

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество
АЛМАТИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ

кафедра Автоматической электросвязи

«Допущен к защите»
Заведующий кафедрой АЭС
Чечимбасва К.С., к.т.н., доцент
(Ф.И.О., ученая степень, звание)
« » 2014 г.
(подпись)

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

На тему: Внедрение организационной сети ИТМ
в информационные технологии

Специальность ФЭО

Выполнил (а) Алибеков Аманжол
(Фамилия и инициалы) группа

Научный руководитель
Гаринаева Ю.М. доц. каф. АЭС
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)

Консультанты:
по экономической части: Байы А.А.
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
Алибеков А.А. « 03 » июня 2014 г.
(подпись)

по безопасности жизнедеятельности: А.П. Мамыбаев С.С.
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
Алибеков А.А. « 02 » июня 2014 г.
(подпись)

по применению вычислительной техники:
Мухамеджанова А.Д. ст. преподаватель ИТМ
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
Алибеков А.А. « 09 » июня 2014 г.
(подпись)

Нормоконтролер: доц. Кашева С.А.
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
Кашева С.А. « 09 » июня 2014 г.
(подпись)

Рецензент: Синцова Т.И. инж. 1-кат. ЦУР «Информатика»
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
« » 20 г.
(подпись)

Алматы 2014 г.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество
АЛМАТИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ

Факультет радиотехники и связи
Специальность 5В071900 – Радиотехника, электроника и телекоммуникации
Кафедра Автоматической электросвязи

ЗАДАНИЕ

на выполнение дипломного проекта

Студент Арешбекова Диана Нискиевна
(фамилия, имя, отчество)

Тема проекта Внутренние организации сети IPTV
в широчайшем смысле

утверждена приказом ректора № от « » сентября 20 г.

Срок сдачи законченной работы « » 20 г.

Исходные данные к проекту требуемые параметры результатов проектирования
(исследования) и исходные данные объекта

Стационарный терминал LTE-EUTRA: скорость передачи
100 Мбит/с. Терминал стандарта 4G/LTE. Терминал
количество интерфейсов PON - 8. Терминал стандарта
IEEE 802.3z; IEEE 802.3ab. Насколько потоки данных
от ОЛП передаются на линии связи. 40 Гбит/с со скоростью 2.5 Гбит/с
и восходящие потоки передаются от ОЛП на линии связи
3 Гбит/с с общей скоростью 1.25 Гбит/с.

Перечень подлежащих разработке дипломного проекта вопросов или
краткое содержание дипломного проекта:

Анализ построения сети IPTV
Технология IPTV
Выбор оборудования
Выбор технологии PON
Проектирование сети с использованием технологии GPON
Расчетная часть
Расчет параметров сети
Безопасность жизнедеятельности
Анализ условий труда сотрудников отрасли связи
Бизнес план
Расчет показателей экономической эффективности

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

Идентификация сегментов сети представляющих IPTV-трафик
Глобальной станции IPTV в составе транспортной сети.
Переходы ринков от DLT к ONT
Схема FTTU.
Схема инфраструктуры проектируемого района.
Схема организации связи с использованием технологии LTE-85T.
Схема приложения NTE-RG-1402
Структурная схема NTE-RG-1402
Проверка прохождения пакетов через сеть
Проверка прохождения пакетов через коммутатор.
Схема организации связи с абонентами
Виртуальное распределение абонентского оборудования
Схема построения ринков сети.
График зависимости коэффициента загрузки от
числа абонентов в системе MUX

Рекомендуемая основная литература

<http://www.telecom.kz>
Президент А.В. Тришину проектирование перспективных сетей
абонентского доступа. Сети связи № 11, 1998г.
Баранов И.Г. Проектирование ADSL/ADSL2+. теория и практика
применения. - М. Метротек, 2007. - 324с.
<http://www.os.ru>
<http://www.anc-tele.ru>
И.И. Гаршинов. Мультисервисные сети абонентского доступа.
СанПиН 2.2.4.548-96 Физические факторы производственной
среды.
ГОСТ 12.1.005. параметры микроклимата. А. Урбанович

Консультанты по проекту с указанием относящихся к ним разделов

Раздел	Консультант	Сроки	Подпись
БЖД	Мамондаев С.Е.	23.04.14-2.06.14	
Экон.расч.	Трофимов А.А.		
ВТ	Мухомеджанов, Р.Д.	30.04.2014	
Нормативы	Кашеева С.А.	09.06.14	

Г Р А Ф И К
подготовки дипломного проекта

№ п/п	Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления руководителю	Примечание
	Введение	14.03 - 14.03.	Выполн.
1.	Анализ построения сети РТМ Структура организации РТМ		
2.	Выбор оборудования Выбор технологий PON Рецепция FTTx	17.03. - 26.03.	Выполн.
3.	Расчетная часть Расчет усилителей мощности	27.03. - 30.03.	Выполн.
4.	Безопасность жизнедеятельности Анализ условий труда сотрудников охраны св. Расчет противопожарной безопасности	5.05. - 13.05.	Выполн.
5.	Бизнес - план Описание проекта Расчет капитальных затрат Расчет показателей эффективности эф.тп. Расчет рентабельности	14.05 - 30.05.	Выполн.

Дата выдачи задания « » 20 г.

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (Фамилия и инициалы)

Руководитель _____
(подпись) (Фамилия и инициалы)

Задание принял к исполнению студент _____
(подпись) (Фамилия и инициалы)

Аңдатпа

Берілген дипломдық жобада Алматы қаласындағы Айнабұлақ ықшам ауданына IP-TV желісін құру көрсетілген. Жоба IP-TV желісін қазіргі заманғы TurboGERON технологиясында жобалауды ұсынып, FTTU түсінігін қолданады.

Технологияның техникалық сипаттамалары қарастырылып, желілік және станциялық құрылғылар мен талшықты-оптика кабелі таңдалынып, қондырғы параметрлері есептелінген.

Тіршілік қауіпсіздігі бөлімінде байланыс бөлімшесінің жұмысшыларының еңбек шарты талданды, табиғи және жасанды жарықтандыруды есептеу жүргізіліп, өртке қарсы қауіпсіздік шараларына есептеу орындалды. Сонымен қатар IP-TV желісінің экономикалық тиімділігіне талдау жасалынды.

Аннотация

Развитие сети IP-TV микрорайона Айнабұлақ города Алматы представлена в этом дипломном проекте. Проект планируется как сеть IP-TV TurboGERON на современные технологии и используется понятие FTTU.

Приведены технические описания технологии, оборудование линейных сооружений и оборудование станции, выбор волоконно-оптического кабеля и расчеты параметров оборудования.

В разделе безопасности жизнедеятельности произведен анализ условий труда сотрудников отдела связи, расчет естественного и искусственного освещений, выполнен расчет противопожарной безопасности. А также выполнен анализ экономической эффективности сети IP-TV.

Содержание

Введение	7
1 Анализ построения сети IP-TV	8
1.2 Краткая характеристика ГЦТ «Алматытелеком»	8
1.3 Технология IP-TV	8
1.4 Услуги IP-TV	10
1.5 Структура организации IP-TV	15
1.6 Постановка задачи	16
2 Выбор оборудования	17
2.1 Обзор технологии PON	17
2.2 Концепция FTTx	19
2.3 Проектирование сети с использованием технологии GPON	21
2.4 Характеристика станционного терминала LTE-8ST	23
2.5 Устройства серии NTE-RG-1402 GPON ONT	26
2.6 Порядок прохождения пакетов через сеть	32
2.7 Характеристика сервера VoD	35
3 Расчетная часть	38
3.1 Расчет параметров сети	38
3.2 Расчет пассивной оптической сети	39
3.3 Расчет длины регенерационного участка	42
3.4 Расчет усиление тяжения	43
3.5 Расчёт параметров оптического кабеля	44
4 Безопасность жизнедеятельности	48
4.1 Анализ условий труда сотрудников отдела связи	48
4.2 Расчет естественного освещения в производственном помещении	51
4.3 Расчет искусственного освещения в производственном помещении	53
4.4 Расчет противопожарной безопасности	55
5 Бизнес-план	58
5.1 Цель и задачи проекта	58
5.2 Описание проекта	58
5.3 Услуги	59
5.4 Расчет капитальных затрат	60
5.5 Расчет годовых эксплуатационных расходов	61
5.6 Расчет доходов	65
5.7 Расчет показателей экономической эффективности	66
Заключение	71
Список литературы	72
Приложение А	74
Приложение Б	75
Приложение В	76
Приложение Г	77
Приложение Д	78

Введение

Соревнование на рынке связи телекоммуникации усиливается с каждым годом. Ситуация сложна этим обслуживанием инфраструктуры, ибо любой Операторы связи - чрезвычайно затратной статьёй расходов, и развитие инфраструктуры, также как и развитие услуг, требует внесения значительных инвестиций.

В настоящее время тенденции рынка определили следующие направление развития и требуют от операторов:

- использовать единую технологию передачи данных (IP-среду) для предоставления телекоммуникационных услуг;
- использовать новые технологии построения широкополосных сетей;
- развивать интерактивные услуги, в том числе для связи со службами поддержки оператора;
- формировать большой перечень новых современных услуг.

Услуги, данные на сети широкополосного доступа, должны ответить следующими требованиями:

- быть интересными для наиболее платежеспособных абонентов;
- предназначаться для всех потребителей;
- быть интуитивно понятными пользователям;
- не требовать от пользователей вложений в приобретение дорогостоящего оборудования.

IPTV является следующим шагом цифрового телевидения, позволяющей существующим операторам фиксированных сетей интернет доступа обеспечить доставку высококачественного цифрового видеоматериала по IP-сетям без необходимости дорогостоящих дополнительных инвестиций в построение кабельной или широкополосной инфраструктуры и прокладки новых коммуникаций. На современном уровне развития широкополосной связи и массовое проникновение частного сектора пропускная способность не является сдерживающим фактором для передачи изображения высокого качества, как в стандартной и высокой четкости.

IPTV позволяет запускать неограниченное количество дополнительных интерактивных сервисов – обеспечивается постоянный рост сохранения ARPU. Как полагают многие эксперты в области коммуникаций, именно за трансляцией телевизионных каналов через интернет стоит будущее.

В дипломном проекте рассматривается возможность организации сети IP-TV в микрорайоне Айнабулак и выбор оптимального варианта для его разработки.

1 Анализ построения сети IP-TV

1.2 Краткая характеристика ГЦТ «Алматытелеком»

ГЦТ «Алматытелеком» является крупнейшим оператором на рынке услуг телекоммуникаций города Алматы. Городской центр телекоммуникаций «Алматытелеком» был образован 15 августа 1997 г. и является филиалом Открытого акционерного общества «Казахтелеком».

В состав ГЦТ «Алматытелеком», в соответствии с приказом ОАО «Казахтелеком», вошли:

- эксплуатационного технического центр «Север»;
- эксплуатационного технического центр «Юг»;
- эксплуатационного технического центр «Запад»;
- эксплуатационного технического центр «Восток»;
- центр международной и междугородной связи;
- центр телеграф;
- центр продаж телекоммуникационных услуг.

Являясь структурным подразделением ОАО «Казахтелеком» – национального оператора Республики Казахстан, ГЦТ «Алматытелеком» осуществляет эксплуатацию сети телекоммуникаций общего пользования г.Алматы и предоставляет следующие телекоммуникационные услуги: услуги местной, междугородной и международной связи, передача данных, подключение к сети Internet.

Административно ГЦТ «Алматытелеком» состоит из нескольких подразделений (сервисные центры телекоммуникаций), обслуживающих определенную территорию города. Существующая сеть телекоммуникации ГЦТ «Алматытелеком» приведена в приложении А.

Цели предприятия заключаются в предоставлении услуг телекоммуникаций по городу Алматы. В первую очередь – это полная телефонизация города. Но, принимая во внимание специфику муниципального здания, чтобы осуществлять полную установку телефонов города с присутствием решений, в ближайшее время не предоставляется реальным.

1.3 Технология IP-TV

В настоящее цифровое телевидение позволяет улучшить качество трансляции видео и аудио, а так же значительно увеличить количество ТВ программ, в том же диапазоне частот.

А также цифровое телевидение позволяет повышать качество переведенное видео и звуковой, чтобы увеличить число программ ТВ,

передаваемых в один частотный ряд.

Самое распространенное семейство стандартов цифрового телевидения - DVB (Digital Video Broadcasting). DVB стандарты подразделяются в зависимости от способа передачи сигнала через спутник (DVB-S, DVB-S2), кабельный (DVB-C) или через сеть земля воздух телевидения (DVB-T). Однако интерактивные функции, которые позволяют абонентам влиять на ход игры, DVB, как этот односторонний телевизор. изведения, в DVB нет, так как это одностороннее телевидение. Новым следующим поколением телевидения можно считать двустороннее цифровое телевидение, позволяющее абонентам пользоваться интерактивными сервисами. Появилась возможность не просто смотреть передачи в одностороннем режиме, а управлять воспроизведением, например, поставить на паузу передачу и продолжить просмотр с того же момента, а потом промотать рекламный блок.

Технология IPTV позволяет транслировать цифровое телевидение через IP-сеть с потоков HD-разрешение видео и многоканальный звук. Для этого вам необходимо иметь локальной сети IP с поддержкой для многоадресного вещания, головная станция, получение сигналов внешнего цифрового телевидения и управление всех IPTV и конец-приставки для телевизоров. Протокол IP обеспечивает двустороннюю связь между головой и приставками абонента.

На практике это выглядит так - головное IPTV оборудование передает, а абонентское оборудование принимает потоковое видео (streaming video). Этот термин обозначает технологии сжатия, сокращения и буферизации видеоданных, которые позволяют передавать видео в реальном времени через Интернет. Главной особенностью потокового видео, что, когда это, что пользователь не должен ждать полной загрузки файла для его просмотра. Потоковое видео отправляется в непрерывный поток как последовательность IP-пакетов и проигрывается по мере того как передается на устройство подписчика.

Для просмотра потокового видео используется специальная приставка к телевизору или в современной терминологии Set top Box (STB), который с одной стороны подключен к сети оператора (среда вещания), а с другой - имеет соединение с телевизором. Абонентское устройство STB декодирует видеоданные и выводит расшифрованное видео на экран телевизора.

Абонент IPTV получает от оператора пакет услуг, наиболее важным отличием которых от услуг, предоставляемых классическим кабельным телевидением, является интерактивность, что возможно для подписчика для выбора и изменения служб, на которые он подписан и в любое время заказать дополнительные услуги, как дополнительная оплата за просмотр фильма.

Интерактивные услуги:

- Video on Demand (VoD) - видео по запросу. Это система индивидуальной доставки абоненту видеофильмов. Сервис позволяет абоненту заказать для просмотра любой фильм из библиотеки VoD сервера за единовременную плату. При просмотре фильма абонент может пользоваться

функциями паузы и перемотки.

- near Video on Demand (nVoD) - «почти» видео по запросу. Также эта услуга называется «виртуальный фильм» или «karusel'ное видео». Эта услуга аналогична VoD, но фокусируется непосредственно на количество пользователей, подключенных к этой службе. Ранее программа вещания видео контента на плановой основе. Пользователь может просмотреть эту программу и спланировать просмотр интересного для него контента.

- Time Shifted TV - телевидение со сдвигом во времени. Эта служба добавляет интерактивность для просмотра телевидения. Пользователь может в любое время поставить шоу на перерыв и вернуться к просмотру позднее. Это также возможность перематывать Телепередачи. Это записывается на видео потоков TVoD сервера..

- TV on Demand (TVoD) - телевидение по запросу. Эта система отложенный просмотр телевизионных программ. Пользователь может заранее выбрать желаемый канал для записи и позже Показать записанные на TVoD сервер передачи

1.4 Услуги IP-TV

На рисунке 1.1 показана область стандартизации сегментов сети предоставления IPTV-услуг различными организациями. Кроме того, существуют следующие стандарты сжатия видео MPEG:

- MPEG-1 [ISO/IEC 11172] – исходный стандарт видео и аудио сжатия;
- MPEG-2 [ISO/IEC 13818] – транспортные, видео и аудио стандарты для широковещательного телевидения, используемые в цифровом телевидении DVB (Digital Video Broadcasting, стандарт цифрового вещания), ATSC (Advanced Television Systems Committee, Комитет передовых телевизионных систем) и ISDB (Integrated Services Digital Broadcasting, стандарт цифрового вещания с интеграцией услуг), цифровых спутниковых телевизионных службах, цифровом кабельном телевидении, и (с небольшими изменениями) в DVD;

- MPEG-4 [ISO/IEC 14496] – расширение стандарта MPEG-1 для поддержки видео / аудио объектов, 3D контента, DRM, включающее несколько видео стандартов, в том числе:

- MPEG-4 / ASP (Advanced Simple Profile, простое видео-кодирование) (Part 2) [ISO/IEC 14496-2];

- MPEG-4 / AVC (Advanced Video Coding, усовершенствованное видео-кодирование) (Part 10) (H.264) [ISO/IEC 14496-10 и ITU-T H.264].

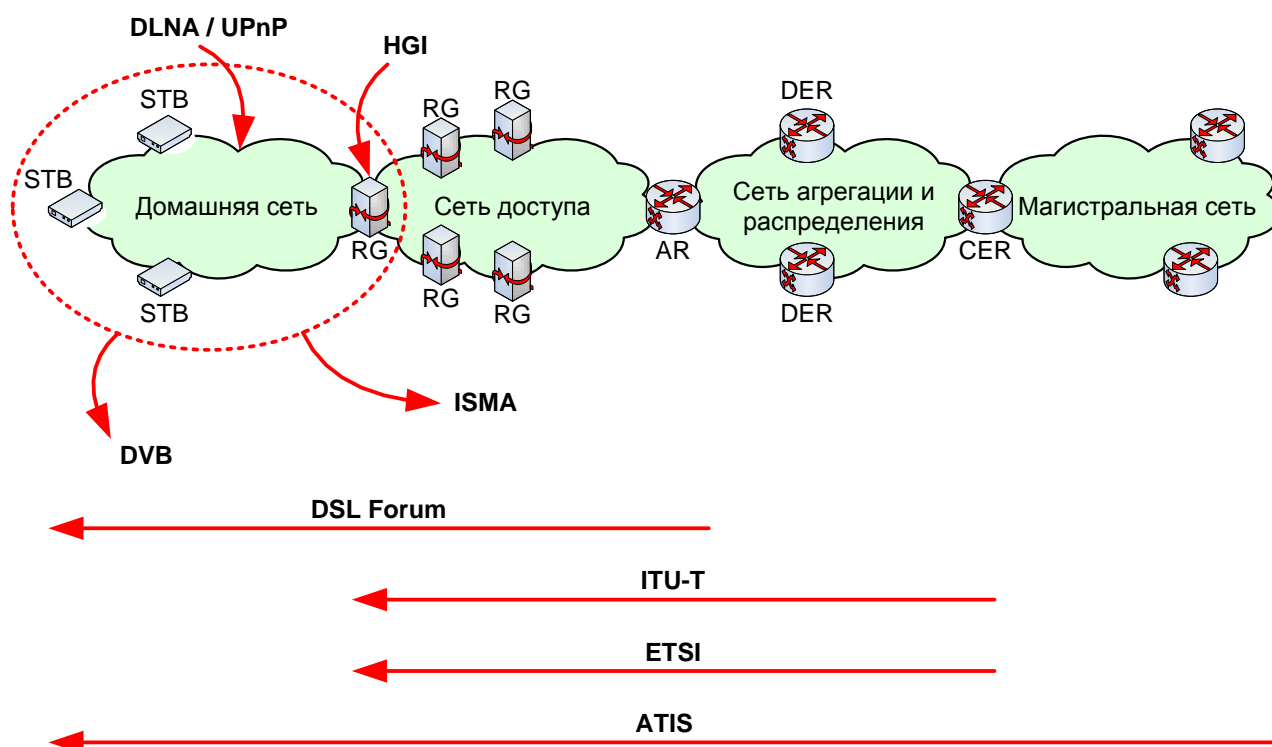


Рисунок 1.1 - Стандартизация сегментов сети предоставления IPTV-услуг

1.4.1 Стандартизация IP-TV ITU-T. В Международном союзе электросвязи ITU-T разработкой стандартов IPTV занимается фокус-группа IPTV (IPTV-FG).

В рамках деятельности ITU-T IPTV-FG была предложена архитектура IPTV на разных уровнях детализации функций участников процесса предоставления IPTV-услуг (клиента, оператора сети связи, поставщика услуг и поставщика контента). Причем, на среднем уровне рассматриваются несколько вариантов архитектур: без учета возможностей сети NGN и в составе сети NGN на базе подсистемы IMS и не на базе подсистемы IMS. На верхнем же уровне выделяются функции, общие для всех трех архитектур.

В область стандартизации ITU-T также входят:

- стандарты сжатия видео при предоставлении IPTV-услуг, например, MPEG-4 / AVC (H.264);
- технологии сети доступа предоставления IPTV-услуг, например:
 - APON (ATM PON, пассивная оптическая сеть поверх ATM) / BPON (Broadband PON, широкополосная пассивная оптическая сеть) [ITU G.983];
 - GPON (Gigabit PON, гигабитная пассивная оптическая сеть) [ITU G.984];
 - ADSL (Asymmetric DSL, асимметричная цифровая абонентская линия) [ITU G.992.1 / 2];
 - ADSL2 [ITU G.992.3];
 - ADSL2+ [ITU G.992.5];
 - VDSL (Very High Speed DSL, цифровая абонентская линия с очень

высокой пропускной способностью) [ITU G.993.1];

– VDSL2 [ITU G.993.2];

– FS-VDSL (Full Service-VDSL, VDSL с полным набором услуг) [ITU H.610, H.611].

1.4.2 Стандартизация IP-TV ATIS. Альянс для телекоммуникационных решений ATIS IPTV стандартизации имеет место главным образом в рамках IPTV форум взаимодействия (ИМФ) для совместимости, совместимости и реализации IPTV систем и услуг. IIF связан с IPTV архитектура NGN IMS подсистемы на основе и не на подсистеме IMS подсистемы защиты содержимого DRM, а также с разработки требований к совместимости, надежности и стабильности компонентов архитектуры.

Т а б л и ц а 1.1 – Стандарты ATIS IIF

Номер	Название	Описание
ATIS - 0800001	IPTV DRM Interoperability Requirements	Требования к совместимости систем и компонент подсистемы защиты контента DRM.
ATIS - 0800002	IPTV Architecture Requirements	Первоначальный набор требований к архитектуре сквозного предоставления IPTV-услуг.
ATIS - 0800003	IPTV Architecture Roadmap	Обзор спецификаций рабочей группы ATIS IIF.
ATIS - 0800004	IPTV QoS Framework Document	Обзор, определение и средства поддержки создания показателей качества обслуживания QoS.
ATIS - 0800005	IPTV Packet Loss Issue Report	Технический отчет о возможных решениях проблемы потерь пакетов и рекомендации по их применению для случая предоставления IPTV-услуг.
ATIS - 0800006	IIF Default Scrambling Algorithm	Простой алгоритм шифрования (IIF Default Scrambling Algorithm, IDSA), который поддерживает совместимость благодаря шифрованию / дешифрованию MPEG-2 видео-поток.
ATIS- 0800007	IPTV High Level Architecture	Высокоуровневая архитектура сквозного предоставления IPTV-услуг с поддержкой совместимости систем.

1.4.3 Стандартизация IP-TV ETSI. Европейским институтом телекоммуникационных стандартов ETSI развивается IPTV архитектура NGN IMS подсистемы на основе и не на основе IMS подсистемы в рамках технического комитета TISPAN. Важным направлением в деятельности ETSI

является цифровое вещание DVB. Основные стандарты:

- TS 102 034 V1.2.1 Transport of MPEG-2 TS based DVB Services over IP based networks;
- TS 102 005 V1.2.1 Implementation Guidelines for the use of Audio-Visual Content in DVB services delivered over IP;
- EN 300 468 V1.7.1 Specification for Service Information (SI) in DVB systems.

1.4.4 Стандартизация IP-TV DSL Forum. DSL форум стандартизует широкополосное предоставление IPTV-услуг, в том числе:

- широкополосный доступ – технологии ADSL2+ / VDSL2, объединение нескольких технологий DSL, решения PON;
- управление многоадресной передачей данных и сетями VLAN – протокол IGMP и поддержка различных сетей VLAN;
- управлением доступом к IPTV-услугам и управление качеством обслуживания – получение сведений в режиме реального времени о топологии сети, о доступной ширине полосы пропускания (ШПП), возможность динамического перераспределения ресурсов для обеспечения предоставления запрошенной IPTV-услуги, обеспечения требуемых ШПП и показателей QoS;
- домашняя сеть – автоматическое распознавание и первичная настройка абонентского оборудования, удаленное управление и самодиагностика;
- качество восприятия QoE – мониторинг и измерение показателей, определяющих качество восприятия IPTV-услуг пользователем.

В таблице 1.2 перечислены основные стандарты форума DSL, специфицирующие предоставление IPTV-услуг.

1.4.5 Стандартизация IP-TV IETF. Рабочая группа по проблемам Интернета IETF занимается стандартизацией протоколов, необходимых для предоставления IPTV. Наиболее часто употребляемые протоколы:

RTP rfc3550, a/v profile rfc3551:

- транспорт потоков реального времени;
- управление передачей RTCP.

RTP Payload Format for MPEG1/MPEG2 Video RFC 2250:

- инкапсуляция MPEG1/MPEG2 потоков в IP.

RTP Payload Format for H.264 Video RFC 3984:

- инкапсуляция MPEG4 потоков в IP.

RTSP rfc2326:

- транспорт сервисов по запросу.

SDP rfc3266:

- Support for IPv6 in Session Description Protocol (SDP);
- Протокол описания мультимедиа сессий ALC rfc3450, FLUTE rfc3926.

Т а б л и ц а 1.2 - Стандарты форума DSL

Область стандартизации	Стандарты
Цифровой дом	TR-064 LAN-Side DSL CPE Configuration TR-069 CPE WAN Management Protocol TR-098 Internet Gateway Device Data Model for TR-069 TR-104 Provisioning Parameters for VoIP CPE
Область стандартизации	Стандарты
Цифровой дом	TR-106 DSLHome Data Model Template for TR-069 Enabled Devices TR-111 DSLHome Applying TR-069 to Remote Management of Home Networking Devices TR-140 TR-069 Data Model for Storage Service Enabled Devices
Сети доступа следующего поколения	TR-101 Migration to Ethernet Based DSL Aggregation TR-113 MCM Specific Managed Objects in VDSL Network Element TR-126 Triple-Play Services Quality of Experience (QoE) Requirements
Управление сетью	TR-129 Protocol-Independent Management Model for Next Generation DSL Technologies TR-130 xDSL EMS to NMS Interface Funtional Requirements

1.5 Структура организации IP-TV

IPTV архитектура состоит из трех основных частей: сигналообразующего комплекса, комплекс сервисного оборудования управления и заказчика. Все эти компоненты, за исключением первичных систем приема сигнала ТВ, работают в среде IP и строятся поверх существующей сети передачи данных.

Компоненты головной аппаратной IP- TV системы, в том числе:

- головная станция;
- система условного доступа;
- видео-серверы;
- серверы биллинговой системы;
- серверы системы менеджмента;
- серверы промежуточного программного обеспечения (middleware).

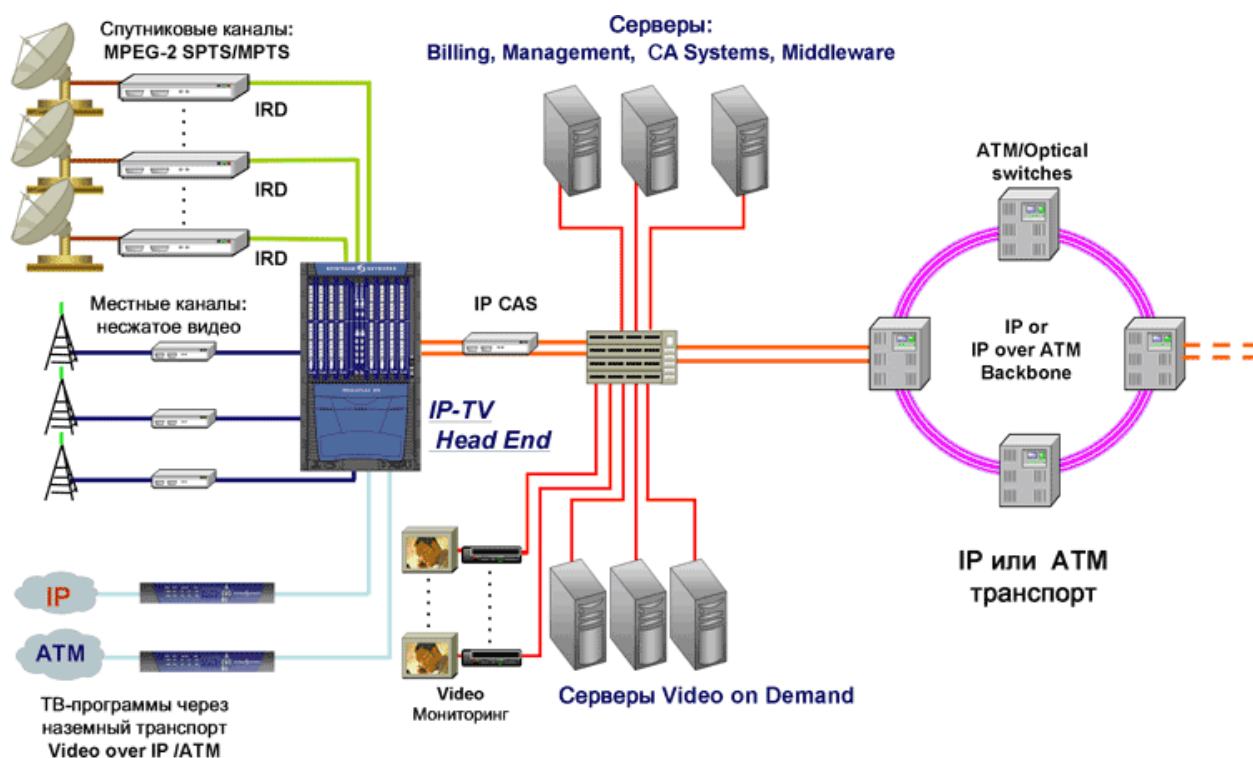


Рисунок 1.2 – Головная станция IP-TV в составе транспортной сети

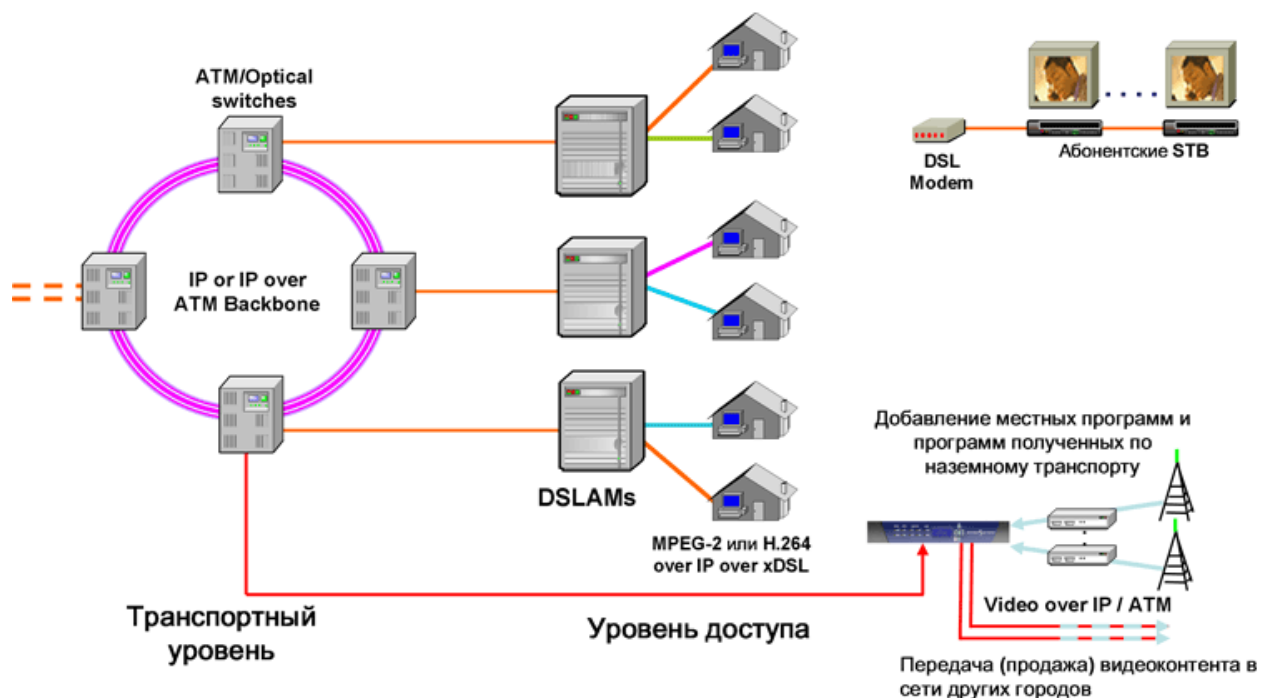


Рисунок 1.3 – Магистральная часть IP-TV и уровень доступа

На приведенном рисунке 1.2 и рисунке 1.3 мы видим компоненты IP- TV сети.

Компоненты головной аппаратной IP- TV системы, в том числе:

- головная станция;
- система условного доступа;
- видео-серверы;
- серверы биллинговой системы;
- серверы системы менеджмента;
- серверы промежуточного программного обеспечения (middleware).

Компоненты опорной (магистральной) транспортной сети, в том числе:

- собственно опорная (backbone) оптическая сеть на базе IP-технологии или технологии ATM;
- высокопроизводительные коммутаторы (маршрутизаторы) с оптическими интерфейсами.

Транспортный уровень доступа, состоящий, например для случая xDSL сети, из устанавливаемого в помещении АТС головного DSL устройства DSLAM (DSL access multiplexor) и медной пары (телефонной линии), непосредственно заведенной в дом к абоненту.

1.6 Постановка задачи

Микрорайон Айнабулак является перспективным районом. Имеется много заявок от жителей микрорайона Айнабулак на установку IPTV поступивших из 5 домов, из них 3 пятиэтажных здания и 2 трехэтажных. В пятиэтажном здании 4 подъезда, 4 квартиры на каждом этаже соответственно 80 квартир в одном доме. В трехэтажном здании 2 подъезда, 3 квартиры на этаже следовательно 18 квартир в одном доме. Всего 276 квартир – 150 заявок, из них 46 заявок на IP-TV, 104 заявки на предоставление интернета.

В дипломной работе предлагается подключить услугу IP-TV 150 абонентам, находящимся в густонаселенной части города Алматы в микрорайоне Айнабулак. Для этого необходимо:

- выполнить анализ местности для установления сети IP-TV;
- выбрать технологию передачи данных;
- выбрать наиболее подходящее оборудование;
- произвести расчеты параметров характеризующих данную сеть.

2 Выбор оборудования

2.1 Обзор технологии PON

Сети доступа являются, пожалуй, самым затратным звеном операторских сетей связи. В настоящее время на доступ к сайту в основном медные кабели (витая пара). Пропускная способность и канала мощность кабеля не полностью осуществить современные мультиплексированных услуги, т.е. Услуги для голоса, данных и мультимедийного трафика, таких как видео. Для предоставления новых мультисервисных услуг требуют определенное количество полосы пропускания обычно шире, чем то, что может гарантировать, что существующие технологии в медной кабельной инфраструктуры. Поэтому для организации доступа к широкополосным услугам часто приходится прокладывать кабели с высокой пропускной способностью. Наиболее эффективным в таких случаях является построение волоконно-оптической кабельной инфраструктуры.

PON (пассивные оптические сети) — это семейство быстро развивающихся, перспективных технологий широкополосного мультисервисного доступа по оптическому волокну. Суть технологии PON является производным от его имени и является, что свою дистрибьюторскую сеть строится без использования активных ингредиентов: разветвление оптического сигнала в *odnovolokonnoj* оптические ссылку с помощью пассивной оптической мощности сплиттеров сплиттеры.

Структурно пассивная оптическая сеть состоит из трех основных элементов-станция терминал, OLT, пассивные оптические разветвители и ОНТ терминал абонента Терминал OLT обеспечивает подключение к сети с внешними сетями, PON сплиттеры разветвленных оптического сигнала на тракт и PON ОНТ имеют необходимые интерфейсы пользователя сторону. На основе архитектуры PON возможны решения с использованием логической топологии «point-to-multipoint». К одному порту центрального узла можно подключить целый волоконно-оптический сегмент древовидной архитектуры, охватывающий десятки абонентов. При этом пассивные оптические разветвители (сплиттеры) устанавливаются в промежуточных узлах дерева и не требуют питания и обслуживания.

Технология TurboGEPON (Gigabit Ethernet Passive Optical Network) является одной из разновидностей технологии пассивных оптических сетей PON, которая обеспечивает скорость передачи 2,5 Гбит/с. Эта технология в отличии от традиционных оптических сетей MetroEthernet позволяет использовать один приёмопередатчик (OLT), одно волокно для подключения 64-х оконечных устройств (ONT) и пассивные устройства деления оптического сигнала, в результате чего можно сэкономить значительное количество оптоволокна. Нисходящий поток данных от OLT передаётся на длине волны

1490 нм со скоростью 2.5 Гбит/с, а восходящие потоки передаются от всех ONT на длине волны 1310 нм с общей скоростью 1.25 Гбит/с. В направлении downstream (станционное оборудование – абонент), кадры Ethernet передаются OLT в ONT через 1:N пассивных разветвителей. N обычно лежит между 4 и 64. Так как Ethernet является широковещательным по своей природе, в направлении downstream, он идеально подходит для работы в рамках PON: пакеты передаются широковещательно OLT и воспринимаются в ONT места назначения в соответствии с MAC-адресом (рисунок 2.1).

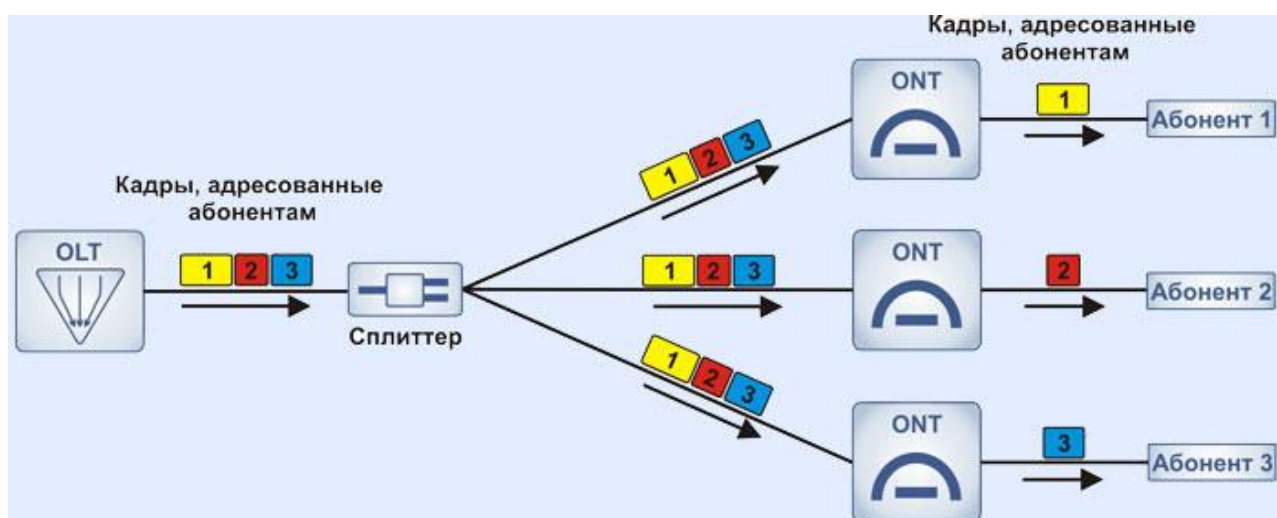


Рисунок 2.1 - Передача данных от OLT к ONT

Все ONT синхронизируются от общего время задающего источника и каждому ONT выделяется определенный временной домен. Каждый домен может использоваться для передачи нескольких кадров Ethernet. ONT должен буферизовать полученные от клиента кадры до тех пор, пока не придет его временной домен.

Когда приходит его временной домен, ONT передает все накопленные в буфере кадры с максимальной канальной скоростью, которая должна соответствовать одному из стандартов Ethernet (10/100/1000Мбит/с).

Если в буфере нет кадров, чтобы заполнить весь домен, передаются пустые 10-битовые символы. Возможны различные схемы выделения временных доменов, начиная от статических TDMA (Time-Division Multiple Access), до динамических, учитывающих мгновенное значение размера очереди в каждом ONT (схема статистического мультиплексирования).

Один волоконно-оптический сегмент позволяет обслуживать до 64-х абонентских устройств ONT в радиусе до 20 км.

Все веб-сайты являются терминальными, и отключения или отказа одного или нескольких клиентских узлов не влияет на функциональность другого.

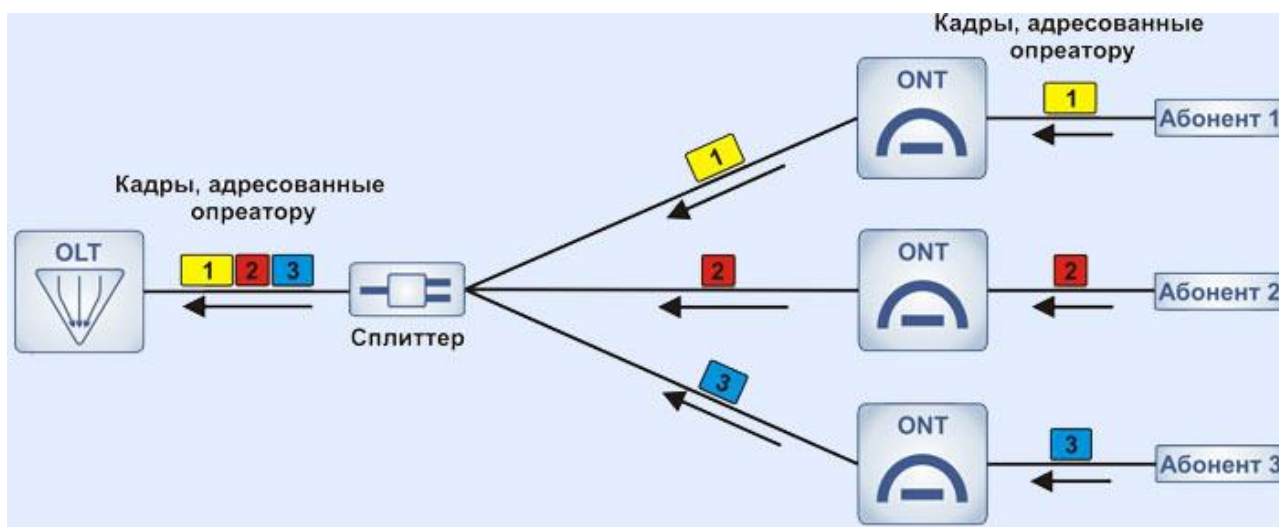


Рисунок 2.2 - Передача данных от ONT к OLT

Основные преимущества технологии TurboGEPON:

- высокоскоростное подключение абонентов к современным мультисервисным услугам;
- возможность подключения до 64-х абонентских устройств на один порт станционного терминала;
- эффективное использование полосы пропускания оптического волокна;
- сокращение суммарной протяженности оптических волокон;
- высокий коэффициент разветвления (до 64);
- более низкий уровень капитальных вложений и текущих эксплуатационных расходов по сравнению с другими технологиями доступа;
- отсутствие на сети активных компонентов, требующих электропитания;
- предоставление полного комплекса услуг;
- возможность резервирования как всех, так и отдельных абонентов.

На сегодняшний день, PON является быстрорастущим оптическим сетевым технологий. В наиболее развитых странах мира количество подписчиков PON растет с каждым годом на 30-40%. В нашей стране, только серьезные ограничения фактором активное внедрение PON, является стоимость активного абонентского оборудования, особенно на FTTH.

2.2 Концепция FTTx

Идея использования волоконно-оптических линий связи (ВОЛС) для предоставления услуг частным и корпоративным пользователям не нова. Она реализуется в рамках концепции FTTx (Fiber to the x — «волокно до ...»).

Fiber To The X (Оптическое волокно до...) — понятие, описывающее общий подход к организации кабельной инфраструктуры сети доступа, в

которой от узла связи до определённого места (точка «х») доходит оптоволокно, а далее, до абонента, — медный кабель (возможен и вариант, при котором оптика прокладывается непосредственно до абонентского устройства).

Оптимальным вариантом для обслуживания абонентов в многоквартирных домах представляется схема – FTTU (Fiber To The Unit — «волокно к абоненту») показана на рисунке 2.3.

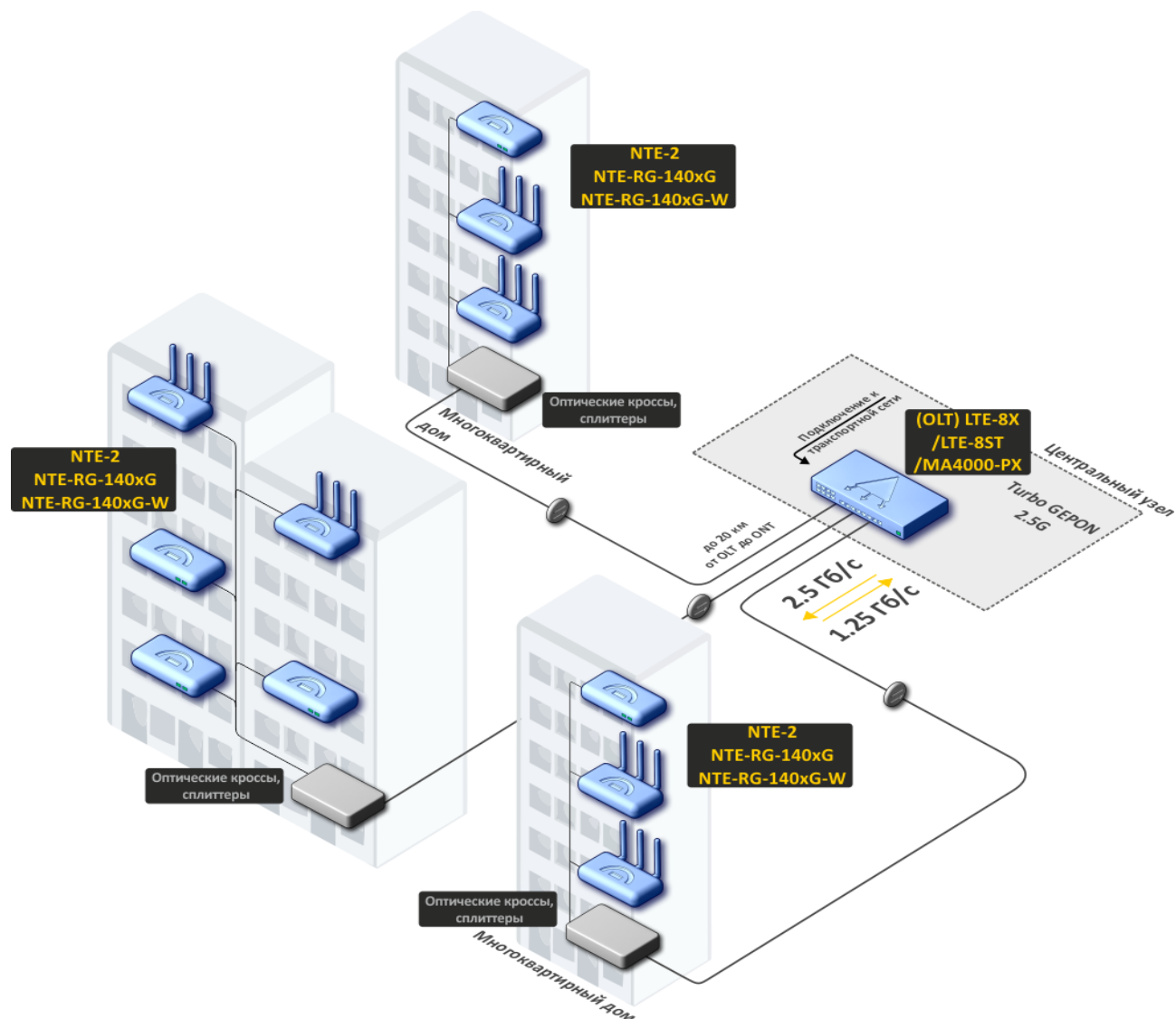


Рисунок 2.3 – Схема FTTU

Если сравнить технологии Gigabit Ethernet и PON, следует отметить, что несмотря на тот факт, что скорость передачи технологии являются почти равны, PON имеет явные преимущества при его использовании на сайте абонентского доступа.

Это связано с тем, что технология GE использует сеть распределения, построен на активное оборудование и PON является пассивной одноволоконной распределительной сети, построения и сервис, что намного дешевле. Кроме того, технология GE разрабатывалась для применения на

транспортном уровне для передачи трафика данных, а трафик реального времени в сетях GE адаптируется специальными алгоритмами QoS. Технология PON, напротив, изначально предназначалась для передачи мультисервисного трафика и рассматривается как наиболее перспективная технология развертывания оптических сетей доступа и доведения оптического волокна до абонента.

2.3 Проектирование сети с использованием технологии GPON

Для организации мультисервисной сети абонентского доступа в микрорайоне Айнабулак будет установлен оптический станционный терминал OLT LTE-8ST в существующем помещении узла ПД, на АТС. В качестве оборудования доступа будут выступать оптические модули SFP. От оптического станционного терминала по существующим канализациям связи будет проложен 8-ми волоконный оптический кабель фирмы SIECOR с одномодовыми волокнами и сглаженной дисперсией A-DF(ZN)2Y3X4E9/125 0.38F3.5+0.22H3.5 со скоростью передачи информации 2,5 Гбит/с. Далее каждый из волокон 8-ми волоконно-оптического кабеля будет расшиваться до оптического распределительного бокса (коробки) каждого жилого дома. На ОРБ будут установлены сплиттеры с соответствующим коэффициентом сплиттирования. Если в каждом ОРБ одним из 3-х сплиттеров будет установлен сплиттер с коэффициентом 1:2, то еще два сплиттера с коэффициентом 1:32 или 1:64 будут выбраны в зависимости от количества абонентов данного жилого дома. Если количество абонентов менее 64-х, то два сплиттера будут выбраны с коэффициентом 1:32, если количество абонентов более 64-х, то 1:64.

Далее от ОРБ внутридомовая расшивка будет осуществляться с использованием распределительного оптического кабеля марки FinMark FTTH001-SM-08. Непосредственно у абонентов будут установлены оптические абонентские терминалы ONT NTP-RG-1402[5].

Планируется внедрение технологии TurboGEPON на 150 абонентов (5 многоквартирных домов).

В качестве оборудования доступа будут выступать оптические модули SFP, приемопередатчики GE LX, 4км, платы доступа FE с оптическими портами, установленными в шелтерах наружного (внутреннего) исполнения.

Станционное оборудование размещается на территории АТС и включает в себя:

- 19" шкаф;
- станционный терминал (OLT);
- оптический кросс на n-подключений SC/APC;
- система управления;
- пограничный сервер VoD.

В 19" шкафу располагается стационарный терминал на определенное количество портов и оптический кросс. Питание 48В постоянного тока заводится от местного источника питания, обеспечивается заземление.

Пограничный сервер нужен для интерактивных услуг таких как: «виртуальный кинозал», «видео по запросу» и т.д.

Стационарный терминал при помощи оптической кабельной сборки подключается к внешней сети передачи данных. Из расчета поддержки платформой TurboGEPON порядка 200-2000 абонентов на один порт OLT используется два оптических порта (два волокна в магистральном кабеле) для подключения 200 и более абонентов.

Порты подключаются оптическими патчкордами SC/APC к стационарному оптическому кроссу. Кросс размещается в стойке с OLT. На кросс заводится магистральный 8-ми волоконный оптический кабель, и на патч-панель выводятся все волокна этого кабеля. В данном случае целесообразно использовать 8-ми волоконный оптический кабель. Два волокна являются рабочими, два волокна – резервными.

Резервное копирование волокна предназначены для подключения новой платформы TurboGEPON в расширении зоны покрытия широкополосного доступа или для быстрого переключения соединения на спине волокна, если это рабочая [5].

2.3.1 Магистральный участок. Магистральный 8-ми волоконный оптический кабель прокладывается от АТС до платформы TurboGEPON (4 км) по существующей кабельной канализации. Платформа TurboGEPON представляет собой активное оборудование для осуществления стыка с магистральной сетью с одной стороны и предоставления дуплексного трафика с абонентским окончанием.

Технология TurboGEPON предусматривает организацию следующего физического кольца с поддержкой n-количества платформ TurboGEPON. Такая гибкая система позволяет экономить волокна на магистральной сети.

Кроме того оптический кабель от TurboGEPON начало в блоке квартир и поднимается через проток на технический этаж (чердак). Количество волоконно-оптического кабеля варьируется в зависимости от количества подключенных пользователей. Свободный, неиспользуемые волокна входящий кабель пребывания для бронирования.

2.3.2 Распределительный участок. В доме прокладывается волоконные распределительные кабели емкостью, обеспечивающие подключение абонентов подъезда и резерв. Кабели имеют конструкцию, позволяющую извлекать необходимое количество волокон из кабеля через небольшой разрез, не разрезая весь кабель при этом.

В кабелях используются волокна в индивидуальном буферном покрытии изготовленные в соответствии с рекомендацией G.657A. Данные волокна не критичны к малым радиусам изгиба.

Распределительные кабели прокладываются по одному из менее загруженных стояков здания. На каждом этаже устанавливается n-портовые оптические распределительные панели (ОРП).

ОРП имеет небольшие размеры и предназначены для соединения извлеченных из распределительного кабеля волокон и волокон drop-кабеля. Одна ОРП позволяет ответить до 4-16-ти drop-кабелей.

От ОРП до квартиры абонента (пользователя) прокладывается одноволоконный drop-кабель. Средняя длина такого кабеля 20м. Кабель изготовлен с применением волокна по G.657A, что позволяет прокладывать данный тип кабеля по квартире абонента либо по кабельному каналу, либо по плинтусу с минимальным радиусом изгиба[5].

Схема магистрали проектируемого района показана на рисунке 2.4.

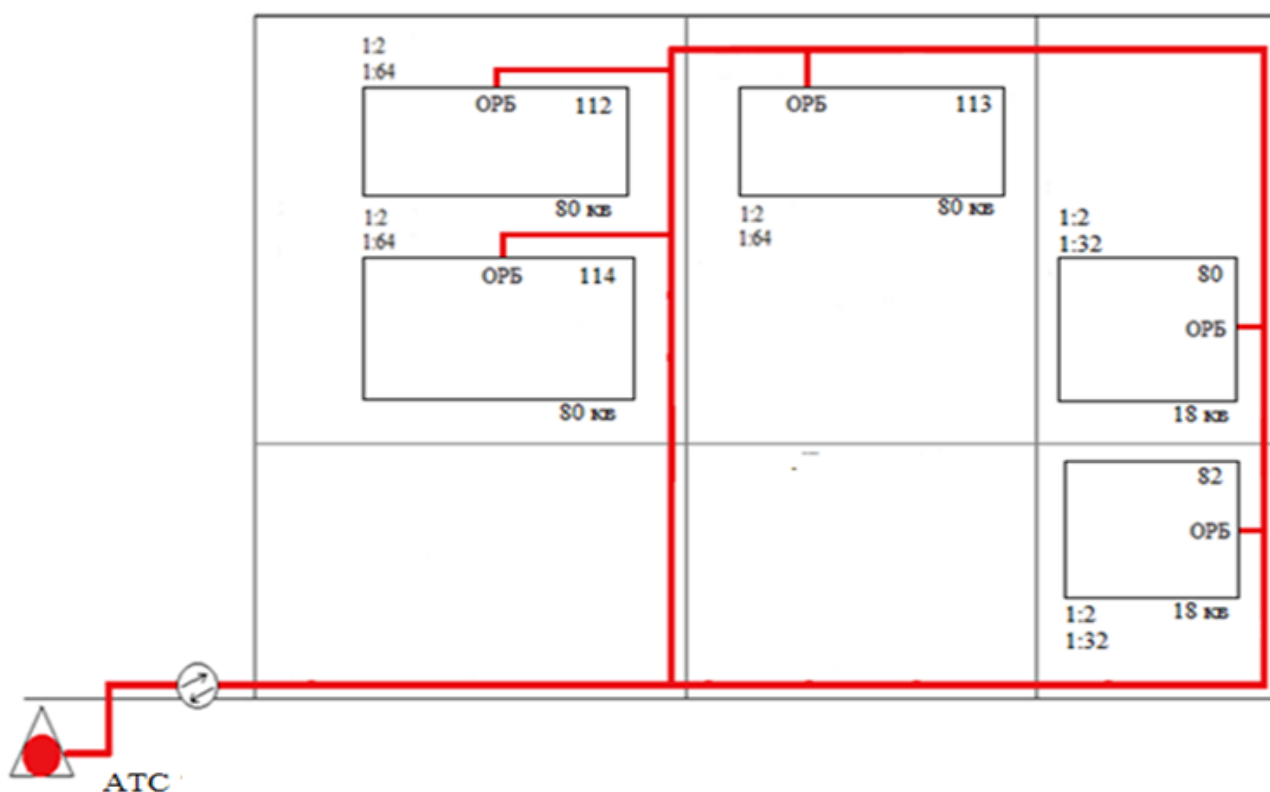


Рисунок 2.4 - Схема магистрали проектируемого района

2.4 Характеристика станционного терминала LTE-8ST

Характеристика станционного терминала LTE-8ST [7]. Станционный терминал LTE-8ST предназначен для связи с вышестоящим оборудованием и организации широкополосного доступа по пассивным оптическим сетям. Связь с сетями Ethernet реализуется посредством Gigabit uplink интерфейсов, для выхода в оптические сети служат интерфейсы Turbo GEPON. Каждый интерфейс поддерживает соединение с 64-мя абонентскими оптическими

терминалами по одному волокну, динамическое распределение полосы DBA (dynamic bandwidth allocation) позволяет предоставлять пользователю полосу пропускания до 1 Гбит/с.

Конечному пользователю доступны следующие виды услуг:

- голосовые услуги;
 - HDTV;
 - VoIP-телефония (на базе протоколов SIP/H.323/MGCP);
 - высокоскоростной доступ в интернет;
 - IP TV;
 - видео по запросу (VoD);
 - видеоконференции;
 - развлекательные и обучающие программы в режиме «Online».
 - Устройство выполняет следующие функции:
 - динамическое распределение полосы DBA;
 - поддержка механизмов качества обслуживания QoS, приоритезация различных видов трафика на уровне портов GE-PON 802.1p;
 - поддержка функций безопасности;
 - удаленное управление ONT;
 - коррекция ошибок FEC;
 - возможность измерения мощности принимаемого сигнала от каждой ONT (RSSI)
 - поддержка протокола MPCP;
 - организация VLAN (диапазон идентификатора VLAN 0-4094);
 - фильтрация по MAC-адресу, размер таблицы MAC адресов – 16 000 записей;
 - поддержка IGMP Snooping v1/2/3, IGMP proxy;
 - поддержка DHCP snooping, DHCP relay agent;
 - поддержка PPPoE snooping.
- На рисунке 2.5 приведена схема применения оборудования OLT.
- Преимущества:
- высокая скорость передачи;
 - невысокая стоимость;
 - сокращение суммарной протяженности оптических линий;
 - использование одного станционного терминала для 8х64 абонентских устройств;
 - высокая масштабируемость;
 - высокий коэффициент разветвления;
 - предоставление полного комплекса услуг.

Основные технические параметры. Основные технические характеристики станционного терминала LTE-8ST приведены в таблице 2.1 [7].

Таблица 2.1 – Технические характеристики стационарного терминала LTE-8ST

Параметры	LTE-8ST	
Количество интерфейсов Ethernet	4	
Разъем	RJ-45	SFP
Скорость передачи, Мбит/сек	10/100/1000 дуплекс/полудуплекс	1000 дуплекс
Поддержка стандартов	10/100Base-TX/ 1000Base-T	1000 Base-LX
Количество интерфейсов PON	8	
Поддержка стандартов	IEEE 802.3z, IEEE 802.3ah, IEEE 802.1D, IEEE 802.1p, IEEE 802.1Q, IEEE 802.3u, IEEE 802.3i, IEEE 802.3ab	
Среда передачи	одномодовый оптоволоконный кабель SMF 9/125, G.652	
Оптический разъем	SC/UPC (розетка)	
Мощность передатчика	от +2 до +7 дБ в соответствии с 1000BASE-PX20-D, 1000BASE-PX20-U	

Продолжение таблицы 2.1 - Технические характеристики стационарного терминала LTE-8ST

Параметры	LTE-8ST
Чувствительность приемника	от -30 до -6 дБ
Бюджет оптической мощности upstream/downstream	30,5 дБ/30 дБ
Минимальное затухание upstream/downstream	11 дБ/15 дБ
Ширина спектра оптического излучения upstream/downstream $\Delta\lambda$	1 нм/1 нм
Длина волны соединения upstream/downstream	1310/1490 нм
Скорость соединения upstream/downstream	1,25/2,5(1,25) Гбит/с
Коэффициент разветвления	1:4, 1:8, 1:16, 1:32, 1:64
Максимальная дальность действия	20 км.
Управление	
Локальное управление	CLI – command line interfaces (интерфейс командной строки), web-интерфейс, serial
Удаленное управление	web-интерфейс(http, https), CLI (ssh2), telnet
Мониторинг	SNMP, Web, CLI
Ограничение доступа	по паролю, ip адресу

Общие параметры	
Напряжение питания	минус (36...72 В) постоянного тока
Потребляемая мощность	не более 60 Вт
Рабочий диапазон температур	от +5 до +40°C
Относительная влажность	до 80%
Габариты	420x45x240 мм, 19" конструктив, типоразмер 1U

2.5 Устройства серии NTE-RG-1402 GEPON ONT

2.5.1 Назначение. Устройства серии NTE-RG-1402 GEPON ONT (Gigabit Ethernet Passive Optical Network) обеспечивают соединение по оптическому каналу с устройством GEPON класса OLT (оптическое терминальное оборудование) и соединение до 10/100/1000Мбит/с с конечным пользователем LAN [7]. Основным преимуществом Turbo GEPON является оптимальное использование пропускной способности. Эта технология является следующий шаг для новой высокой скорости Интернет-приложений на дому или в офисе. Предназначен для развертывания внутри дома или здания, эти устройства обеспечивают надежное соединение ОНТ высокой пропускной способностью дальней пользователей, удаленных, работающих и живущих в многоквартирных домах и деловых центрах. Благодаря встроенным маршрутизатором устройств обеспечивают возможность подключения оборудования локальной сети, сети широкополосного доступа.

К каждому устройству NTE-RG-1402 можно подключить до четырех компьютеров, доступ в интернет для которых возможен с помощью встроенных функций роутинга.

2.5.2 Варианты исполнения. Существует восемь вариантов исполнения NTE-RG-1402, отличающихся набором интерфейсов и функциональными возможностями, таблица 3.2 [7].

Таблица 3.2 – Варианты исполнения

Наименование Модели	Наличие Интерфейса WAN	Количество портов интерфейса LAN	Количество портов FXS	Наличие Triplexer	Наличие Wi-Fi
Серия NTE-RG-1402					
NTE-RG-1402F	SFF	4 Fast	2	-	-
NTE-RG-1402F-W	SFF	4 Fast	2	-	+
NTE-RG-1402FC	SFF	4 Fast	2	+	-
NTE-RG-1402FC-W	SFF	4 Fast	2	+	+

NTE-RG-1402G	SFF	4 Gigabit	2	-	-
NTE-RG-1402G-W	SFF	4 Gigabit	2	-	+
NTE-RG-1402GC	SFF	4 Gigabit	2	+	-
NTE-RG-1402GC-W	SFF	4 Gigabit	2	+	+

Устройства моделей NTE-RG-1402F-W, NTE-RG-1402FC-W, NTE-RG-1402G-W, NTE-RG-1402GC-W имеют встроенный адаптер Wi-Fi с возможностью подключения до двух внешних антенн. Встроенный адаптер Wi-Fi поддерживает стандарты 802.11n, 802.11b, 802.11g, что позволяет предоставлять услуги передачи данных беспроводной сети с более высоким качеством сервиса по сравнению с устройствами, поддерживающими стандарт 802.11g, оставаясь при этом обратно совместимым с устройствами с поддержкой 802.11g и 802.11b. Устройства моделей NTE-RG-1402FC, NTE-RG-1402GC, NTE-RG-1402FC-W, NTE-RG-1402GC-W имеют встроенный приемопередатчик Triplexer, посредством которого реализуется функция совместной передачи данных и приема услуг кабельного телевидения (CaTV).

2.5.3 Характеристика устройства. Устройство имеет следующие интерфейсы:

- 2 порта RJ-11 для подключения аналоговых телефонных аппаратов;
- 1 порт PON для подключения к сети оператора;
- 4 порта Ethernet RJ-45 LAN для подключения оконечного оборудования:

- а) для моделей NTE-RG-1402F 10/100BASE-T;
- б) для моделей NTE-RG-1402G 10/100/1000BASE-T;

- Приемопередатчик Wi-Fi 802.11n, 802.11b, 802.11g1;
- Порт USB2.0 - для подключения внешних накопителей USB или HDD;
- Порт SMB для подключения кабеля2.

Питание терминала осуществляется через внешний адаптер 12 В постоянного тока от сети 220 В.

- Устройство поддерживает следующие функции - сетевые функции:
 - поддержка PPPoE (PAP, SPAP и CHAP авторизация);
 - поддержка статического адреса и DHCP (DHCP-клиент на стороне WAN, DHCP-сервер на стороне LAN, DHCP-relay);
 - поддержка DNS;
 - поддержка DynDNS;
 - поддержка UPNP;
 - поддержка NAT;
 - поддержка NTP;
 - поддержка SNMP3;
 - поддержка механизмов качества обслуживания QoS;
 - поддержка IGMP-snooping;

- поддержка IGMP-проху;
- работа в режиме моста или маршрутизатора.
- протоколы IP-телефонии: SIP;
- ToS для пакетов RTP;
- ToS для пакетов SIP;
- эхо компенсация (рекомендации G.164, G.165);
- детектор тишины (VAD);
- генератор комфортного шума;
- обнаружение и генерирование сигналов DTMF;
- передача DTMF (INBAND, rfc2833, SIP INFO);
- передача факса: upspeed/pass-through. G.711.
- работа с SIP-сервером и без него;
- функции ДВО:
- удержание вызова – Call Hold;
- передача вызова – Call Transfer;
- уведомление о поступлении нового вызова – Call Waiting;
- переадресация по занятости – Call FWD – Busy;
- переадресация по неответу – Call FWD – No Reply;
- определитель номера Caller ID по ETSI FSK;
- запрет выдачи Caller ID;
- горячая линия – Hotline;
- гибкий план нумерации.
- группа вызова1.
- обновление ПО через web-интерфейс;
- удаленный мониторинг, конфигурирование и настройка: web-интерфейс, Telnet, SSH.

На рисунке 3.2 приведена схема применения оборудования NTE–RG-1402 на примере NTE–RG-1402FC-W, NTE-RG-1402GC-W.

2.5.4 Структура и принцип работы изделия. Устройство NTE-RG состоит из SFF-модуля, PON-чипа, процессора Mindspeed (MS) и коммутатора (SW), PON-чип является конвертором интерфейсов Gigabit Ethernet и GEAPON, в котором также могут быть применены правила преобразования пакетов.

SFF-модуль предназначен для преобразования оптического сигнала в электрический. В моделях NTE-RG-1402FC, NTE-RG-1402GC, NTE-RG-1402FC-W, NTE-RG-1402GC-W вместо SFF- модуля используется Triplexer. Triplexer ответвляет сигнал на длине волны 1550нм, преобразует его в аналоговый электрический сигнал и направляет на разъем SMB.

PON-чип имеет 2 интерфейса:

- PON-интерфейс, который связывает чип с SFF/Triplexer;
- интерфейс UNI0 – электрический интерфейс, связывающий PON-чип с процессором.

Интерфейс Uni1 в линейке NTE-RG не используется. PON-чип является конвертером интерфейсов Gigabit Ethernet и GEAPON. Настройка PON-чипа

может производиться только со стационарной стороны.

Процессор имеет 3 внешних физических интерфейса:

- eth0 – для связи с PON-чипом;
- eth1 – для связи с портами FXS;
- eth2 – для связи с коммутатором (SW).

Процессор логически состоит из следующих блоков: Internet, IPTV, STB, OTHER, VoIP, Management. Для каждого блока назначен свой VLAN, в котором идут пакеты конкретной услуги. Для блока Internet назначен VLAN1, для IPTV – VLAN2, для STB – VLAN3, для OTHER – VLAN4, для VoIP – VLAN5, для Management – VLAN4094. Внутри блоков процессора пакеты идут нетегированными. Тег снимается и добавляется обратно на логических интерфейсах этих блоков.

Блок Internet. Данный блок имеет логический интерфейс eth0.1, связывающий его с интерфейсом eth0. Блок подключен к мосту Bridge: vlanL_0. Bridge: vlanL_0 имеет интерфейс wlan0, к которому подключен модуль Wi-Fi, интерфейс eth0,1, к которому подключен коммутатор (SW), также к Bridge: vlanL_0 подключен порт USB. Bridge: vlanL_0 объединяет эти интерфейсы и обеспечивает свободное прохождение пакетов между ними.

Режимы работы блока:

- PPPoE. Блок берет на себя функции PPP-клиента и между eth0,1 и оборудованием провайдера создается PPPoE-сессия.
- DHCP. Блок берет на себя функции DHCP-клиента и интерфейсу eth0,1 присваивается IP, выданный DHCP-сервером.
- Bridge. Блок переходит в режим моста, который прозрачно пробрасывает через себя пакеты.
- Static. Интерфейсам eth0,1 и eth2,1 IP-адреса присваиваются статически.
- Bridge+DHCP. Блок переходит в режим моста, который прозрачно пробрасывает через себя пакеты. Для этого моста IP-адрес назначается DHCP-сервером.

Блок IP-TV. Предназначен для передачи мультикастового трафика IPTV и IGMP. Блок работает в режиме Bridge и прозрачно пропускает пакеты через себя.

Блок STB. Предназначен для передачи трафика к STB. Блок работает в режиме Bridge и прозрачно пропускает пакеты через себя.

Блок VoIP. Работает в режиме Bridge+DHCP. Bridge (br3) необходим для прозрачного прохождения пакетов IP-телефонии на коммутатор (SW). Далее на пользовательские порты (0..3), к которым, возможно, подключены IP-телефоны или IP-шлюзы телефонии. Благодаря DHCP функционируют телефоны, подключенные к портам FXS. Мосту (br3) присваивается IP-адрес DHCP-

сервером, который используется для регистрации телефонов в сети при помощи протоколов IP-телефонии.

Коммутатор (SW) необходим для распределения пакетов трафика по портам пользователя на основе VLAN и MAC-адресов. Прежде чем передать пакет на один из пользовательских портов, тег снимается.

2.5.5 Пример прохождения пакета через NTE-RG-1402G-WC [7]. Пакет Ethernet прибывает на один из портов LAN устройства и входит на выключатель. Согласно MAC-адрес назначения пакет может получить другой порт коммутатора ЛВС, или на выходе коммутатора. Далее в зависимости от того, как настроен порт (какая услуга определена пользователем для этого порта), пакет тегуется VLAN-ом, который соответствует услуге. Например, если порт настроен на услугу «Internet», то ко всем входящим в этот порт пакетам будет добавляться тег «VLAN1». Если же порт настроен на услугу «VoIP», то пакеты будут протегированы тегом «VLAN5». Далее пакет через выходной интерфейс коммутатора поступает на физический интерфейс процессора eth2. На основе тега, присвоенного пакету в коммутаторе, определяется, в какой логический блок процессора он будет отправлен. Допустим пакет с тегом «VLAN1» будет отправлен на логический интерфейс eth2.1. На этом интерфейсе тег снимается с пакета и далее пакет идет нетегированным. Пакет попадает в Bridge:vlanL_0, где на основе MAC-адреса Bridge:vlanL_0 отправляет пакеты либо далее в блок «Internet», либо на порт USB, либо в модуль Wi-Fi. В блоке «Internet» пакет попадает под действие роутинга и других преобразований в зависимости от режима работы блока. Далее пакет поступает на выход процессора через интерфейс eth0,1, в котором вновь добавляется тег VLAN1 – физический интерфейс eth0. Из интерфейса eth0 пакет поступает в PON-чип. Здесь пакет подвергается модификациям согласно правилам, установленным со стационарного оборудования (например, снимается или заменяется тег VLAN). Затем пакет поступает в модуль SFF, где преобразуется в оптический сигнал и уходит по оптоволокну на стационарное оборудование.

2.5.6 Основные технические параметры. Основные технические параметры терминала приведены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Основные технические параметры

Параметр	Значение
1	2
Протоколы VoIP	
Поддерживаемые протоколы	SIP
Аудиокодеки	
Кодеки	G.729, annex A, annex B, G.711(A/.) Передача факса: G.711
Параметры интерфейсов Ethernet LAN	

Количество интерфейсов		4
Электрический разъем		RJ-45
Скорость передачи, Мбит/с	NTE-RG-1402F	Автоопределение, 10/100 Мбит/с, дуплекс/полудуплекс
	NTE-RG-1402G	Автоопределение, 10/100/1000 Мбит/с, дуплекс/полудуплекс
Поддержка стандартов		Ethernet 10/100 Base-TX ,Ethernet 10/100/1000 Base-TX
Параметры интерфейса PON		
Количество интерфейсов PON		1
Поддержка стандартов		IEEE 802.3ah, IEEE 802.3, IEEE 802.3u, IEEE 802.3x, IEEE 802.3ad, IEEE 802.1d, IEEE 802.1w, IEEE 802.1Q,
Среда передачи		Одномодовое оптическое волокно SMF 9/125, G.657a
Оптический разъем		SC/APC (розетка)
Мощность передатчика		От +0,5 до +5 Дб
Чувствительность приемника		От -28 до. -8 Дб
Бюджет мощности upstream/downstream		30.5/30 дБ
Минимальное затухание upstream/downstream		11 дБ/15 дБ
Длина волны соединения upstream/downstream		1310/1490 нм
Ширина спектра оптического излучения upstream/downstream λ		1 нм/1 нм
Скорость соединения upstream/downstream		1,25/2.5 (1,25) Gbps
Максимальная дальность действия		20 км.
Параметры аналоговых абонентских портов		
количество портов:		2
сопротивление шлейфа		до 2 кОм
прием набора		импульсный/частотный (DTMF)
защита абонентских окончаний		по току и по напряжению
выдача Caller ID		Есть
Параметры беспроводного интерфейса Wi-Fi		
Стандарты		802.11 b/g, 802.11 n
Частотный диапазон		2400 ~ 2483,5 МГц
Модуляция		BPSK, QPSK, 16 QAM, 64 QAM, DBPSK, DQPSK, CCK
Скорость передачи данных, Мбит/с		802.11b(CCK): 1, 2, 5.5 ,11 802.11g(OFDM): 6, 9, 12 , 18, 24, 36, 48,

	811n (HT20, 800ns GI): 130, 117, 104, 78, 52, 39, 26, 13
Чувствительность приемника	802.11b: -83 dBm 802.11g: -70 dBm 802.11n(20MHz MCS7): -67 dBm
Безопасность	64/128/152-битное WEP-шифрование данных; WPA, WPA2 AES & TKIP
Поддержка операционной системы	Windows XP 32/64, Windows Vista 32/64, Windows 7 32/64
Коэффициентом усиления антенны	3 dBi
Характеристика CaTV	
Разъем для RF-выхода	Тип SMB
Поддержка стандартов	ITU-T G.984.2, IEC 60825-1 EEC Directive 2002/95/EC (RoHS)
Оптическая мощность на входе	-8÷2 дБ
Длина волны широкополосного CaTV	1550 нм
Диапазон частот выходного сигнала	47÷870 МГц
Уровень выходного сигнала RF	18 дБмВ/Ch.

2.6 Порядок прохождения пакетов через сеть GPON

Сеть, построенная по технологии PON, подразделяется на 3 части [7]:

- станционное окончание: LTE-8ST;
- PON-сеть: Splitter;
- абонентские терминалы: NTE-2, NTE-RG всех модификаций.

Станционный терминал LTE-8ST состоит из следующих частей: коммутатор на 12 портов и 4-х OLT-чипа, каждый из которых имеет по 2 канала для подключения PON деревьев.

Порты коммутатора разделены на 2 группы:

- порты 0-7 для передачи данных;
- порты 8-11 для передачи данных в направлении к вышестоящему оборудованию.

Передача пакетов между портами одной группы невозможна, то есть пакеты, полученные с портов 8-11, могут быть переданы только на 0 – 7 порты, и наоборот: пакеты, полученные с портов 0 – 7, могут быть переданы только на 8 – 11 порты.

8-й – 11-й порты коммутатора предназначены для подключения к вышестоящему оборудованию как по медным линиям 10/100/1000 Base-T, так и

по оптическим линиям 1000 Base-LX. Эти порты можно объединить в группу агрегации или отключить.

0-й – 7-й порты предназначены для передачи данных в направлении к PON, всегда настроены для работы на скорости 1000 Мбит/с и изменить режим работы этих портов нельзя.

Каждый из OLT-чипов имеет 2 канала для подключения к коммутатору и 2 порта для подключения PON деревьев.

Абонентский терминал NTE-2 содержит PON интерфейс для подключения к оптической сети и 2 порта Ethernet для подключения оборудования пользователя.

PON сеть может быть построена по любой топологии, главным параметром такой сети служит вносимое затухание, которое не должно превышать допустимый бюджет мощности.

Unicast-пакеты, принимаемые от вышестоящего оборудования (принятые на портах 8-11), согласно таблице MAC-адресов передаются на один из портов в направлении PON чипов (0-7 порты). Далее эти пакеты передаются OLT в одно из PON деревьев, на которых находится получатель пакетов.

Проходя через сплиттер, оптический сигнал делится между всеми выходными портами, таким образом, все пакеты, передаваемые в направлении downlink, попадают на все подключенные NTE. В PON интерфейсе каждом NTE производится анализ принятых пакетов, если пакет предназначен для этого NTE, он пропускается дальше, иначе – отбрасывается.

Все пакеты, прошедшие через PON интерфейс, передаются на один из UNI портов – порт, на котором находится получатель пакета.

Все широковещательные пакеты и пакеты, для которых местонахождение получателя неизвестно, отправляются на все порты всех NTE.

Multicast-пакеты (на рисунке обозначены зеленым цветом) при отключенном IGMP snooping отправляются на все порты. При включенном IGMP Snooping они отправляются только на те порты, которые находятся в IGMP группе (запросили прием каналов Multicast).

Пакеты, передаваемые в направлении Uplink (на рисунке – красным цветом), принимаемые на UNI-интерфейсе NTE, передаются через PON сеть, проходят через OLT чип, далее попадают на порт коммутатора и маршрутизируются согласно таблице MAC-адресов на один из uplink портов (8-11).

Под входным портом понимается порт одной группы, под выходными портами понимаются порты другой группы. Например, если IN PORT = 0-7, то OUT PORT = порт 8-11.

При прохождении пакетов через коммутатор производится маршрутизация по MAC-адресам получателя с учетом членства порта в группе VLAN (Configuration / Switch / VLANs / Static entries).

Пакет, принимаемый на IN PORT, попадает в одну из групп VLAN, далее этот пакет может быть передан только на порт той же группы.

Не тегированные пакеты (Untagged) внутри коммутатора передаются в PVID, настроенном в меню Configuration / Switch / VLANs / Per-port settings.

Затем все пакеты проходят через блок Black list (Configuration / Switch / Blacklists), здесь могут быть созданы правила для фильтрации пакетов по какому либо признаку (номеру порта, UDP/TCP или др.).

Далее пакет попадает в блок FDB, который определяет, на какой из выходных портов данный пакет должен быть передан (маршрут определяется по 2м критериям: VLAN ID и MAC-адрес получателя). После этого пакет попадает в одну из выходных очередей порта (определение выходной очереди производится через меню конфигурации Configuration / Switch / QoS mapping).

Пакеты разных очередей заключаются в следующем: поскольку в приоритетной очереди есть пакеты, пакеты с низким приоритетом не будут переданы. Пакеты из очереди вывода передается из порта.

Unicast-пакеты, попадающие на входной порт чипа PON (интерфейс NNI), на рисунке обозначены синей сплошной линией. Далее они попадают в блок NNI Rules (Configuration / OLT 0 / Rules), в котором над пакетами можно выполнить определенные операции (например, добавление/удаление VLAN ID). Затем пакеты (исходя из таблицы MAC адресов) переходят в один из блоков Path&Rules address learning. В этом блоке возможно провести дополнительные операции над пакетами (например, добавление/удаление VLAN ID) и создать правила, по которым пакет попадает в один из линков (Configuration / Profiles / Path).

Каждый линк представляет собой виртуальный канал до ONT, где возможно установить минимально гарантированную и максимальную скорость передачи пакетов (Configuration / Profiles / Shaper), а также устанавливается приоритетность передачи пакетов по линку (Scheduler level) для гарантированной и общей полосы.

Далее пакеты передаются на PON-port, на котором может быть включена FEC (Configuration / OLT 0 / Ports), затем пакеты передаются в оптическую линию.

Пакеты, принимаемые на PON порт ONT, подвергаются обратному FEC-кодированию (если FEC включено) и попадают в блок PON rules, в котором над пакетами возможно выполнение определенных операций (например добавление/удаление VLAN ID), также в этом блоке прописываются правила по маршрутизации пакетов, полученных по каждому линку – на какой из портов передавать пакет (Configuration / Profiles / Rules), после этого пакет попадает на выходной порт UNI0.

Multicast-пакеты, поступающие на входной порт NNI (на рисунке обозначены светло-зеленым пунктиром), попадают под действие правил блока NNI rules. Передача multicast-пакетов может осуществляться как в выделенном VLAN, так и не тегированными.

Затем под управлением IGMP проху происходит проключение/отключение передаваемых каналов (Configuration / OLT 0 / IP multicast domains).

Если хотя бы с одного порта поступил запрос на проключение вещания, IGMP проху проключает канал в отдельно выделенный IGMP link, пакеты, передаваемые по этому линку, не попадают под правила (Path), и ограничение полосы на этот линк не налагается.

Пакеты передаются через PON интерфейс и отправляются до всех ONT в сети. На каждом ONT пакеты, принятые PON интерфейсом, пропускаются через блок PON rules.

Блок IGMP snooping осуществляет контроль multicast-групп, если на порту был запрошен данный канал, то пакеты будут переданы на порт, с которого поступил запрос, если данный канал не запрашивался, то отбрасываются и не будут переданы ни на один из портов данного NTE. Режим работы блока IGMP snooping определяется настройками меню Configuration / Profiles / IP multicast.

Пакеты, принимаемые на пользовательском порту (Port UNI), на рисунке обозначены сплошной красной линией, проходят через блок UNI rules, в котором над пакетами возможно выполнить определенные операции (например, добавление/удаление VLAN ID) и указать, по какому из линков пакет должен быть передан (Configuration / Profiles / Rules).

Далее пакеты передаются через PON-port, на котором может быть включена FEC (Configuration / OLT 0 / Ports), после чего поступают в оптическую линию.

На стороне OLT пакеты, принимаемые на PON порт, подвергаются обратному FEC- кодированию (если FEC включено) и попадают в блок PON rules, в котором над пакетами можно выполнить определенные операции (например добавление/удаление VLAN ID). Затем пакеты проходят через блок Shaper, где можно установить минимально гарантированную и максимальную скорость передачи пакетов (Configuration / Profiles / Shaper), а также приоритетность передачи пакетов по линку (Scheduler level) для гарантированной и общей полосы.

Далее пакеты попадают на выходной порт NNI и передаются к коммутатору.

2.7 характеристика сервера VoD

Сервер для предоставления услуг "видео по запросу" (Video on Demand, VoD) и "виртуального кинозала" (near Video on Demand, nVoD), поддерживает до 100 одновременных сессий при потоке 4 Мб/с на одно устройство. Поддерживаются режимы вещания Unicast и Multicast.

Как правило, количество абонентов, одновременно пользующихся услугой "видео по запросу" в пиковой нагрузке составляет около 10% от общего числа. Поэтому один сервер способен обслужить до 1000 абонентов при стандартной компрессии видеотрафика.

Сервер комплектуется четырьмя жесткими дисками SATA-II с возможностью "горячей замены", размером по 1 ТБ каждый. 4 ТБ контента – это более 1000 фильмов стандартного разрешения (DVD).

Встроенные в сервер VoD инструменты системы условного доступа NetUP CAS позволяют на выходе шифровать контент «на лету». Это позволит предотвратить несанкционированный доступ к транслируемым в сети материалам. Программное обеспечение сервера позволяет подключать дополнительные системы хранения информации (Data Storage). Контент можно загружать с использованием протокола ftp. Текстовые описания для контента (отображаемые в интерфейсе пользователя Middleware) могут автоматически обновляться с информационной базы данных в сети Интернет (www.media-kb.com) – "Media Knowledge Base". База содержит наиболее полную и структурированную информацию по мультимедийному контенту, является многоязычной, со свободным доступом к информации через web или посредством API. Сервер выполнен в 1U-корпусе для монтирования в стойку. Имеется возможность объединять VoD-сервера в кластер, что позволяет достигать практически любой производительности и строить распределенные сети. Сервисы Time-Shifted TV (просмотр телевидения со сдвигом во времени); Personal Video Recorder (персональный видеомаягнитофон); TV on Demand (просмотр прошедших телепередач по запросу) поддерживаются отдельным сервером.

Основные технические параметры сервера VoD приведены в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Общие характеристики

Параметр	Свойства
Видео формат	<ul style="list-style-type: none"> – MPEG-2 TS, MPEG-4 (H264) – CBR & VBR потоки – SD & HD
Формат на выходе	Multicast или Unicast
Протоколы выхода	MPEG-TS поверх UDP
Функции	Запись, воспроизведение, пауза, остановка, запись по расписанию, отложенный просмотр,
Воспроизведение	Ускоренная перемотка вперед и назад
Кодирование потока	Стандартный IPsec
Управление	Веб интерфейс
Операционная система	Встроенный во флэш память Linux

VoD сервера программное обеспечение включает в себя новую систему использования содержания. Видео контент можно загрузить на сервер VoD в любом поддерживаемом формате. После загрузки контент автоматически конвертируется во внутренний формат, после чего распространяется по

остальным VoD серверам в кластере. Принцип работы системы распространения контента показан на рисунке 2.12.

Файл хранится в куски, которые распределены по разным серверам. Таким образом, в новой системе распространения контента удалось избежать дублировать содержание на каждом из серверов VoD, используемых в одном кластере.

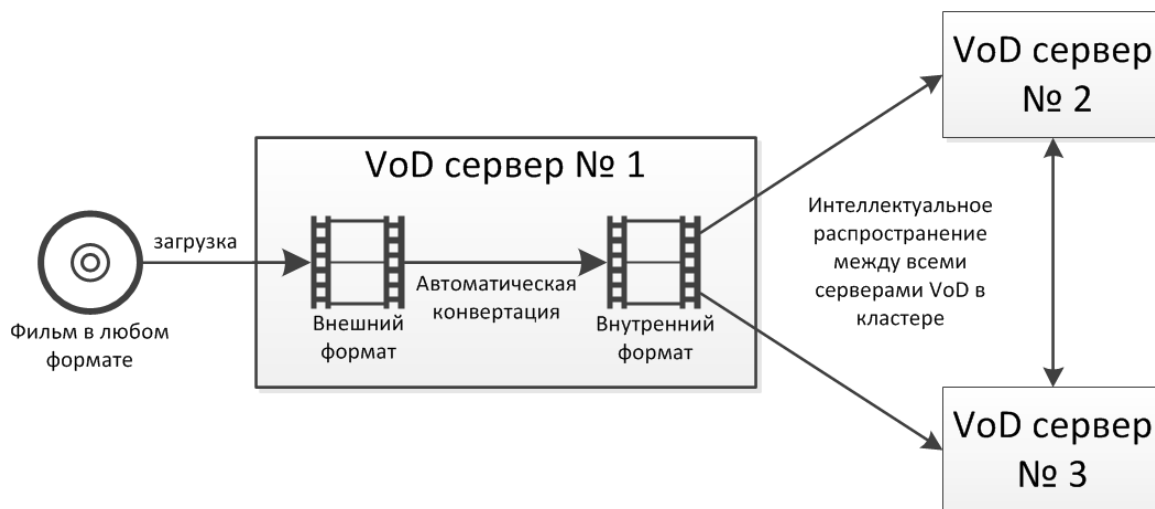


Рисунок 2.12– Принцип работы системы распространения контента

Система nVoD содержит интерфейс к nVoD-контенту с возможностью управлять расписанием вещаний. Список медиа-групп доступный только для просмотра, добавлен в интерфейс nVoD для возможности быстрого просмотра информации о существующих медиа-группах и типах входящего в них контента. Медиа-группы создаются в интерфейсе Middleware, а отнесение медиа-контента к той или иной медиа-группе производится в интерфейсе Billing.

Список медиа контента, доступные для просмотра только, добавлен интерфейс для быстрого просмотра nVoD информацию на существующее содержимое. Создание и редактирование контента СМИ производится в промежуточное программное обеспечение.

Медиа-поток в контексте VoD – это запись об определённом IP-адресе или пуле адресов, с которых производится вещание nVoD-контента в IP-сеть. Вещание VoD не нуждается в создании медиа-поточков.

3 Расчетная часть

3.1 Расчет параметров сети

Каждый элемент оптоволоконного тракта сети PON имеет свою величину оптических потерь. Допустимые потери оптического сигнала на всем пути от оптического передатчика до приемника называют оптическим бюджетом мощности. Оптический бюджет (OB - optical power budget), дБ, приемопередающего оборудования определяется как интервал $[OB_{min}, OB_{max}]$, где:

$$OB_{max} = p_{out, min} - p_{in, min}, \quad (3.1)$$

$$OB_{min} = p_{out, max} - p_{in, max}, \quad (3.2)$$

где $p_{out, min}$, $p_{out, max}$ – допустимый разброс мощностей передатчиков;
 $p_{in, min}$, $p_{in, max}$ – допустимый уровень принимаемого сигнала на приемниках, при котором коэффициент ошибок (BER) не превышает заданный уровень.

Волоконно оптических телекоммуникационных каналов соответствует заданный бюджет, если потери сигнала в области телекоммуникаций канал (затухания в волоконно-оптических потерь на заголовки, и других компонентов), с учетом допустимых сигнала искажения, попадать в интервал. Для точки подключения оптического волокна от волокна на активное оборудование (на передатчике) для удаленного абонента (приемник) выполняются расчеты затухания оптического сигнала. В пассивной сети PON источников потерь являются:

- полное затухание в оптическом волокне – зависит от его длины и коэффициента затухания оптического волокна на определенной длине волны;
- полные потери в сростках сварных соединений – зависят от потерь в каждом сростке и их общего количества;
- полные потери в механических соединениях – зависят от потерь в каждом соединении и их общего количества;
- полные потери в «контактах» разъемных соединений – зависят от потерь в каждом соединителе и их общего количества;
- потери в разветвителях оптического волокна – зависят от коэффициента разветвления сплиттера (количества его портов);
- штрафные потери – это потери на изгибы ВОК при прокладке.

Сумма убытков, возникающих в сети, является энергичная PON бюджет затухания. И должно приниматься во внимание при расчете оперативного резерва в виде дополнительных оптических сварок и вставок, при проведении ремонтных работ, а также запастись естественного старения оптических волокна. В целом рекомендуется оставлять запас бюджета мощности в 1,5-2 дБ

после полностью выполненного подключения всего тракта от стационарного порта OLT на АТС вплоть до абонентского ONT в квартире.

3.2 Расчет пассивной оптической сети

Для каждого канала электросвязи OLT-ONT_i ($i=1...N$, где N – число абонентских окончаний) можно описать условия на потери в прямом (d) и обратном (u) потоках:

$$OB_{d,min} \leq \alpha_d \cdot L_i + IL_i + AL + WL + RLi + CLi \leq OB_{d,max} - \text{Штраф}_d - \text{Запас}, \quad (3.3)$$

$$OB_{u,min} \leq \alpha_u \cdot L_i + IL_i + AL + WL + RLi + CLi \leq OB_{u,max} - \text{Штраф}_u - \text{Запас}, \quad (3.4)$$

где L_i – длина i -го канала, км;
 α_d и α_u – удельное затухание в оптическом волокне на длине волны прямого и обратного потоков, дБ;

IL_i – вносимые потери всеми разветвителями в i -м канале, дБ;

RL_i – потери на всех коннекторах (разъемных соединениях) в i -м канале, дБ;

CL_i – потери на всех неразъемных сварных соединениях в i -м канале, дБ;

AL – ослабление сигнала на аттенюаторе, дБ;

WL – ослабление сигнала на WDM мультиплексоре, дБ;

Ослабление мощности сигнала в оптических компонентах отдельного канала OLT-ONT_i показано на рисунке 3.1:

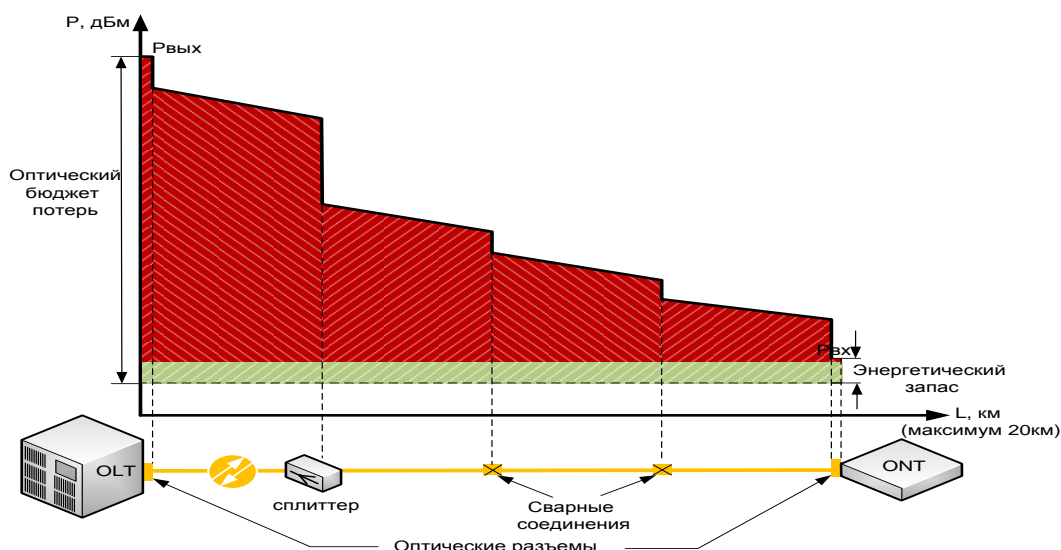


Рисунок 3.1 – Ослабление мощности сигнала

Расчет бюджета потерь должен подтвердить, что для каждой цепи общая величина потерь (включая запас и штрафные потери) OB_{min} , дБ, удовлетворяет условию :

$$OB_{min} \leq A\Sigma i \leq OB_{max} - \text{Штраф} - \text{Запас}, \quad (3.5)$$

где $A\Sigma i$ – суммарные потери в линии (между OLT и ONTi) для i-го канала, дБ;

Окончательный расчет оптического бюджета следует производить с учетом данных о реальных параметрах активного оборудования, разветвителей, ВОК и компонентов сети, предоставленных производителями таблица 3.1:

Т а б л и ц а 3.1 - Реальные параметры оборудования

Параметр	Затухание, дБ
Потери в соединениях волокна	0,05
Потери в оптическом волокне (1310nm), на км	0,35
Потери в оптическом волокне (1490nm), на км	0,24
Потери в оптическом волокне (1550nm), на км	0,20
Потери в оптических коннекторах	0,25
Потери в wdm мультиплексоре(1310nm)	0,7
Потери в wdm мультиплексоре(1490nm)	1,0
Потери в wdm мультиплексоре(1550nm)	1,0
Затухание в 1:2 оптическом сплиттере	3,2
Затухание в 1:4 оптическом сплиттере	7,6
Затухание в 1:8 оптическом сплиттере	11,0
Затухание в 1:16 оптическом сплиттере	14,2
Затухание в 1:24 оптическом сплиттере	16,5
Затухание в 1:32 оптическом сплиттере	17,0
Затухание в 1:64 оптическом сплиттере	21,0
Мощность передатчика	от +2 до +7 дБ
Чувствительность приемника	от -30 дБ до -6дБ
Мощность передатчика	От +0,5 до +5 дБ
Чувствительность приемника	От -28 до. -8 дБ

Для OLT LTE-8ST и ONU NTE-1402. Рассчитаем оптический бюджет (OB - optical power budget), дБ, приемопередающего оборудования, он определяется как интервал $[OB_{min}, OB_{max}]$, где:

$$OB_{max} = p_{out,min} - p_{in,min}, \quad (3.6)$$

$$OB_{min} = p_{out,max} - p_{in,max}, \quad (3.7)$$

где $p_{out, min}, p_{out, max}$ – допустимый разброс мощностей передатчиков;

p_{in} , p_{min} , p_{in} , p_{max} – допустимый уровень принимаемого сигнала на приемниках.

Интервал оптического бюджета для Downstream направления:

$$OB_{max} = 2 - (-28) = 30 \text{ дБ}$$

$$OB_{min} = 7 - (-8) = 15 \text{ дБ}$$

Отсюда следует, что $OB_{downstream} = [15; 30] \text{ дБ}$

Интервал оптического бюджета для Upstream направления:

$$OB_{max} = 0,5 - (-30) = 30,5 \text{ дБ}$$

$$OB_{min} = 5 - (-6) = 11 \text{ дБ}$$

Отсюда следует, что $OB_{upstream} = [11; 30,5] \text{ дБ}$

Для Downstream направления ($OLT > ONU$):

Выходная мощность OLT составляет +2дБ и чувствительность ONU – 28дБ.

Зная эти значения мы можем вычислить оптический бюджет для Downstream потока: $2 - (-28) = 30 \text{ дБ}$.

Для Upstream направления ($ONU > OLT$):

Выходная мощность ONU составляет 0,5дБ и чувствительность OLT – 30дБ. Зная эти значения мы можем вычислить оптический бюджет для Upstream потока: $0,5 - (-30) = 30,5 \text{ дБ}$. С учетом эксплуатационного запаса в 3дБ и Штрафа в 1дБ, максимальное значение оптического бюджета линии для Downstream потока не должно превышать 26 дБ, а для Upstream потока 26,5дБ.

Для канала электросвязи OLT-ONT посчитаем общие потери АΣ на всех элементах оборудования с учетом их количества, на длинах волн 1310нм, 1490нм, 1550нм:

–оптическое волокно, 4 км по территории микрорайона;

–1:32 оптический сплиттер = 1шт;

–wdm мультиплексор = 2;

–оптические коннекторы = 11шт;

–соединения волокна = 11шт.

$$A_{\Sigma} (1310\text{нм}) = 0,35 \cdot 4 + 17 + 2 \cdot 0,7 + 0,25 \cdot 10 + 0,05 \cdot 10 = 22,8 \text{ дБ},$$

Отсюда следует, что $26,5 \text{ дБ} - 22,8 \text{ дБ} = 3,7 \text{ дБ}$ – линия позволяет использовать 3,7дБ для расширения сети.

$$A_{\Sigma} (1490\text{нм}) = 0,24 \cdot 4 + 17 + 2 \cdot 1 + 0,25 \cdot 10 + 0,05 \cdot 11 = 21,99 \text{ дБ}$$

Отсюда следует, что $26 \text{ дБ} - 21,99 \text{ дБ} = 4,01 \text{ дБ}$ – линия позволяет использовать 4,01дБ для расширения сети.

$$A_{\Sigma}(1550\text{нм}) = 0,2 \cdot 4 + 17 + 2 \cdot 1 + 0,25 \cdot 10 + 0,05 \cdot 10 = 21,83\text{дБ}$$

Отсюда следует, что $26\text{дБ} - 21,83\text{дБ} = 5,17\text{дБ}$ – линия позволяет использовать 6,17дБ для расширения сети. Подставим, полученные значения A_{Σ} , в равенство (5.5), получим:

$$OB_{u,\min} \leq \alpha_u \cdot Li + ILi + WL + RLi + CLi \leq OB_{u,\max} - \text{Штрафу} - \text{Запас}$$

$$11\text{ дБ} \leq 22,8 \leq 27,5\text{ дБ},$$

удовлетворяет условию (5.5).

$$OB_{d,\min} \leq \alpha_d \cdot Li + ILi + WL + RLi + CLi \leq OB_{d,\max} - \text{Штрафд} - \text{Запас}$$

$$15\text{ дБ} \leq 19,99\text{дБ} \leq 27\text{ дБ},$$

удовлетворяет условию (5.5).

$$OB_{d,\min} \leq \alpha_d \cdot Li + ILi + WL + RLi + CLi \leq OB_{d,\max} - \text{Штраф d} - \text{Запас}$$

$$15\text{ дБ} \leq 19,83\text{дБ} \leq 27\text{ дБ},$$

удовлетворяет условию (3.5).

3.3 Расчет длины регенерационного участка

Длина участка регенерации ограничивает одним из двух факторов: ослабление или дисперсия. При определении длины области регенерации, вы должны сначала найти максимальное расстояние (ограниченное ослабление тракта), который может быть передан сигнал и затем восстановить ее. Вторым этапом определяют пропускную способность оптического кабеля и находят длину трассы, на которую еще возможно передавать оптические сигналы с заданной скоростью. В многомодовых ОВ длина регенерационного участка обычно лимитируется дисперсией, а в одномодовых ОВ лимитируется затуханием.

При определении длины регенерационного участка, лимитированного затуханием, следует пользоваться выражением:

$$L = \frac{OB - \text{Запас} - A_{\Pi}}{\alpha + \frac{CL}{1}} \quad (3.8)$$

- ОВ – энергетический потенциал системы передачи – оптический бюджет;
- Запас – эксплуатационный запас в виде дополнительных сростков и вставок при проведении ремонтных работ, 3дБ;
- Ап – сумма потерь в оптических коннекторах;
- α – потери в оптическом волокне;
- CL – потери в неразъемных соединениях;
- l – длина оптического кабеля.

Определим длину регенерационного участка для максимально короткой длины волны (1310нм), которой соответствует коэффициент затухания в волокне $\alpha = 0,45\text{дБ}$, количество разъемных соединений 10, вносимое затухание одного коннектора $A_p = 0,25\text{дБ}$, количество неразъемных соединений 10, вносимое затухание одного элемента $CL = 0,05\text{дБ} + 17\text{дБ}$ сплиттер 1x32, длина оптического кабеля 4 км, Запас системы 3 дБ, ОВ 30дБ.

$$L = (30 - 3 - 2,5 - 17) / (0,45 + 0,5/4) = 14,8\text{км}$$

Из расчетов видно, что длина регенерационного участка для выбранной линии равна 15,8км, что соответствует паспортным данным оборудования, используемого для построения сети. Программа составлена в Matlab. (Приложение Г)

$x = 1:1:25;$

$y = \exp(\log(7.5) - \log(x)) - 0.125;$

$\text{plot}(x, y)$

где: y-коэффициент затухание, x- длина оптического кабеля

3.4 Расчет усилие тяжения

Одна из наиболее важных характеристик конструкции кабеля – допустимое усилие на растяжение. При прокладке в телефонную канализацию кабель испытывает наибольшее растягивающее усилие. Поэтому во время затягивания кабеля необходимо контролировать силу натяжения.

В общем случае усилие тяжения зависит от многих факторов: длины кабеля и его массы, коэффициента трения между оболочкой кабеля и каналом трубопровода, от профиля и трассы канализации, наличия на трассе поворотов и разности уровней.

Усилие тяжения на прямолинейном участке трассы определяется как [17]:

$$T_n = Pfl \quad (3.9)$$

где P – масса кабеля ($P = 170 \text{ кг/км}$);

f – коэффициент трения ($f = 0,29$);

l – длина кабеля ($l = 4$ км).

$$T_n = 170 \times 0,29 \times 4 = 197,2 \text{ (Н)}$$

Если трасса прокладки ОК не прямолинейная, а имеет изгиб, то существенно возрастает усилие тяжения, необходимое для прокладки кабеля в канализации. Увеличение усилия тяжения на участке изгиба определяется как:

$$T_n/T_{из} = (PR/T_n)\{sh(f\phi + 1/sh(T_n/PR))\} \quad (3.10)$$

где $T_{из}$ – усилие тяжения в конце участка с изгибом;

R – радиус изгиба трассы;

ϕ - угол поворота трассы ($\phi \approx 45^\circ = 0,785$ рад).

Обычно для ОК соблюдается условие: $PR/T_n \ll 1$. Отсюда получается:

$$T_{из} = T_n e^{\phi f} \quad (3.11)$$

$$e^{\phi f} = e^{0,785 \times 0,29} = 1,26$$

Таким образом, за счет поворота трассы усилие возрастает в 1,26 раза и составляет:

$$T_{из} = T_n \times 1,26 = 197,2 \times 1,26 = 248,5 \text{ (Н)}$$

Эта величина превышает допустимое тяговое усилие для оптических кабелей в два раза. Поэтому при затягивании строительной длины кабеля в 4 км по полиэтиленовому трубопроводу необходимо участок трассы разбить на две длины и в промежутках установить дополнительные компрессоры.

Одномодовое волокно конструктивной особенностью является очень небольшое количество сердцевины. Так вы хотите плотно выровнять волокна сращиваемые и прежде всего, диаметр ядра. Вы можете обнаружить, что же внешних диаметров соединяемых волокон, их сердца не будет совпадать.

После сварки сродки волокон изолируются с помощью термоусаживающихся гильз с герметизирующим наполнителем и располагаются в соединительной муфте. Затем восстанавливается наружная оболочка кабеля.

Скриншот работы расчетов с помощью программы MathCad приведен в приложении Д.

3.5 Расчёт параметров оптического кабеля

Рассчитаем показатель преломления оболочки n_2 , исходя из оптических характеристик кабеля: числовая апертура $NA=0,13$.

Известно что:

$$NA = \sqrt{n_1^2 - n_2^2} \quad (3.12)$$

где n_1 – показатель преломления сердцевины, равный 1,4681.
Тогда показатель преломления оболочки n_2 :

$$n_2 = \sqrt{n_1^2 - NA^2} \quad (3.13)$$

$$n_2 = \sqrt{1,4681^2 - 0,13^2} = \sqrt{2,1553 - 0,0169} = 1,4623$$

Зная, показатели преломления оболочки n_2 и сердцевины n_1 рассчитаем относительную разность показателей преломления Δ :

$$\Delta = \frac{n_1 - n_2}{n_1} \quad (3.14)$$

$$\Delta = \frac{1.4681 - 1.4623}{1.4681} = 0.003951 = 0.395\%$$

Нормированная частота определяется по формуле (3.15):

$$V = \frac{2 \cdot \pi \cdot a}{\lambda} \cdot NA \quad (3.15)$$

где a – радиус сердцевины оболочки, $a = 4,5$ мкм;
 n_1 – показатель преломления сердцевины, $n_1 = 1,4681$;
 n_2 – показатель преломления оболочки, $n_2 = 1,4623$.

Подставляем значения в формулу 3.5:

$$V = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 4,5}{1,55} \cdot 0,13 = 2,371 \text{ Гц}$$

Определим критическую частоту:

$$f_0 = \frac{P_{nm} \cdot c}{\pi \cdot d \cdot \sqrt{n_1^2 - n_2^2}} \quad (3.16)$$

где $P_{nm} = 2,405$ – тип волны, для одномодового режима;
 $c = 3 \cdot 10^8$ м/с – скорость света в вакууме;
 $d = 10$ мкм – диаметр волокна.

$$f_0 = \frac{2,405 \cdot 3 \cdot 10^8}{3,14 \cdot 10^{-2} \cdot \sqrt{1,4681^2 - 1,4623^2}} = 1,768 \cdot 10^{14} \text{ Гц}$$

Критическая длина волны:

$$\lambda_0 = \frac{\pi \cdot d}{P_{nm}} \cdot \sqrt{n_1^2 - n_2^2} \quad (3.17)$$

$$\lambda_0 = \frac{3,14 \cdot 10 \cdot 10^{-3}}{2,405} \cdot 0,13 = 1,697 \cdot 10^{-6} \text{ м}$$

Критический угол θ_c , при котором выполняется условие полного внутреннего отражения:

$$\theta_c = \sqrt{1 - \left(\frac{n_2}{n_1} \right)^2} \quad (3.18)$$

$$\theta_c = \sqrt{1 - \left(\frac{1,4623}{1,4681} \right)^2} = 0,089 \text{ рад} \approx 5,16^0$$

Потери энергии на поглощение:

$$\alpha_n = 8,69 \cdot 10^3 \cdot \frac{\pi \cdot n_1 \text{tg} \delta}{\lambda} \quad (3.19)$$

где $\text{tg} \delta = 10^{-10}$ – угол потерь,
 λ – рабочая длина волны, нм;

$$\alpha_i = 8,69 \cdot 10^3 \cdot \frac{3,14 \cdot 1,4681 \cdot 10^{-10}}{1,55 \cdot 10^{-6}} = 2,586 \text{ дБ/км}$$

Потери на рассеяние:

$$\alpha_p = \frac{\kappa_p}{\lambda^4} \quad (3.20)$$

где κ_p – коэффициент рассеяния (дБ/км) · мкм³, для кварца $\kappa_p = 1,5$

$$\alpha_{\delta} = \frac{1,5}{(1,55 \cdot 10^{-6})^4} = 2,599 \text{ дБ/км}$$

Общие потери:

$$\alpha = \alpha_n + \alpha_p \quad (3.21)$$

$$\alpha = 2,584 + 2,99 = 5,183 \text{ дБ/км}$$

Тогда для нашего случая при длине волокна 4 километров общие потери составят:

$$L = \alpha * l \quad (3.22)$$

$$L = 5,183 * 4 = 20,732 \text{ дБ}$$

Границы изменения фазовой скорости:

$$\frac{c}{n_1} = \frac{3 \cdot 10^8}{1,4681} = 2,043 \cdot 10^5 \text{ км/с,}$$

$$\frac{c}{n_2} = \frac{3 \cdot 10^8}{1,4623} = 2,052 \cdot 10^5 \text{ км/с,}$$

где с – скорость света.

Границы изменения волнового сопротивления:

$$\frac{z_0}{n_1} = \frac{376,71}{1,4681} = 256,597 \text{ Ом,}$$

$$\frac{z_0}{n_2} = \frac{376,71}{1,4623} = 257,609 \text{ Ом,}$$

где z_0 - волновое сопротивление воздуха, 376,71 Ом.

4 Безопасность жизнедеятельности

4.1 Анализ условий труда сотрудников отдела связи

Для организации сети FTTH на технологии GPON в микрорайоне Айнабулак г.Алматы будут установлены 2 оптических станционных терминала OLT LTP-8X в существующих помещениях узлов ПД, на АТС. В качестве оборудования доступа будут выступать оптические модули SFP. От 2-х оптических станционных терминалов по существующим канализациям связи будут проложены два 8-ми волоконных оптических кабеля фирмы SIECOR с одномодовыми волокнами и сглаженной дисперсией A-DF(ZN)2Y3X4E9/125 0.38F3.5+0.22H3.5 со скоростью передачи информации 2,5 Гбит/с. Далее каждый из волокон 8-ми волоконно-оптического кабеля будет расшиваться до оптического распределительного бокса ОРБ (коробки) каждого жилого дома. На ОРБ будут установлены сплиттеры с соответствующим коэффициентом сплиттирования. Если в каждом ОРБ одним из 3-х сплиттеров будет установлен сплиттер с коэффициентом 1:2, то еще два сплиттера с коэффициентом 1:32 или 1:64 будут выбраны в зависимости от количества абонентов данного жилого дома. Если количество абонентов менее 64-х, то два сплиттера будут выбраны с коэффициентом 1:32, если количество абонентов более 64-х, то 1:64. Далее от ОРБ внутридомовая расшивка будет осуществляться с использованием распределительного оптического кабеля марки FinMark FTTH001-SM-08. Непосредственно у абонентов будут установлены оптические абонентский терминалы ONT NTP-RG-1402. Помещение для размещения оборудования и управления, представляет собой размерами: длина $L = 8$ м, ширина $B = 5$ м, высота $H = 4$ м (рисунок 4.1).

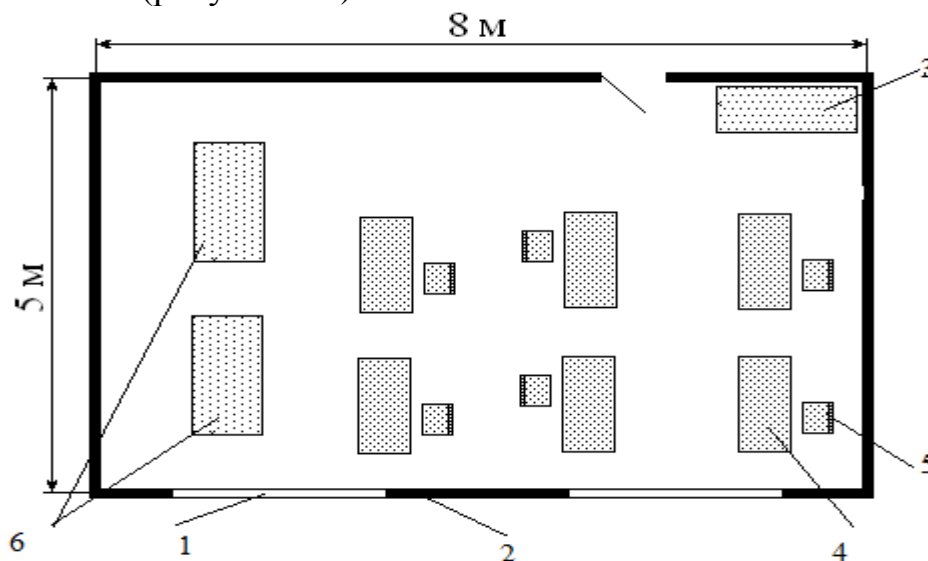


Рисунок 4.1 – План помещения: 1 – окно; 2 – стена; 3 – шкаф; 4 – стол; 5 – стул; 6 – стойки.

Оборудование обслуживает 6 человек: 3 сменных оператора. В дневную смену работают 2 человека (оператор-инженер и техник-инженер) и ведущий инженер.

Микроклиматические условия на нашем узле обслуживания согласно ГОСТ 12.0.003-74. (таблица 4.1), [23]:

Т а б л и ц а 4.1 - Оптимальные нормы параметров микроклимата

Период работы	Категория работы	Т, °С	Скорость движения воздуха, м/с, не более
Холодный	I а	22-24	0,1
	I б	21-23	0,1
Теплый	I а	23-25	0,1
	I б	22-24	0,2

В любой из периодов года микроклиматические параметры в нашем помещении не превышают установленных допустимых значений: СН 245-71:

Температура летнего периода: + 24 °С, температура зимнего периода +21 - +24° С, относительная влажность воздуха – 60% при температуре ниже 36° С, скорость движения воздуха не превышает 0,2 м/с в любой период года.

Т а б л и ц а 4.2 – Допустимые значения параметров микроклимата в холодный/теплый период года, [23]

Категория работы	Температура воздуха, °С	Относительная влажность воздуха, %, не >	Скорость движения воздуха, м/с, не >
I а	21-25 / 22-28	75 / 55, при 28° С	0,1/0,1 – 0,2

Согласно ГОСТ 12.1.007-76 помещение по содержанию вредных веществ в воздухе рабочей зоны можно соответствует 4 классу опасности: [23]

Т а б л и ц а 4.3 – Нормирование показателей для классов опасности

Наименование	Норма для класса
ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны, мг/м ³	Малоопасные, 4
	< 0,1
Средняя смертельная концентрация в воздухе рабочей зоны, мг/м ³	< 500

Для поддержания условий микроклимата в помещении, целесообразно оснастить его системой кондиционирования. Ниже приводится расчет необходимого числа кондиционеров.

Рабочее место оператора имеет большое значение в организации работы. Правильная организация рабочего места оператора рассматриваются такие вопросы, как: дискомфорт, преждевременная усталость, негативные последствия для здоровья человеческого тела, усугубляет снижение производительности труда.

Рабочее место оператора – это место в «человек машина», оборудован средством отображения информации, элементов управления и вспомогательное оборудование, на котором его работу.

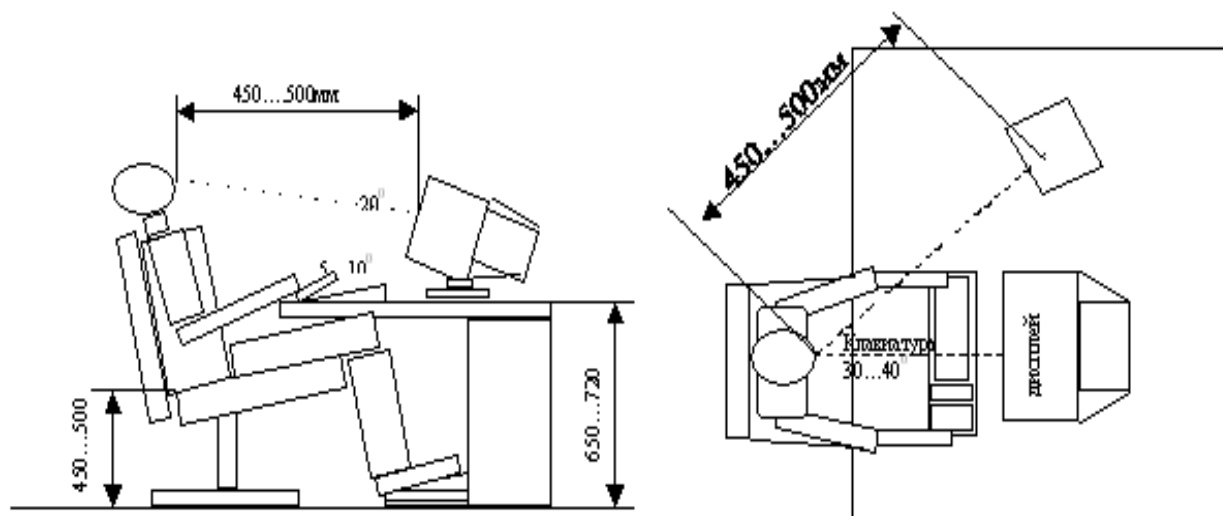


Рисунок 4.2 - Рабочее место оператора (вид сбоку и вид сверху)

Для обеспечения нормальных условий труда установлены санитарные нормы СН 245 – 71 на одного работающего: объем производственного помещения не менее 15 м³; площадь помещения, отгороженного стенами или глухими перегородками не менее 4,5 м². Помещение где находится операторская, в которой будут находиться два оператора, имеет размеры: площадь 42 м², объем 48 м³, что соответствует санитарным нормам.

Оператор таблицы эргономичный дизайн. Покрытие поверхности циновка таблицы, серый, углы и таблице передний верхний край доски округляются. На правой стороне рабочего стола ПК с монитора полки, регулируемые как в высоту, так и по горизонтали есть полка выдвижной клавиатуры, левой стороне полки с регулируемым зажимом для документов, также оставил крепление для настольной лампы.

4.2 Расчет естественного освещения в производственном помещении

Длина комнаты $L=8$ м, ширина комнаты $B=5$ м, высота комнаты $H=4$ м. Высота рабочей поверхности над уровнем пола $h_p=0,75$ м. В комнате расположены два окна шириной 2,2 м и высотой 2,5 м каждое. Нижний край окна начинается на уровне 1,5 м от пола. Окна расположены с одной стороны комнаты, глубина $l=B-1=4$. Рядом находится жилой 1-но этажный дом, расположенный на расстоянии $P=60$ м. План производственных помещений приведен на рисунке 4.1. Нормированные значения КЕО приводятся для III пояса светового климата формуле [20]:

$$e_n^{IV} = e_n^{III} * m * c \quad (4.1)$$

где m и c - коэффициенты, определяемые в СНиП II-4-79.

Для г.Алматы коэффициент $m=0,8$, а коэффициент c для световых проемов, расположенных в наружных стенах зданий равен $c=0,7$.

По классу выполняемых работ в рассматриваемом помещении, данные помещения можно отнести к “проектным залам, конструкторским бюро”, следовательно значение КЕО выбираем равным $e_n^{III} = 2,0 \%$.

Для объекта, расположенного в г.Алматы значение КЕО с учетом коэффициентов m и c равно [20]:

$$e_n^{IV} = 2,0 \times 0,8 \times 0,7 = 1,12 \text{ [\%]}$$

Расчет естественного освещения заключается в определении площади световых проемов. При боковом освещении (световые проемы в наружных стенах здания) площадь световых проемов S_0 , обеспечивающую нормированные значения КЕО, можно определить исходя из соотношения 4.2.

$$100 \frac{S_0}{S_n} = \frac{e_n * \eta_0}{\tau_0 * r_1} * k_{зд} * k_3 \quad (4.2)$$

Из соотношения 5.2 получаем формулу для определения площади световых проемов S_0 (формула 5.3).

$$S_0 = \frac{e_n * \eta_0}{100 * \tau_0 * r_1} * k_{зд} * k_3 * S_n, \quad (4.3)$$

где S_n - площадь пола помещения (m^2), e_n - нормированное значение КЕО, k_3 - коэффициент запаса, $\tau_0 = \tau_1 * \tau_2 * \tau_3 * \tau_4$ - общий коэффициент

светопропускания, η_0 - световая характеристика окон, r_1 - коэффициент, учитывающий повышение КЕО при боковом освещении благодаря свету, отраженному от поверхностей помещения и подстилающего слоя, прилегающего к зданию, $k_{зд}$ - коэффициент, учитывающий затенение окон противостоящими зданиями. [20]

Площадь пола помещения:

$$S_{\text{п}} = L \times B = 8 \times 5 = 40 \text{ [м}^2 \text{]}$$

Так как рассматриваемое помещение по типу выполняемых работ относится к конструкторским бюро, то значение k_3 примем равным: $k_3=1,3$.

В качестве светопропускающего материала используются деревянные рамы двойные открывающиеся с двойными стеклами, в качестве несущих конструкций используются железобетонные фермы и арки. В этом случае коэффициент τ_0 равен:

$$\tau_0 = 0,8 * 0,6 * 0,8 = 0,384$$

Для определения коэффициента η_0 необходимо знать отношение длины к глубине (к наиболее удаленной точки от окна). Так как окна расположены только на одной стороне, то это отношение равно:

$$\frac{L}{B} = \frac{8}{5} = 1,66$$

Также необходимо знать отношение H/h_1 , где h_1 - высота от уровня условной рабочей поверхности до верха окна.

$$h_1 = 0,7 + 2,5 = 3,25 \text{ [м]}$$

Таким образом, отношение H/h_1 равно:

$$\frac{H}{h_1} = \frac{4}{3,25} = 1,23$$

Для найденных отношений определяем, что коэффициент η_0 равен $\eta_0 = 10,5$.

Для определения коэффициента r_1 необходимо также знать соотношение l/B , где l - расстояние расчетной точки от наружной стены при боковом одностороннем освещении. Для данного случая для самой удаленной от окна точки можно принять $l=3$, в этом случае данное отношение равно 1.

Приняв коэффициент $\rho_{-p} = 0,5$, найдем коэффициент r_1 , который равен:

$$r_1 = 2,1.$$

Для определения коэффициента $K_{зд}$ определим высоту близлежащего дома. Для этого условно примем с учетом межэтажных перекрытий приходится 3,5 м, а на чердак приходится 2 м. Таким образом высота здания равна

$$H = 3,5 + 2 = 5,5 \text{ м.}$$

Определим высоту расположения карниза противостоящего здания над подоконником рассматриваемого окна, если рабочее помещение находится на первом этаже. Тогда:

$$H_{зд} = 5,5 - 1 = 4,5 \text{ [м]}$$

Коэффициент $k_{зд}$ определяется по соотношению $\frac{P}{H_{зд}}$, которое в данном случае равно:

$$\frac{P}{H_{зд}} = \frac{60}{4,5} = 3,125.$$

Из данного соотношения определяем, что $k_{зд} = 1$.

И так, расчетная площадь световых проемов равна:

$$S_0 = \frac{1,12 \times 10,5}{100 \times 0,384 \times 2,1} \times 1 \times 1,66 \times 40 = 9,68 \text{ [м}^2 \text{]}$$

Вывод: Параметры освещения комнаты операторов определялись методом коэффициента использования, предназначенного для расчета общего равномерного освещения горизонтальных поверхностей при отсутствии крупных затеняющих предметов. Сущность данного метода заключается в определении значения коэффициента η , равного отношению светового потока падающего на расчетную поверхность, к полному потоку осветительного прибора.

4.3 Расчет искусственного освещения в производственном помещении

Длина комнаты $L=8$ м, ширина комнаты $B=5$ м, высота $H=4$ м. Высота рабочей поверхности над уровнем пола $h_p=0,8$ - 1 м. Расстояние от светильника до перекрытия $h_c=0 \div 1,5$ м. План производственных помещений приведен на рисунке 4.1.

Расчет освещения методом коэффициента использования.

Данный метод заключается в определении значения коэффициента η , равного отношению светового потока падающего на расчетную поверхность, к полному потоку осветительного прибора.

Значение коэффициента η находится из таблиц, связывающих геометрические параметры помещений (индекс помещений i) с их оптическими характеристиками (коэффициентами отражения потолка $\rho_{\text{пот}}$, стен $\rho_{\text{ст}}$ и пола $\rho_{\text{п}}$).

Индекс помещения i определяется по формуле 4.4.

$$i = \frac{L * B}{h * (L + B)}, \quad (4.4)$$

где L - длина помещения, B - ширина помещения, $h = H - h_c - h_p$ - расчетная высота.

Определим значение h :

$$h = 4 - 0 - 0,8 = 3,2 \text{ [м]}$$

При найденном значении расчетной высоты определяем индекс помещения:

$$i = \frac{8 * 5}{3,2 * (8 + 5)} = 0,96$$

Значения коэффициентов отражения примем следующими:

$$\rho_{\text{пот}} = 70 \% \quad \rho_{\text{ст}} = 50 \% \quad \rho_{\text{п}} = 30 \%$$

Для найденного индекса помещения и выбранных значений коэффициентов отражения по таблице “Значения коэффициента использования светового потока” определяем коэффициент η , который равен: $\eta = 54 \%$.

Для освещения помещений будем использовать люминесцентные газоразрядные лампы ЛД мощностью 65 Вт и номинальным световым потоком 3570 лм. В качестве светильников будем использовать светильники типа ЛОУ-2х40-1001. В каждый светильник устанавливается по две лампы.

С учетом вышесказанного можно определить количество светильников по формуле 4.5.

$$N = \frac{E * k_k * S * z}{n * \Phi_l * \eta}, \quad (4.5)$$

где E - нормируемая освещенность для данного вида работ, k_z - коэффициент запаса, S - площадь помещения, $z=1,1\div 1,2$ - коэффициент неравномерности освещения, n - число ламп в светильнике, $\Phi_{\text{л}}$ - световой поток одной лампы, η - коэффициент использования.

Для проектных залов и конструкторских бюро значение E выбирается равным $E=500$ лк. Для этого же типа помещений с искусственным освещением газоразрядными лампами $k_z=1,5$.

Площадь рассматриваемого помещения равна: $S=L*B=8*5=40$ [м²].

Число светильников равно:

$$N = \frac{500 * 1,5 * 40 * 1,15}{2 * 3570 * 0,54} = 8,31 \approx 8 \text{ [шт]}$$

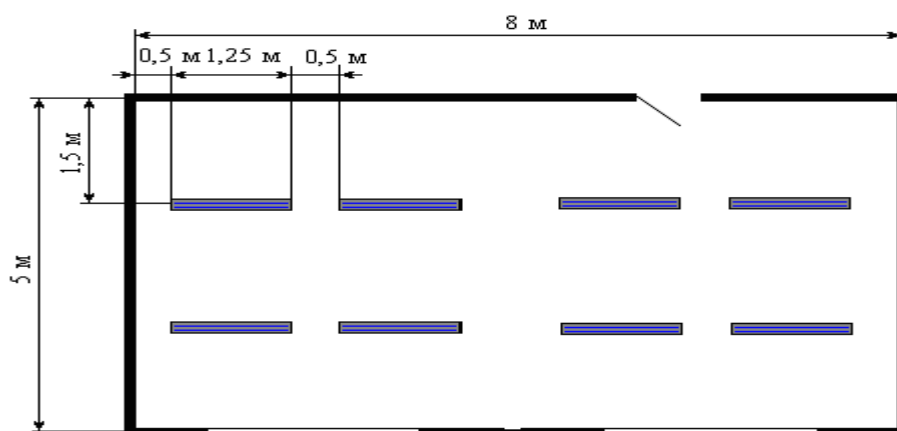


Рисунок 4.3 – Схема размещения светильников (вид сверху)

Светильники расположим в 2 ряда по 2 светильника в каждом ряду. Расстояние от стены до первого и последнего ряда светильников составляет 1,5 м, между двумя соседними рядами – 2 м. В ряду светильники располагаются на расстоянии 0,5 м, а внешний край первого и последнего светильника в ряду отстает от стены также на 0,5 м. Схема расположения светильников приведена на рисунках 5.3 (вид сверху).

4.4 Расчет противопожарной безопасности

Электрическая пожарная сигнализация, которая включает в себя: инструменты детекторы, установка в основном помещении; получение пожарной сигнализации в точке где дежурный персонал; автоматические детекторы монтируется на потолке.

Для системы пожарной сигнализации используем кабели комплексной системы слаботочной сети или самостоятельные кабели.

Исправность систем пожарной сигнализации в процессе их эксплуатации контролируют специалисты пожарного контроля.

В качестве извещателя будем использовать дымовой пожарный извещатель ДИП-3.

При высоте 3.2 м, площадь контролируемая одним извещателем составляет 6.4 м².

Определим количество ДИП-3 по формуле: [22]:

$$M=\text{Ц}\cdot(S\div S_0), \quad (4.6)$$

где Ц - округление до ближайшего большего целого числа;

S - площадь, м²;

S₀-площадь, контролируемая одним ДИП – 3, м².

$$M=\text{Ц}\cdot(32\div 6.0)=5,3 \approx 6 \text{ шт.}$$

Разместим извещатели следующим образом (рисунок 4.4). Это оптимальное расположение извещателей, их оказалось 6.

В качестве пульта извещения установим пульт «Топаз – 3 М»

С учётом того, что к пульту будут подключены все помещения.

Самый дешевый и наиболее распространенных средства тушения пожаров является вода. Он имеет высокую теплоёмкость и большое испарение, что позволяет эффективно удалять тепло из очагов пожара. Вода подается к месту пожара потока через шланг, который подключен к свободный конец вала металла, используется для формирования и направления для струй. Для тушения электроустановок, находящихся под напряжением не использовать воду без специальных мер защиты от поражения током электронных через поток воды.

На стенах зданий и вблизи колодцев с гидрантами устанавливаются специальные указатели. Пожарный кран размещаем в коридоре зданий и устанавливаются на высоте 1,35 м от пола. Вместе с пожарными рукавами и стволом пожарный кран они помещаем в специальный шкаф.

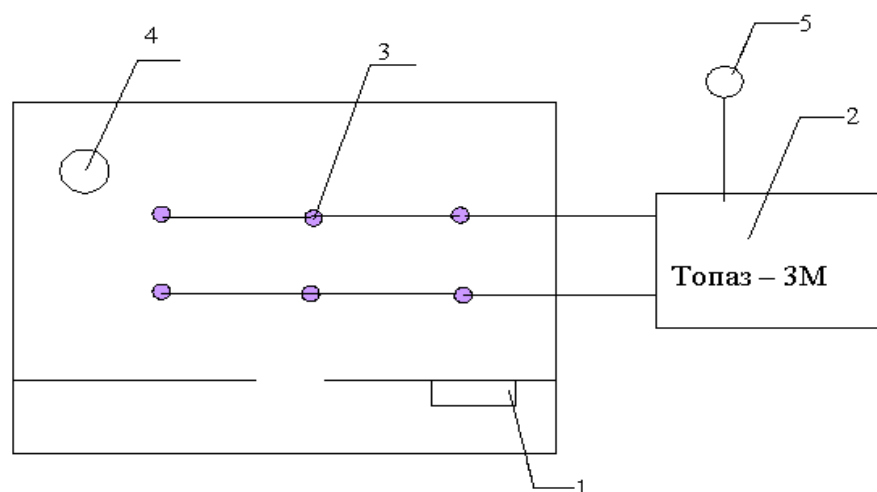
В помещении устанавливаем порошковый огнетушитель типа ОПУ-8.

Огнетушители порошковые унифицированные типа ОПУ предназначены для тушения пожара класса А (твёрдых веществ), класса В (жидких веществ), класса С (газообразных веществ) и электроустановок до 1000 В. Правила приведения в действие огнетушителя приведены на этикетке. Все огнетушители подвергаются периодической проверке и перезарядке

Технические характеристики приведены в таблице 4.4.

Таблица 4.4 - Характеристики огнетушителя ОПУ – 8

Наименование параметров	Нормы для типоразмеров огнетушителей
Масса огнетушащего вещества, кг	8
Длина порошковой струи, м не менее	5
Время приведения огнетушителя в действие, с не более.	5
Время выхода порошка, с не менее	12
Остаток огнетушащего порошка, % не более.	10
Температура среды доступная для использования, С	от - 30 до +50
Габаритные размеры: Диаметр, мм Высота, мм	163 570
Масса заряженного огнетушителя, кг	13,5
Площадь тушения класса В, м ² не менее	3,8
Рабочее давление, Мпа	1,2
Вместимость корпуса, г	8



- 1 - пожарный кран;
- 2 - сигнальный пульт;
- 3 - датчики;
- 4 - огнетушитель;
- 5 - колокол.

Рисунок 4.4 - Оснащение помещений противопожарными средствами

5 Бизнес-план

5.1 Цель и задачи проекта

Целью данного дипломного проекта является разработка сети IP-TV в микрорайоне Айнабулак, и оказание услуг IP-TV предоставляемой компанией «Казахтелеком».

От АТС где находится станционный блок LTE-8ST прокладывается волоконно-оптический кабель ОК-12. Оптический сплиттер имеет два магистральные оптические волокна каждое рассчитано на подключение 32 абонентов. Каждое магистральное оптическое волокно прокладывается по существующей кабельной канализации к дому микрорайона и заводится в подъезд дома до оптического распределительного бокса (ОРБ-32) расположенного на втором этаже. В ОРБ-32 магистральное оптическое волокно соединяется с входным портом сплиттера 1x32, а выходные порты сплиттера соединяются с оптическим кроссом на 32 соединения. В ОРБ-32, ОРБ-64 магистральное оптическое волокно соединяется с входным портом сплиттера 1x32, 1x64 а выходные порты сплиттера соединяются с оптическим кроссом на 32, 64 соединения. В оптический кросс заводится вертикальный 32, 64 волоконный кабель длиной 20 м. 32, 64 оптических волокна расключаются к абонентам. В каждую квартиру заводится оптическое волокно в абонентский оптический терминал ONT серии NTP-RG-1402G.

Сеть абонентского доступа должна отвечать как требованиям цифровой телефонии, так и задачам перспективных телекоммуникационных технологий.

Традиционный метод подключения абонента по абонентская станция на целевом устройстве и не решить всех проблем, стоящих перед современной телекоммуникационной сети. Цена медного кабеля и прокладки. Кабель канал заторов в городах, в сочетании с ограниченной пропускной способностью, которая решается путем увеличения количества линий, делает поиск альтернативных путей решения проблемы доступа.

Цель создания современной сети доступа максимально возможным приближением элементов сети абоненту. Сохранение, не тратя дополнительные ресурсы на установку оборудования. Для достижения максимально возможных экономических и социальных последствий.

5.2 Описание проекта

Мультисервисный доступ система является очень перспективным для развития коммуникации, потому что последствия являются качественные

показатели, значительно расширяет спектр условий услуги, целевые даты для ликвидации коррупции, даже с повышенной стоимостью оборудования требуется меньшее количество персонала. Для реализации данного проекта было выбрано оборудование оптического абонентского доступа TurboGEPON компании Eltex.

5.3 Услуги

Оптические сети абонентского доступа имеют ряд преимуществ перед другими сетями:

- упрощение сети за счет использования универсального оборудования;
- надежность и самовосстанавливаемость сети за счет использования высоконадежных волоконно–оптических кабелей, использование режимов работы оборудования и сетей в целом, применение для сетей архитектурных решений, обеспечивающих возможность самовосстановления;
- гибкость управления сетью за счет органически встроенной системы выделения полосы пропускания по требованию в считанные секунды за счет реализации возможностей системы управления;
- прозрачность для передачи любого трафика, обусловленная использованием универсальных информационных структур;
- универсальность применения;
- простота наращивания мощности.

Описание предоставляемой услуги.

Технология Triple Play, или новое поколение телекоммуникационных услуг, предоставляющих доступ к интерактивным услугам связи по одному информационному каналу.

Triple Play это наличие современной телекоммуникационной сети (обычно на основе IP/MPLS), по которой конечному пользователю доставляют интерактивные и мультимедийные сервисы, как правило, вещательного качества, объединенные тремя компонентами: данные, голос и видео. Под голосом подразумевается телефония - традиционная или, скажем, видеоконференции.

Данные — это доступ в Интернет и другие услуги, предназначенные для доступа к публичным сетям. Видео интерактивное телевидение (она также называется IP-TV) как просмотр непосредственно к ТВ и видео по запросу, онлайн обучения и многое другое.

Основными потенциальными заказчиками IPTV являются местные операторы. Доходы операторов от услуг традиционной телефонии и модемного доступа в Интернет снижаются, а значит клиентам, предлагаются новые сервисы.

5.4 Расчет капитальных затрат

Капитальные затраты определим по формуле (5.1):

$$K = C + K_M + K_Y \quad (5.1)$$

где C – цена оборудования сети;

K_M – стоимость рабочих мест в год;

K_Y – стоимость монтажа и установки оборудования (берем 10% от стоимости оборудования, из-за сложности проведения работ)

В таблице 5.1 приведено оборудование и его стоимость для построения сети абонентского доступа на 5 домов.

Расчет затрат на организацию рабочего места приведено в таблице 5.2.

Общая стоимость организации рабочего места: 85 000 тенге.

В таблице 5.1 приведены наименования и стоимость оборудования для построения сети доступа на 5 объектов.

Т а б л и ц а 5.1 - Наименование и стоимость оборудования для построения сети на 5 домов

Наименование оборудования	Кол-во	Цена, тенге	Стоимость, тенге
OLT LTE-8ST, 8 портов SFP-xPON, 4 combo-port 10/100/1000, встроенный коммутатор L2+, RSSI	1	1 356 701	1 356 701
SFP xPON 2,5 GE модуль 20 км, 1 волокно	5	374 400	1 872 000
Линейное пассивное оборудование (ОРБ-32, ОРБ-16 с фурнитурой, панелями для терминации кабелей, сплиттерами 1:2, 1:32 и 1:64, шнурами и соединителями) на 1 дом	5	429 360	2 146 800
Пассивное оборудование жилых домов: межэтажный кабель, этажная разводка, оптические розетки и механические соединители волокон на 1 дом	5	401 136	2 005 680
ONT NTE-RG-1402G	150	29878	4 481 700
Оптический 12-волоконный кабель	500 м	155 тг/м	77500
Оптический кабель (drop-кабель, волокно G.657A)	6400 м	153 тг/м	979 200
Итого			12 919 581

В таблице 5.2 приведены расчеты затрат на организацию рабочего места.

Т а б л и ц а 5.2 - Расчет затрат на организацию рабочего места

Наименование	Цена, тенге	Кол-во	Стоимость, тенге
Компьютер (системный блок, монитор)	60 000	1	60000
Компьютерный стол	10 000	1	10000
Стул	3 000	1	3000
Шкаф	12 000	1	12000
Итого:			85000

Рассчитаем капитальные затраты по формуле (5.1):

$$K = 12\,919\,581 + 85\,000 + 1\,291\,958 = 14\,296\,539 \text{ тенге}$$

$$K_y = 12\,919\,581 * 0,1 = 1\,291\,958 \text{ тенге}$$

Т а б л и ц а 5.3 - Капитальные затраты

Наименование затрат	Стоимость, тенге
Стоимость оборудования, (Ц)	12 919 581
Стоимость рабочих мест, (Км)	85 000
Установка и монтаж оборудования, (Ку)	1 291 958
Итого	14 296 539

5.5 Расчет годовых эксплуатационных расходов

Эксплуатационные расходы определим по формуле (5.2): [24]:

$$\Xi = \Phi OT + O_c + A + M + C_{\text{ЭЛ}} + C_{\text{АДМ}}, \quad (5.2)$$

где ΦOT – фонд оплаты труда (основная и дополнительная заработная плата);

O_c – социальный налог;

A – амортизационные отчисления;

M – затраты на материалы и запасные части;

$C_{\text{ЭЛ}}$ – электроэнергия со стороны производственных нужд;

$C_{\text{АДМ}}$ – прочие административные управленческие и эксплуатационные расходы.

Для вычисления заработной платы в таблице 5.4 приведем среднемесячные оклады обслуживающего персонала.

В годовой фонд заработной платы включается дополнительная заработная плата (работа в праздничные дни, сверхурочные и т.д.) в размере 30% от основной заработной платы.

Таблица 5.4 – Среднемесячные оклады обслуживающего персонала

Список персонала	Количество	Ежемесячная з.пл, тенге на 1 работника	З.пл в год, тенге на 1 человека	Всего фот, тенге в год
Инженер	1	60 000	720 000	720 000
Техник	2	40 000	480 000	960 000
Итого				1 680 000

Дополнительная заработная плата рассчитывается по формуле (5.3):

$$З_{\text{пдоп}} = З_{\text{посн}} \cdot 0,3, \quad (5.3)$$

где $З_{\text{посн}}$ - годовой фонд основной заработной платы.

Подставив значения в (5.3) найдем годовой фонд дополнительной заработной платы

$$З_{\text{пдоп}} = 1\,680\,000 \cdot 0,3 = 504\,000 \text{ тенге}$$

Фонд оплаты труда складывается из основной, дополнительной заработной платы:

$$\text{ФОТ} = З_{\text{посн}} + З_{\text{пдоп}} \quad (5.4)$$

Определим фонд оплаты труда по формуле (5.4)

$$\text{ФОТ} = 1\,680\,000 + 504\,000 = 2\,184\,000 \text{ тенге}$$

Отчисления на социальный налог составляют от 11% и пенсионный 10 %
 $Ос = 0,11 \cdot (\text{ФОТ} - (\text{ФОТ} \cdot 0,1)) = 216\,216 \text{ тенге.}$

Сумма амортизационных отчислений начисляется по единым нормам, которые устанавливаются в процентах от стоимости основных фондов формула (5.5): [24]:

$$A_0 = \frac{\Phi \cdot H_A}{100\%}, \quad (5.5)$$

где Φ – балансовая стоимость основных фондов, тенге;
 H_A – норма амортизационных отчислений.

Найдем амортизационные отчисления для оборудования, компьютеров и офисной мебели из (5.5).

Для оборудования для построения сети амортизация составляет 25% от цены оборудования:

$$A1 = 14\,296\,539 \cdot 0,25 = 3\,574\,135 \text{ тенге}$$

Амортизация компьютеров составляет 40% от цены:

$$A2 = 60\,000 \cdot 0,4 = 24\,000 \text{ тенге}$$

Амортизация офисной мебели составляет 15% от цены:

$$A3 = 25\,000 \cdot 0,15 = 3\,750 \text{ тенге}$$

$$A = A1 + A2 + A3 = 3\,574\,135 + 24\,000 + 3\,750 = 3\,601\,885 \text{ тенге}$$

Затраты на электроэнергию рассчитаем по следующей формуле (5.6):

$$C_{\text{эл.}} = W \cdot T \cdot S, \quad (5.6)$$

где $C_{\text{эл}}$ – стоимость электроэнергии

W - потребляемая мощность $W = 400 \text{ Вт}$;

T - количество часов работы $T = 2200 \text{ ч/год}$;

S - стоимость киловатт-часа электроэнергии $S = 17,0 \text{ тенге / кВт-час}$.

Рассчитаем затраты на электроэнергию по формуле (1.6):

$$C_{\text{эл}} = 0,4 \cdot 2200 \cdot 17,0 = 14\,960 \text{ тенге}$$

Мощность, потребляемая на прочие нужды, берется в размере 5% от мощности, потребляемой основным оборудованием.

Стоимость электроэнергии, потребляемой на прочие нужды:

$$C_{\text{эл.пр}} = C_{\text{эл}} \cdot 0,05 = 14\,960 \cdot 0,05 = 748 \text{ тенге}$$

Общие затраты на электроэнергию:

$$C_{\text{эл.общ}} = C_{\text{эл}} + C_{\text{эл.пр}} = 14\,960 + 748 = 15\,708 \text{ тенге}$$

Затраты на материалы и запасные части и текущий ремонт составляют 5% от стоимости системы:

$$M = 12\,919\,581 \cdot 5\% = 645\,979 \text{ тенге}$$

Стоимость административных расходов составляет 10% от себестоимости:

$$C_{\text{ADM}} = 12\,919\,581 * 10\% = 1\,291\,958 \text{ тенге.}$$

Таким образом, эксплуатационные расходы исходя из (6.2) составят:

$$\Xi = 2\,184\,000 + 216\,216 + 3\,601\,885 + 15\,708 + 645\,979 + 1\,291\,958 = 7\,955\,746 \text{ тенге.}$$

Сведем данные по эксплуатационным расходам в таблицу 5.5 и определим удельный вес каждой статьи расходов.

Таблица 5.5 – Эксплуатационные расходы

Статьи эксплуатационных затрат	Стоимость, тенге
Фонд оплаты труда	2 184 000
Социальный налог	216 216
Амортизационные отчисления	3 601 885
Затраты на электроэнергию	15 708
Затраты на материалы и запасные части	645 979
Прочие расходы	1 291 958
Итого:	7955746

Таким образом доля фонда оплаты труда составляет 28,2%, социальный налог 0,3%, амортизационные отчисления 46,4%, затраты на электроэнергию 0,1%, затраты на материалы и запасные части 8,3%, прочие расходы составляет 16,7% от общей суммы эксплуатационных затрат.

На рисунке 5.1 приведена диаграмма, где показана доля (в процентах) каждой из эксплуатационных затрат от сумм всех эксплуатационных затрат.

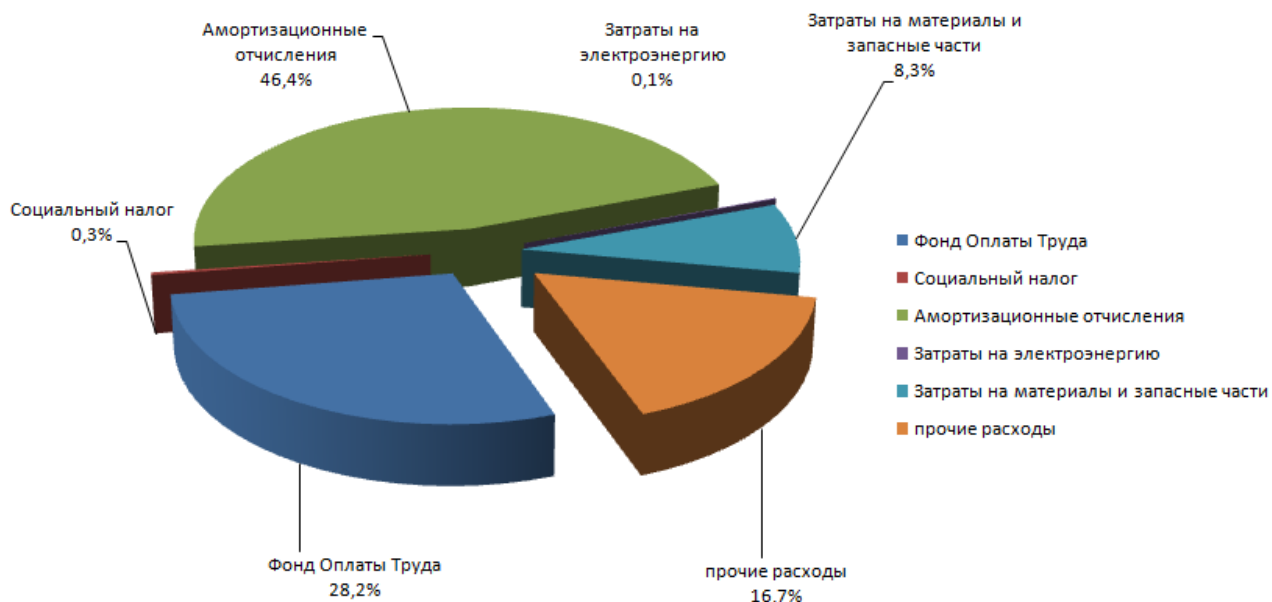


Рисунок 5.1 - Диаграмма эксплуатационных затрат

5.6 Расчет доходов

Доходы от основной деятельности – это доходы, вырученные от реализации услуг связи по действующим тарифам.

Тарифные доходы АТС определяются на основании абонентской платы и числа номеров в каждой абонентской группе.

$$Д_{т} = \sum (t_i \cdot N_i), \text{ тенге} \quad (5.7)$$

где t_i – абонентская плата за один номер i -категории;

N_i – число номеров в каждой абонентской группе.

На проектируемой сети абонентского доступа всего 150 абонентов, предусмотрены следующие категории абонентов:

- юридические лица – 150 номеров;
- услуга Triple Play – 150 абонентов.

Абонентская плата за один номер, без временной системы оплаты:

- юридические лица ID TV + ID Phone + Megaline Hit – 5700 тенге.

Стоимость IDTV + ID Phone + Megaline Hit - плата за подключение к порту – 2000 тенге, ежемесячная плата 5700 тенге.

$$Д_{т} = (150 \cdot 5700) \cdot 12 + 150 \cdot 2000 = 10\,260\,000 + 300\,000 = 10\,560\,000 \text{ тенге.}$$

Внедрение IP-TV в сеть очень выгодно для операторов связи, что и предоставляет компания «Казахтелеком». Однако в процессе реализации этой

программы оказалось, что достигается высокая окупаемость вложений. К дорогостоящему оборудованию, расположенному на станции можно подключить множество таких районов, и следственно затраты заметно снизятся и рентабельность подскочит до 100, а то и более процентов.

5.7 Расчет показателей экономической эффективности

Прибыль предприятия – это доходы предприятия от основной деятельности за вычетом эксплуатационных расходов. Прибыль предприятия облагается подоходным налогом, который в Казахстане составляет 20%.

Прибыль предприятия до налогообложения.

Доход от основной деятельности определим по формуле (5.8): [25]:

$$\Pi = Д - Э, \quad (5.8)$$

где Д - годовой доход;

Э – эксплуатационные расходы.

$$\Pi = 13\,260\,000 - 7\,955\,746 = 5\,304\,254 \text{ тенге.}$$

Чистая прибыль оставшаяся в распоряжении предприятия – это прибыль после налогообложения.

Сумма, отчисляемая на корпоративный налог с прибыли составит:

$$Н = ЧД \cdot 20\%, \quad (5.9)$$

$$Н = 5\,304\,254 \cdot 0,2 = 1\,060\,850,8 \text{ тенге.}$$

Сумма чистой прибыли после налогообложения составит:

$$\text{ЧП} = \Pi - Н, \quad (5.10)$$

$$\text{ЧП} = 5\,304\,254 - 1\,060\,850,8 = 4\,243\,403,2 \text{ тенге.}$$

Экономическая эффективность проекта составит:

$$E = \frac{\text{ЧП}}{К} = \frac{4243403,2}{14296539} = 0,23 \quad (5.11)$$

Срок окупаемости – это величина, показывающая, за какой период времени произойдет возврат денежных средств (капитальных вложений), затраченных на организацию предприятий. Срок окупаемости определим как

отношение капитальных затрат к чистой прибыли предприятия:

$$T = \frac{K}{\text{ЧП}} = \frac{14296539}{4243403,2} = 3,4 \text{ года} \quad (5.12)$$

Таким образом, средства, вложенные в проектирование сети абонентского доступа на базе технологии Turbo GERON, компания вернет вложенные средства за 3,2 года.

Все экономические показатели по проекту создания сети абонентского доступа на базе технологии Turbo GERON сведем в таблицу 5.6.

Т а б л и ц а 5 . 6 – Показатели экономической эффективности проекта

Показатели	Сумма, тенге
Капитальные затраты	14 296 539
Эксплуатационные расходы	7 955 746
Прибыль до налогообложения	5 304 254
Прибыль после налогообложения	4 243 403,2
Экономическая эффективность	0,23
Срок окупаемости	3,4

Так как деньги имеют временную ценность, то в расчетах проекта следует их учесть. Ставка дисконтирования составляет $r_0 = 20\%$.

Коэффициент дисконтирования рассчитывается по формуле: [25]

$$\alpha = \frac{1}{(1+r)^t} \quad (5.13)$$

где α_t – коэффициент дисконтирования,

r – норма дисконта (0,20),

t – номер шага.

Пусть делается прогноз, что инвестиция будет генерировать в течение $t=1,2,\dots,n$ лет, годовые доходы в размере $P_1, P_2, P_3, \dots, P_t$.

Определяется величина дисконтированных доходов (PV) по формуле:

$$PV = \sum_{t=1}^{t=n} \frac{P_t}{(1+r)^t} \quad (5.14)$$

где, r – ставка дисконты (20%)

t – год:

1 год $PV = 4420211,67$;

2 год $PV = 3683509,72$;

3 год PV = 3069591,44;
 4 год PV = 2557992,86;
 5 год PV = 2131660,72.

Для определения экономической эффективности проекта рассчитываем чистую текущую стоимость проекта.

Чистая текущая стоимость проекта определяется по формуле:

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{P_t}{(1+r)^t} - I, \quad (5.15)$$

где I – сумма первоначальных инвестиций;
 r – норма дисконта;
 n – срок проекта (лет);
 P_t – денежный поток в году t.

$$\sum_{t=1}^n \frac{P_t}{(1+r)^t} = 15862966,41 \text{ тенге}$$

$$NPV = 15862966,41 - 14296539 = 1566427,41 \text{ тенге}$$

NPV > 0, проект прибыльный и его следует принять.

Индекс рентабельности представляет собой отношение суммы приведенных эффектов к величине инвестиционных затрат. Индекс рентабельности (PI) рассчитывается по формуле:

$$PI = \frac{\sum_t \frac{P_t}{(1+r)^t}}{IC} \quad (5.16)$$

$$PI = 15862966,41 / 14296539 = 1,11$$

Из этого показателя так же видно, что проект следует принять, т.к. рентабельность больше единицы.

Срок окупаемости инвестиций, для полного возмещения первоначальных затрат определяется момент, когда денежный поток доходов сравнивается с суммой денежных потоков затрат.

Общая формула (5.17) расчета показателя DPP имеет вид:

$$DPP = t, \text{ при котором } P_t > 1, \quad (5.17)$$

где P_t – чистый денежный поток доходов.

Все расчеты производились с использованием персонального компьютера в программе MS Excel и приведены в таблице 5.7.

Ставка прибыли (норма дисконты r) равна 20 % в год.

Т а б л и ц а 5 . 7 – Оценка экономической эффективности

Показатели	Проектный период				
	1 год	2 год	3 год	4 год	5 год
Чистый денежный поток (P_t), тг	5 304 254				
Кап. влож. тг	14 296 539				
Норма дисконта	0,20				
Коэффициент диск-ния, α	0,83	0,69	0,58	0,48	0,40
Чистая текущая стоимость (PV), тг	4420211,67	3683509,72	3069591,44	2557992,86	2131660,72
NPV, тг	1566427,41				
Индекс доходности (PI)	1,11				
Чистая текущая стоимость с нарастающим итогом, тг	- 9876327,33	- 10613029,28	- 11226947,56	- 11738546,14	- 12164878,28

После проведенных расчетов представим графически точку окупаемости инвестиционного проекта (рисунок 5.2).

Т а б л и ц а 5 . 8 – Основные показатели проектирования сети

Показатели	Значения
Капитальные затраты, тенге	14 296 539
Эксплуатационные расходы, тенге	7 955 746
Прибыль до налогообложения, тенге	5 304 254
Прибыль после налогообложения, тенге	4 243403,2
Срок окупаемости без дисконтирования, год	3,4
Коэфф-т абсолют.экон.эффективности	0,23
NPV, тенге	1566427,41
Индекс доходности, PI	1,1
Срок окупаемости с дисконтированием, год	5

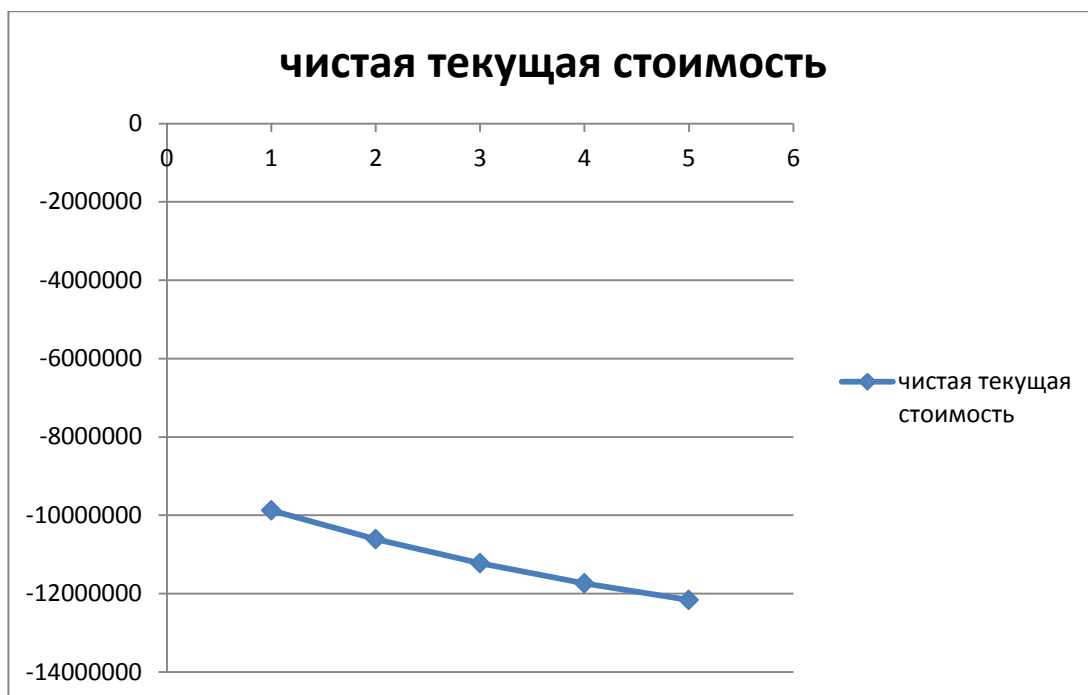


Рисунок 5.2 – График окупаемости инвестиционного проекта

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Одна из главных задач стоящих перед современным TCNS, так называемый «последней мили» проблемы, как потенциальных Биг-бэнда клавиатуры для индивидуальных и корпоративных абонентов для минимальной учетной записи. Для решения этой проблемы, используем технологии FTTx и технологии пассивных оптических сетей.

На вычислениях подготовки результатов это возможно безопасно, чтобы сказать, что этот проект не только полностью покрывает стоимость непосредственно, но и начнет приносить прибыль уже в конце 2014 году.

Осуществление этого проекта очень важно. Этот проект будет не только укрепить позиции АО "Казахтелеком" на казахстанском рынке телекоммуникаций, но и сделать его монополию в этой отрасли.

Уровень развития экономики Казахстана в целом, непосредственно зависит и от телекоммуникационного развития рынка в частности.

В разделе «Охрана труда и безопасность жизнедеятельности» было подробно рассмотрено операторское помещение, а именно затронуты некоторые вопросы создания благоприятных условий труда. Для освещения помещений будем использовать люминесцентные газоразрядные лампы ЛД мощностью 65 Вт и номинальным световым потоком 3570 лм. В качестве светильников будем использовать светильники типа ЛОУ-2х40-1001. В каждый светильник устанавливается по две лампы. Таким образом, для создания нормированной освещенности необходимо применить 6 лампы типа ЛД мощностью 65 Вт каждая.

Согласно расчетам, выбрали оптимальное расположение 6 точек извещения, чтобы установить консоль, панель управления «топаз-3М» типа сухих порошковых огнетушителей, ОПУ-8 разместили в помещении.

Основные показатели проектирования сети показали, что эксплуатационные расходы составляют 7 955 746 тенге, прибыль до налогообложения 5 304 254 тенге, а после налогообложения 4 243 403,2 тенге, срок окупаемости с дисконтированием пять лет.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

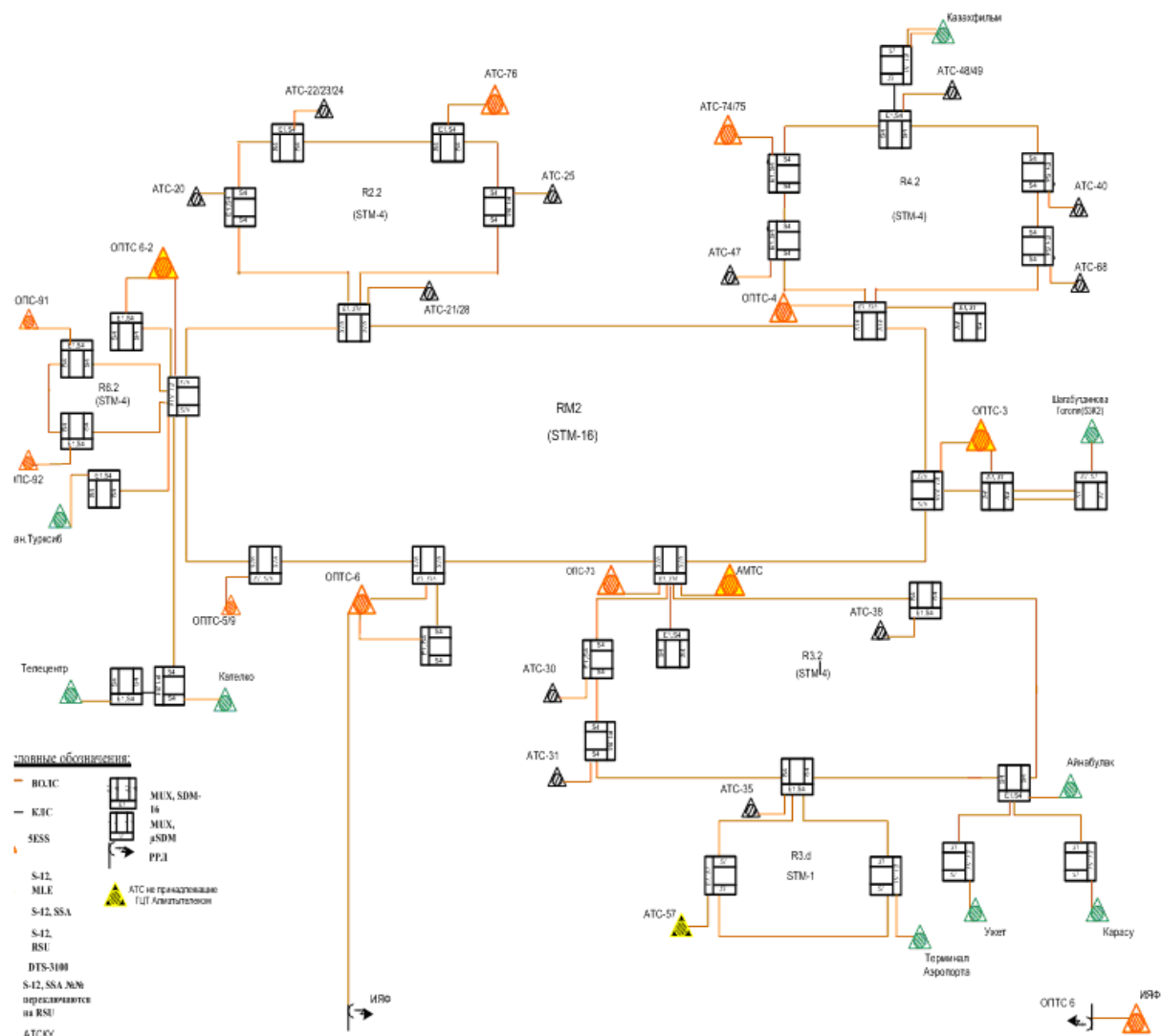
- 1 <http://www.telecom.kz>.
- 2 Крендзель А.В., Принципы проектирования перспективных сетей абонентского доступа- Сети связи, №11, 1998 г.
- 3 Бакланов И. Г. Технологии ADSL/ADSL2+: теория и практика применения. – М.: Метротек, 2007. – 384 с.
- 4 Балашов В.А. Технологии широкополосного доступа xDSL. Инженерно-технический справочник.-М., 2009
- 5 Власов В.Е., Парфенов Ю.А. Кабели цифровых сетей электросвязи.- М.: Эко-Трендз, 2005.
- 6 Кабели СКС на сетях электросвязи. Теория, конструирование, применение./под ред. В.Е.Власов и др. - М.: Эко-Трендз, 2006.
- 7 <http://www.oc.ru>
- 8 <http://www.atc-tele.ru>
- 9 <http://eltex.nsk.ru>
- 10 <http://www.huawei.com>
- 11 Ю.М. Гармашова. Мультисервисные сети абонентского доступа. Методические указания к выполнению курсовой работы для студентов специальности 050719 – Радиотехника, электроника и телекоммуникации всех форм обучения.- Алматы: АЭИС, 2008.
- 12 Олифер В. Г., Олифер Н.А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы. 3-е изд. – С-Пб.: Питер, 2006.
- 13 Гольдштейн В.С., Пинчук А.В., Суховицкий А.Л. IP-Телефония. - М.: Радио и связь, 2001. -336с.:
- 14 Казиева Г.С., Ползик Е.В. IP-телефония и видеосвязь. Методические указания к выполнению курсовой работы для студентов всех форм обучения специальности 5В071900 - Радиотехника, электроника и телекоммуникации. - А., 2010.
- 15 Кузнецов А.Е., Пинчук А. В., Суховицкий А.Л. Построение сетей IP-телефонии / Компьютерная телефония.- 2000.- №6.
- 16 Шаврин, С.С. Оценка мешающего воздействия электрического эха на абонентов // Электросвязь. - 2008. - N 9. - С. 54 - 56.
- 17 СанПиН 2.2.4.548-96 Физические факторы производственной среды. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. Санитарные правила и нормы.
- 18 ГОСТ 12.1.005. параметры микроклимата. – А.: Издательство стандартов, 2006
- 19 Баклашов Н.И. Китаев Н.Ж. Охрана труда на предприятиях связи и охрана окружающей среды. – М.: Радио и связь, 1989.
- 20 Хакимжанов Т.Е. Охрана труда: Учебное пособие для вузов. - Алматы: Эверо, 2006. – 264 с.
- 21 Абдимуратов Ж.С., Мананбаева С.Е. Безопасность жизнедеятельности. Методические указания к выполнению раздела «Расчет

производственного освещения» в выпускных работах для всех специальностей. Бакалавриат - Алматы: АИЭС, 2009. - 20 с.

22 Базылов К.Б., Алибаева С.А., Бабич А.А. Методические указания по выполнению экономического раздела дипломной работы бакалавров для студентов всех форм обучения специальности 050719 – Радиотехника, электроника и телекоммуникации. – Алматы: АИЭС, -2009. -19 с.

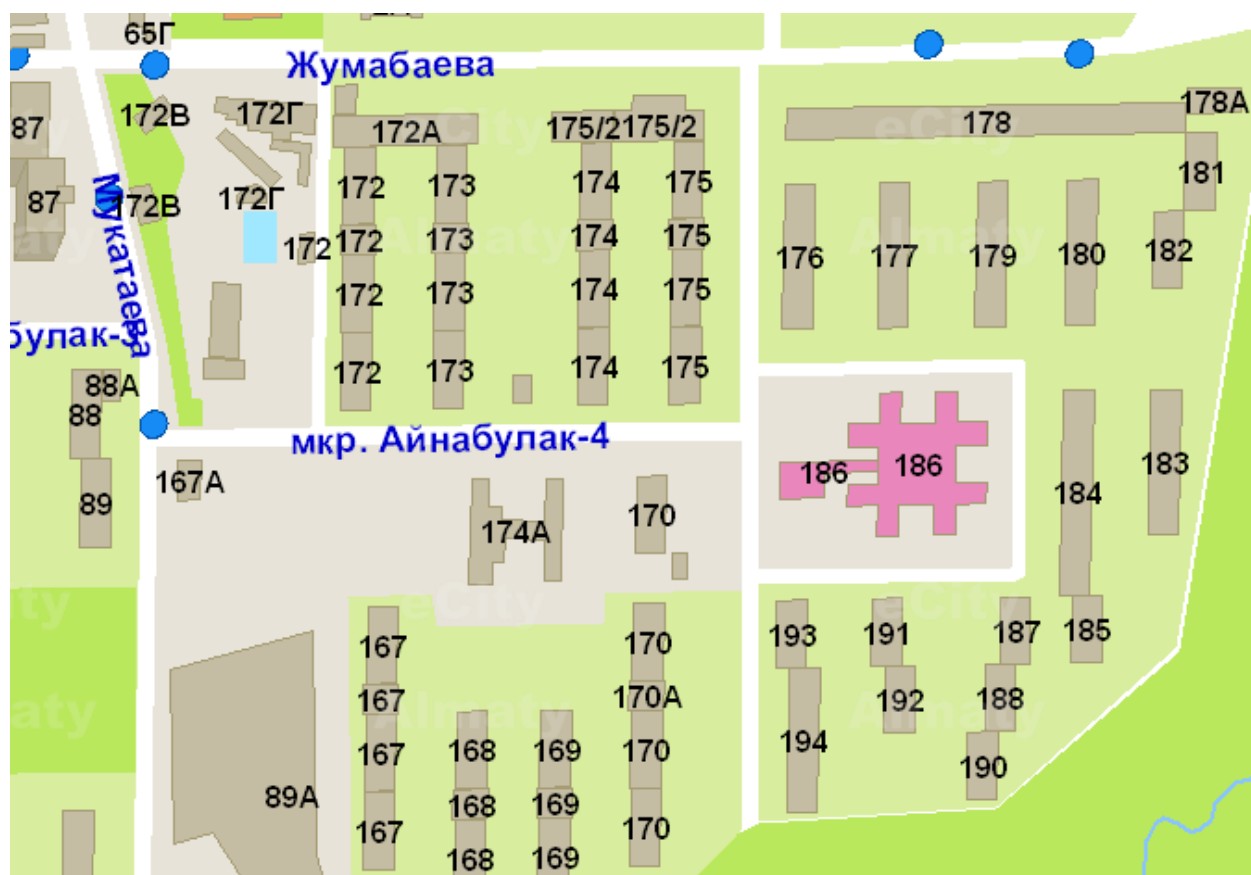
23 Фурсов В.Г. Финансовый менеджмент: конспект базовых лекций. -М.: МАИ, 2010.-125с.

Схема организации связи г. Алматы



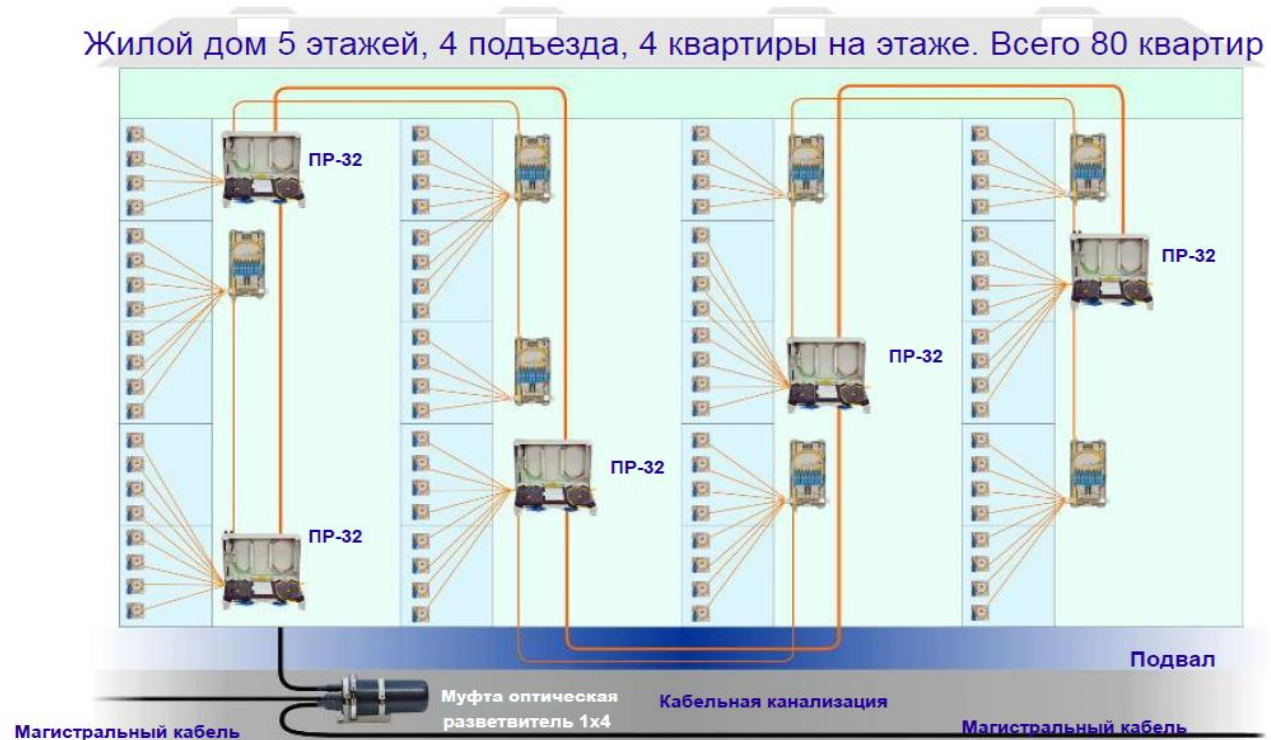
Приложение Б

Карта расположение микрорайона Айнабулак -4



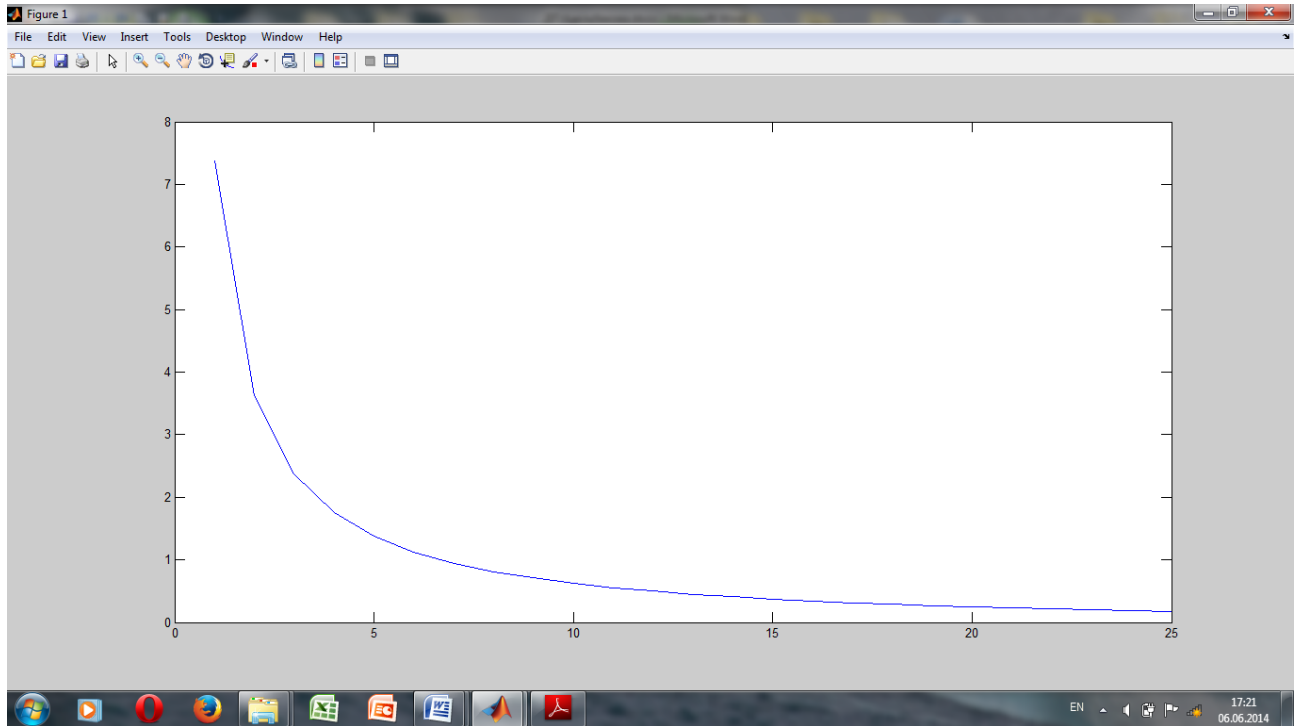
Приложение В

Схема построения домовой сети



ПРИЛОЖЕНИЕ Г

График зависимости коэффициента затухания от километра в системе Matlab.



Приложение Д

Расчет усилия тяжения с использованием программы Mathcad

