
- 5.3. Схема трассы прокладки кабеля (А1, лист 1).
- 5.4. Техничко-экономические показатели.

6. Консультанты по работе с указанием относящихся к ним разделов

Раздел	Консультант	Подпись, дата	
		Задание выдал	Задание принял
4.1-4.6	<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»*

А.В. Болдышев

(подпись)

Задание принял к исполнению _____
(подпись)

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1 ЭКСПЛИКАЦИЯ МИКРОРАЙОНА «Мир 7» Г.АШХАБАД.....	6
2 АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ ШИРОКОПОЛОСНОГО ДОСТУПА.....	9
3 РАСЧЕТ НАГРУЗОК ПРОЕКТИРУЕМОЙ МУЛЬТИСЕРВИСНОЙ СЕТИ СВЯЗИ В МИКРОРАЙОНЕ «МИР 7» Г.АШХАБАД	12
3.2 Расчет трафика проектируемой МСС.....	14
3.3 Расчет объема оборудования и линейно-кабельных сооружений связи.....	18
4 ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ ПРОЕКТИРУЕМОЙ МУЛЬТИСЕРВИСНОЙ СЕТИ СВЯЗИ.....	20
5 РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РЕАЛИЗАЦИИ МУЛЬТИСЕРВИСНОЙ СЕТИ СВЯЗИ В МИКРОРАЙОНЕ «МИР 7» Г.АШХАБАД	26
6 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТА.....	30
7 ОХРАНА ТРУДА, ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ПРОЕКТА.....	44
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	45
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	46

					11070006.11.03.02.059.ПЗВКР			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		<i>Панова А.С.</i>			Проектирование сети широкополосного абонентского доступа в микрорайоне "Мир 7" г. Ашхабад, Туркменистан	Лит.	Лист	Листов
Провер.		<i>Болдышев А.В.</i>					2	49
Рецензент		<i>Галактионов И.В.</i>				<i>НИУ «БелГУ», гр.07001252</i>		
Н. контр.		<i>Болдышев А.В.</i>						
Утв.		<i>Жиляков Е.Г.</i>						

ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день нынешнее поколение – это поколение, живущее в виртуальном мире. Поколение, которое полностью зависимо от глобальной сети Интернет. Люди максимально упростили себе жизнь посредством интернет ресурсов, совершая покупки, оплачивая учебу, переводя денежные средства, совершая интернет звонки, общаясь путем соц сетей. Вся жизнь человека протекает тем или иным способом через интернет. Поэтому абоненты всегда находятся в поисках лучшего интернет провайдера, который может предложить выгодные условия, лучшие тарифы, удобный способ подключения к сети.

Но, безусловно, определяющим критерием выбора является в первую очередь качество предоставляемых услуг.

На сегодняшний день не все операторы могут удовлетворить требования информационного общества. А в микрорайоне «Мир 7» г.Ашхабад и вовсе отсутствует сеть связи. Поэтому, в связи с тем, что микрорайон считается новым, и пока что не имеющий своей сети, проведенной на этот район, наша цель как раз - таки провести туда новую сеть.

Цель выпускной квалификационной работы состоит в обеспечении жителей микрорайона «Мир 7» г.Ашхабада широкополосным доступом к современным телекоммуникационным услугам.

Для того, чтобы провести мультисервисную сеть в микрорайоне Мир 7, необходимо выполнить следующие задачи:

- 1) изучить текущее состояние мультисервисной сети микрорайона «Мир 7» г.Ашхабад;
- 2) осуществить поиск адекватного решения по построению мультисервисной сети связи в микрорайоне «Мир 7» г.Ашхабад;
- 3) спрогнозировать объемы поступающего трафика от абонентов
- 5) составить проект по вводу в эксплуатацию мультисервисной сети связи в микрорайоне «Мир 7» г.Ашхабад;

					11070006.11.03.02.059.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		1

б) выполнить оценку экономической целесообразности принятых решений .

					11070006.11.03.02.059.ПЗВКР	Лист
						2
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1 ЭКСПЛИКАЦИЯ МИКРОРАЙОНА «МИР 7» Г.АШХАБАД

Ашхабад основан 100 лет назад, и считается достаточно молодым развивающимся городом, столицей Туркменистана. Население г. Ашхабад — 416 442 чел [1,7,11].

Климат резко континентальный, засушливый. Лето в Туркмении – жаркое и сухое, с малым количеством осадков, зимой – климат мягкий, с температурами в диапазоне от -5 до +4 градусов.

Крупнейшими промышленными предприятиями Ашхабада являются [1,7,11]:

- «Туркменбаши текстиль комплекси»
- «Туркменхалы»
- Хлопкопрядильная фабрика «Сердар»
- ОАО «Бакджам пекарня»
- Топливо-энергетический комплекс Туркменистана
- ОАО «Хазар»
- ЗАО «Тазе Ай»

Микрорайон считается спальным с одноэтажными частными домами, расположенными на северной части города Ашхабад [1,7,11].

На рисунке 1.1 представлена карта микрорайона «Мир» г.Ашхабад.

					11070006.11.03.02.059.ПЗВКР	Лист
						3
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

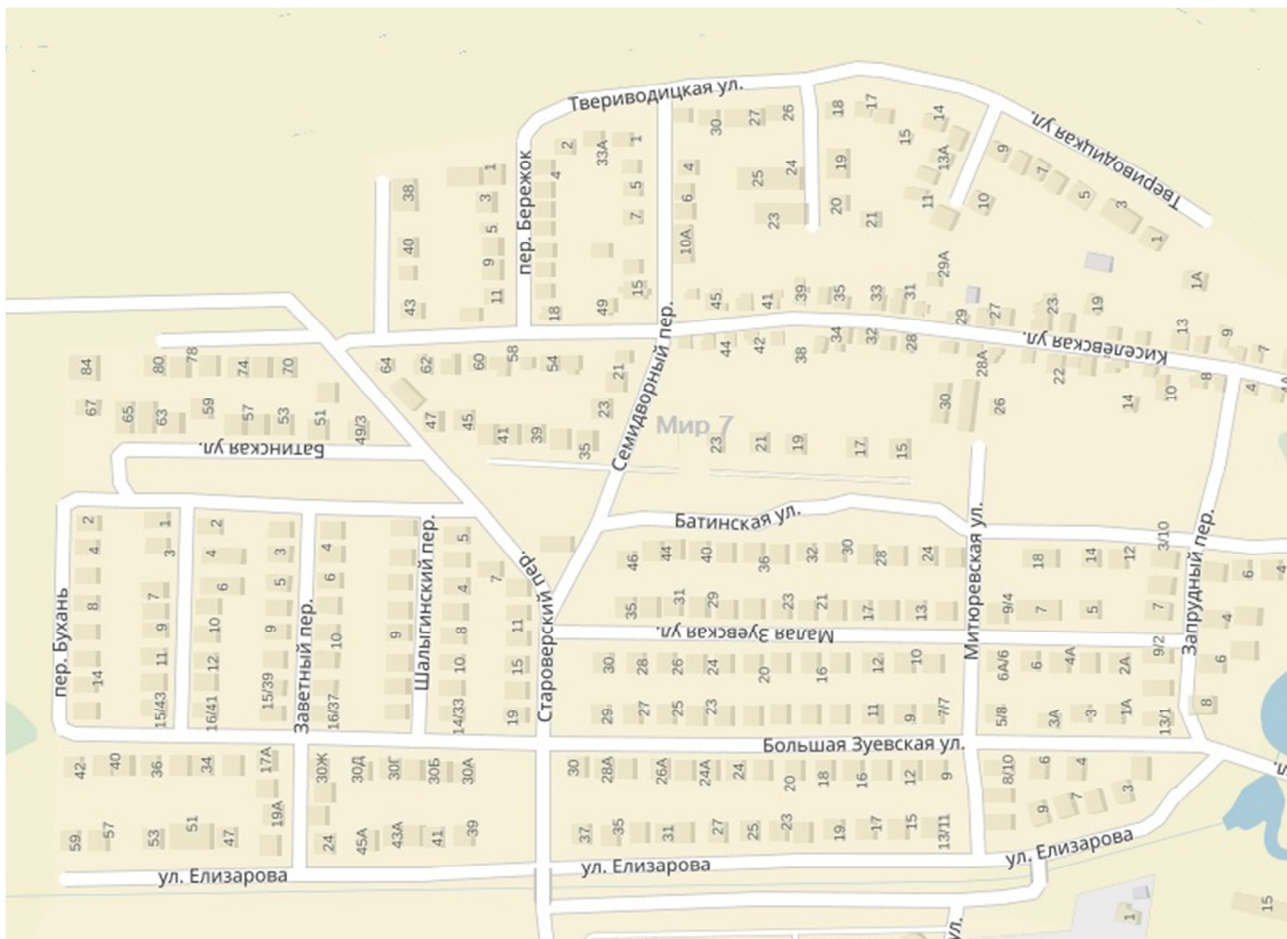


Рисунок 1.1 – Карта микрорайона «Мир 7» г.Ашхабад

Микрорайон «Мир 7» г.Ашхабад располагается в западной стороне города. Население микрорайона «Мир 7» г.Ашхабад составляет порядка 1100 человек.

Протяженность микрорайона с запада на восток составляет 1,5 км, а с севера на юг – 1 км. На территории расположены 252 частных дома и 10 двухэтажных здания. Помимо частных домов в микрорайоне имеется 2 небольших продуктовых магазина. Население микрорайона «Мир 7» г.Ашхабад составляет порядка 1100 человек.

Город Ашхабад на сегодняшний день обслуживается сотовыми операторами: «Алтын Асыр», «Нузmat ТМ», «Тm Cell», «МТС».

На сегодняшний день на территории г. Ашхабад услуги доступа к сети связи предоставляют такие компании, как: МТС, Алтын Асыр, Нузmat ТМ. Но на территории недавно заселенного микрорайона «Мир 7» в настоящее время

услуги связи предоставляют только сотовые компании. К сожалению те услуги. Которые предоставляют сотовые компании, считаются недостаточными для передачи данных и не могут обеспечить нужную скорость передачи данных. К тому же, услуга считается дорогостоящей.

Поэтому, необходимо спроектировать мультисервисную сеть связи в микрорайоне «Мир 7» г.Ашхабад.

Мультисервисная сеть должна включать в себя:

- транспортные каналы и протоколы, способные передавать с гарантированным качеством информацию любого типа (речь, видео, данные и др.):
- оборудование доступа к сетям и разнообразные терминальные устройства;
- объединять сети различных операторов (ТфОП, сети мобильной связи и IP-сети) в единую сеть;
- предоставлять пользователям широкий набор услуг.

По данным микрорайона «Мир 7» г.Ашхабад известно, что на территории микрорайона имеется 252 частных дома, два коммерческих ларька и 10 двухэтажных здания. Исходя из этих данных, можно сделать вывод, что при проектировании мультисервисной сети связи логичнее все расчеты вести для порядка 408 абонентов, 2 из которых являются юридическими клиентами.

По собранным сведениям мы выяснили, что широкополосный доступ к глобальной сети является одним из более популярных среди пользователей других микрорайонов, а также востребованным является IPTV.

В рамках данной работы расчеты правильнее вести в предположении, что количество пользователей услуг IPTV будет составлять порядка 60%. Есть ещё один вид телекоммуникации, который не стал популярным, это услуга IP-телефонии, но при этом предполагается, что около 20% абонентов всё же будут пользоваться этим видом услуг.

Проектируемая мультисервисная сеть связи микрорайона «Мир 7» г.Ашхабад должна обслуживать 408 абонентов. И все они будут использовать широкополосный доступ к передаче данных, порядка 240 абонентов будут

					11070006.11.03.02.059.ПЗВКР	Лист
						5
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

пользоваться услугой IPTV и около 82 абонентов – услугой IP-телефонии.

Для дальнейшего проектирования необходимо микрорайон разбить на 4 кластера. Первый кластер будет обслуживать западную часть микрорайона, где располагаются 82 частных дома, второй кластер организуют в центре микрорайона, рассчитан на обслуживание 93 частных домов и двух магазинов. Третий кластер будет обслуживать восточную часть микрорайона с 75 частными домами. Четвертый кластер рассчитан на двухэтажные здания, в которых находятся 156 квартир.

Также при проектировании сети связи будет сформулированы требования по качеству предоставляемых услуг, в частности речь идёт о числе потерянных пакетов и величине задержек. Для передачи речи односторонняя задержка должна быть не менее 150мс, а потеря пакетов – не менее 1%. Для передачи видео задержка должна находиться в диапазон 100-500мс, а коэффициент потери пакетов порядка 10^{-5} .

					11070006.11.03.02.059.ПЗВКР	Лист
						6
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

2 ВЫБОР ПРИНЦИПА ПОСТРОЕНИЯ МУЛЬТИСЕРВИСНОЙ СЕТИ СВЯЗИ В МИКРОРАЙОНЕ «МИР 7» Г.АШХАБАД

Проанализировав все беспроводные технологии, целесообразно выбрать технологию PON, способную удовлетворить требования пользователей микро-района «Мир 7» г.Ашхабад. В связи с тем, что в микрорайоне отсутствует какая-либо связь, использование технологии xDSL будет нецелесообразно.

Основная идея архитектуры PON – использование всего одного приемопередающего модуля в OLT для передачи информации множеству абонентских устройств ONT и приема информации от них. Реализация этого принципа показана на рисунке 3.1 [2,6,8,10,12,13,14,16,17,19,20,21].

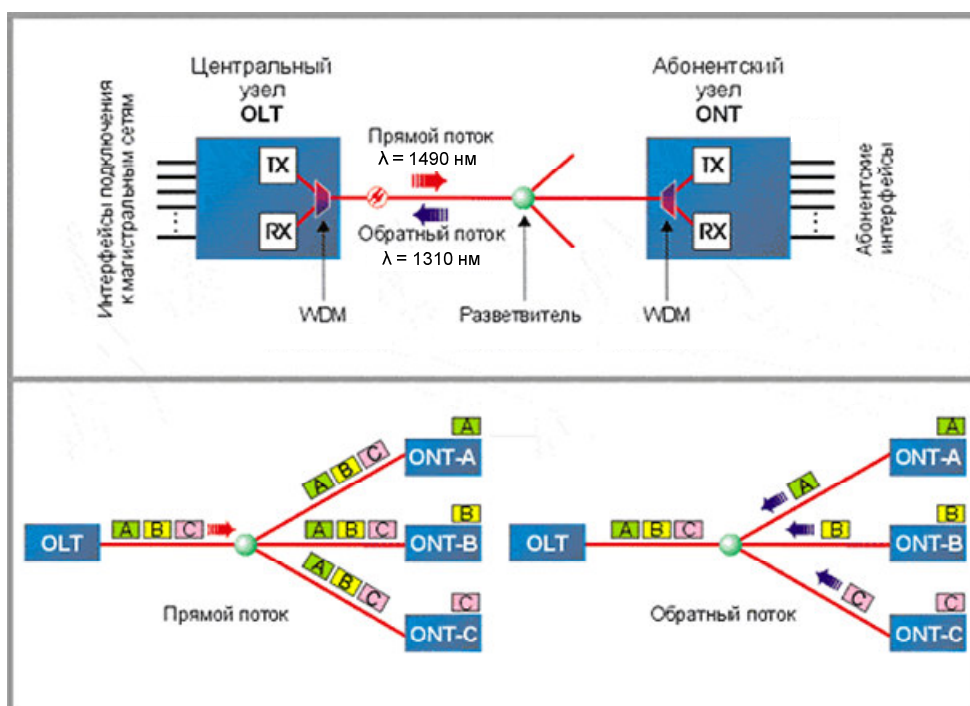


Рисунок 2.1. Архитектура PON

На рисунке 2.1: OLT (optical line terminal) – центральный узел, ONT (optical network terminal) – абонентский узел. Оптический терминал располагается на АТС или в любой специально оборудованном помещении. К оптическим

портам подключается абонентское оборудование. Для организации подключения большого количества абонентов используется разветвляющее устройство – сплиттер. С помощью сплиттера можно подключить на один оптический порт до 256 абонентов.

Схема деления сигнала представляет собой топологию дерева. Следует учитывать, что каждый установленный сплиттер вносит затухание в передаваемый оптический сигнал. Чем больший коэффициент ответвления имеет сплиттер, тем большее затухание он вносит.

Можно сделать вывод, что для реализации мультисервисной сети связи в микрорайоне «Мир 7» г.Ашхабад целесообразно использовать разновидность технологии GPON. Принципиальная схема организации связи в микрорайоне «Мир 7» г.Ашхабад представлена на рисунке 3.2.

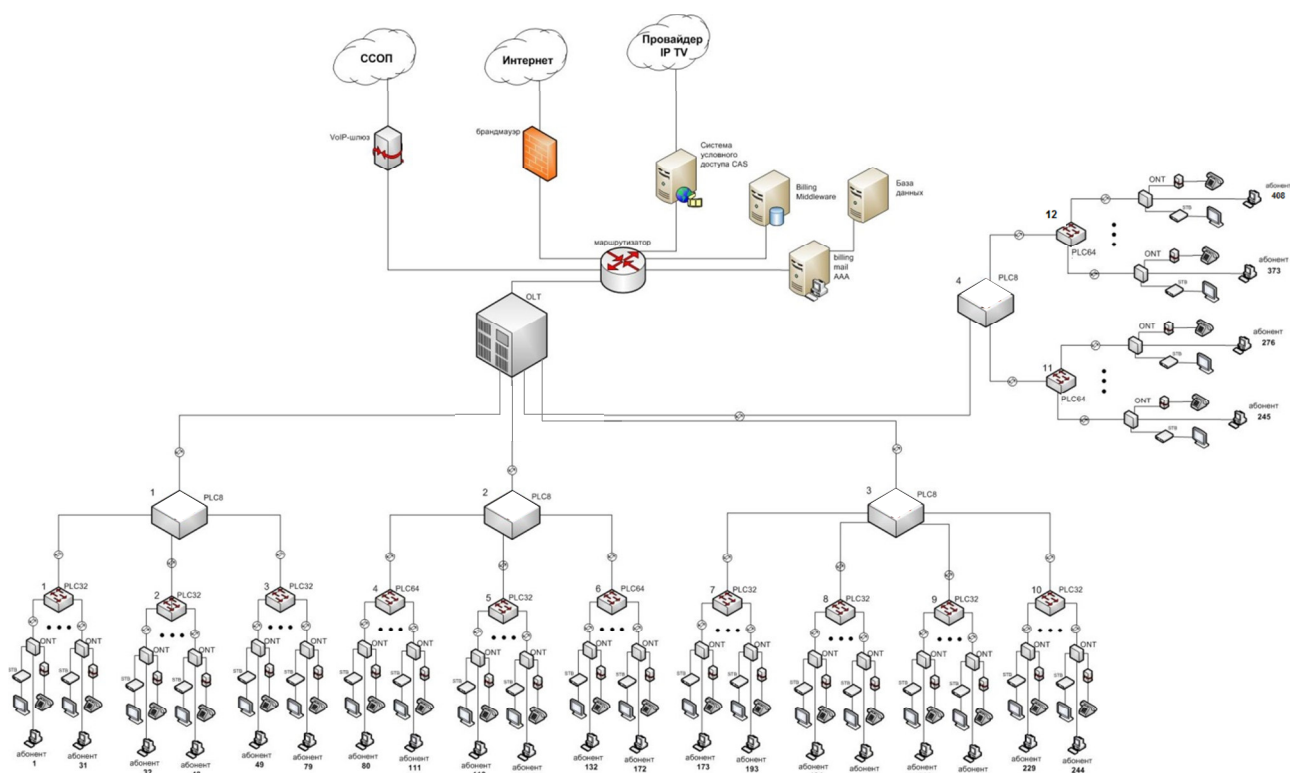


Рисунок 2.2 – Принципиальная схема организации связи в микрорайоне «Мир 7» г.Ашхабад

Из рисунка 3.2 видно, что проектируемая сеть связи представлена тремя уровнями: ядра, агрегации и доступа.

Уровень доступа представляет собой абонентское устройство и оптический сплиттер, установленный в оптической коробке на этаже. Подключение абонента выполняется с помощью оптического кабеля для внутренней прокладки или патч-кордом. Уровень агрегации представляет собой непосредственно OLT, к которому подключены все абоненты. Количество портов на этом устройстве должно позволять осуществлять включение с учетом затухания на сплиттерах, муфтах, коннекторах и тд.

Уровнем ядра выступает маршрутизатор или коммутатор 3 уровня. Он необходим для взаимодействия различных сегментов сети, маршрутизации трафика и данных.

Расстояние максимального удаления абонента от OLT определяется типом коннектора и режимом работы, максимальное удаление может быть на уровне 20 км от оптического порта. На практике же расстояние выбирается не более 10 км или менее.

					11070006.11.03.02.059.ПЗВКР	Лист
						9
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

3 РАСЧЕТ НАГРУЗОК ПРОЕКТИРУЕМОЙ МУЛЬТИСЕРВИСНОЙ СЕТИ СВЯЗИ В МИКРОРАЙОНЕ «МИР 7» Г.АШХАБАД

Для данного проекта нам надо оценить нагрузку на разные участки сети: на уровне агрегации и доступа. Расчет будут проводить при условии максимальной нагрузки на оборудование.

При оценке нагрузки на коммутаторы доступа предполагается использование коммутаторов двух видов: PLC32 и PLC64. В рамках этого проекта выполняется расчет для обоих типов оптических делителей.

Для расчета предполагаемой нагрузки необходимо определить требования к пропускной способности сети для каждого вида услуг:

- 1) широкополосный доступ – 21 Мбит/с;
- 2) IPTV – 6 Мбит/с;
- 3) телефония – 64 кбит/с.

При условии максимальной нагрузке на один оптический делитель PLC64 количество пользователей услугами широкополосного доступа и IPTV составляет 42, пользователей телефонии составит 20. Таким образом, полоса пропускания для одного оптического делителя PLC64 должна составлять:

$$42*21+42*6+20*0,064=1135,28\text{Мбит/с.}$$

Для оптического делителя PLC32 максимальная нагрузка будет наблюдаться в том случае, если количество пользователей широкополосного доступа и IPTV будет составлять 33, а количество пользователей телефонии – 31. Тогда полоса пропускания для одного оптического делителя PLC32 должна составлять:

$$33*21+33*6+31*0,064=892,984\text{Мбит/с.}$$

					11070006.11.03.02.059.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

Использование технологии PON позволяет обеспечивать такие скорости на участке сети.

Также необходимо оценить нагрузку на оборудование уровня агрегации. В рамках данного проекта предполагается использование 4-х PLC8, по одному на каждый кластер. Расчеты нагрузки также будут осуществляться для каждого кластера.

В рамках данного проекта предполагается, что первый кластер будет обслуживать 82 пользователя широкополосного доступа, 50 пользователей IPTV и 18 пользователя телефонии. В этом случае полоса пропускания коммутатора агрегации первого кластера должна составлять:

$$82*21+50*6+18*0,064=1722+300+1,152=2023,152\text{Мбит/с.}$$

Исходя из того, что вторым кластером предполагается обслуживание 95 пользователей широкополосного доступа, 53 пользователей IPTV и 20 пользователя телефонии, полоса пропускания оптического делителя этого кластера должна составлять:

$$95*21+53*6+20*0,064=1995+318+1,28=2314,28\text{Мбит/с.}$$

Аналогично производятся расчеты для третьего кластера, который должен обслуживать 75 пользователя широкополосного доступа, 38 пользователя IPTV и 13 пользователей телефонии. Тогда полоса пропускания оптического делителя этого кластера должна составлять:

$$75*21+38*6+13*0,064=1575+228+0,832=1803,832\text{Мбит/с.}$$

Для четвертого кластера, который должен обслуживать 156 пользователя широкополосного доступа, 99 пользователя IPTV и 31 пользователей

					11070006.11.03.02.059.ПЗВКР	Лист
						11
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

телефонии, полоса пропускания оптического делителя должна составлять:

$$156*21+99*6+31*0,064=3276+594+1,984= 3871,98\text{Мбит/с.}$$

Таким образом, максимальная нагрузка на оборудование уровня агрегации будет составлять 3,8 Гбит/с. Оборудование сетей связи, построенных по технологии PON, поддерживает такие скорости передачи.

Таким образом, общая нагрузка на сеть составляет порядка 10 Гбит/с.

3.1 Расчет трафика проектируемой МСС

Для корректной оценки трафика для предоставления услуг связи, необходимо использовать статистические показатели, оцененные на основе анализа рынка российской связи. В таблице 3.1 представлены исходные данные.

Таблица 3.1 – Значения параметров

Параметр	Обозначение	Значение Вызов/с
1	2	3
Количество сетевых узлов для подключения абонентов, пользующихся услугой Triple Play	$N_{уз}$	4
Число абонентов сети	$N_{аб}$	408
Количество абонентов, пользующихся услугой Triple Play в первом кластере		
Число абонентов на сетевых узлах	$N_{аб.1}$	82
Число абонентов, пользующихся услугой Internet	$N_{аб.1(Int.)}$	82
Число абонентов, пользующихся услугой IP-телефонии	$N_{аб.1(VoIP)}$	18
Число абонентов, пользующихся услугой IP-TV	$N_{аб.1(IP-TV)}$	50
Количество абонентов, пользующихся услугой Triple Play во втором кластере		
Число абонентов на сетевых узлах	$N_{аб.2}$	95
Число абонентов, пользующихся услугой Internet	$N_{аб.2(Int.)}$	95
Число абонентов, пользующихся услугой IP-телефонии	$N_{аб.2(VoIP)}$	20
Число абонентов, пользующихся услугой IP-TV	$N_{аб.2(IP-TV)}$	53
Количество абонентов, пользующихся услугой Triple Play в третьем кластере		
Число абонентов на сетевых узлах	$N_{аб.3}$	75

Число абонентов, пользующихся услугой Internet	$N_{аб.3 (Int.)}$	75
Число абонентов, пользующихся услугой IP-телефонии	$N_{аб.3 (VoIP)}$	13
Число абонентов, пользующихся услугой IP-TV	$N_{аб.3(IP-TV)}$	38
Количество абонентов, пользующихся услугой Triple Play в четвертом кластере		
Число абонентов на сетевых узлах	$N_{аб.3}$	156
Число абонентов, пользующихся услугой Internet	$N_{аб.3 (Int.)}$	156
Число абонентов, пользующихся услугой IP-телефонии	$N_{аб.3 (VoIP)}$	31
Число абонентов, пользующихся услугой IP-TV	$N_{аб.3(IP-TV)}$	99
Необходимые значения параметров для расчета трафика		
Интенсивность заявок, поступивших от абонента, пользующегося услугой Internet в единицу времени	$\gamma_{аб.(Int.)}$, [ВЫЗ/с]	0,0000339
Интенсивность заявок, поступивших от абонента, пользующегося услугой IP-телефонии в ед. врем.	$\gamma_{аб.(VoIP)}$, [ВЫЗ/с]	0,0000573
Интенсивность заявок, поступивших от абонента, пользующегося услугой IP-TV в единицу времени	$\gamma_{аб.(IP-TV)}$, [ВЫЗ/с]	0,0000688
Длительность сеанса связи абонента, пользующегося услугой Internet	$T_c (Int.)$, [с]	0,03
Длительность сеанса связи абонента, пользующегося услугой IP-телефонии	$T_c (VoIP)$, [с]	90
Длительность сеанса связи абонента, пользующегося услугой IP-TV	$T_c (IP-TV)$, [с]	0,9
Коэффициент замыкания нагрузки на одном узле связи	K_1	0,3
Коэффициент замыкания нагрузки, генерируемый i-ым узлом к узлам проектируемой сети	K_2	0,2
Коэффициент замыкания нагрузки, генерируемый i-ым узлом к узлам другой сети	K_3	0,42

Расчет трафика генерируемого абонентами сети для 1-3 сетевых узлов осуществляется в соответствии со следующим алгоритмом.

1. Расчет математического ожидания числа пакетов.

$$\gamma_i^{(k)} = N_{аб.i}^{(k)} \cdot \gamma_{аб.i}^{(k)} \cdot T_c^{(k)}, \quad (3.1)$$

где i – узел, k – услуга, $N_{аб.i}^{(k)}$ - количество абонентов k -ой услуги на i -ом узле, $\gamma_{аб.i}^{(k)}$ - интенсивность заявок, поступивших от абонента k -ой услуги в единицу времени на i -ом узле, $T_c^{(k)}$ - средняя длительность сеанса связи абонента k -ой услуги в единицу времени.

$$\gamma_{1(Int.)} = 82 * 0,0000339 * 0,03 = 0,00008339 \text{ [бит/с]}$$

					11070006.11.03.02.059.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

$$\gamma_{1(\text{VoIP})}=18*0,0000573 *90=0,092826 \text{ [бит/с]}$$

$$\gamma_{1(\text{IP-TV})}=50*0,0000688*0,9=0,003096 \text{ [бит/с]}$$

$$\gamma_{2(\text{Int.})}=95*0,0000339 *0,03= 0,000096615 \text{ [бит/с]}$$

$$\gamma_{2(\text{VoIP})}=20*0,0000573 *90=0,10314 \text{ [бит/с]}$$

$$\gamma_{2(\text{IP-TV})}=53*0,0000688*0,9=0,00328176 \text{ [бит/с]}$$

$$\gamma_{3(\text{Int.})}=75*0,0000339 *0,03= 0,000076275 \text{ [бит/с]}$$

$$\gamma_{3(\text{VoIP})}=13*0,0000573 *90=0,067041 \text{ [бит/с]}$$

$$\gamma_{3(\text{IP-TV})}=38*0,0000688*0,9=0,00235296 \text{ [бит/с]}$$

$$\gamma_{4(\text{Int.})}=156*0,0000339 *0,03= 0,0001586 \text{ [бит/с]}$$

$$\gamma_{4(\text{VoIP})}=31*0,0000573 *90= 0,1598 \text{ [бит/с]}$$

$$\gamma_{4(\text{IP-TV})}=99*0,0000688*0,9= 0,00613 \text{ [бит/с]}$$

2. Расчет математического ожидания числа пакетов, генерируемых абонентами *i*-ого узла связи.

$$\gamma_{\Sigma i} = \sum_{k=1}^k \gamma_i^{(k)}, \text{ бит/с} \quad (3.2)$$

$$\gamma_{\Sigma 1}=0,00008339 +0,092826 +0,003096 =0,096 \text{ [бит/с]}$$

$$\gamma_{\Sigma 2}=0,000096615 +0,10314 +0,00328176 =0,106518375 \text{ [бит/с]}$$

$$\gamma_{\Sigma 3}=0,000076275 +0,067041 +0,00235296 =0,06947 \text{ [бит/с]}$$

$$\gamma_{\Sigma 4}=0,0001586 +0,1598 + 0,00613=0,1660886 \text{ [бит/с]}$$

3. Распределение пакетов из всего числа пакетов, генерируемых узлом *i*.

3.1. Расчет потока пакетов замыкаемого на данном узле связи.

$$\gamma_{\text{зам.}i} = K_{li} \cdot \gamma_{\Sigma i} \quad (3.3)$$

где K_1 – коэффициент замыкания нагрузки на одном узле связи

					11070006.11.03.02.059.ПЗВКР	Лист
						14
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$\gamma_{1\text{зам.}}=0,3*0,096 =0,0288 \text{ [бит/с]}$$

$$\gamma_{2\text{зам.}}=0,3*0,106518375 =0,0319 \text{ [бит/с]}$$

$$\gamma_{3\text{зам.}}=0,3*0,06947=0,02 \text{ [бит/с]}$$

$$\gamma_{4\text{зам.}}=0,3*0,1660886=0,0498 \text{ [бит/с]}$$

3.2. Расчет потока пакетов, генерируемого *i*-ым узлом к узлам проектируемой сети.

$$\gamma_{\text{выд.}i} = K_{2i} \cdot \gamma_{\Sigma i}, \quad (3.4)$$

где K_2 – коэффициент замыкания нагрузки, генерируемый *i*-ым узлом к узлам проектируемой сети

$$\gamma_{1\text{выд.}}=0,2*0,096 =0,0192 \text{ [бит/с]}$$

$$\gamma_{2\text{выд.}}=0,2*0,106518375 =0,021 \text{ [бит/с]}$$

$$\gamma_{3\text{выд.}}=0,2*0,06947=0,01389 \text{ [бит/с]}$$

$$\gamma_{4\text{выд.}}=0,2*0,1660886=0,033 \text{ [бит/с]}$$

3.3. Расчет доли пакетов, генерируемых *i*-ым узлом к узлам другой сети.

$$\gamma_{\text{др.с.}i} = K_{3i} \cdot \gamma_{\Sigma i}, \quad (3.5)$$

где K_3 – коэффициент замыкания нагрузки, генерируемый *i*-ым узлом к узлам другой сети

$$\gamma_{1\text{др.с.}}=0,42*0,096 =0,04 \text{ [бит/с]}$$

$$\gamma_{2\text{др.с.}}=0,42*0,106518375 =0,044 \text{ [бит/с]}$$

$$\gamma_{3\text{др.с.}}=0,42*0,06947=0,029 \text{ [бит/с]}$$

$$\gamma_{4\text{др.с.}}=0,42*0,1660886=0,069 \text{ [бит/с]}$$

					11070006.11.03.02.059.ПЗВКР	Лист
						15
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

3.2 Расчет объема оборудования и линейно-кабельных сооружений связи

Расчет количества оборудования для проектируемой сети в простейшем случае осуществляется в соответствии с выражением:

$$N_{обор.} = N_{аб-ов} / N_{портов}, \quad (3.6)$$

где $N_{обор.}$ - количество оборудования,

$N_{аб-ов}$ - количество абонентов,

$N_{портов}$ - количество портов в оборудовании.

Но необходимо учитывать размещение абонентов, чтобы обеспечить меньший объем затрат на линейно-кабельные сооружения, а также обеспечить требуемое качество передачи данных.

Исходя из распределения абонентов на территории микрорайона «Мир 7» г.Ашхабад, как было отмечено ранее, на уровне агрегации целесообразно использовать 4 оптических делителя PLC, по одному на каждый кластер.

На уровне доступа правильнее будет использовать оборудование на 64 отвода во втором и четвертом кластере и на 32 отвода – в первом, втором и третьем кластере.

Исходя и предполагаемого количества абонентов и рассчитанного числа оборудования для реализации уровня доступа, на уровне агрегации целесообразно использовать оптические делители с 8 отводами. Это также позволит обеспечить возможность дальнейшего наращивания сети.

Для расчета объемов линейно-кабельных сооружений необходимо оценить протяженность улиц. Как было отмечено ранее, при условии разбиения на 4 кластера максимальное расстояние от оборудования доступа до оборудования абонента будет составлять не более 1 км. Таким образом, для реализации проектируемой мультисервисной сети на уровне доступа

					11070006.11.03.02.059.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16

необходимо использование порядка 10 км. Следует также учитывать необходимость прокладки линии связи от оборудования агрегации к оборудованию уровня ядра. Учитывая, что ближайшая АТС расположена на расстоянии 5 км от микрорайона, требуемый объем линии связи составит порядка 8 км. Таким образом, общая протяженность линейно-кабельных сооружений для проектируемой мультисервисной сети связи микрорайона «Мир 7» г.Ашхабад составит $10\text{км}+8\text{км}=18\text{км}$.

					11070006.11.03.02.059.ПЗВКР	Лист
						17
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

4 ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ ПРОЕКТИРУЕМОЙ МУЛЬТИСЕРВИСНОЙ СЕТИ СВЯЗИ

В качестве оптических делителей будут использоваться -PLC-1x64-SC/APC и NTSS-PLC-SC/APC-32-0,9 [4,5] (рисунок 5.1 и 5.2)



Рабочий диапазон	1260-1650nm
Вносимые потери (dB)	21

Рисунок 4,1 Оптический делитель SNR-PLC-1x64-SC/APC

Выбор такого рода сплиттеров обусловлен возможностью быстрого монтажа при введении сети в эксплуатацию. В случае использования подобных устройств как проходных ответвителей, будут использованы неоконцованные сплиттеры и применяться соединение методом сварки волокна.

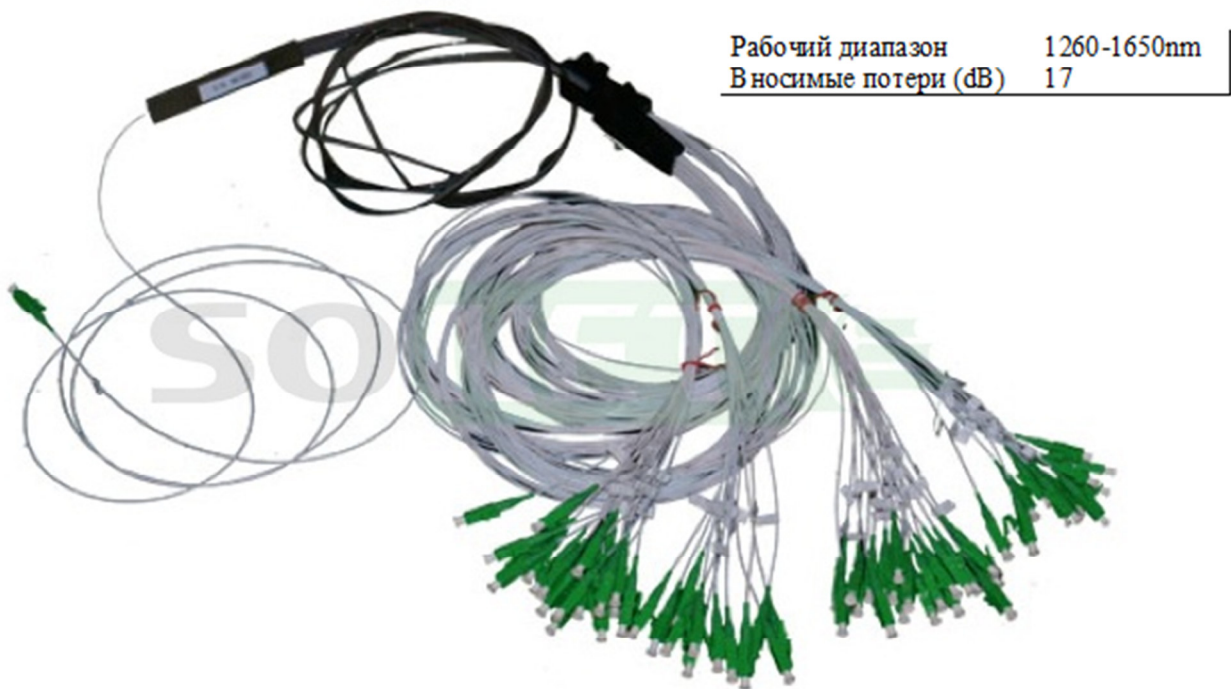


Рисунок 4.2 Оптический делитель NTSS-PLC-SC/APC-32-0,9

Оптические порты агрегатора будут ответвляться с помощью 1/8 делителей SNR-PLC-1x8-SC/APC, характеристики которого представлены на рисунке 4.3 [4].



Рисунок 4.3 Оптический делитель SNR-PLC-1x8-SC/APC

Для построения уровня агрегации мультисервисной сети связи микрорайона «Мир 7» г.Ашхабад необходимо использовать антивандальные шкафы.

Мультисервисный узел доступа и агрегации MA4000-PX: предназначен для построения сетей доступа по технологии GPON. Система позволяет строить масштабируемые, отказоустойчивые сети «последней мили», отвечающие высоким требованиям к безопасности, как в сельских, так и в городских населенных районах. Узел доступа осуществляет управление абонентскими устройствами, коммутацию трафика и соединение с транспортной сетью.

Модули устанавливаются в стандартный 19” евро-конструктив 9U. В корпусе предусмотрены два слота для установки управляющих модулей коммутатора PP4X и 16 слотов для установки линейных модулей PLC8 (GPON). В системе может присутствовать один или два модуля центрального коммутатора PP4X. Установка двух модулей позволяет построить высоконадежную систему за счет резервирования коммутаторов и увеличить пропускную способность системы за счет распределения потоков данных между модулями путем их стекирования.

На основе анализа рынка было решено использовать в качестве оборудования уровня ядра маршрутизатор Cisco 7604.[3,4,5].

Маршрутизаторы серии Cisco 7600 реализуют надежные и высокопроизводительные функции IP/MPLS и предназначены для использования в качестве граничного маршрутизатора в сетях провайдеров услуг, а также в сетях MAN/WAN крупных предприятий.

Поддерживая различные интерфейсы и технологию адаптивной обработки сетевого трафика, маршрутизаторы серии Cisco 7600 предлагают интегрированные услуги Ethernet, частных линий и агрегации абонентских подключений.

Маршрутизаторы серии Cisco 7600, которые приходят на смену существующим маршрутизаторам серии Cisco 7500.

Данное оборудование предполагается устанавливать в здании ближайшей АТС, а это значит, что оно не нуждается в использовании защитных шкафов.

					11070006.11.03.02.059.ПЗВКР	Лист
						20
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Сервер: Dell PowerEdge R720XD, 2 процессора Intel Xeon 8C E5-2680 2.70GHz, 64GB DRAM, 12LFF

В комплект входит:

- Шасси: Dell R720XD - 1 шт
- Процессор: Intel Xeon 8C E5-2680 2.70/20MB - 2 шт
- Память: 64GB(16x4Gb) DDR3, свободно 8 слотов. Совместимая память.
- Контроллер: PERC H710mini/512MB - 1 шт
- Четырехпортовый адаптер Broadcom® 1GbE BASE-T
- 12 отсеков под диски SAS/SATA 3.5"
- Жесткие диски: - нет
- Салазки для жестких дисков горячей замены - 12 шт
- Заглушки для отсеков под жесткие диски - нет
- Блок питания 750W - 2 шт
- Комплект крепления в 19" стойку - 1 шт

В качестве оборудования IPTV рекомендуется использовать платформу NetUP IPTV Combine 4x. NetUP IPTV Combine 4x – это универсальное решение для вещания мультимедийного контента. Схема организации услуги на ее основе приведена на рисунке 4.4.

					11070006.11.03.02.059.ПЗВКР	Лист
						21
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

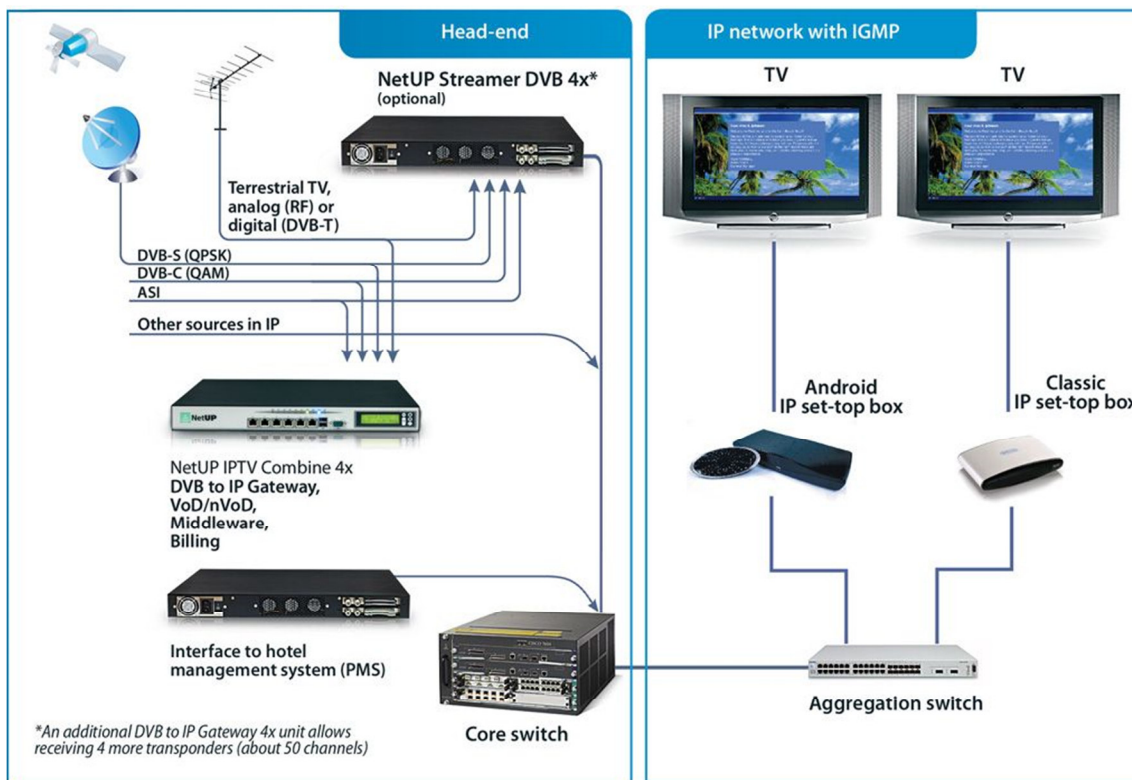


Рисунок 4.4 Система IPTV NetUP IPTV Combine 4x

Для организации линий связи в проектируемой мультисервисной сети связи микрорайона «Мир 7» г.Ашхабад предлагается использовать кабель производства ОАО "Коркаб" по ТУ 3587-001-88083123-2010 марки ТОС-П-16У-7кН [3,4,5] (рисунок 4.5).

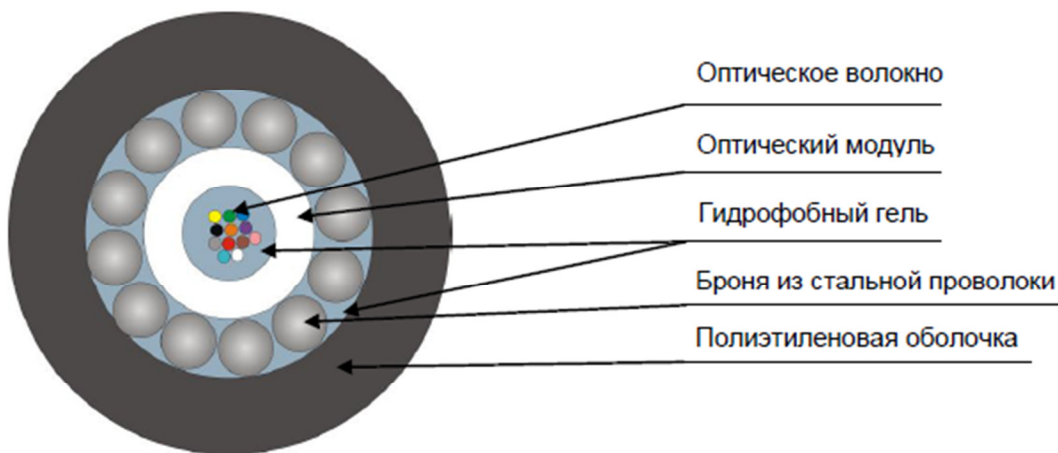


Рисунок 4.5 – ОК марки ТОС-П-16У-7кН

Выбранное оборудование соответствует все необходимым нормам,

						11070006.11.03.02.059.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			22

правилам и законодательству Туркменистана. Все оборудование может быть доставлено дистрибьюторам на территорию страны, а также может осуществляться дальнейшая техническая поддержка в рамках постгарантии.

В дальнейшем будет спроектирована схема телекоммуникационной сети, в которой будет отражено место установки каждого выбранного модуля, а также указан принцип размещения (установки) оптических сплиттеров.

					11070006.11.03.02.059.ПЗВКР	Лист
						23
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

5 РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РЕАЛИЗАЦИИ МУЛЬТИСЕРВИСНОЙ СЕТИ СВЯЗИ В МИКРОРАЙОНЕ «МИР 7» Г.АШХАБАД

Реализация проектируемой сети связи в микрорайоне «Мир 7» г.Ашхабад предполагает организацию трех уровней: ядра, агрегации, доступа. К оборудованию уровня ядра относится именно мультисервисный узел OLT Eltex MA4000-PX и маршрутизатор Cisco 7604. Схема размещения оборудования в аппаратном зале АТС представлена на рисунке 5.1

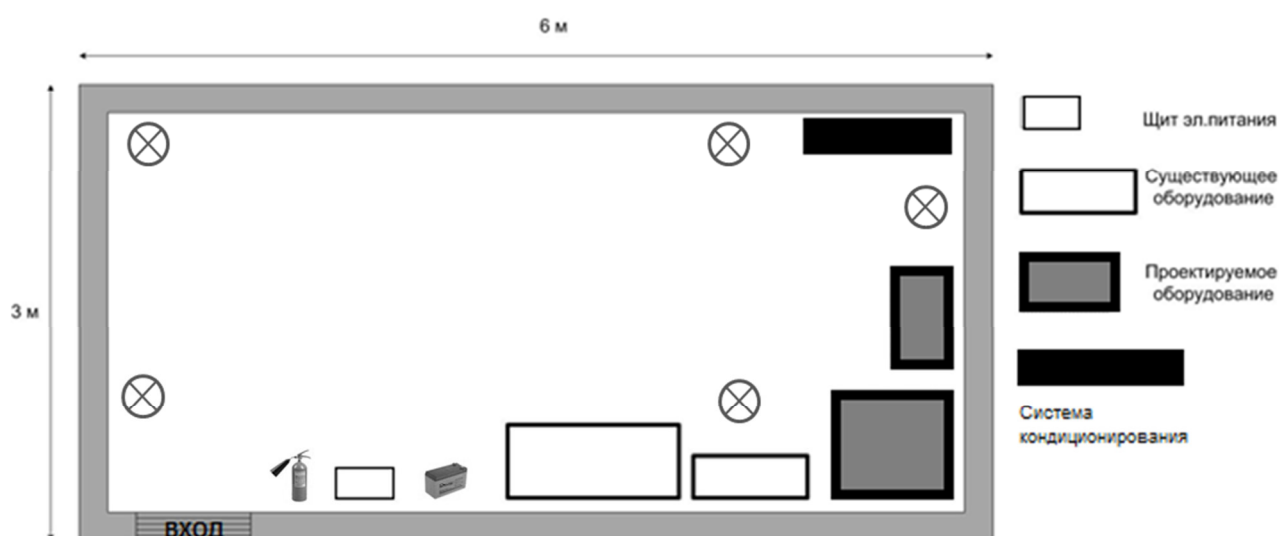


Рисунок 5.1 – Схема размещения оборудования уровня ядра в здании АТС

На рисунке 5.2 представлена схема организации связи в микрорайоне «Мир 7» г.Ашхабад. На рисунке отмечены основные элементы – оборудование, которое было выбрано в предыдущих разделах выпускной квалификационной работы .

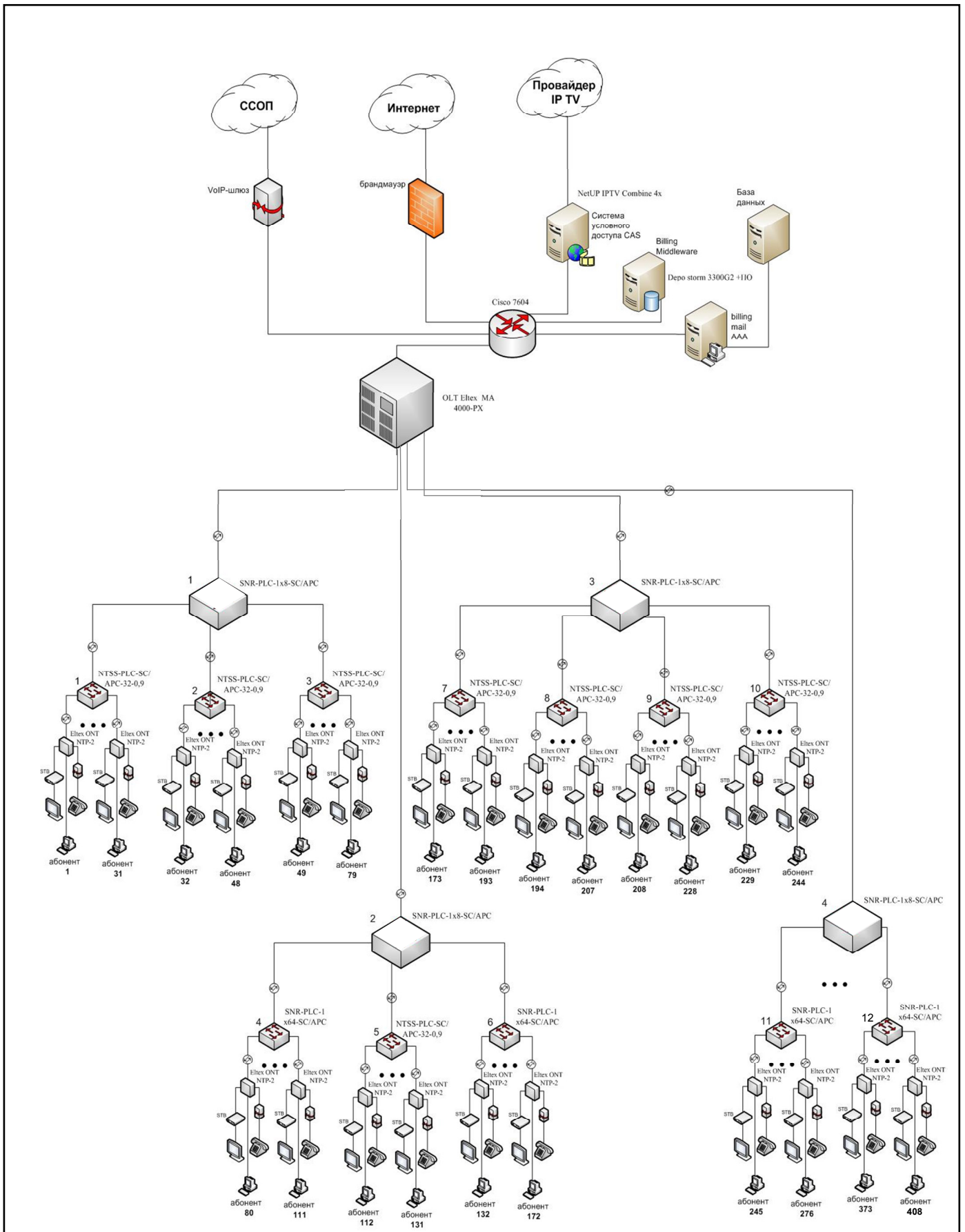


Рисунок 5.2 – Проектируемая схема мультисервисной сети связи в микрорайоне «Мир 7» г.Ашхабад

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

11070006.11.03.02.059.ПЗВКР

Лист

25

Уровень агрегации проектируемой сети связи организуется с использованием четырех оптических делителей SNR-PLC-1x8-SC/APC. Данное оборудование через специальные интерфейсы подключается к OLT.

Оборудование уровня доступа, представляющее собой 12 оптических делителей по 32 и 64 оптических порта, также предполагается размещать на территории микрорайона.

От оборудования уровня доступа сигнал по волоконно-оптическим линиям связи передается к абонентскому оборудованию, в качестве которого рекомендуется использовать терминалы Eltex ONT NTP-2. Помимо абонентских терминалов на стороне абонента также может быть установлено одно или несколько оконечных устройств, представляющих собой телевизор, IP-телефон или компьютер.

Сети с использованием технологии PON строятся на базе волоконно-оптических линий связи. Так как в микрорайоне «Мир 7» г.Ашхабад отсутствует сеть связи, здесь необходимо осуществить прокладку волоконно-оптических кабелей связи для организации предоставления мультисервисных услуг. В рамках данного проекта предполагается использование подвеса для прокладки волоконно-оптических линий связи. Схема трассы прокладки кабеля в микрорайоне «Мир 7» г.Ашхабад представлена на рисунке 5,3.

					11070006.11.03.02.059.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		26

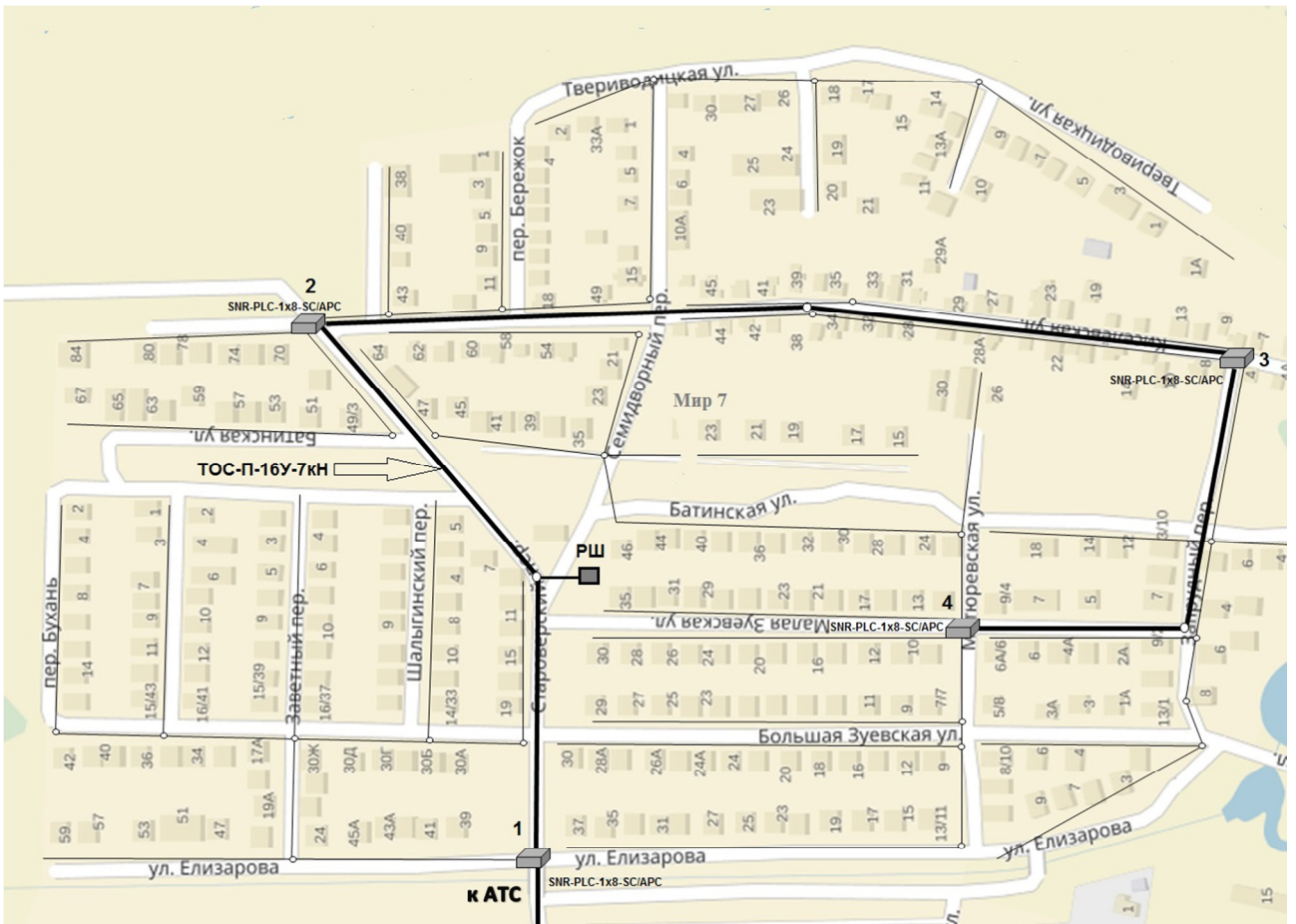


Рисунок 5.3 – Схема трассы прокладки кабеля в микрорайоне «Мир 7» г.Ашхабад

Подвешивать волоконно-оптический кабель в микрорайоне «Мир 7» г.Ашхабад предполагается на опорах наружного освещения.

С помощью узлов крепления и зажимов подвешивается волоконный кабель, устанавливаются отводные муфты, каждая из которых обеспечивает ответвление шести волокон кабеля в сторону абонентов. С помощью сварочного соединения в муфте эти волокна соединяются с drop-кабелем, который также по опорам внешнего освещения подводится к каждому дому. В здания предполагается ввод кабеля через верхние этажи.

6 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТА

Все затраты, вносимые на первоначальном этапе строительства сети, и имеющие единовременный характер, относятся к капитальным вложениям. Инвестиции в оборудование по проекту и на ввод оборудования в эксплуатацию складываются из следующих составляющих:

1. стоимость оборудования;
2. установка и монтаж оборудования;
3. стоимость кабеля;
4. транспортные расходы (тара и упаковка, таможенные расходы);
5. прочие затраты (техническая документация, обучение специалистов, страховка);
6. прочие непредвиденные расходы.

Общие капитальные вложения на приобретение оборудования вычисляются по формуле:

$$K_{об} = \sum_{i=1}^N K_i, \text{ руб} \quad (6.1)$$

где $K_{об}$ – суммарный объем затрат на приобретение оборудования, руб; K_i – общая стоимость одной позиции (типа оборудования); N – количество позиций.

Затраты на строительство проектируемой мультисервисной сети связи в микрорайоне «Мир 7» г.Ашхабад составляются согласно сметной стоимости строительства данного объекта.

Затраты на приобретение и монтаж стационарного оборудования, а также стоимость волоконно-оптического кабеля определяются на контрактной и договорной основе с заказчиком и подрядчиком, что является коммерческой тайной предприятия, поэтому используются ориентировочные цены.

Размещение оборудования производится на существующих площадях,

					11070006.11.03.02.059.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		28

поэтому затраты на строительство новых зданий не предусмотрены.

Расчет капитальных вложений в оборудование и материалы представлен в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Капитальные вложения в оборудование и материалы [3,4,5]

Наименование	Количество	Стоимость	Стоимость
	единиц	за единицу руб.	всего в руб.
1	2	3	4
Делитель оптический планарный SNR-PLC-1x8-SC/APC	4	1 300	5 200
Делитель оптический планарный NTSS-PLC-SC/APC-32-0,9	8	5 800	46 400
Делитель оптический планарный SNR-PLC-1x64-SC/APC	4	12 000	48 000
Мультисервисный узел OLT Eltex MA4000-PX	1	74 000	74 000
Абонентский терминал Eltex ONT NTP-2	408	2900	1 183 200
Маршрутизатор Cisco 7604	1	86 000	86 000
Биллинг сервер Depo storm 3300G2 +ПО	1	141 000	141 000
NetUP IPTV Combine 4x	1	252 000	252 000
Оплата разработки проекта		210 000	210 000
Всего			2 045 800

Необходимо обратить внимание на строительно-монтажные расходы $K_{смр}$, которые составляют порядка 20% от стоимости оборудования; затраты на тару и упаковку $K_{м/у}$, составляющие 0,5% от стоимости оборудования; затраты на транспортные расходы $K_{тр}$, составляющие 4% от стоимости оборудования; заготовительно-складские затраты $K_{зсз}$, составляющие порядка 1,2% от стоимости оборудования; непредвиденные расходы $K_{нр}$, составляющие порядка 3% от стоимости оборудования.

Тогда капитальные вложения в оборудование, материалы и строительно-монтажные работы составят порядка:

					11070006.11.03.02.059.ПЗВКР	Лист
						29
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$KB_{об} = K_{об} + K_{смп} + K_{м/у} + K_{тр} + K_{зсз} + K_{нр} = 2\,045\,800 + 2\,045\,800 * 0,2 + 2\,045\,800 * 0,005 + 2\,045\,800 * 0,04 + 2\,045\,800 * 0,012 + 2\,045\,800 * 0,03 = 2\,632\,945 \text{ руб.}$$

Капитальные вложения на строительство и ввод в эксплуатацию линейно-кабельных сооружений представлены в таблице 6.2.

Таблица 6,2 – Затраты на строительство линейно-кабельных сооружений [22]

Наименование	Количество единиц	Стоимость за единицу в руб	Стоимость всего в руб.
Оптический кабель ТОС-П-16У-7кН (за 1 км)	18	40 000	720 000
Стоимость строительно-монтажных работ	18	130 000	2 340 000
Тара и упаковка 0,5%	-	-	10 229
Транспортные расходы 4%	-	-	81 832
Заготовительно-складские, 1,2%	-	-	24 550
Итого:			3 176 611

Расходы по таре и упаковке, транспортные и заготовительно-складские рассчитываются по соответствующим процентам от суммы затрат на покупку линейно-кабельных сооружений.

Тогда объем капитальных вложений в монтаж и ввод в эксплуатацию линейно-кабельных сооружений составляет:

$$KB_{ЛКС} = 3\,176\,611 \text{ руб.}$$

Таким образом, общий планируемый объем инвестиций (капитальных вложений) в проект составляет:

$$KB = KB_{об} + KB_{ЛКС} = 2\,632\,945 + 3\,176\,611 = 5\,809\,556 \text{ руб.}$$

Текущие расходы предприятия на производство услуг связи являются эксплуатационными расходами. В состав этих расходов входят все расходы на содержание и обслуживание сети. Расходы имеют текущий характер.

Эксплуатационные расходы выражают себестоимость услуг связи в денежном выражении.

Для определения эксплуатационных расходов по проекту были использованы следующие статьи:

1. затраты на оплату труда;
2. страховые взносы;
3. амортизация основных фондов;
4. материальные затраты;
5. прочие производственные расходы.

Для расчета годового фонда заработной платы необходимо определить численность штата производственного персонала. Данное оборудование не требует постоянного присутствия обслуживающего персонала на всех узлах сети. Рекомендуемый состав персонала по обслуживанию станционного оборудования приведен в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Состав персонала по обслуживанию станционного оборудования

Наименование должности	Оклад	Количество, чел.	Сумма з/пл, руб./мес.
Инженер	23000	1	23000
ИТОГО		1	23 000

Годовой фонд оплаты труда для станционного персонала составит:

$$\text{ФОТ}_{\text{год}} = \text{СЗП} * 12 * 1,2 \quad (6.2)$$

где 12 – количество месяцев в году;

1,2 – размер премии (20 %);

Общий годовой фонд оплаты труда составит:

$$\Phi OT^{год} = 23\ 000 \cdot 12 \cdot 1,2 = 331\ 200 \text{ руб.}$$

Страховые взносы составляют 30 % от Фонда оплаты труда (ФОТ) и рассчитывается по формуле :

$$СВ = 0,30 \cdot \Phi OT_{\text{Год}} = 0,30 \cdot 331\ 200 = 99\ 360 \text{ руб.} \quad (6.3)$$

Под амортизацией понимается процесс постепенного возмещения стоимости основных фондов, переносимой на вновь созданную продукцию (услугу), в целях накопления средств для реконструкции и приобретения основных средств. Величина амортизационных отчислений определяется установленной долей ежегодных отчислений (норма амортизации) от стоимости основных средств.

Амортизационные отчисления на полное восстановление производственных фондов рассчитываются по формуле (6.4):

$$AO^{год} = \frac{\Phi_{\text{перв}} \cdot H_a}{100\%}, \quad (6.4)$$

где $\Phi_{\text{перв}}$ – первоначальная стоимость основных фондов (приравнивается к капитальным вложениям); H_a – норма амортизационных отчислений для данного типа оборудования и линейно-кабельных сооружений составляет 5%. Необходимо также вычесть стоимость строительно-монтажных работ, так как амортизация на них не начисляется.

Таким образом, амортизационные отчисления равны:

$$AO \text{ год} = 1\ 914\ 571 \cdot 5/100 = 95\ 728 \text{ руб.}$$

Величина материальных затрат включает в себя оплату электроэнергии для производственных нужд, затраты на материалы и запасные части и др. Эти

					11070006.11.03.02.059.ПЗВКР	Лист
						32
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

составляющие материальных затрат определяются следующим образом:

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

$$Z_{ЭН} = T \cdot 24 \cdot 365 \cdot P \quad (6.5)$$

где $T = 4,3$ руб./кВт . час – тариф на электроэнергию,

$P = 4$ кВт - мощность установок.

Тогда, затраты на электроэнергию составят

$$Z_{ЭН} = 4,3 \cdot 24 \cdot 365 \cdot 4 = 150\,672 \text{ руб.}$$

б) затраты на материалы и запасные части составляют 3,5% от ОПФ:

Затраты на материалы и запасные части рассчитываем по формуле:

$$Z_M = \frac{ОПФ \cdot 3,5\%}{100\%}, \quad (6.6)$$

где ОПФ - это основные производственные фонды (капитальные вложения)

В итоге материальные затраты составляют:

$$Z_M = 5\,809\,556 \cdot 3,5/100 = 203\,335 \text{ руб.}$$

Таким образом, общие материальные затраты равны

$$Z_{Общ} = Z_{ЭН} + Z_M = 150\,672 + 203\,335 = 354\,007 \text{ руб.} \quad (6.7)$$

Прочие расходы предусматривают общие производственные ($Z_{пр.}$) и эксплуатационно-хозяйственные затраты ($Z_{эк.}$):

$$Z_{пр} = 0,15 * ФОТ^{год} \quad (6.8)$$

					11070006.11.03.02.059.ПЗВКР	Лист
						33
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$З_{эк} = 0,25 * ФОТ^{год} \quad (6.9)$$

Подставив значения в формулы (6.8) и (6.9), можно рассчитать:

$$З_{пр} = 0,15 * 331\,200 \text{ руб.} = 49\,680 \text{ руб.}$$

$$З_{эк} = 0,25 * 331\,200 \text{ руб.} = 82\,800 \text{ руб.}$$

Таким образом, прочие расходы:

$$З_{прочие} = 49\,680 + 82\,800 \text{ руб.} = 132\,480 \text{ руб.}$$

Отчисления на научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы (НИОКР) 1,5 % от всей суммы эксплуатационных расходов.

Результаты расчета годовых эксплуатационных расчетов сведены в таблицу 6.4

Таблица 6.4 – Результаты расчета годовых эксплуатационных расходов

Наименование затрат	Сумма затрат, руб.	% от общей суммы
1. ФОТ	331 200	30
2. Страховые взносы	99 360	9
3. Амортизационные отчисления	95 728	9,5
4. Материальные затраты	354 007	38
5. Прочие расходы	132 480	12
Итого:	1 012 775	98,5
НИОКР	15 192	1,5
Всего	1 027 967	100

Для оценки экономической эффективности необходимо определить тарифные доходы от подключения абонентов.

Тарифные доходы делятся на:

- разовые доходы (подключение новых абонентов);
- текущие доходы (абонентская плата).

В рамках данного проекта предполагается покупка абонентского

оборудования, поэтому стоимость тарифных доходов завышена.

В рамках данного проекта предполагается поэтапное подключение абонентов в течение 5 лет. Предполагается, что в первый год подключится 50% абонентов. Во второй год – 20%. А во все последующие года по 10%.

В таблицах 6.5–6.9 представлены доходы от подключения абонентов по годам.

Таблица 6.5 – Доходы от подключения абонентов 1-й год

<i>Категория абонентов</i>	<i>Стоимость подключения (руб.)</i>	<i>Количество абонентов</i>	<i>Суммарный доход (тыс. руб.)</i>
<i>Физические лица</i>	<i>1000</i>	<i>204</i>	<i>204,000</i>
<i>Юридические лица</i>	<i>1500</i>	<i>1</i>	<i>1,500</i>
<i>ИТОГО:</i>			<i>205,500</i>

Таблица 6.6 – Доходы от подключения абонентов 2-й год

<i>Категория абонентов</i>	<i>Стоимость подключения (руб.)</i>	<i>Количество абонентов</i>	<i>Суммарный доход (тыс. руб.)</i>
<i>Физические лица</i>	<i>1000</i>	<i>83</i>	<i>83,000</i>
<i>Юридические лица</i>	<i>1500</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
<i>ИТОГО:</i>			<i>83,000</i>

Таблица 6.7 – Доходы от подключения абонентов 3-й год

<i>Категория абонентов</i>	<i>Стоимость подключения (руб.)</i>	<i>Количество абонентов</i>	<i>Суммарный доход (тыс. руб.)</i>
<i>Физические лица</i>	<i>1000</i>	<i>41</i>	<i>41,000</i>
<i>Юридические лица</i>	<i>1500</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
<i>ИТОГО:</i>			<i>41,000</i>

Таблица 6.8 – Доходы от подключения абонентов 4-й год

<i>Категория абонентов</i>	<i>Стоимость подключения (руб.)</i>	<i>Количество абонентов</i>	<i>Суммарный доход (тыс. руб.)</i>
<i>Физические лица</i>	<i>1000</i>	<i>41</i>	<i>41,000</i>
<i>Юридические лица</i>	<i>1500</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
<i>ИТОГО:</i>			<i>41,000</i>

Таблица 6.9 – Доходы от подключения абонентов 5-й год

<i>Категория абонентов</i>	<i>Стоимость подключения (руб.)</i>	<i>Количество абонентов</i>	<i>Суммарный доход (тыс. руб.)</i>
<i>Физические лица</i>	<i>1000</i>	<i>41</i>	<i>41,000</i>
<i>Юридические лица</i>	<i>1500</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
<i>ИТОГО:</i>			<i>41,000</i>

Трафик IP – телефонии будет включен в абонентскую плату за доступ к сети Интернет. В таблицах 6.10–6.14 представлены доходы от абонентской платы по годам.

Таблица 6.10 – Доходы от абонентской платы за предоставляемые услуги 1-й год

Наименование услуги	Абонентская плата, руб./мес.		Количество абонентов		Доход, руб./мес.		
	Физ. лица	Юр. Лица	Физ. лица	Юр. Лица	Физ. лица	Юр. лица	Всего
1	2	3	4	5	6	7	8
Доступ к сети Интернет по технологии Ethernet	500	1300	204	2	102000	2600	104600
Цифровое телевидение	300	500	120	0	36000	0	36000
За пользование телефонной сетью	100	200	41	2	4100	400	4500
Итого:							145100

$$D_{AB\text{ ПЛАТА}} = 145100 * 12 = 1\,741\,200 \text{ рублей.}$$

Определяется общий тарифный доход, который составляет:

$$D_T = D_{\text{ПОДКЛ.}} + D_{AB\text{ ПЛАТА}} = 205\,500 + 1\,741\,200 = 1\,946\,700 \text{ рублей.}$$

Таблица 6.11 – Доходы от абонентской платы за предоставляемые услуги 2-й год

Наименование услуги	Абонентская плата, руб./мес.		Количество абонентов		Доход, руб./мес.		
	Физ. лица	Юр. лица	Физ. лица	Юр. лица	Физ. лица	Юр. лица	Всего
1	2	3	4	5	6	7	8
Доступ к сети Интернет по технологии Ethernet	500	1300	285	2	142500	2600	145100
Цифровое телевидение	300	500	170	0	51000	0	51000
За пользование телефонной сетью	100	200	59	2	5900	400	6300
Итого:							202400

$$D_{AB\text{ ПЛАТА}} = 202400 * 12 = 2\,428\,800 \text{ рублей.}$$

Определяется общий тарифный доход, который составляет:

$$D_T = D_{\text{ПОДКЛ.}} + D_{AB\text{ ПЛАТА}} = 83\,000 + 2\,428\,800 = 2\,511\,800 \text{ рублей.}$$

Таблица 6.12 – Доходы от абонентской платы за предоставляемые услуги 3-й год

Наименование услуги	Абонентская плата, руб./мес.		Количество абонентов		Доход, руб./мес.		
	Физ. лица	Юр. лица	Физ. лица	Юр. лица	Физ. лица	Юр. лица	Всего
1	2	3	4	5	6	7	8
Доступ к сети Интернет по технологии Ethernet	500	1300	325	2	162500	2600	165100
Цифровое телевидение	300	500	195	0	58500	0	58500
За пользование телефонной сетью	100	200	65	2	6500	400	6900
Итого:							230500

$$D_{AB\ ПЛАТА} = 230500 * 12 = 2\ 766\ 000 \text{ рублей.}$$

Определяется общий тарифный доход, который составляет:

$$D_T = D_{ПОДКЛ.} + D_{AB\ ПЛАТА} = 41000 + 2\ 766\ 000 = 2\ 807\ 000 \text{ рублей.}$$

Таблица 6.13 – Доходы от абонентской платы за предоставляемые услуги 4-й год

Наименование услуги	Абонентская плата, руб./мес.		Количество абонентов		Доход, руб./мес.		
	Физ. лица	Юр. лица	Физ. лица	Юр. лица	Физ. лица	Юр. лица	Всего
1	2	3	4	5	6	7	8
Доступ к сети Интернет по технологии Ethernet	500	1300	365	2	182500	2600	185100
Цифровое телевидение	300	500	220	0	66000	0	66000
За пользование телефонной сетью	100	200	73	2	7300	400	7700
Итого:							258800

$$D_{AB\ ПЛАТА} = 258800 * 12 = 3\ 105\ 600 \text{ рублей.}$$

Определяется общий тарифный доход, который составляет:

$$D_T = D_{ПОДКЛ.} + D_{AB\ ПЛАТА} = 41000 + 3\ 105\ 600 = 3\ 146\ 600 \text{ рублей.}$$

Таблица 6.14 – Доходы от абонентской платы за предоставляемые услуги 5-й год

Наименование услуги	Абонентская плата, руб./мес.		Количество абонентов		Доход, руб./мес.		
	Физ. лица	Юр. лица	Физ. лица	Юр. лица	Физ. лица	Юр. лица	Всего
1	2	3	4	5	6	7	8
Доступ к сети Интернет по технологии Ethernet	500	1300	408	2	204000	2600	206600
Цифровое телевидение	300	500	240	0	72000	0	72000
За пользование телефонной сетью	100	200	82	2	8200	400	8600
Итого:							287200

$$D_{AB ПЛАТА} = 287200 * 12 = 3\ 446\ 400 \text{ рублей.}$$

Определяется общий тарифный доход, который составляет:

$$D_T = D_{ПОДКЛ.} + D_{AB ПЛАТА} = 41000 + 3\ 446\ 400 = 3\ 487\ 400 \text{ рублей.}$$

Каждый последующий год, доход будет составлять столько же, сколько на 5-м году без учета вновь подключившихся, т.е. 3 487 400 рублей.

Расчет чистого денежного дохода (NPV) основан на сопоставлении величины исходных инвестиций (IC) с общей суммой дисконтированных чистых денежных поступлений (PV) за весь расчетный период. В данном проекте расчет будет произведен на период 10 лет. Иными словами этот показатель представляет собой разность дисконтированных показателей доходов и инвестиций, рассчитывается по формуле (6.10):

$$NPV = PV - IC \quad (6.10)$$

где PV – денежный доход, рассчитываемый по формуле (6.11),

IC – поток инвестиций, рассчитываемый по формуле (6.12).

$$PV = \sum_{n=0}^T \frac{P_n}{(1+i)^n} \quad (6.11)$$

где P_n – доход в n-ом году,

i – норма дисконта,

T – количество лет, для которых производится расчет.

$$IC = \sum_{n=0}^T \frac{IC_n}{(1+i)^n} \quad (6.12)$$

где IC_n – инвестиции в n -ом году,

i – норма дисконта,

T – количество лет, для которых производится расчет.

Результаты расчетов сведены в таблицу 6.15. Необходимо отметить, что в дипломном проекте период, для которого производится расчет, составляет 10 лет, норма дисконта – 13%.

Таблица 6.15 – Оценка экономических показателей проекта с учетом дисконта, руб.

Год	P	PV	I	IC	NPV
0	0	0,0	5 809 556	5 809 556	-5 809 556
1	2598700	2299734,5	1027967,00	8737603,7	-6437869,2
2	3439600	4993445,8	1027967,00	9495761,0	-4502315,1
3	3868000	7674163,9	1027967,00	10166696,6	-2492532,7
4	4338400	10334985,8	1027967,00	10760444,9	-425459,1
5	4808800	12945009,8	1027967,00	11285885,9	1659123,9
6	4768800	15235552,8	1027967,00	11750878,0	3484674,8
7	4768800	17262582,0	1027967,00	12162375,4	5100206,7
8	4768800	19056413,2	1027967,00	12526532,3	6529880,8
9	4768800	20643874,4	1027967,00	12848795,1	7795079,2
10	4768800	22048707,3	1027967,00	13133983,5	8914723,8

Как видно из приведенных в таблице 6.15 значений, проект окупится на пятом году эксплуатации.

Срок окупаемости (PP) – показатель, наиболее часто применяемый в аналитике, под которым понимается период времени от момента начала

реализации проекта до того момента эксплуатации объекта, в который доходы от эксплуатации становятся равными первоначальным инвестициям и может приниматься как с учетом фактора времени, так и без его участия.

Показатель срока окупаемости без учета фактора времени применяется в том случае, когда равные суммы доходов, полученные в разное время, рассматриваются равноценно. Срок окупаемости с учетом фактора времени – показатель, характеризующий продолжительность периода, в течение которого сумма чистых доходов дисконтированных на момент завершения инвестиций, равных сумме инвестиций.

Точный срок окупаемости можно рассчитать по формуле:

$$PP = T + NPV_n / (|NPV_{n-1}| + NPV_n) \quad (6.13)$$

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.

Срок окупаемости составит:

$$PP = 5 + 1659123,9 / (425459,1 + 1659123,9) = 5,9 = 6 \text{ лет.}$$

Индекс рентабельности представляет собой относительный показатель, характеризующий отношение приведенных доходов приведенным на ту же дату инвестиционным расходам и рассчитывается по формуле:

$$PI = PV/IC \quad (6.14)$$

где PV – денежный доход, рассчитываемый по формуле (6.12),

IC – поток инвестиций, рассчитываемый по формуле (6.13).

					11070006.11.03.02.059.ПЗВКР	Лист
						40
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

На конечный срок расчетного периода – 10 лет индекс рентабельности будет равен:

$$PI = 22048707,3/13133983,5=1,67$$

Другим важным показателем является внутренняя норма доходности, определяемая на основе выражения с использованием итерационных расчетов:

$$IRR = i_1 + \frac{NPV_1}{NPV_1 - NPV_2} (i_2 - i_1). \quad (6.15)$$

$$IRR = 13 + \frac{1659123,9}{1659123,9 - (-155244,7)} (21 - 13);$$

$$IRR = 13 + 7,31 = 20,31\%$$

В итоге норма дисконта проекта составляет 20,31%, что является следствием эффективности принятых решений. А также возможности принятия данного проекта к реализации.

Рассчитанные технико-экономические показатели в данном разделе, занесены в таблицу 6.16.

					11070006.11.03.02.059.ПЗВКР	Лист
						41
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 6.16 – Основные технико-экономические показатели проекта

Наименование показателей	Значения показателей
1	2
Количество абонентов	408
Капитальные вложения, руб.	5 809 556
Годовые эксплуатационные расходы, руб.	1 027 967
Фонд оплаты труда, руб.	331 200
Страховые взносы, руб.	99 360
Амортизационные отчисления, руб.	95 728
Материальные затраты, руб.	354 007
Прочие расходы, руб.	132 480
Срок окупаемости	6 лет

Внедряя технологию PON, существуют определенные риски, связанные с проникновением услуги. Эти риски обусловлены высокой стоимостью абонентского оборудования по сравнению с FTTH. Обычно провайдер предоставляет устройства в аренду абоненту, предлагая ему выплачивать стоимость устройства в течении нескольких лет. Такой подход обеспечит провайдеру длительный контракт с абонентом.

В рамках ВКР не предполагается закупка оборудования, абонент может купить любое удобное для него устройство и получить доступ ко всем услугам. Схема организации сети и закупленное сетевое оборудование не вносит ограничения на производителя устройств и позволяет работать с любым.

7 ОХРАНА ТРУДА, ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ПРОЕКТА

При обслуживании автоматических телефонных станций возможны воздействия следующих опасных и вредных производственных факторов:

- повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека;
- пониженная влажность воздуха и повышенная температуры;
- недостаточная освещенность рабочей зоны;
- лазерное излучение;
- повышенное напряжение органов зрения;
- расположение рабочего места на значительной высоте относительно поверхности земли (пола);

Каждый работник обязан:

- соблюдать требования настоящей инструкции;
- знать правила безопасности при выполнении конкретного вида работы, способы рациональной организации рабочего места, опасные и вредные производственные факторы, которые могут на них оказывать неблагоприятное воздействие;
- обеспечивать на своем рабочем месте сохранность средств защиты, инструмента, приспособлений, средств пожаротушения и документации по охране труда;
- соблюдать трудовую и производственную дисциплину, правила внутреннего трудового распорядка;
- немедленно сообщать своему непосредственному руководителю, а при его отсутствии - вышестоящему руководителю о происшедшем несчастном случае и обо всех замеченных им нарушениях инструкции, а также о неисправностях сооружений, оборудования и защитных устройств.

					11070006.11.03.02.059.ПЗВКР	Лист
						43
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

При работе на стремянке вблизи питающих шин в автоматных залах АТС не допускается касаться шин питания и других токоведущих шин.

Для чистки действующего оборудования необходимо пользоваться спиртом. Магнитные головки на электронных АТС следует чистить спиртом или сжатым воздухом из специальных баллончиков.

Не допускается использовать для чистки действующего оборудования бензин.

При чистке приборов на действующем оборудовании необходимо применять щетки с изолированными обоями.

					11070006.11.03.02.059.ПЗВКР	Лист
						44
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При выполнении ВКР был разработан проект сети широкополосного доступа для жителей микрорайона 7 г.Ашхабада. Проект был основан на анализе объекта. По результатам анализа было получено общее количество абонентов в предполагаемой сети. Был проведен расчет нагрузки, генерируемой абонентами.

На основании проведенных расчетов было принято решение проектировать сеть на базе технологии GPON, которая позволит обеспечивать пользователей скоростным доступом к телекоммуникационным услугам, а также гарантирует высокую надежность услуг и сервисов провайдера.

При разработке проекта сети было выбрано оборудование компании Eltex, а именно модульный OLT, которые представляет собой корзину для установки плат с оптическими портами.

Для подключения всего проектируемого объема клиентов к оборудованию были использованы сплиттеры (1/64, 1/32, 1/8).

Также в ВКР имеется схема размещения оборудования в автозале ближайшей АТС, ситуационная схема прокладки оптического кабеля по территории микрорайона с указанием места ввода кабеля в дома.

Проведенный финансовый анализ показал необходимость инвестирования в проект порядка 5 млн. 809 тыс. 556 рублей, ежегодные эксплуатационные расходы составили 1 млн. 27 тыс. 967 рубль. Исходя из условия подключения всего количества абонентов за период 5 лет срок полного возврата инвестиций составил 6 лет.

Также в работе описаны основные мероприятия, связанные с охраной труда, экологической и пожарной безопасностью при работе на объектах связи.

					11070006.11.03.02.059.ПЗВКР	Лист
						45
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Электронный ресурс ЖК «Vander Park» / [Электронный ресурс] // www.pik.ru/ Группа Компаний ПИК - Режим доступа: <https://www.pik.ru/vanderpark> (дата обращения 20.04.2018)
2. Информация о ближайшей АТС / [Электронный ресурс] // <http://ru.esosedi.org/> Информационный ресурс eSosedi- Режим доступа: http://ru.esosedi.org/RU/MOW/1147971/ats_140_141_149/#lat=55742949&lng=37420040&z=18&mt=1&v=1 (дата обращения 20.04.2018)
3. Филимонов А. Построение мультисервисных сетей Ethernet [текст] / А.Филимонов // Изд.: БХВ-Петербург, 2007г. 530с.
4. Смирнова Е.В. . Технологии современных сетей Ethernet. Методы коммутации и управления потоками данных [текст] / Е.В. Смирнова, П.В. Козик // Изд.: БХВ-Петербург, 2012г. 272с
5. Кузьменко Н.Г. . Компьютерные сети и сетевые технологии [текст] / Н.Г. Кузьменко // Изд.: Наука и техника, 2013г. 368с
6. Максимов Н.В. Архитектура ЭВМ и вычислительных систем [текст] / Н.В. Максимов, Т.Л. Партыка, И.И. Попов // Изд.: НИЦ ИНФРА-М, 2016г. 512с
7. Олифер В.Г. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы [текст] / В.Г. Олифер, Н.А. Олифер // Изд.: Питер, 2016г. 992с.
8. Бакланов, И.Г. Технологии ADSL/ADSL2+: Теория и практика применения [текст] / И.Г.Бакланов. – М.: Метротек, 2007. – 384 с.: ил.
9. Роберт К. Бингхэм ADSL, VDSL, and Multicarrier Modulation [текст]/ Роберт К. Бингхэм // Изд. John Wiley and Sons, Ltd, 1999г.
10. Обзор технологии VDSL2 / [Электронный ресурс] // <http://admin-gu.ru/> Справочник сисадмина - Режим доступа: <http://admin-gu.ru/network/obzor-tekhnologii-vdsl-vdsl2> (дата обращения 25.04.2018)

					11070006.11.03.02.059.ПЗВКР	Лист
						46
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

11. Обзор технологии VDSL2 /[Электронный ресурс]// <http://citforum.ru/CIT-формум> - Режим доступа: <http://citforum.ru/nets/hard/vdsl2/> (дата обращения 25.04.2018)
12. Куроуз Д. Компьютерные сети. Нисходящий подход [текст]/ Д. Куроуз, К. Росс// 6-е изд. - М.: 2016. — 912 с
13. Семенов А.Б. Волоконно-оптические подсистемы современных СКС [текст] / А.Б. Семенов // Изд.: ДМК Пресс, Компания АйТи. – 2014.г. 632с.
14. Роджер Л. Фриман Волоконно-оптические системы связи [текст] / Роджер Л. Фриман // Изд.: Техносфера. 2007г. 514с.
15. Дмитриев С. Волоконно-оптическая техника. Современное состояние и новые перспективы [текст]/ С. Дмитриев, Н. Слепов // Изд.: Техносфера. – 2010г. 608с.
16. Цуканов В.Н. Волоконно-оптическая техника. Практическое руководство [текст]/ В.Н. Цуканов, М.Я. Яковлев // Изд.:Инфра-Инженерия – 2014г. 304с
17. Скляр О.К. Волоконно-оптические сети и системы связи [текст]/ О.К. Скляр // Изд.: Лань – 2010г. 272с
18. Листвин В.Н. DWDM-системы [текст]/ В.Н. Листвин, В.Н. Трещиков // Изд.: Техносфера – 2015г. 296с
19. Никульский И. Оптические интерфейсы цифровых коммутационных станций и сети доступа [текст]/ И. Никульский // Изд.: Техносфера – 2006г. 256с
20. Гольдштейн Б.С. Сети связи пост-NGN [текст]/Б.С. Гольдштейн, А.Е. Кучерявый// Изд.: БХВ-Петербург – 2013г. 160с
21. К. Кочетков Волокно в каждый дом: как это работает. Технология GEPON [Электронный ресурс] // <http://ixbt.com/> компания IxBT - Режим доступа: <http://www.ixbt.com/comm/zyxel-gepon.shtml> (дата обращения 28.04.2018)
22. Технические характеристики Eltex WOP-2ac [Электронный ресурс] // <http://eltex-co.ru/> Компания Eltex - Режим доступа: http://eltex-co.ru/catalog/enterprise_wi-fi_access_points/wop-2ac/ (дата обращения 28.04.2018)

					11070006.11.03.02.059.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		47

23. Технические характеристики OLT LTP-4X REV.C [Электронный ресурс] // <http://eltex-co.ru/> Компания Eltex - Режим доступа: http://eltex-co.ru/catalog/olt-gpon/olt_ltp-4x_rev-c/ (дата обращения 28.04.2018)

24. Технические характеристики коммутатора MES5324 [Электронный ресурс] // <http://eltex-co.ru/> Компания Eltex - Режим доступа: http://eltex-co.ru/catalog/aggregation_10G/mes5324/ (дата обращения 29.04.2018)

25. Технические характеристики маршрутизатора ME5100 [Электронный ресурс] // <http://eltex-co.ru/> Компания Eltex - Режим доступа: http://eltex-co.ru/catalog/provider_edge_router/me5100/ (дата обращения 29.04.2018)

26. Технические характеристики SMG-500 [Электронный ресурс] // <http://eltex-co.ru/> Компания Eltex - Режим доступа: <http://eltex-co.ru/catalog/ip-atc/smg-500/> (дата обращения 30.04.2018)

27. Технические характеристики Softswitch ECSS-10 [Электронный ресурс] // <http://eltex-co.ru/> Компания Eltex - Режим доступа: http://eltex-co.ru/catalog/platform_and_infrastruktura/ecss-10/ (дата обращения 30.04.2018)

28. Технические характеристики кабеля ОГЦ 7 кН – 32 [Электронный ресурс] // <http://lanset.ru> / Компания Лансет - Режим доступа: <http://lanset.ru/ogc-4a-7kn/> (дата обращения 05.05.2018)

29. Технические характеристики кабеля ОВНП LS-HF-0.4A2 [Электронный ресурс] // <http://lanset.ru> / Компания Лансет - Режим доступа: <http://lanset.ru/ovn-1a-04ls-hfftth/> (дата обращения 05.05.2018)

30. Постановление от 8 февраля 2000 г. N 14 «Об утверждении рекомендаций по организации работы службы охраны труда в организации» [Электронный ресурс]// www.government-nnov.ru/ Сайт правительства Нижегородской области - Режим доступа: www.government-nnov.ru/?id=71330 (дата обращения 25.05.2018)

31. Порядок обучения по охране труда и проверки знаний требований охраны труда работников организаций. №4209, Москва, 2003.

					11070006.11.03.02.059.ПЗВКР	Лист
						48
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

32. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03, Москва, 2003.

33. Правила по охране труда при работе на линейных сооружениях кабельных линий передачи. ПОТ РО-45-009-2003, Москва, 2003.

					11070006.11.03.02.059.ПЗВКР	Лист
						49
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		