

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

ИНСТИТУТ ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

Кафедра информационно-телекоммуникационных систем и технологий

**МОДЕРНИЗАЦИЯ СЕТИ СВЯЗИ В ЗОНЕ ДЕЙСТВИЯ АТС-38
Г. МАЛАБО ЭКВАТОРИАЛЬНАЯ ГВИНЕЯ**

Выпускная квалификационная работа студента

очной формы обучения

направления подготовки 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

4 курса группы 07001208

Оса Манге Модесто Обама

Научный руководитель
канд. техн. наук, доцент
Информационно-
телекоммуникационных
систем и технологий
НИУ «БелГУ» Д.В. Урсол

Рецензент
инженер электросвязи Участка
систем коммутации №1
ПАО «Ростелеком»
г. Белгорода С.В Уманец

БЕЛГОРОД 2016

ВВЕДЕНИЕ

Телекоммуникации включают в себя множество технологий, таких как радио, телевидение, телефон и мобильная телефония, передача данных, компьютерные сети или Интернет. Большая часть этих технологий, которые применяются для удовлетворения военных или научных потребностей, также используются для организации взаимодействия обычных людей – потребителей информации. Телекоммуникационные технологии имеют большое значение в повседневной жизни людей, компаний или учреждений и государственной политике. Поэтому развитие телефонной связи является одним из показателей устойчивой экономики страны.

В Экваториальной Гвинее интенсивно развивается нефтепромышленный комплекс, развитие промышленности требует внедрения телекоммуникационных технологий, т.к. существующие сети уже не справляются с растущими потребностями абонентов.

В качестве коммутационного оборудования используются телефонные станции и телефонные узлы. Необходимость в разработке новых принципов построения сетей электросвязи возникает, как правило, при появлении каждого нового поколения техники передачи и распределения информации. Для телефонной связи внедрение цифровых систем передачи и коммутации представляет собой характерный пример подобного процесса.

В настоящем проекте с учетом выше перечисленных условий и требований рассматриваются вопросы модернизации телефонной сети в зоне действия АТС – 38 г. Малабо Экваториальной Гвинеи. В качестве АТС выбрана коммутационная система EWSD.

Цель проекта – обеспечение жителей г. Малабо телефонной связью и доступом в сеть Интернет, модернизация сети связи в зоне действия АТС-38 г. Малабо Экваториальная Гвинея.

					11070006.11.03.02.177.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		3

1 АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩЕЙ СЕТИ СВЯЗИ Г. МАЛАБО

1.1 Современное состояние ГТС г. Малабо и её развитие

Сеть связи Малабо это самая большая сеть в Экваториальной Гвинее. Плотность телефонов равна 32 %. К 2020 планируется достичь уровня телефонной плотности до 40 %. Согласно прогнозам необходимости установки телефонов для населения, этот показатель почти равен потребностям абонентов..

Динамика развития телефонной связи показана на рисунке 1.1.



Рисунок 1.1 Суммарное количество абонентов телефонной связи в стране (в тысячах), включая фиксированную электросвязь и мобильную связь [1]

Как показал анализ информационных источников, имеются следующие показатели:

Телекоммуникации: Для международной связи преимущественно используется VoIP-телефония, доступная в интернет-кафе и отелях.

Мобильная сотовая связь: Услуги GSM-связи на территории Экваториальной Гвинеи предоставляют международный оператор France Télécom (торговая марка Getesa/Orange) и саудоаравийский оператор Hits Telecom (торговая марка Hits Africa). Стандарт связи GSM 900.

Телефонная система: слабо развитая система с удовлетворительной правительственной связью; наземная станция спутниковой связи: 1 Интелсат (Индийский океан).

Телевизионные вещательные станции: 1.

Интернет-код страны: gq
Интернет-провайдеры: 1.
Количество пользователей: 500.

1.2 Краткая характеристика существующих сооружений сети связи в зоне действия АТС-38

Службы телефонии и Интернета являются очень востребованными в Экваториальной Гвинее, хотя качество доступа к Интернету, также как и подвижная связь все еще имеет многие недостатки. Главная проблема для доступа к Интернету - отсутствие широкополосной транспортной сети, оптическое волокно начали применять недавно.

В 2014 году рынок телекоммуникаций Экваториальной Гвинеи генерирует около \$ 8,5 млн в общем объеме выручки от услуг, увеличившись на 12,0% по сравнению с предыдущим годом. Мобильная телефония по-прежнему является наиболее важным сегментом доходов, что составляет 59,3% от общей выручки в 2014 году. Ожидается, что доход от мобильной связи увеличится, в среднем, на 27,0%, достигнув \$ 23 млн в 2019 году.

Оператор связи Getesa доминирует на рынке телекоммуникаций в стране, предлагая как мобильные, так и фиксированные услуги. С точки зрения абонентов мобильной связи, оператор имеет долю около 80% в 2014 году.

Что касается доходов, оператор также имеет долю более 80%. Gecomsa Муни и другие операторы боролись, чтобы оказать существенное влияние на рынок телекоммуникаций с момента его запуска.

В течение ближайших пять лет, операторы будут использовать все возможности в сегменте услуг передачи данных, в основном за счет диверсификации своего портфеля услуг, на основе голосовых пакетов и передачи данных, и запуске новых услуг, таких как мобильные деньги, мобильные медицинские и социальные пакеты средств массовой информации.

					11070006.11.03.02.177.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		5

Правительство страны поддерживает операторов в развитии этих услуг и обеспечении модернизации сетей для возможности обработки возрастающего трафика данных. [1]

1.3 Экспликация объекта

Малабо является столицей и крупнейшим городом Экваториальной Гвинеи (северный Биоко). Он расположен на северном побережье острова Биоко и имеет население около 187302 жителей.

Официальными языками города и по всей стране, являются испанский (главный и практически единственный язык), французский и португальский.

Малабо является самым старым городом Экваториальной Гвинеи. Именно поэтому можно увидеть много зданий с колониальной архитектурой, которая одновременно сосуществуют с современными зданиями, построенными в прошлом. Город также предлагает многочисленные зеленые и зоны отдыха.

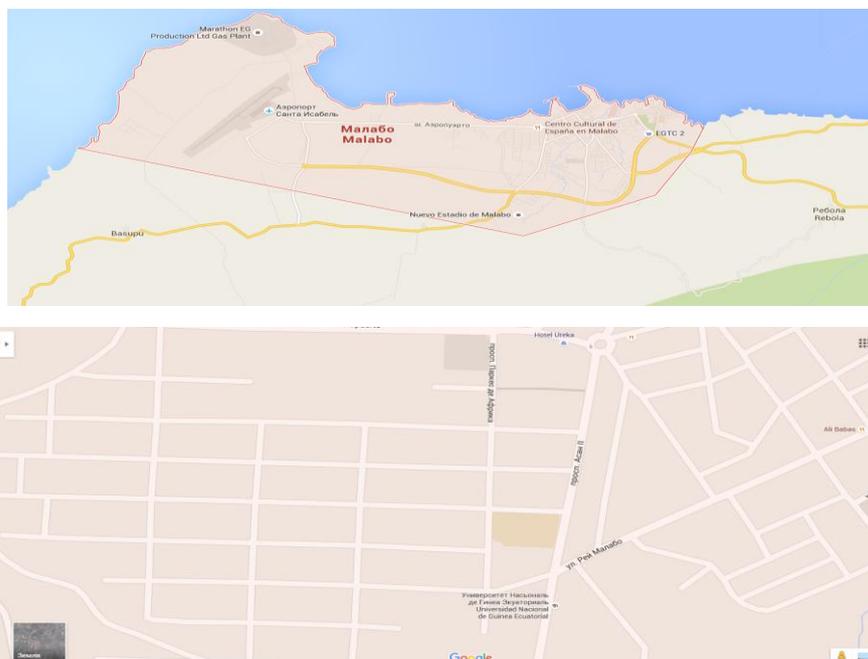


Рисунок 1.2 - Карта района АТС-38 Малабо

					11070006.11.03.02.177.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		6

Мала́бо (исп. Malabo) (до 1973 Санта-Исабель, Santa Isabel) — столица Экваториальной Гвинеи. Расположена в северной части острова Биоко (или Фернандо-По) у подножья затонувшего вулкана. Малабо является главным коммерческим и финансовым центром республики. Несмотря на близкое расположение Экватора, Малабо имеет влажный тропический климат. Город имеет в среднем 1800 мм осадков в год. Малабо имеет небольшой, короткий сухой сезон с декабря по февраль и длинный сезон дождей, охватывающий оставшиеся девять месяцев. Температуры в течение года в городе относительно постоянны, в среднем 25 ° С. Также в городе расположен международный аэропорт, обслуживающий рейсы в Бату (крупный город в континентальной части Экваториальной Гвинеи), в другие страны Африки, Европы и в США. После открытия в 1980-х годах месторождений нефти и их дальнейшей разработки число людей, занятых бизнесом, и темпы развития города выросли, в среднем на 90 %. Здесь расположен главный кампус Национального университета Экваториальной Гвинеи.

Таким образом, возникла необходимость модернизации телефонной сети г. Малабо, расширение абонентской емкости, организация доступа в Интернет. [1, 2]

					11070006.11.03.02.177.ПЗВКР	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		7

2 ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

xDSL – цифровая абонентская линия продолжает быть самым популярным решением, так как может охватить до 78 % линий, хотя растет популярность мобильной связи по технологии WiFi или FTTH (волокно до дома). Однако, эти способы продолжают быть невостребованными в Экваториальной Гвинее, в связи с их высокой стоимостью. На данный момент проникновение группы широкополосных технологий - 0,7 % для WiFi и 1,5 % для FTTH. Подход WiFi-WiMAX - главный путь доступа к Интернету широкой группы абонентов в сельской местности. В разворачиванием оптического волокна, Экваториальная Гвинея приблизится к хорошему уровню относительно других стран.

2.1 Виды технологий xDSL

DSL Цифровая абонентская линия (Digital Subscriber Line):

SDSL Одноканальная/симметричная цифровая абонентская линия (Single Line/

ADSL Асимметричная цифровая абонентская линия (Asymmetric Digital Subscriber Line)

HDSL Высокоскоростная цифровая абонентская линия (High bit (data) rate Digital Subscriber Line)

VDSL Сверхвысокоскоростная цифровая абонентская линия (Very high data rate Digital Subscriber Line)

VADSL Very high speed Digital Subscriber Line (еще один термин для VDSL)

В Экваториальной Гвинее из всего разнообразия более распространена ADSL версия с различными значениями скорости входящих и исходящих

					11070006.11.03.02.177.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		8

соединений. Теоретические пределы этой конфигурации - 24 Mbit/s к пользователю и до 1 Mbit/s от пользователя к сети.

HDSL – применяется, в основном, для корпоративных клиентов. Модемы HDSL позволяют реализовать симметричный обмен 1,544 Mbit/s (T1) или 2,048 Mbit/s (E1), используя передачу full-дуплексную связь одновременно по каждой из пар проводов. Максимальная дистанция между терминалами, в которых возможно её использовать, находится между 3 и 4 км, в зависимости от диаметра и состояния пар меди.

VDSL и VDSL2 версии, которые позволяют получить высокие скорости передачи на коротких участках линий абонента, за счет использования в сетях оптического волокна. [4]

2.2 Технология FTTx

Технология связи FTTx (Fiber to the x) - широкая группа технологий, базирующихся на оптическом волокне, которое заменяло бы общее количество или частично, медь.

FTTx рассматривается как обобщение различных развернутых конфигураций (FTTN, FTTC, FTTB, FTTH...), различаясь из-за последней буквы, которая обозначает точку, до которой проложено волокно.

Технология FTTH предлагает использовать оптическое волокно до дома пользователя или клиента (конечный пользователь). Сеть между абонентом и последним узлом распределения может осуществляться с одними или двумя оптическими волокнами, предназначенными каждому пользователю (связь точка - точка, которая заканчивается топологией в звезде) или оптическая пассивная сеть (PON).

Архитектура, основанная на оптических пассивных делителях определяется как система, у которой нет электронных активных составных частей в сегментах, и главная составная часть которого - сплиттер (splitter),

					11070006.11.03.02.177.ПЗВКР	Лист
						9
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		

который, в зависимости от направления света разделяет входящий сигнал, и распределяет его абонентским оптическим терминалам.

FTTB - (Fiber-to-the-building или Fiber-to-the-basement). В FTTB или «волокну до здания», оптическое волокно обычно заканчивается в промежуточной точке распределения внутри или в окрестностях здания, где проживают абоненты. Далее, из этой промежуточной точки распределения, до конечных абонентов в здании или доме возможна реализация участка доступа по технологии VDSL2 по паре меди или FastEthernet на витой паре CAT6. Таким образом, прокладка волокна может делаться с меньшим количеством времени и с меньшей ценой, повторно используя инфраструктуру здания абонента.

FTTP или оптическое волокно до устройства. Оптическое волокно до устройства FTTP относится к типу технологии связи, где используются кабели оптического волокна для того, чтобы соединять точки распределения, которые находятся ближе к пользователю и имеют выход в ядро сети связи.

В Экваториальной Гвинее системы на основе оптического волокна уже использованы в сетях связи в течение нескольких лет, но главным образом в междугородных сегментах сети, кроме того, что соединяют крупных клиентов и предприятия с необходимостью большого трафика данных. [5, 6]

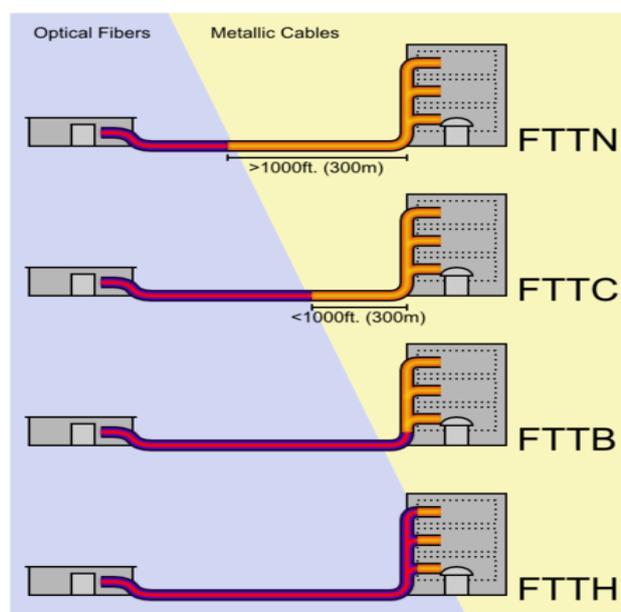


Рисунок 2.1- Технология FTTx

					11070006.11.03.02.177.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		10

2.3 Технология Ethernet

Ethernet это стандарт сетей с организацией доступа по методу CSMA/CD ("Множественный доступ с контролем Несущей частоты и Обнаружением коллизий"). Ethernet определяет характеристики среды передачи и сигнализации физического уровня и форматы данных об уровне соединения данных модели OSI. Ethernet была принята как базовая для редакции международного стандарта IEEE 802.3. На уровне доступа в сети Ethernet используют как витую пару, так и оптическое волокно. [7]

Как показал анализ телекоммуникационных технологий, в Малабо целесообразно применять недорогие решения на уровне абонентского доступа, и оптические технологии на уровне транспорта. Перед внедрением широкополосных решений необходимо модернизировать существующую телефонную сеть, расширить ее абонентскую емкость, поэтому принято решение установить цифровое оборудование немецкой компании Siemens **EWSD**.

					11070006.11.03.02.177.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		11

3 ОПИСАНИЕ СТРУКТУРЫ ЦИФРОВОЙ СИСТЕМЫ КОММУТАЦИИ EWSD

Цифровая система коммутации EWSD версии V.15 сертифицирована для использования в сети электросвязи на международных, междугородных, городских, ведомственных телефонных сетях и на сетях подвижной телефонной связи. На местных телефонных сетях система EWSD может использоваться как опорная станция (ОПС) и опорно-транзитная станция (ОПТС), к которой можно подключить до 600 тысяч абонентских линий (АЛ).

3.1 Характеристики системы EWDS

К транзитным узлам коммутации EWSD может быть подключено до 240 тысяч входящих, исходящих или двунаправленных соединительных линий (СЛ). Цифровая система коммутации EWSD версии V.15 может использоваться и как узел межсетевого взаимодействия. В EWSD реализованы все необходимые для этого функции, такие как сигнализация для международной связи, эхокомпенсация для межконтинентальных и спутниковых соединений, а также функции взаиморасчетов между администрациями сетей связи разных стран. К транзитным узлам коммутации и узлам межсетевого взаимодействия относятся следующие применения EWSD на сети связи:

- транзитная станция местной сети связи (ТС), служит для организации транзитных соединений на местных сетях связи;
- зональный транзитный узел (ЗТУ), служит для взаимодействия местных и внутризоновых сетей связи с междугородной сетью;
- транзитный междугородный узел связи (ТМГУС), служит для организации транзитных соединений на междугородных сетях связи;
- транзитный международный узел связи (ТМНУС) служит для взаимодействия национальной междугородной сети связи с международными сетями.

					11070006.11.03.02.177.ПЗВКР	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		12



Рисунок 3.1 – Применение Системы EWSD

Система EWSD может быть использована также в качестве:

- коммутационного центра подвижной связи (MSC) в сотовых сетях, обеспечивая реализацию всех специфических для мобильной связи функций, необходимых для работы сети подвижной связи 2G/3G;
- узла коммутации услуг (SSP) в интеллектуальных сетях (IN);
- автономного транзитного пункта сигнализации ОКС №7 (STP).

3.2 Архитектура системы

Архитектура системы EWSD включает в себя программное обеспечение и аппаратные средства.

Аппаратные средства системы EWSD подразделяются на следующие 5 подсистем (рис. 3.2): доступа, коммутации, сигнализации, администрирования и управления.

Подсистема доступа служит для подключения цифровых и аналоговых абонентских и цифровых соединительных линий к коммутационному полю. К подсистеме доступа относятся выносные блоки управления (RCU), удаленный коммутационный блок (RSU), который подключается к ОПС через центральный коммутатор временных интервалов (НТИ), локальные абонентские блоки (DLU), линейные группы (LTG).

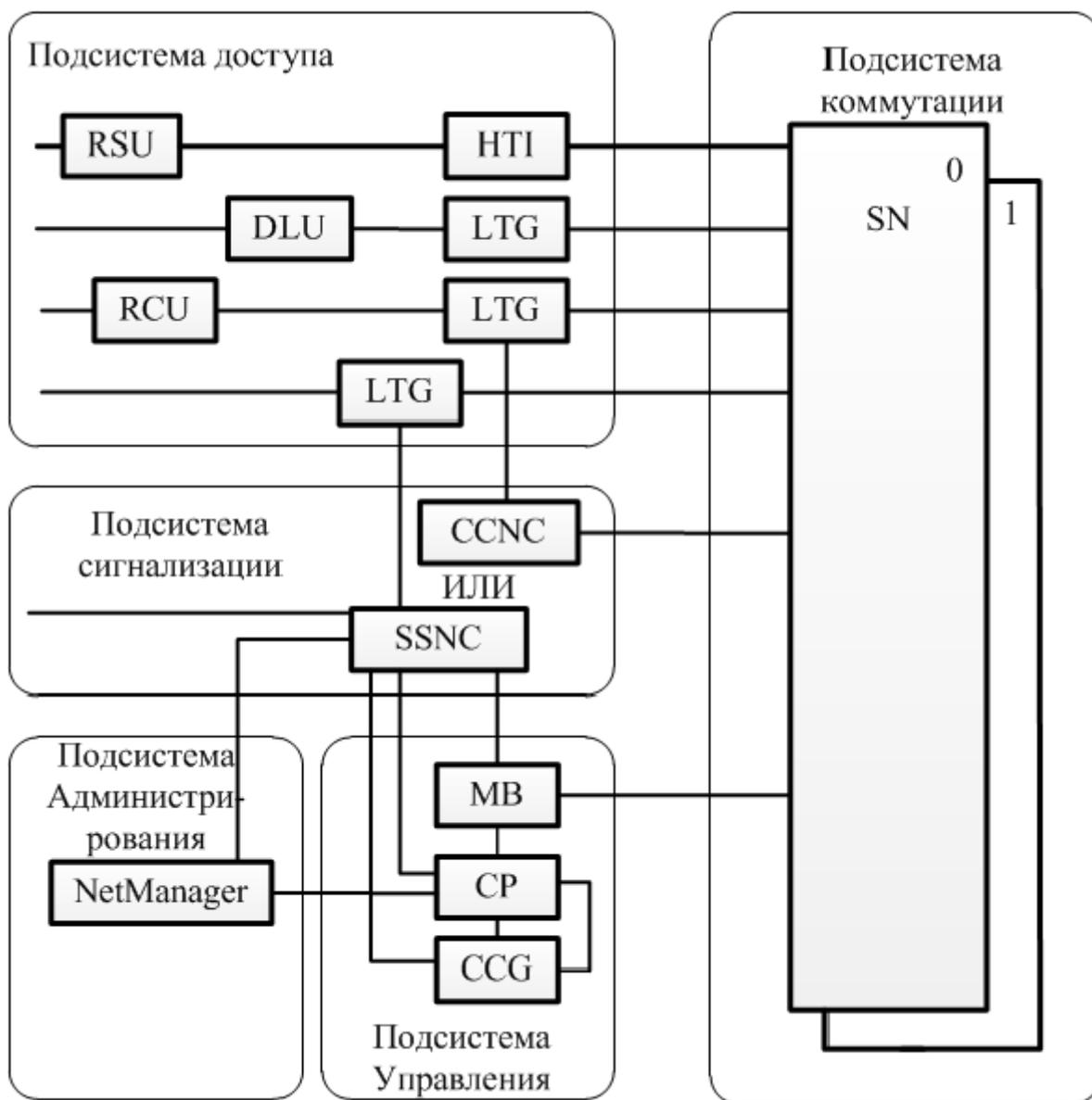


Рисунок 3.2 - Основные функциональные подсистемы EWSD

К подсистеме коммутации относится цифровое коммутационное поле SN. Коммутационное поле соединяет различные подсистемы EWSD. Оно

обеспечивает полнодоступность всех подсистем. Главная задача коммутационного поля состоит в прокючении пользовательских и межпроцессорных соединений между линейными группами LTG. Каждое соединение для надежности одновременно прокючается через обе половины (плоскости) коммутационного поля. Кроме того, коммутационное поле SN коммутирует полупостоянные межпроцессорные соединения между групповыми процессорами GP в линейных группах LTG, а также между групповыми процессорами GP и буфером сообщений MB.

К подсистеме управления относятся координационный процессор CP, буфер сообщений MB и центральный генератор тактовой частоты CCG.

Координационный процессор CP113 представляет собой мультипроцессор, емкость которого наращивается ступенями, благодаря чему он может обеспечить управление работой станции любой емкости с соответствующей производительностью.

Буфер сообщений (MB) служит для организации внутреннего обмена информацией между подсистемами EWSD в пределах одной станции.

Центральный генератор тактовой частоты (CCG) предназначен для обеспечения синхронизации оборудования станции.

Подсистема сигнализации по общему каналу (ОКС №7) оборудована специальным управляющим устройством сети сигнализации по общему каналу CCNC или сетевым контроллером системы сигнализации SSNC. К CCNC можно подключить до 254 звеньев сигнализации. К SSNC можно подключить до 1500 звеньев ОКС №7.

LDID – Local DLU Interface-D – местный цифровой интерфейс DLU, тип D

LIU –Link Interface Unit between LTG and SN – линейный интерфейс между LTG и SN

LTBAM – Loop Test and Bus Access Module – модуль тестовых интерфейсов

LTG – Line Trunk Group –линейные группы

MB – Message Buffer - буфер сообщений

									Лист
									15
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата	11070006.11.03.02.177.ПЗВКР				

PDC – Primary Digital Carrier - первичный цифровой тракт

PHub – Plesiochronous HUB - концентратор пакетов

RCU – Remote Control Unit - удаленный блок управления (абонентский концентратор с замыканием нагрузки в аварийном режиме)

RSU – Remote Switching Unit – удаленный коммутационный блок

RTI - Remote Timeslot Interchange – удаленный коммутатор временных интервалов

SASC-G – Stand-Along Service Control – автономный сервисный контроллер

SDSL – Symmetrical Digital Subscriber Line – симметричная цифровая абонентская линия

SDC – Secondary Digital Carrier - вторичный цифровой поток

SDH – Synchronous Digital Hierarchy – синхронная цифровая иерархия

SIHI/O – Signal Highway, Input/Output - вход/выход сигнальной магистрали

SILC – Signaling Link Control - контроллер терминалов звеньев сигнализации

SLCA – Subscriber Line Circuit, Analog – аналоговый абонентский комплект

SLCD – Subscriber Line Circuit, Digital – цифровой абонентский комплект

SLMA – Subscriber Line Module, Analog – модуль аналоговых абонентских комплектов

Подсистема администрирования служит для выполнения административных функций, а также выполняет административное управление тарифами и состоит из программных модулей NetManager. Аппаратная часть подсистемы администрирования состоит из локальных и удаленных терминалов NetManager, подключенных к дисплею состояний сетевого узла, состоящего из двух блоков:

- контроллера системной панели (СУРС),

- дисплея состояний системы (СУРД).

					11070006.11.03.02.177.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		16

Программное обеспечение имеет модульную структуру. Один или несколько программных модулей объединяются в подсистемы программного обеспечения.

Операционная система EWSD состоит из прикладных программ и пользовательских программ. Прикладные программы приближены к аппаратным средствам и обычно являются одинаковыми для всех коммутационных станций.

Пользовательские программы зависят от конкретного применения станции на сети и варьируются в зависимости от конфигурации станции.

3.3 Применение EWSD на сети связи г. Малабо

АТС-38 будет заменена на оборудование **EWSD**. Транзитный международный узел связи типа EWSD с включенными в него рабочими местами телефонисток (PMT) используется для выхода на международную сеть. Междугородный транзитный узел связи (ТМГУС) служит на междугородной сети для передачи транзитных потоков междугородной нагрузки от/к ЗТУ. Для подключения к местной городской сети используется зонавый транзитный узел (ЗТУ). Для полуавтоматических соединений на ЗТУ и ТМнУС используются рабочие места телефонисток (PMT).

					11070006.11.03.02.177.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		17

4 РАСЧЕТ КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СЕТИ

4.1 Расчет возникающей нагрузки

Таблица 4.1 - Нумерация абонентских линий на ГТС

Номер АТС	Тип АТС	Емкость АТС	Код АТС	Нумерация абонентских линий на ГТС	Нумерация абонентских линий при междугородной связи
АТС-38	EWSD	5000	20/21	200000-216999	222-2 (200000-216999)
АТС-37	EWSD	7000	22/23	220000-231999	222-2(220000-231999)
АТС-36	EWSD	6000	24/25	240000-258999	222-2(240000-258999)
АТС-35	EWSD	6000	25/26	250000-268999	222-2(250000-268999)

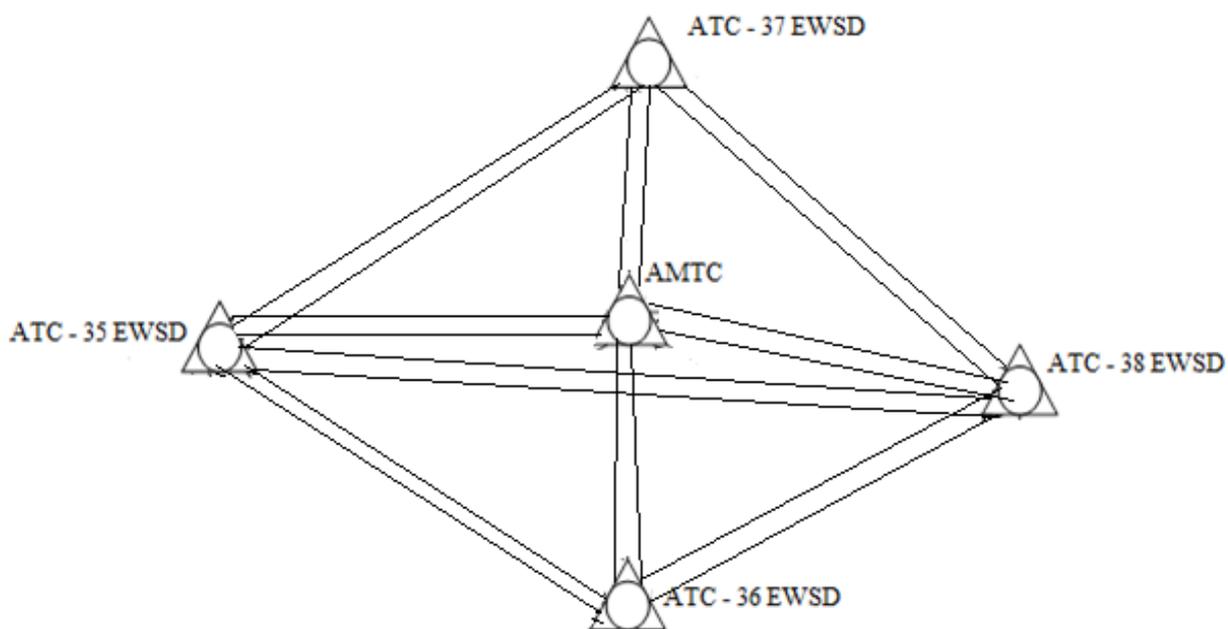


Рисунок 4.1 - Схема организации связи г. Малабо района АТС-38

Таблица 4. 2 - количество жители квартирнного сектора в районе АТС-38

Колич. Дома	Колич. подъезд	Колич. Этаж	Колич этаж на кв.	Колич. Абонентов
3	2	8	5	240
15	1	2	1	120
7	3	10	3	630
13	1	2	1	26
8	5	10	5	2000
10	1	2	1	20
Итого				3036

Возникающую нагрузку создают вызовы, поступающие от источников и занимающие на некоторое время различные соединительные устройства станции.

Таблица 4.3 - Структурный состав проектируемой станции

	Категории аппаратов	Доля в общей емкости, %	Общее количество
АТС-38	Квартирные, в т.ч. дисктовые НН тастатурные НН	80%	3036
	Учрежденческие, в т.ч. дисктовые НН тастатурные НН	19%	720
	Таксофоны, в т.ч. дисктовые НН тастатурные НН	1%	38
	Итого		3794
АТС-37	Квартирные, в т.ч.	69%	5230
	Учрежденческие, в т.ч.	30%	820
	Таксофоны, в т.ч.	1%	72
	Итого		6122

АТС-36	Квартирные, в т.ч.	50%	4010
	Учрежденческие, в т.ч.	48%	700
	Таксофоны, в т.ч.	2%	48
Итого			4758
АТС-35	Квартирные, в т.ч.	65%	4210
	Учрежденческие, в т.ч.	34%	520
	Таксофоны, в т.ч.	1%	52
Итого			4782

Различают три категории источников: народнохозяйственный сектор, квартирный сектор и таксофоны.

При этом интенсивность местной возникающей нагрузки может быть определена, если известны следующие ее основные параметры:

- $N_{нх}$, N_k и N_T – число телефонных аппаратов народнохозяйственного сектора, квартирного сектора и таксофонов;
- $C_{нх}$, C_k , C_T – среднее число вызовов в ЧНН от одного источника i -й категории;
- $T_{нх}$, T_k , T_T – средняя продолжительность разговора абонентов i -й категории в ЧНН;
- P_p - доля вызовов закончившихся разговором.

Таблица 4. 4 -Параметры нагрузки для всех АТС.

Категории аппаратов	C_i	$T_i, с$	$P_p, \%$
Квартирные	1,2	140	0,5
Учрежденческие	2,4	90	0,5
Таксофоны	10	110	0,5

Интенсивность возникающей местной нагрузки источников i -й категории, определяется формулой:

$$Y_i = (1/3600) * N_i * C_i * t_i \quad (4.1)$$

где $t_{кв}$ – средняя продолжительность одного занятия, с.

$$t_{кв} = \alpha_{кв} \cdot P_p \cdot (t_{со} + n \cdot t_n + t_y + t_{пв} + T_{кв}), с \quad (4.2)$$

Продолжительность отдельных операций по установлению связи, входящих в формулу (3.2), принимают следующей:

- время сигнала ответа станции $t_{со} = 3$ с

- время набора шести знаков номера набирателя $T_n \cdot n_n = 6 * 1,5 = 9$ с;

- время посылки вызова вызываемому абоненту при состоявшемся разговоре $t_{пв} = 7 \div 8$ с $\approx 7,5$ с;

- время установления соединения $t_y = 2$ с

Коэффициент α учитывает продолжительность занятия прибора вызовами, не закончившихся разговорами (занятость). Его величина в основном зависит от средней длительности разговора T_i и доли вызовов

$$\alpha_{нх} = 1,22 \quad \alpha_{кв} = 1,17 \quad \alpha_T = 1,18$$

таким образом по формуле 4.2

$$T_{нх} = 1,22 \cdot 0,5 (3+9+2+7,5+90) = 68,02$$
 с

$$T_{кв} = 1,17 \cdot 0,5 (3 + 9 + 2 + 7,5 + 140) = 94,48$$
 с

$$T_T = 1,18 \cdot 0,5 (3 + 9 + 2 + 7,5 + 110) = 77,59$$
 с

Отсюда по формуле 4.1

$$Y_{нх} = (1/3600) \cdot 720 \cdot 2,7 \cdot 68,02 = 36,73$$
 Эрл

$$Y_{кв} = (1/3600) \cdot 3036 \cdot 1,2 \cdot 94,48 = 95,61$$
 Эрл

$$Y_T = (1/3600) \cdot 38 \cdot 10 \cdot 77,59 = 8,19$$
 Эрл

					11070006.11.03.02.177.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		21

Таблица 4.5 - Значения A_i , T_i , Y_i

Категория абонента	A_i	t_i , с	Y_i , Эрл
Народное хозяйство	1,22	68,02	36,73
Квартирный сектор	1,17	94,48	95,61
Таксофоны	1,18	77,59	8,19

Местная нагрузка от абонентов различных секторов определяется равенством:

$$Y'_{пр.} = Y_{нх} + Y_{кв} + Y_{тсф} \quad (4.3)$$

$$Y'_{пр} = 36,73 + 95,61 + 8,19 = 140,53 \text{ Эрл.}$$

4.2 Распределение возникающей нагрузки на АТС-38

В рассматриваемом способе в качестве основных факторов приняты нагрузка проектируемой станции и общая нагрузка телефонной сети. Нагрузка на входе коммутационного модуля проектируемой станции:

$$Y''_{пр} = Y'_{пр} - Y_{сп} \quad (4.2.1)$$

где $Y_{сп}$ - нагрузка на специальные службы, которая определяется по формуле:

$$Y_{сп} = 0,03 \cdot 140,53 = 4,21 \text{ Эрл.}$$

$$Y''_{пр} = 140,53 - 4,21 = 136,32 \text{ Эрл.}$$

Коэффициент веса η_c , который представляет собой отношение нагрузки $Y_{п}$ проектируемой станции к аналогичной нагрузке всей сети:

$$\eta_c = \frac{Nn}{\sum_{j=1}^m Nj} * 100\% \quad (4.2.2)$$

где m - число станций, включая проектируемую.

$$\eta_c = 3794 * 100 \% / 5000 = 75,88 \%$$

η – процент интенсивности внутростанционной нагрузки от интенсивности возникающей нагрузки АТС. По таблице 2.2 в [18] $\eta = 28,88 \%$.

Нагрузка на входе коммутационного модуля, которая замыкается внутри проектируемой станции:

$$Y'_{вн} = (1/100) \cdot \eta \cdot Y'_{пр} \quad (4.2.3)$$

$$Y'_{вн} = (1/100) \cdot 28,88 \cdot 140,53 = 40,58 \text{ Эрл.}$$

Нагрузка на выходе коммутационного модуля, которая будет направлена к другим станциям:

$$Y'_{исх.пр.} = Y'_{пр} - Y'_{вн} \quad (4.2.4)$$

$$Y'_{исх.пр} = 140,53 - 40,58 = 99,95 \text{ Эрл.}$$

Таблица 4.6 - Результаты расчетов

АТС	Емкость	$Y' j$	$\eta_c, \%$	$\eta, \%$	$Y' j, пр.$	$Y'_{исх} j$
АТС-38	5000	140,53	75,88	28,88	136,32	99,95
АТС-37	7000	222,05	87,45%	39,1	215,05	86,82
АТС-36	6000	172,51	79,3	32	167,34	55,2
АТС-35	6000	164,4	79,7	15	159,47	139,74

4.2.1 Определение входящих потоков нагрузки

Нагрузка от АТС - 37 к проектируемой АТС - 38 определяется по формуле:

$$Y_{исх.j} = Y^j - Y^j-j \quad (4.2.1)$$

где $Y^j = (N_j / N_n) * Y^n$

$$Y^j_{вх атс37-атс 38} = (3794 / 5000) . 86,82 = 65,89 \text{ Эрл.}$$

$$Y^j_{вх атс36-атс38} = (3794 / 5000) . 55,2 = 41,88 \text{ Эрл.}$$

4.3 Расчет междугородней нагрузки

Междугороднюю исходящую нагрузку, т.е. нагрузку на заказно-соединительные линии (ЗСЛ) от одного абонента можно считать равной 0,0045 Эрл (удельная междугородная нагрузка):

$$Y_{пр. АМТС} = 0,0045 . N_m \quad (4.3.1)$$

Для АТС-38

$$Y_{пр.АМТС} = 0,0045 . 3794 = 17 \text{ Эрл}$$

4.1.5 Составление схемы распределения нагрузки на КП и определение количества линий

Для определения количества линии составим схему распределения нагрузки на КП рисунок 9

					11070006.11.03.02.177.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		24

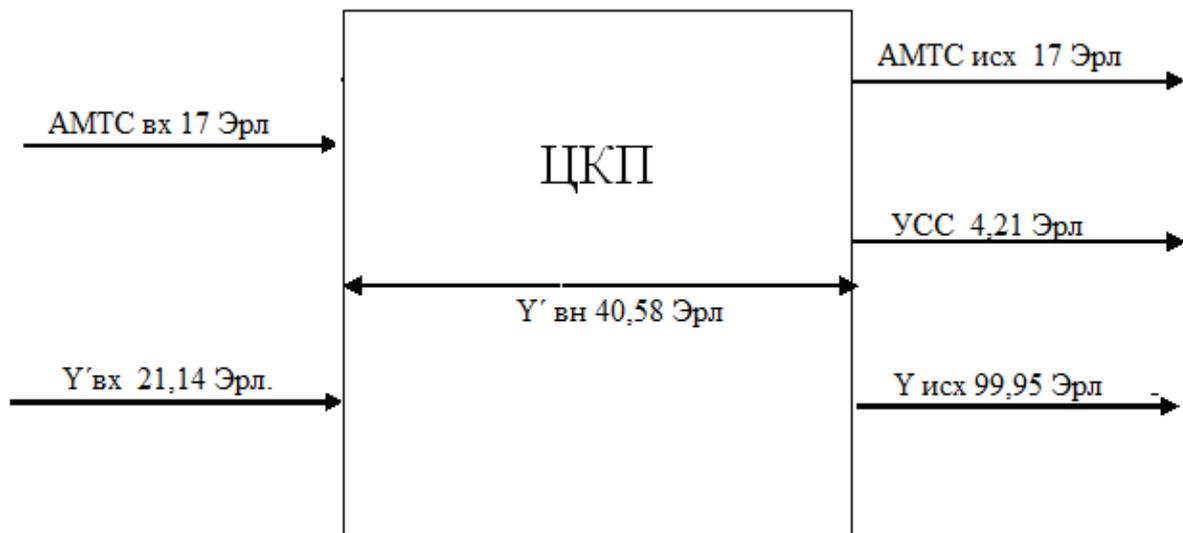


Рисунок 4.2 - Схема распределения нагрузки на ЦКП

Определим количество каналов:

$$V = (Y_{\text{вх.}} + Y_{\text{вх.АМТС}} + Y_{\text{исх. АМТС}} + Y_{\text{УСС}} + Y_{\text{исх.}}) / 0,7, \text{ линий} \quad (4.3.2)$$

где 0,7 - стандартный коэффициент нагрузки на 1 канал (Эрл.), тогда

$$V = (21,14 + 17 + 17 + 4,21 + 99,94) / 0,7 = 227 \text{ канала}$$

Определим количество 2 Мбит/с (ИКМ) потоков:

$$N = V / 30 \quad (4.3.3)$$

$$N = 227 / 30 \approx 8 \text{ потоков.}$$

На АТС предполагается резерв 2 Мбит/с потока состоящих из 10 % от канальной емкости, т.е. 0,7 потока \approx 1 поток.

Итого получаем $8 + 1 = 9$ потоков.

4.4 Расчет объема оборудования

Для расчета объема оборудования (коммутационного, линейного, приборов управления) проектируемой АТС необходимо знать величины потоков нагрузки, структуру пучков линий, качество обслуживания вызовов (потери) во всех направлениях и группообразование блоков ступеней искания станции.

Общая норма потерь от абонента до абонента задается технологическими нормами и для городских телефонных сетей не должна превышать 3%.

Так как внутростанционные и исходящие пучки линий полностью доступны, то число линий или приборов в этих пучках определяется по первой формуле Эрланга.

В АТСЭ типа EWSD число некоторых обслуживающих устройств определяется не расчетом, а задано конструкцией, то есть при разработке системы и не может быть изменено в процессе проектирования или превзойти установленную величину.

К таким устройствам относится абонентский блок (DLUB). К отдельному компактному абонентскому блоку DLUB можно подключить до 880 аналоговых абонентских линий, а он подключается к LTG с помощью 60 каналов ИКМ (4096 Кбит/с). При этом потери из-за недостатка каналов должны быть практически равны нулю. Для выполнения этих условий пропускная способность одного DLUB должна быть до 100 Эрл. Если окажется, что средняя нагрузка на один модуль больше 100 Эрл, то надо уменьшать число абонентских линий, включаемых в один DLUB.

Среднюю удельную нагрузку от одного абонента, разделив общую нагрузку проектируемой станции на ее емкость:

$$Y = Y_{\text{пр}} / N \text{ Эрл}$$

$$Y = 140,53 / 5000 = 0,028 \text{ Эрл.}$$

Максимальное количество абонентских линий, включаемых в один модуль DLUB (по нагрузке);

$$N = 100 / Y$$

$$N = 100 / 0,028 = 3571$$

Следовательно, можно использовать блоки полной емкости (на 880 абонентских линии). Рассчитайте число DLUB необходимых для включения абонентов.

$$N_{\text{DLU}} = [N / 880],$$

$$N_{\text{DLU}} = [3571 / 880] = 4$$

					11070006.11.03.02.177.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		26

Один полностью укомплектованный блок DLUB содержит 55 модулей SLMA для подключения до 16 аналоговых абонентов каждый. Необходимое число таких модулей:

$$N_{SLMA} = [N / 16]$$

$$N_{SLMA} = [3571 / 16] = 223$$

Каждый DLUB подключается к двум LTG группам с помощью двух (четырех) линий по 60 (30) каналов.

Определим число групп LTGB N_{LTG}

$$LTGB N_{LTG} = 4$$

Прежде чем приступить к расчету объема оборудования, зависящего от величины нагрузки, необходимо подсчитать число вызовов, поступающих в ЧНН на ступень SN проектируемой станции.

где $Y_{ATC_{сп}}$ - общая нагрузка АТС_{сп} (входящая и исходящая, в том числе и междугородная), Эрл; t - среднее время занятия одним вызовом, с (рекомендуется управляющие устройства считать при $t = 94$ с).

$$C = 3600 \cdot Y / t , \text{ ВЫЗОВ}$$

$$C = 3600 \cdot 138,09 / 94 = 1 \text{ ВЫЗОВ}$$

Таблица 4.7- Расчет количества соединений на исходящие направления

Наименование направления	Расчетная нагрузка, Эрл	Величина P, %	Средняя нагрузка, Эрл	Количество Линий
АТС-38	99,95	0,1	101,1	118
АТС-37	86,82	0,1	87,8	104
АТС-36	55,2	0,5	55,5	72
АТС-35	139,74	0,5	140,6	164

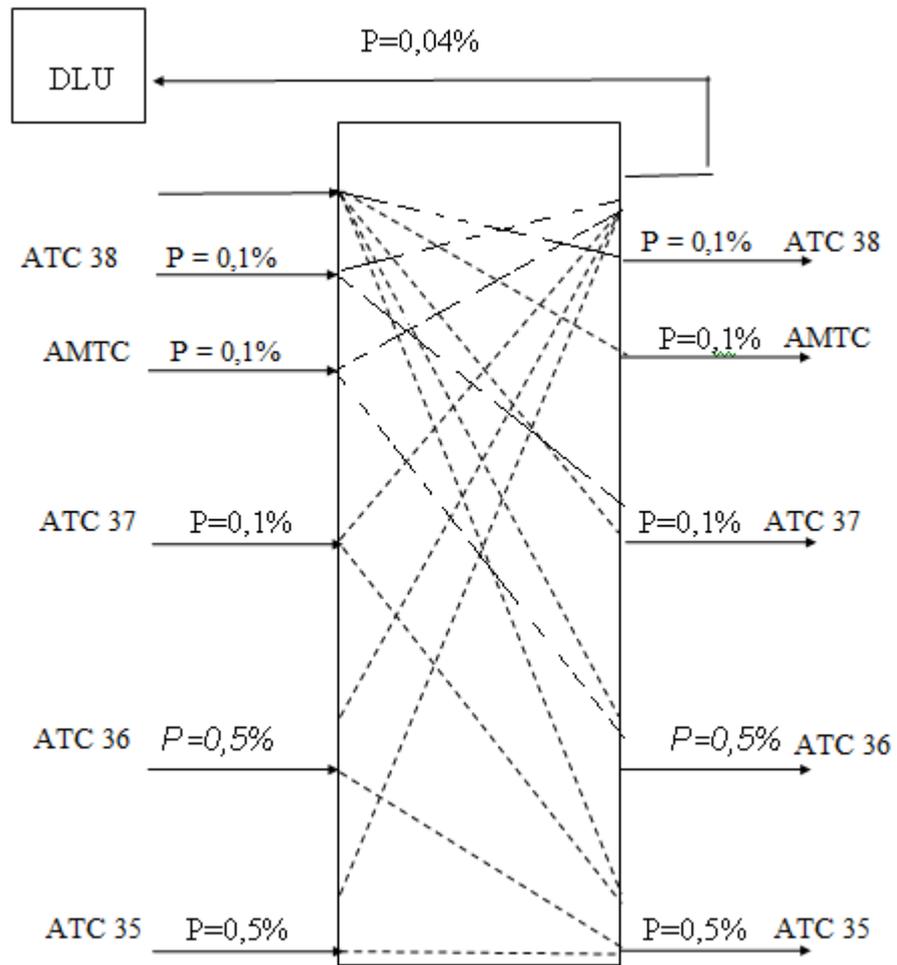


Рисунок 4.3 - Распределение потерь по направлениям

Определим количество ИКМ каналов и трактов в направлениях исходящей и входящей связи.

$$V_{\text{кан}} = V_{\text{лин}} \cdot 2$$

$$V_{\text{икм}} = V_{\text{кан}} / 30$$

Результаты расчетов поместить в таблице 6

Таблица 4.8 - Расчет количества линий ИКМ исходящего направления

Наименование направления	Количество каналов	Количество ИКМ линий
АТС-38	236	8
АТС-37	208	7

АТС-36	144	5
АТС-35	328	11

Определите число LTGC групп, необходимых для подключения линий ИКМ. К каждому DIU подключается по 30 каналов, число DIU в каждой LTG группе - 4, следовательно, к каждой LTG группе подключается максимум - 30x4 каналов, то есть по 4 ИКМ линии.

Общее число ИКМ линий:

$$N_{\text{ИКМ общ.}} = 8 + 7 + 5 + 11 = 31$$

Число LTGM(C) групп:

$$N_{\text{LTGC}} = N_{\text{ИКМ общ.}} / 4, \text{ групп}$$

$$N_{\text{LTGC}} = 31 / 4 = 8 \text{ групп}$$

Кроме того, на станции устанавливаются LTGG для автоответчиков и тестовых функций. На станции 10 000 номеров нужно установить 3 блока LTGG.

$$N_{\text{LTG}} = N_{\text{LTGM(B)}} + N_{\text{LTGM(C)}} + N_{\text{LTGG}}$$

$$N_{\text{LTG}} = 4 + 8 + 4 = 16$$

Емкость коммутационного поля до максимальной наращивается путем добавления необходимого числа TSM.

К одному модулю TSM подключается 8 LTG.

$$N'_{\text{TSM}} = N_{\text{LTG}} / 8 \text{ модулей}$$

$$N'_{\text{TSM}} = 16 / 8 = 2 \text{ модулей}$$

Так как коммутационное поле EWSD имеет 100% дублирование, то реальное число TSM будет в 2 раза больше:

$$N_{\text{TSM}} = 2 \cdot N'_{\text{TSM}} \text{ модуля}$$

$$N_{\text{TSM}} = 2 \cdot 2 = 4$$

Таким образом, рассчитано оборудование станции EWSD.

					11070006.11.03.02.177.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		29

5 РАСЧЕТ НАГРУЗОК И НЕОБХОДИМОГО ОБОРУДОВАНИЯ МУЛЬТИСЕРВИСНОЙ СЕТИ

5.1 Расчет нагрузок мультисервисной сети

В результате проведенного анализа социальной обстановки был сформирован список основных телекоммуникационных услуг, который будет предоставлен абонентам г. Малабо.

Перечень предоставляемых услуг приведен в таблице

Таблица 5.1 - Список услуг

Наименование услуги	Описание услуги	Количество абонентов
IP-телефония	Предоставление цифровой телефонной связи	1500
IP-TV	Предоставление высококачественного цифрового телевидения	2000
Доступ к сети Интернет	Предоставление доступа к глобальной сети Интернет	3500
Локальная сеть. Сетевые игры, обмен файлами.	Организация локальной сети и доступ к ее ресурсам.	1012
Видеоконференцсвязь	видеосвязь между удаленными собеседниками с высоким качеством изображения и звука.	100

Предполагается, что физические лица будут заинтересованы в предоставлении услуг телефонии, телевидения и доступа к локальной сети и сети Интернет. Для юридических лиц, которые в основном являются

государственными организациями и администрацией села, перечень услуг расширяется видеоконференцсвязью.

Расчет необходимой пропускной способности сети для предоставления выбранных услуг абонентам следует использовать значениями регламентированных параметров. Значения данных параметров представлены в таблице 8.

Количество сетевых узлов задается исходя из количества абонентов в определенном районе, а также исходя из расстояния между абонентами. Для достижения максимальной скорости расстояние выбиралось около 500 метров, количество абонентов на каждом сетевом узле различное,

Таблица 5.2 – Распределение абонентов по сетевым узлам

Номер узла	Количество абонентов	Описание объектов
1	340*3	Дома по ул. Нумбили
2	300*3	Дома по ул. Акасио Мане
3	372*3	Дома по улице Либертад

Параметры для расчета нагрузки приведены ниже в таблице 9. Все расчеты трафика следует выполнять для часа наибольшей нагрузки, т.к. требуется обеспечить высокую надежность сети и лишить ее перегрузок. Под сетевым узлом понимается фрагмент сети абонентского доступа – данном случае это выносной коммутатор доступа DSLAM.

Таблица 5.3 - Значения параметров

Параметр	Обозначение	Значение
1	2	3
1. Количество сетевых узлов для подключения абонентов Triply Play	FN	9
2. Число абонентов сети:	NS	3036

3. Отношение длины заголовка IP пакета к его общей длине во входящем потоке	OHD	10%
4. Отношение длины заголовка IP пакета к его общей длине в исходящем потоке	OHU	15%
5. Процент абонентов Triple Play: - находящихся в сети в ЧНН; - одновременно принимающих или передающих данные; - одновременно пользующихся услугами TV IP	DAAF DPAF IPVS AF	80% 70% 60%
6. Услуга передачи данных: 6.1 Пропускная способность сети для передачи данных к абоненту: - средняя пропускная способность; - пиковая пропускная способность; 6.2 Пропускная способность сети для передачи данных от абонента: - средняя пропускная способность; - пиковая пропускная способность	ADBS PDBS AUBS PUBS	10 Мбит/с 20 Мбит/с 1 Мбит/с 3 Мбит/с
7. Услуга TV IP: - проникновение услуги; - количество сессий на абонента; - использование режима Unicast; - использование режима Multicast; - использование потоков Multicast;	IPVS MP IPVS SH IPVS UU IPVS MUM IPVS MU	56% 1,3 30% 70% 70%

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата

11070006.11.03.02.177.ПЗВКР

Лист

32

-количество доступных каналов;	IPVS MA	50
-скорость видеопотока;	VSB	6 Мбит/с
-запас на вариацию битовой скорости	SVBR	0,2

5.2 Расчет трафика телефонии

Для расчета необходимой полосы пропускания при предоставлении услуги IP-телефонии примем во внимание то, что предполагается ее 100% проникновение. Количество абонентов, использующих терминалы SIP и подключаемые в пакетную сеть на уровне мультисервисного абонентского доступа равно $N_{SIP}=3036$, человек.

1. Тип кодека в планируемом к внедрению оборудовании, G.729A.
2. Длина заголовка IP пакета, 58 байт.

Транспортный ресурс, выделяемый для передачи телефонного трафика в пакетной сети, поступающего на концентратор, при условии использования кодека будет определяется следующим образом:

Полезная нагрузка голосового пакета G.729 CODEC составит

$$U_{\text{полезн}} = \frac{t_{\text{звуч.голоса}} \cdot v_{\text{кодирования}}}{8 \text{ бит} / \text{байт}}, \text{ байт}, \quad (5.2.1)$$

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

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

Эти параметры являются характеристиками используемого кодека. В данном случае для кодека G.729A скорость кодирования – 8кбит/с, а время звучания голоса – 20 мс.

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

Каждый пакет имеет заголовок длиной в 58 байт. Таким образом, общий размер голосового пакета составит

$$V_{\text{пакета}} = L_{\text{EthL1}} + L_{\text{EthL2}} + L_{\text{IP}} + L_{\text{UDP}} + L_{\text{RTP}} + Y_{\text{полезн}}, \text{ байт,} \quad (5.2.2)$$

где L_{Eth1} , L_{Eth2} , L_{IP} , L_{UDP} , L_{RTP} – длина заголовка EthernetL1, EthernetL2, IP, UDP, RTP протоколов соответственно, байт,

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

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

Возможность использовать кодек G.729A дает возможность передавать через шлюз по 50 пакетов в секунду, таким образом, полосу пропускания можно вычислить по формуле:

$$\text{ППР}_1 = V_{\text{пакета}} \cdot \frac{8 \text{ бит}}{\text{байт}} \cdot 50_{\text{pps}} \cdot \text{Кбит/с,}$$

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

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

Вычислим полосу пропускания WAN для каждой точки присутствия:

$$\text{ППР}_{\text{WAN}} = \text{ППР}_1 \cdot N_{\text{SIP}} \cdot \text{VAD}, \text{ Мбит/с,} \quad (5.2.3)$$

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

N_{SIP} – количество голосовых портов в точке присутствия, шт,

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

					11070006.11.03.02.177.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		34

$$1 \text{ Узел ПП}_{\text{WAN}} = 31,2 \cdot 340 \cdot 0,7 = 7425,6 \text{ Мбит/с}$$

$$2 \text{ Узел ПП}_{\text{WAN}} = 31,2 \cdot 300 \cdot 0,7 = 6552 \text{ Мбит/с}$$

$$3 \text{ Узел ПП}_{\text{WAN}} = 31,2 \cdot 372 \cdot 0,7 = 8124,48 \text{ Мбит/с}$$

5.3 Расчет трафика видеопотоков

Для расчета требуемой полосы пропускания для передачи видеопотоков воспользуемся данными из таблицы.

Количество абонентов на одном оптическом сетевом узле, пользующихся услугами интерактивного телевидения одновременно, определяется коэффициентом IPVS Market Penetration

$$\text{IPVS Users} = \text{AVS} \cdot \text{IPVS MP} \cdot \text{IPVS AF} \cdot \text{IPVS SH}, \text{ аб} \quad (5.3.1)$$

где IPVS MP – коэффициент проникновения услуги IP TV,

IPVS AF – процент абонентов, пользующихся услугами IP TV одновременно в ЧНН,

IPVS SH – коэффициент, показывающий, сколько различных программ одновременно принимается в одном доме.

$$1 \text{ Узел IPVS Users} = 340 \cdot 0,56 \cdot 1,3 \cdot 0,6 = 148 \text{ аб.}$$

$$2 \text{ Узел IPVS Users} = 300 \cdot 0,56 \cdot 1,3 \cdot 0,6 = 132 \text{ аб.}$$

$$3 \text{ Узел IPVS Users} = 372 \cdot 0,56 \cdot 1,3 \cdot 0,6 = 162 \text{ аб.}$$

Также стоит отметить, что абоненты, которые будут на своем абонентском оборудовании приниматься несколько видеопотоков, то данный абонент с точки зрения нагрузки на сеть будет восприниматься как несколько пользователей.

Для абонентов трансляция видеопотоков происходит в разных режимах. Часть абонентов принимает видео в режиме multicast, а часть – в режиме unicast. При этом абоненту, заказавшему услугу видео по запросу, будет соответствовать один видеопоток, следовательно, количество индивидуальных потоков равно количеству абонентов принимающих эти потоки.

					11070006.11.03.02.177.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		35

$$IPVS\ US = IPVS\ Users * IPVS\ UU * UUS, \text{ потоков} \quad (5.3.2)$$

где $IPVS\ UU$ – коэффициент проникновения услуги индивидуального видео,

$UUS=1$ – количество абонентов, приходящихся на один видеопоток.

$$1 \text{ Узел } IPVS\ US = 340 \cdot 0,3 \cdot 1 = 102 \text{ Мбит/с}$$

$$2 \text{ Узел } IPVS\ US = 300 \cdot 0,3 \cdot 1 = 90 \text{ Мбит/с}$$

$$3 \text{ Узел } IPVS\ US = 372 \cdot 0,3 \cdot 1 = 111 \text{ Мбит/с}$$

Один групповой поток принимается одновременно несколькими абонентами, следовательно, количество индивидуальных потоков

$$IPVS\ MS = IPVS\ Users * IPVS\ MU, \text{ потоков} \quad (5.3.3)$$

где $IPVS\ MU$ – количество абонентов, принимающих групповые видеопотоки.

$$1 \text{ Узел } IPVSMS = 102 \cdot 0,7 = 71,4 \text{ потоков}$$

$$2 \text{ Узел } IPVSMS = 90 \cdot 0,7 = 63 \text{ потоков}$$

$$3 \text{ Узел } IPVSMS = 111 \cdot 0,7 = 77,7 \text{ потоков}$$

Количество видео доступные струи группы зависит от количества программ, предоставленных поставщиком. С предоставлением службы IP телевизор не все струи в то же время переданы внутри какого-то сегмента службы.

налаживает счета максимальное количество видео струй между доступным, что будет использован абонентами, которые используют службы радиовещания группы.

$$IPVS\ MSM = IPVS\ MA * IPVS\ MUM, \text{ видеопотоков}$$

где $IPVS\ MA$ – количество доступных групповых видеопотоков,

$IPVS\ MUM$ – процент максимального использования видеопотоков.

$$IPVS\ MSM = 50 * 0,7 = 35, \text{ видеопотоков}$$

Транслирование из видео струи в IP сети он может проходить с переменной битовой по скорости. Средняя скорость видео получающая струя

					11070006.11.03.02.177.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		36

спутника, определена 6 Mbit/s. Принимая во внимание прибавление заголовков IP свертков и резерв в изменение битовой скорости передачи видео струи в формате MPEG-2 составит скорости

$$IPVSB = VSB * (1 + SVBR) * (1 + OHD), \text{ Мбит/с} \quad (5.3.4)$$

где VSB – скорость трансляции потока в формате MPEG-2, Мбит/с,

SVBR – запас на вариацию битовой скорости,

OHD - Отношение длины заголовка IP пакета к его общей длине во входящем потоке

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

Для передачи одного видеопотока в формате MPEG-2 по IP сети в режимах группового и индивидуального вещания необходима пропускная способность соответственно

$$IPVS\ MNB = IPVS\ MS * IPVSB, \text{ Мбит/с} \quad (5.3.5)$$

$$IPVS\ UNB = IPVS\ US * IPVSB, \text{ Мбит/с} \quad (5.3.6)$$

где IPVS MS – количество транслируемых потоков в режиме multicast,

IPVS US – количество транслируемых потоков в режиме unicast,

IPVSB – скорость передачи одного видеопотока.

$$1 \text{ Узел } IPVSMNB = 103 \cdot 7,92 = 815 \text{ Мбит/с}$$

$$IPVSUNB = 102 \cdot 7,92 = 807,84 \text{ Мбит/с}$$

$$2 \text{ Узел } IPVSMNB = 92 \cdot 7,92 = 728,64 \text{ Мбит/с}$$

$$IPVSUNB = 90 \cdot 7,92 = 712,8 \text{ Мбит/с}$$

$$3 \text{ Узел } IPVSMNB = 113 \cdot 7,92 = 894,96 \text{ Мбит/с}$$

$$IPVSUNB = 111 \cdot 7,92 = 879,12 \text{ Мбит/с}$$

Групповые потоки транслируются от головной станции к множеству пользователей, и общая скорость для передачи максимального числа групповых видеопотоков в ЧНН составит

$$IPVS\ MNB\ M = IPVS\ MSM * IPVSB, \text{ Мбит/с} \quad (5.3.7)$$

где IPVS MSM – число используемых видеопотоков среди доступных,

					11070006.11.03.02.177.ПЗВКР	Лист
						37
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		

IPVSB – скорость передачи одного видеопотока.

$$IPVS\ MNB = 35 * 7.92 = 277.2 \text{ Мбит/с.}$$

Общая пропускная способность для IP сети с предоставлением услуг интерактивного телевидения на одном сетевом оптическом узле сложится из пропускной способности для передачи видео в групповом и индивидуальном режимах

$$AB = IPVS\ MNB + IPVS\ UNB, \text{ Мбит/с} \quad (5.3.8)$$

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

$IPVS\ UNB$ – пропускная способность для передачи индивидуального видеопотока.

$$1 \text{ Узел : } AB = 815 + 807,84 = 1622,84 \text{ Мбит/с}$$

$$2 \text{ Узел : } AB = 728,64 + 712,8 = 1441,44 \text{ Мбит/с}$$

$$3 \text{ Узел : } AB = 894,96 + 879,12 = 1774,08 \text{ Мбит/с}$$

5.4 Расчет трафика передачи данных

Трафик передачи данных:

$$AS = TS * DAAF, \text{ аб} \quad (5.4.1)$$

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

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

$$1 \text{ Узел } AS = 340 \cdot 0,8 = 272 \text{ аб.}$$

$$2 \text{ Узел } AS = 300 \cdot 0,8 = 240 \text{ аб.}$$

$$3 \text{ Узел } AS = 372 \cdot 0,8 = 297 \text{ аб.}$$

					11070006.11.03.02.177.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		38

Абоненты время от времени передают и принимают данные и, как правило, объем передаваемых данных значительно меньше объема принимаемых данных.

Определим среднюю пропускную способность сети, требуемой для обеспечения нормальной работы пользователей. Средняя пропускная способность для приема данных составит:

$$BDDA = (AS * ADBS) * (1 + OHD), \text{ Мбит/с} \quad (5.4.2)$$

где AS - количество активных абонентов, аб,

ADBS – средняя скорость приема данных, Мбит/с,

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

$$1 \text{ Узел : } BDDA = (272 \cdot 10) \cdot (1 + 0,1) = 2992 \text{ Мбит/с}$$

$$2 \text{ Узел : } BDDA = (240 \cdot 10) \cdot (1 + 0,1) = 2640 \text{ Мбит/с}$$

$$3 \text{ Узел : } BDDA = (297 \cdot 10) \cdot (1 + 0,1) = 3267 \text{ Мбит/с}$$

Средняя пропускная способность для передачи данных

$$BUDA = (AS * AUBS) * (1 + OBU), \text{ Мбит/с} \quad (5.4.3)$$

где AS - количество активных абонентов, аб,

AUBS – средняя скорость передачи данных, Мбит/с

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

$$1 \text{ Узел : } BUDA = (272 \cdot 1) \cdot (1 + 0,15) = 312,8 \text{ Мбит/с}$$

$$2 \text{ Узел : } BUDA = (240 \cdot 1) \cdot (1 + 0,15) = 276 \text{ Мбит/с}$$

$$3 \text{ Узел : } BUDA = (297 \cdot 1) \cdot (1 + 0,15) = 341,55 \text{ Мбит/с}$$

Определим пиковую пропускную способность сети, которая подразумевает передачу или прием данных на максимальной скорости в ЧНН. Количество таких абонентов в час наибольшей нагрузки определяется коэффициентом Data Peak Activity Factor (DPAF)

					11070006.11.03.02.177.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		39

$$PS = AS * DPAF, \text{ аб}$$

$$1 \text{ Узел } PS = 272 \cdot 0,7 = 190 \text{ аб.}$$

$$2 \text{ Узел } PS = 240 \cdot 0,7 = 168 \text{ аб.}$$

$$3 \text{ Узел } PS = 297 \cdot 0,7 = 208 \text{ аб.}$$

Пиковая пропускная способность измеряется за короткий промежуток времени (1 секунда), она необходима для приема и передачи данных в момент, когда одновременно несколько пользователей передают или принимают данные по сети. Пиковая пропускная способность, требуемая для приема данных в час наибольшей нагрузки

$$BDDP = (PS * PDBS) * (1 + OHD), \text{ Мбит/с} \quad (5.4.4)$$

где PDBS – пиковая скорость приема данных, Мбит/с.

$$1 \text{ Узел } BDDP = (190 \cdot 20) \cdot (1 + 0,1) = 4180 \text{ Мбит/с}$$

$$2 \text{ Узел } BDDP = (168 \cdot 20) \cdot (1 + 0,1) = 3696 \text{ Мбит/с}$$

$$3 \text{ Узел } BDDP = (297 \cdot 20) \cdot (1 + 0,1) = 6534 \text{ Мбит/с}$$

Пиковая пропускная способность для передачи данных в ЧНН

$$BUDP = (PS * PUBS) * (1 + OHU), \text{ Мбит/с} \quad (5.4.5)$$

где PUBS – пиковая скорость передачи данных, Мбит/с.

$$1 \text{ Узел } BUDP = (190 \cdot 3) \cdot (1 + 0,15) = 6555,5 \text{ Мбит/с}$$

$$2 \text{ Узел } BUDP = (168 \cdot 3) \cdot (1 + 0,15) = 579,6 \text{ Мбит/с}$$

$$3 \text{ Узел } BUDP = (297 \cdot 3) \cdot (1 + 0,15) = 1024,65 \text{ Мбит/с}$$

					11070006.11.03.02.177.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		40

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

$$BDD = \text{Max} [BDDA; BDDP], \text{ Мбит/с} \quad (5.4.6)$$

$$BDU = \text{Max} [BUDA; BUDP], \text{ Мбит/с} \quad (5.4.7)$$

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

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

$$1 \text{ Узел } BDD = \text{Max} [2992 ; 4180] = 4180 \text{ Мбит/с}$$

$$BDU = \text{Max} [312,8 ; 655,5] = 655,5 \text{ Мбит/с}$$

$$2 \text{ Узел } BDD = \text{Max} [2640 ; 3696] = 3696 \text{ Мбит/с}$$

$$BDU = \text{Max} [276 ; 579,6] = 579,6 \text{ Мбит/с}$$

$$3 \text{ Узел } BDD = \text{Max} [3267 ; 6534] = 6534 \text{ Мбит/с}$$

$$BDU = \text{Max} [341,55 ; 1024,65] = 1024,65 \text{ Мбит/с}$$

Общая пропускная способность для приема и передачи данных, необходимая для нормального функционирования оптического сетевого узла, составит

$$BD = BDD + BDU, \text{ Мбит/с} \quad (5.4.8)$$

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

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

$$1 \text{ Узел } : BD = 3801,1 + 584,8 = 4385,9 \text{ Мбит/с}$$

$$2 \text{ Узел } : BD = 3361,1 + 516 = 3877,1 \text{ Мбит/с}$$

$$3 \text{ Узел } : BD = 5941,1 + 892,15 = 6833,25 \text{ Мбит/с}$$

					11070006.11.03.02.177.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		41

Полоса пропускания для передачи и приема трафика телефонии, видео и данных на одном оптическом узле составит

$$\text{ПП}_{\text{узла}} = \text{ПП}_{\text{pWAN}} + \text{AB} + \text{BD} \quad (5.4.9)$$

где ПП_{pWAN} – пропускная способность для трафика IP телефонии, Мбит/с,

AB – пропускная способность для видеопотоков, Мбит/с,

BD – пропускная способность для трафика данных, Мбит/с.

$$1 \text{ Узел } \text{ПП}_{\text{узла}} = 7,25 + 1622,84 + 4385,9 = 6015,99 \text{ Мбит/с}$$

$$2 \text{ Узел } \text{ПП}_{\text{узла}} = 6,39 + 1441,44 + 3877,1 = 5324,93 \text{ Мбит/с}$$

$$3 \text{ Узел } \text{ПП}_{\text{узла}} = 7,93 + 2938,32 + 6833,25 = 9779,5 \text{ Мбит/с}$$

Проведенная оценка требуемой пропускной способности канала связи показала, что для реализации предусмотренных услуг необходимо обеспечить доступ на уровень агрегации порядка более 1 Гбит/с. Однако, на сетевых узлах, которые имеют большую нагрузку, предполагается использовать оборудование из нескольких DSLAM коммутаторов, при этом к каждому из них можно подключать отдельную волоконную линию, чтобы снизить суммарную нагрузку и использовать пропускную способность не более 1 Гбит/с.

Ядро сети при этом должно обладать пропускной способностью более 5093,528 Мбит/с.

Суммарный трафик превосходит 10Гбит/с следовательно нужно разделять узлы на более мелкие. Тогда, получим следующие данные.

Таблица 5.4 – Распределение нагрузки в узлах сети

Номер узла	Количество абонентов	Описание объектов
1	43аб*24	Дома по ул. Нумбили
2	50аб*18	Дома по ул. Акасио Мане

3	38*15+38аб*15	Дома по улице Либертад
---	---------------	------------------------

5.5 Расчет объема оборудования

Проведенный анализ оборудования показал, что для VDSL2 чаще всего встречается оборудование с 24 портами.

Количество необходимого оборудования для каждого сетевого узла рассчитывается по формуле:

$$N_{\text{обор.д.}} = \lceil N_{\text{абузла}} / N_{\text{портов}} \rceil \quad (5.5.1)$$

где $N_{\text{обор.д.}}$ - количество оборудования доступа,

$N_{\text{аб}}$ - количество абонентов на 1 узел,

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

$$1 \text{ узел } N_{\text{обор.}} = 340 / 24 = 14$$

$$2 \text{ узел } N_{\text{обор.}} = 300 / 24 = 12$$

$$3 \text{ узел } N_{\text{обор.}} = 372 / 24 = 15$$

Количество коммутаторов агрегации определим следующим образом:

$$N_{\text{обор. агр}} = \lceil N_{\text{у.д.}} / N_{\text{портов}} \rceil$$

где $N_{\text{обор.агр}}$ - количество оборудования уровня агрегации,

$N_{\text{аб}}$ - количество узлов доступа,

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

$$N_{\text{обор. агр}} = 9 / 24 = 1$$

Расчет оборудования сделан с учетом запаса для обеспечения надежности.

					11070006.11.03.02.177.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		43

6 ПРОЕКТИРОВАНИЕ МУЛЬТИСЕРВИСНОЙ СЕТИ СВЯЗИ РАЙОНА АТС-38 Г. МАЛАБО

6.1 Разработка структурной схемы сети

На рисунке 6.1 приведена проектируемая схема сети связи с указанием принципа подключения абонентов, а также обозначен выбранный тип оборудования.

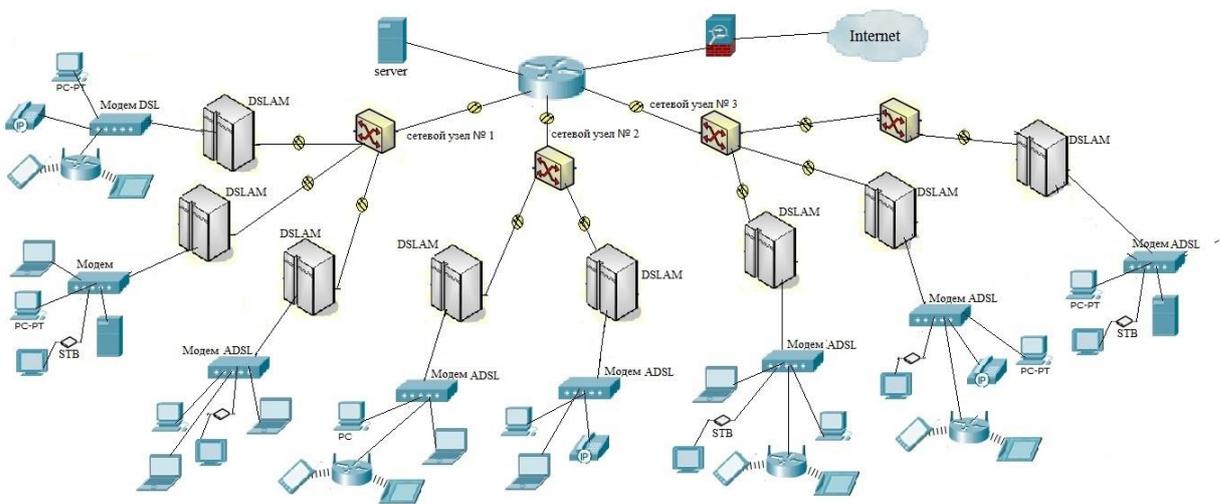


Рисунок 6.1 – Разработанная структурная схема сети связи г. Малабо



Рисунок 6.2 – Схематичное территориальное расположение коммутаторов

6.2 Описание и выбор оборудования

DSLAM это мультиплексор (модем) доступа цифровой абонентской линии xDSL. Со стороны сети у него WAN - порты, а со стороны клиента xDSL, полуккомплекты (модемы), к которым подключается абонентская линия. На другом конце абонентской линии у клиента стоит абонентский полуккомплект xDSL (модем) или IAD (устройство интегрированного доступа). Последнее используется в случаях, когда по xDSL линии реализуется одновременная передача данных и голоса в цифровом виде, то есть VoDSL (Voice over DSL).

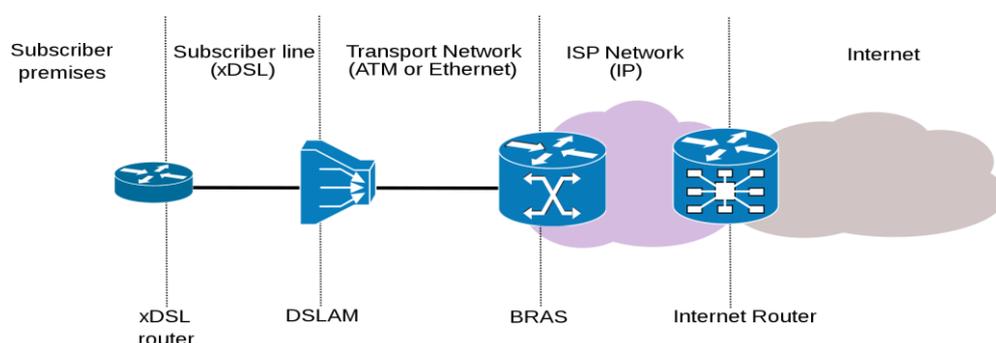


Рисунок 6.3 - Диаграмма XDSL подключения



Рисунок 6.4 - Модуль управления и коммутации IP DSLAM

Функция DSLAM на ATM

Стандарты и промышленность навязали главным образом модель ATM на ADSL. В этом контексте, DSLAM переходит к тому, чтобы быть коммутатором ATM с многообразными интерфейсами, интерфейсы WAN могли быть STM-1,

STM-4, E3 или другие стандартизированные, и оставшаяся часть ADSL-DMT. Ядро DSLAM - матка коммутации ATM. Таким образом, DSLAM может осуществлять функции контроля параметров и соразмеренный на движении пользователей с подходом ADSL.

Аналитики считают, что около 90 % установленных DSLAM используют такого ATM как метод транспорта. Первые техники использовали тип AAL1 в слое корректирования ATM, используя мультиплексации с переплетенный байта в ту, которая называет его от случая к случаю TDM на ATM. ADSL Форум принял тип AAL2 для транспорта службы на ATM, которая оказывается более работоспособной для движения голоса и использует multiplexación с переплетенный свертка. Последний также работоспособнее из-за тот факт, что позволяет в сеть назначать полосу частот dinamicamente на службе DSL между требованием голоса и службой данных.

IP-DSLAM

IP-DSLAM - новый протокол Интернета на ADSL, основанном на IP. IP DSLAMs предлагают преимущества на традиционных технологиях как увеличение эффективности, самых быстрых скоростей, и улучшенное управление. Например, уменьшают комплексность превращения форматов данных, решают проблемы гиперемии движения высокой скорости, обладают технологией коммутации Ethernet антиблокировка, и также обеспечивают хороший механизм для применений multicast видео.

Таким образом, они удаляют преобразование протоколов подхода к сети, у компаний связи есть альтернативный метод развертывания инфраструктуры более доходного Ethernet, применимого к столичным сетям и населенным пунктам.

					11070006.11.03.02.177.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		46



Рисунок 6.5 - Основные конструктивные элементы DSLAM

Коммутатор Серия QSW-3450

Коммутатор, также именованный switch - устройство, которое позволяет взаимосвязь сетей местной площади на уровне соединения. В отличие от мостов, коммутаторы только позволяют соединять сети, которые использовали бы те же протоколы на физическом уровне и соединения. Его главная функция состоит в том, чтобы делить сеть на части, чтобы увеличивать его отдачу.

Серия коммутаторов QSW-3450 направленные, уровень Light L3 разработан особенно для больших организаций и сетей MAN. Правило включает мультисервисные коммутаторы подхода следующего поколения, которые удовлетворяют в современные тенденции, даже реализуют увеличение линии движения до абонента.

Серия включает две модели: QSW-3450-28T-AC и QSW-3450-28TX-AC. QSW-3450-28T-AC дешевый, полностью гигабитный коммутатор, у него есть 24 порта 10/100/1000 Base-T и 4 порта 100/1000 Base-X SFP, позволяет гарантированно предоставлять абонентам службы Тройственность Play со скоростями более наверху 100 Mbit/c. У коммутатора QSW-3450-28TX-AC есть 4 интегрированных порта 10GE SFP и 24 порта 10/100/1000 Base-T. Такая игра портов дает возможность предоставлять скорость абонентам, гарантированный в 1Gbit/сop каждому порту и строить излишние союзы для резервации перенесения данных.

					11070006.11.03.02.177.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		47

Два коммутатор обладают основной функционалом L3, объединяют распространенные возможности направления, безопасность, снабжают высокую производительность и масштабируемость. Коммутаторы опираются традиционный для сетей оператора подхода функционал, таких как ERRP (EAPS), MVR, IGMP Snooping, DHCP snooping, DHCP option 82, IP Coypce Гвард, port based и selective QinQ. Опора IPv6 полной твердой стоимости позволяет эксплуатировать коммутаторы в сетях нового поколения. Пластина MAC-Направлений поддерживает 16000 заметок. Тело имеет эргономичный и эффективный рисунок энергии. Коммутаторы поддерживают технологию сбережения энергии Green Ethernet (IEEE 802.3az).



Рисунок 6.6 - Коммутатор Qtech QSW-3450



Рисунок 6.7 - Коммутатор Qtech QSW-3330

Коммутатор серии QSW-2800

Управляемые коммутаторы серии QSW-2800 являются надежным решением L2+ уровня для строительства сетей доступа операторов связи, локальных сетей предприятий, государственных и образовательных учреждений.

					11070006.11.03.02.177.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		48

Линейка включает в себя модели с поддержкой питания AC либо DC либо AC+UPS (резервный блок питания DC 12V с подзарядкой аккумулятора).

Коммутаторы поддерживают традиционный для операторских сетей доступа функционал, такой как ERRP (EAPS), MVR, IGMP Snooping, DHCP snooping, DHCP option 82, IP Source Guard, port based и selective QinQ. QSW-2800 полностью готовы к эксплуатации на сетях следующего поколения с применением адресации IPv6. В набор инструментов IPv6 входят такие функции, — как DHCPv6 + Option 37, MLD snooping (IPv6 multicast), PingV6, TracertV6, статические и динамические IPv6-адреса для управления оборудованием и т.д. Коммутаторы обладают удобным функционалом защиты в области Control Plane, позволяя ограничивать количество PPS на CPU по протоколам. Списки доступа и функционал Port-security обеспечивают безопасность на портах доступа, защищая от нежелательного трафика и атак на сеть.



Рисунок 6.8 - Коммутатор Qtech QSW-2800

Маршрутизатор SmartEdge SE-600

Маршрутизатор это устройство, которое предоставляет связность на уровне сети или уровня три в модели OSI. Его главная функция состоит в посылании или направлении свертков данных об одной сети, когда другая, а именно, объединять субсети, понимая под субсетью набор машин IP, которые могут общаться без вмешательства encapsinador (посредством мостов сети), и у которого следовательно есть отличные префиксы от сети.

Многофункциональный пограничный маршрутизатор (MSER) SmartEdge 600 является универсальной платформой со специальной архитектурой,

					11070006.11.03.02.177.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		49

оптимизированной для предоставления мультиуслуг, таких как передача видео, голоса, данных и интерактивного мультимедийного содержания. Устройства MSERSmartEdge построены на основе программируемых интегрированных схем ASIC Redback и поддерживают десятки тысяч пользователей и сессий, обеспечивая значительную физическую и логическую масштабируемость. MSER SmartEdge 600 обладает способностью 240 Gbit / с с устойчивой производительностью обработки пакетов. В инновационной архитектуре петли пакета не используется центральная многоходовая система переключения, интерфейсные модули связаны друг с другом. Поэтому нет никакой критической точки.

Устройство MSER SmartEdge SE-600 обеспечивает широкий диапазон интерфейсов, включая Ethernet, банкомат, передачу связи канала и пакетов на SONET (PoS). Все модули интерфейсов MSER SmartEdge поддерживают горячую замену и обладают высокой отказоустойчивостью с полным резервированием сессий и государств в случае неудачи или замены. Устройства MSER SmartEdge позволяют развивать любое поколение интерфейсного модуля в любом отделении для шасси с совместимостью возвращения. Такая бескомпромиссная функциональная совместимость обеспечивает беспрецедентные возможности модернизации оборудования и защиты долгосрочных инвестиций.

Размеры - 30.98 см x 43.94 см x 42.16 см

Скорость передачи - 240 Гбит/с

Плотность портов

72 10/100 TX Ethernet

9 Gigabit Ethernet (GBIC or SFP)

30 Gigabit Ethernet (with SFP)

6 10Gigabit Ethernet (with XFP)

10/100/1000 BASE-T- 72

SFP - 39

10 гигабитов Ethernet - 6

					11070006.11.03.02.177.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		50

Отказоустойчивость - избыточное охлаждение и еда

Операционная система - SEOS

Сумма включает порт - 8

Количество Мак адресов - 1500000

Количество маршрутов - 2500000



Рисунок 6.9 - маршрутизатор SmartEdge 600

					11070006.11.03.02.177.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		51

7 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ

Смета затрат (таблица 7.1) содержит затраты на оборудование, кабели связи и дополнительные средства используемые для монтажа сети связи.

Таблица 7.1 – Смета затрат на приобретение оборудования и кабелей связи

№	Наименование	Кол-во	Стоимость	Сумма
1	Маршрутизатор Ericsson SE600	1	2 601 687	2 601 687
2	Коммутатор QSW-3900-24-T-DC	1	271540	271540
3	Коммутатор QSW-3450-28F-AC-DC	2	70721	141442
4	Коммутатор QSW-2800-28T-AC-UPS	1	15335	15335
6	Оборудование IPTV (комплект) DVB-C + IPTV FTA головная станция на основе DMM-1000 и DX-308A на 8-16-24 QAM пакетов	1	670000	670000
8	Сервер Управления	1	202000	202000
10	Сервер доступа	1	39420	39420
11	Сервер Интернет-сервер	1	95375	95375
15	Источник бесперебойного питания для Qtech QSW-3450-8	326	4200	1369200
17	Кабель волоконно-оптический ОМЗКГЦ, км	25	28500	712500
18	Кабель витая пара 5-ой категории, м	50000	21	1050000
	ИТОГО			7168499

При приобретении оборудования обычно предусматриваются следующие расходы:

Кпр – Затраты на приобретение оборудования;

Ктр – транспортные расходы в т.ч. таможенные расходы (4% от Кпр);

Ксмп – строительно-монтажные расходы (20% от Кпр);

Кту – расходы на тару и упаковку (0,5% от Кпр);

Кзср – заготовительно-складские расходы (1,2% от Кпр);

Кпнр – прочие непредвиденные расходы (3% от Кпр).

					11070006.11.03.02.177.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		52

Отдельно следует осуществить расчет необходимых затрат на строительство линейно-кабельных сооружений.

Общие затраты на прокладку кабеля составят (7.1):

$$K_{\text{каб}} = L * Y \quad (7.1)$$

где L – длина трассы прокладки кабеля;

Y – стоимость 1 км. прокладки кабеля.

$$K_{\text{каб}} (\text{оптический}) = L \cdot Y = 8 \cdot 170000 = 1360000 \text{ Руб.}$$

$$K_{\text{каб}} (\text{медный}) = L \cdot Y = 90 * 14000 = 1260000 \text{ Руб.}$$

$$K_{\text{каб}} (\text{оптический}) + K_{\text{каб}} (\text{медный}) = 2620000 \text{ Руб.}$$

Стоимость прокладки кабеля вычислена исходя из данных представленных в Таком образом, общие капитальные вложения рассчитываются как:

$$KB = K_{\text{об}} + (K_{\text{нр}} + K_{\text{мр}} + K_{\text{смп}} + K_{\text{м/у}} + K_{\text{зср}} + K_{\text{нпр}})K_{\text{об}} + K_{\text{каб}}, \text{ руб} \quad (7.2)$$

$$KB = 7168499 + (0,04 + 0,2 + 0,005 + 0,012 + 0,03) \cdot 7168499 + 2620000 = 11845858,21 \text{ Руб.}$$

$$KB = 11845858,21 \text{ Руб.}$$

7.1 Расчет эксплуатационных расходов

Для расчета годового фонда заработной платы необходимо определить численность штата производственного персонала. Фонд рабочего времени месяца, составляет 176 часов. Расходы на оплату труда в таблице 7.2

					11070006.11.03.02.177.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		53

Таблица 7.2 – Состав персонала по обслуживанию станционного оборудования

Наименование должности	Оклад	Количество, чел.	Сумма з/п, руб.
Ведущий инженер	27 725	1	27 725
Инженер 1 кат.	22 000	1	22 000
Инженер-программист.	15 000	1	15 000
Монтажник	22 000	4	88 000
Итого		7	152 725

Рекомендуемый состав линейного персонала предприятия связи приведён в таблице 7.3

Таблица 7.3 – Состав персонала по обслуживанию линейного тракта

Наименование должности	Оклад	Кол-во, чел.	Сумма з/пл., руб.
1	2	3	4
Инженер линейных сооружений	27725	3	83175
Кабельщик-монтажник	22000	6	132000
Электромонтёр канализационных сооружений четвертого разряда	15000	2	30000
Электромонтёр линейных сооружений и абонентских устройств четвертого разряда	17500	2	350000
Электромонтёр станционных сооружений и абонентских устройств четвертого разряда	17300	2	34600
Итого (ЗПлн)		18	629775

Годовой фонд оплаты труда определяется как (7.1.1):

					11070006.11.03.02.177.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		54

$$\text{ФОТ}_{\text{годин}} = 3П * m * Kd * Kpr \quad (7.1.1)$$

где $m=12$ – количество месяцев в году;

$K_d=1,04$ – коэффициент, учитывающий доплату за работу с вредными условиями труда.

$K_{pr} = 1,25$ - размер премии (25 %);

1. для стационарного персонала:

$$\text{ФОТ}_{\text{год ст}}^{\text{год}} = 152725 \cdot 12 \cdot 1,04 \cdot 1,25 = 2382510 \text{ Руб.}$$

2. для линейного персонала:

$$\text{ФОТ}_{\text{ли}}^{\text{год}} = 629775 \cdot 12 \cdot 1,04 \cdot 1,25 = 9824490 \text{ руб.}$$

Общий годовой фонд оплаты труда составит (7.1.2):

$$\text{ФОТ}^{\text{год}} = \text{ФОТ}_{\text{ст}}^{\text{год}} + \text{ФОТ}_{\text{ли}}^{\text{год}} \quad (7.1.2)$$

$$\text{ФОТ}^{\text{год}} = 2382510 + 9824490 = 12207000 \text{ руб.}$$

Страховые взносы составляют 30 % от фонда оплаты труда (2014 год):

$$\text{СВ} = 0,30 * \text{ФОТ}^{\text{год}} \quad (7.1.3)$$

где $X_{\text{СВ}}=0,30$, коэффициент страховых выплат;

$$\text{СВ} = 3662100 \text{ руб.}$$

Амортизационные отчисления на полное восстановление производственных фондов рассчитываются по формуле (8.1.4):

$$\text{АО}_{\text{год}} = \Phi_{\text{перв}} * \text{На} \quad (7.1.4)$$

где $\Phi_{\text{перв}}$ – первоначальная стоимость основных фондов (приравнивается к капитальным вложениям);

					11070006.11.03.02.177.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		55

N_a – норма амортизационных отчислений для данного типа оборудования и линейно-кабельных сооружений составляет 5%.

$$AO_{\text{год}} = 11845858,21 \cdot 0,05 = 592292,91 \text{ руб.}$$

затраты на оплату электроэнергии определяются в зависимости от мощности стационарного оборудования (7.1.5)

$$Z_{\text{ЭН}} = T * Z_t * (P * n) \quad (7.1.5)$$

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

$P = 0,2$ кВт – мощность одной установки в среднем (n =количество установок: 122).

$Z_t = 8640$ часов работы в году;

Тогда, затраты на электроэнергию составят

$$Z_{\text{ЭН}} = 4 \cdot 8640 \cdot (0,2 \cdot 122) = 843264 \text{ руб.}$$

2. затраты на материалы и запасные части составляют 3,5% от ОПФ:

$$Z_M = \text{ОПФ} * L \quad (7.1.6)$$

где *ОПФ* - это основные производственные фонды (капитальные вложения $K_{\text{общ}}$).

L – коэффициент затрат на материалы, 0,035

В итоге материальные затраты составляют:

$$Z_M = 7168499 \cdot 0,035 = 250897,46 \text{ руб.}$$

общие материальные затраты равны сумме затрат на электроэнергию и материальных затрат (7.1.7)

$$Z_{\text{общ}} = Z_{\text{ЭН}} + Z_M \quad (7.1.7)$$

					11070006.11.03.02.177.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		56

$$Z_{\text{общ}} = 843264 + 250897,46 = 1094161,46 \text{ руб.}$$

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

$$Z_{\text{пр}} = 0,15 * \text{ФОТ}_{\text{год}} \quad (7.1.8)$$

$$Z_{\text{эк}} = 0,25 * \text{ФОТ}_{\text{год}} \quad (7.1.9)$$

$$Z_{\text{пр}} = 0,15 \cdot 12207000 = 1831050 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{эк}} = 0,25 \cdot 12207000 = 3051750 \text{ руб.}$$

сумма других расходов определяется как (6.1.10):

$$Z_{\text{другие}} = Z_{\text{эк}} + Z_{\text{пр}} \quad (7.1.10)$$

$$Z_{\text{прочие}} = 1831050 + 3051750 = 4882800 \text{ руб.}$$

Результаты расчёта годовых эксплуатационных расходов сведём в таблицу

7.4

Таблица 7.4 – Результаты расчёта годовых эксплуатационных расходов

Наименование затрат	Сумма затрат, руб.	Структура, %
1. Фонд оплаты труда, годовой	12207000	38
2. Страховые взносы, годовые	3662100	12
3. Амортизационные отчисления	592292,91	10
4. Материальные затраты	1094161,46	25
6. Прочие расходы	4882800	15
Итого (Э)	22438354,37	100

7.2 Расчёт предполагаемой прибыли

Используя данные на типах услуг, предоставленный пользователи, разработанный мультисервисной сети и цены этих служб, мы переместим вычисление предполагаемого благодеяния (таблица 7.5 и 7.6).

Таблица 7.5 – Прейскурант на виды предоставляемых услуг

№	Наименование услуги	Виды оплаты	Стоимость (руб)
1	IP-TV	Подключение	500
		Абонентская плата в месяц	500
		Пакет дополнительных каналов в месяц	100
		Видео по запросу	150
2	VoIP	Подключение	300
		Абонентская плата в месяц	500
3	Доступ в Интернет	Подключение	500
		Абонентская плата в месяц	500
		Реальный IP (в месяц)	100
		SMS-уведомления (в месяц)	20
		Родительский контроль	150

4	Доступ в Интернет (юридические лица)	Абонентская плата в месяц	3000
		Подключение	3000
5	VoIP (физические лица)	Абонентская плата в месяц	700
		Подключение	3000

Цена служб представлена в разуме анализа цен других операторов района, также цены поставщика клиента в соседних районах.

таблица 7.6 – благодеяние, Планировавшее согласно типам служб

Название услуги	Абонентов	Цена	Стоимость
IP-TV, абонентская плата	6027	500	3013500
IP-TV, пакет дополнительных каналов	3014	100	301350
IP-TV, видео по запросу	2411	150	361620
VoIP, абонентская плата	3444	200	688800
Интернет, SMS-уведомления	3875	20	77490
Реальный IP (в месяц)	2325	100	232470
Интернет, родительский контроль	3100	150	464940
Интернет, абонентская плата	7749	500	3874500
Интернет (юр. лицо), абонентская плата	902	3000	2706000
Интернет (физ. лицо), абонентская плата	722	700	505120
Итого (Pr _{month})			9014670

Сумма ежегодной прибыли рассчитывается по формуле (7.2.1):

$$Pr_{year} = 12 * Pr_{month} \quad (7.2.1)$$

$$PP = 12 \cdot 9014670 = 108176040 \text{ руб.}$$

Годовое благодеяние оценена в 108 миллионов 176 тысяч 040 рублей в полный груз сети. Так, анализ результатов вычисления предполагаемого благодеяния и основных вложений свидетельствует достаточно о высшей степени эффективности получающих решений проектов и подтверждает их экономическое основание.

Мы будем иметь в виду тот факт, который в первые 7 лет присоединятся ~70 % абонентов, и ~30 % за 3 последующих года. Период проектов составляет 10 лет. Подробно описанная информация о благодеянии для каждого года периода проектов содержит в таблица 7.7

Таблица 7.7 – Предварительные экономические показатели проекта по доходам.

Год	Количество абонентов от проектного значения	От подключения	От абонентской платы	Суммарный за год
1	0,3	2594700	32452812	35047512
2	0,4	1135740	43270416	44406156
3	0,5	1135740	54088020	55223760
4	0,6	1135740	64905624	66041364
5	0,7	1135740	75723228	76858968
6	0,75	567870	81132030	81699900

7	0,8	567870	86540832	87108702
8	0,9	1135740	97358436	98494176
9	0,95	567870	102767238	103335108
10	1	567870	108176040	108743910

7.3 Определение оценочных показателей проекта

Между основными указателями проекта возможно отличать срок от компенсации, т. е. не настает период, когда реализованный проект начинает приносить благодеяние, которое преодолевает годовые затраты.

Для оценки срока компенсации возможно использовать начало вычисления чистого денежного дохода (NPV), который показывает количество дохода в конце i -го периода времени. Данный метод основан в сравнении количества начальных вложений (IC) с полной суммой убавленного чистого денежного дохода (PV) от всего периода оплаты. С другими словами этот указатель представляет различие убавленных показателей дохода и вложений, налаживает счета из-за формулы (7.3.1)

$$NPV = PV - IC \quad (7.3.1)$$

где PV – денежный доход, рассчитываемый по формуле (7.3.2);

IC – отток денежных средств в начале n -го периода, рассчитываемый по формуле (8.3.2).

$$PV = \sum_{n=1}^T \frac{P_n}{(1+i)^n} \quad (7.3.2)$$

где P_n – доход, полученный в n -ом году, i – норма дисконта,

T – количество лет, для которых производится расчет.

$$IC = \sum_{n=1}^m \frac{I_n}{(1+i)^{n-1}} \quad (7.3.3)$$

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

Параметр P показывает доход, полученный текущим годом. Не стоит забывать о том, что в таблице 8.5 приведены доход конкретного количества абонентов, которые были соединены за один год, т.е. так, что не приняли во внимание уже абоненты, которые есть.

$$P_i = P_{подкл(i)} + P_{аб(i)} + \sum_{i=2}^T P_{подкл(i-1)} - P_{аб(i-1)}$$

где $P_{подкл(i-1)}$, $P_{аб(i-1)}$ – доходы от подключения абонентов и доход от абонентской платы за год; T – расчетный период.

Таблица 7.8 – Оценка экономических показателей проекта с учетом дисконта.

Год	P	PV	I	IC	NPV
0	0	0	78336117	78336117	-78336117
1	35047512	32451400	22438354,37	99492486	-67041086
2	44406156	74695866	22438354,37	118382101	-43686236
3	55223760	118719909	22438354,37	135247829	-16527920
4	66041364	165726847	22438354,37	150306514	15420333
5	76858968	214572111	22438354,37	163751769	50820342
6	81699900	260930828	22438354,37	175756461	85174367

7	87108702	305062808	22438354,37	186474936	118587872
8	98494176	349616571	22438354,37	196045003	153571568
9	103335108	391351888	22438354,37	204589706	186762182
10	108743910	430566032	22438354,37	212218904	218347128

Как кажется единичных значений, принесенных в таблица 7.8, проекта, 4 компенсирован год использования, так как в конце 4 лет у нас есть позитив NPV.

Срок компенсации (PP) – указатель, более часто принятый в аналитический, под которым понято период времени момента начала осуществления проекта до сих пор использование объекта, в котором доход использования становится равным начальным вложениям, и может класться принимая во внимание фактор времени, также как и без его участия.

Точный срок окупаемости можно рассчитать по формуле (7.3.4):

$$PP = T + \frac{|NPV_{n-1}|}{(|NPV_{n-1}| + NPV_n)} \quad (7.3.4)$$

где T – значение периода, когда денежный доход меняет знак с «-» на «+»;
NPV_n – положительный чистый денежный доход в n году;

NPV_{n-1} – отрицательный чистый денежный доход по модулю в n-1 году.

$$PP = 4,51 \text{ года}$$

Ввиду этого, срока единичной компенсации начала активности операций (конец года нуля), он составляет 4 года и 6 месяцев.

Указатель доходности представляет относительного указателя, который характеризует связь дохода, принесенного в затраты вложений, принесенные в дату сами, и налаживает счета из-за формулы (7.3.5)

$$PI = \sum_{n=1}^T \frac{P_n}{(1+i)^n} / \sum_{n=1}^m \frac{I_n}{(1+i)^{n-1}} \quad (7.3.5)$$

$$PI = 165726847 / 150306514 = 1,10$$

Если $PI > 1$, то проект следует принимать; если $PI < 1$, то проект следует отвергнуть; если $PI = 1$, то проект ни прибыльный, ни убыточный.

Индекс PI следует рассчитывать для момента, когда проект окупается, либо на длительность временного периода расчета (общее количество лет).

Экономический смысл показателя IRR заключается в том, что предприятие может принимать любые решения инвестиционного характера, уровень рентабельности которых не ниже цены капитала. Чем выше IRR , тем больше возможностей у предприятия в выборе источника финансирования. Иными словами, что он показывает ожидаемую норму доходности (рентабельность инвестиций) или максимально допустимый уровень инвестиционных затрат в оцениваемый проект. IRR должен быть выше средневзвешенной цены инвестиционных ресурсов

$$IRR > i$$

где i – ставка дисконтирования

Расчет показателя IRR осуществляется путем последовательных итераций. В этом случае выбираются такие значения нормы дисконта i_1 и i_2 , чтобы в их интервале функция NPV меняла свое значение с «+» на «-», или наоборот. Далее по формуле делается расчет внутренней нормы доходности:

$$IRR = i_1 + \frac{NPV_1}{NPV_1 - NPV_2} (i_2 - i_1) \quad (7.3.6)$$

					11070006.11.03.02.177.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		64

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

Для описанного выше примера будем иметь:

$i_1 = 12\%$, при котором

$NPV_1 = 15420333$ руб.

$i_2 = 25\%$ при котором

$NPV_2 = -1060897$ руб.

Следовательно, расчет внутренней нормы доходности будет иметь вид:

$$IRR = 12 + \frac{15420333}{15420333 - (-1060897)} (25 - 12) = 24,16\% .$$

Таким образом, внутренняя норма доходности проекта составляет 24.16%, что больше цены капитала, которая рассматривается в качестве 12%, таким образом, проект следует принять. В случае если, $IRR < I$ проект нецелесообразен для реализации.

В данном разделе осуществлена оценка капитальных вложений в предлагаемый проект и калькуляция эксплуатационных расходов. Определен общий дохода от реализации проекта, рассчитаны основные оценочные показатели проекта, характеризующие финансовый уровень решения задач. Рассчитанные технико-экономические показатели на конец расчетного периода сведены в таблицу 7.9

					11070006.11.03.02.177.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		65

Таблица 7.9 – Основные технико-экономические показатели проекта

Показатели	Численные значения
Количество абонентов, чел	3800
Капитальные затраты, руб	11845858,21
Ежегодные эксплуатационные расходы, руб, в том числе:	27990463,4
Расходы на оплату производственной электроэнергии	843264
Расходы на материалы, запасные части и текущий ремонт	3768799,65
Фонд оплаты труда	12207000
Страховые взносы	3662100
Амортизационные отчисления	2626499,75
Общие производственные расходы	4882800
Доходы (NPV), руб	108176040
Внутренняя норма доходности (IRR)	24,16
Индекс рентабельности (PI)	2,03
Срок окупаемости, год	4 года и 6 месяцев

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы все задачи были выполнены в полном объеме, разработаны рекомендации по модернизации сети связи в зоне действия АТС-38 в г. Малабо

Изучены современные технологии предоставления услуг связи, выбрана оптимальная, с точки зрения предоставляемых сервисов и соотношения цена - качество.

Разработана схема мультисервисной сети коммуникации г. Малабо. Данная сеть организована в основании технологи VDSL. Разработана сеть, которая обеспечивает передачу всех типов информации (данные, голос, видео) с заданной скоростью, а также принято во внимание перспективы развития современных технологий информации.

В качестве коммутационного оборудования было решено выбирать оборудование EWSD, как замена АТС на цифровую станцию, рассчитаны нагрузки и количество требуемого оборудования.

Для организации доступа абонентов в сеть Интернет принято решение использовать технологию ADSL, с цифровым уплотнением существующих медных кабелей. Разработана схема размещения оборудования DSLAM, приведено его описание.

Рассчитаны технико-экономические показатели проекта, капитальные вложения составили 11845858,21 руб, срок окупаемости – 4 года и 6 месяцев.

					11070006.11.03.02.177.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		67

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Портал администрации городского округа. Малабо [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D0%BB%D0%B0%D0%B1%D0%BE> (дата обращения 03.03.2016г)
2. Карта 1-го микрорайона города малабо [Электронный ресурс] // Режим доступа: https://es.wikipedia.org/wiki/Provincia_de_Bioko_Norte#/media/File:Bioko-es.png (дата обращения 30.04.2016г)
3. Технология xDSL. [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://www.xdsl.ru/faq-php/> (дата обращения 01.05.2016г)
4. Принцип и установка оборудования. [Электронный ресурс]/ Режим доступа: <http://kunegin.narod.ru/ref7/ats/file7.htm> (дата обращения 02.05.2016г)
5. Википедия [электронный ресурс] // Государственный информационный центр <https://es.wikipedia.org/wiki/Malabo> (Дата обращения 10.05.2016)
6. Цифровой системой коммутации [электронный ресурс] // <http://docslide.us/documents/ewsd docx.html> (Дата обращения 12.05.2016)
7. Маркин Н. П. Методические указания по проектированию цифровых систем коммутации типа С-12// Н. П. Маркин, А. П. Пшеничников. – М.: МТУСИ, 1999. – 38с
8. Росляков А.В. Общеканальная система сигнализации № 7 - М.: Эко-Трендз, 2001.
9. Шмалько А.В. Цифровые сети связи. Основы планирования и построения. - М.: Эко-Трендз, 2001.
10. Гольдштейн Б.С. Программные коммутаторы Softswitch // Технологии и средства связи 2005 №2
11. Иванова О.Н. Копп М.Ф. Автоматическая коммутация - М. Радио и связь 1988

					11070006.11.03.02.177.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		68

12. Лившиц Б.С. Пшеничников А.П. Теория телетрафика - М. Радио и связь 1979
13. Пинчук А.Б. Соколов Н.А. Мультисервисные абонентские концентраторы для функциональных возможностей "Triple-Play Services" // Вестник связи 2005 №6
14. Соколов Н.А. Телекоммуникационные сети - М. Альварес Паблишинг 2004
15. Нормы технологического проектирования. Городские и сельские телефонные сети. НТП 112-2000.
16. Росляков А. В. Проектирование цифровой ГТС: Учебное пособие //А. В. Росляков, Н. Д. Черная, Ю. Ю. Харченко и др. – Самара.: ПГАТИ, 1998. – 124с.
17. Виталий Александрович Балашов. Технологии широкополосного доступа xDSL Учебное пособие - г. выпуска 2009
18. Абилов А.В. Сети связи и системы коммутации - М. Радио и связь 2004
19. Быков Ю.П. Егунов М.М. Справочные материалы по курсовому и дипломному проектированию - Новосибирск 2001
20. Величко В.В. Субботин Е.А. Мультисервисные сети. Телекоммуникационные системы и сети.Т. №3 - М. Горячая линия - Телеком 2005
21. Гольдштейн А.Б. Саморезов В.В. Softswitch: сегодня и в перспективе // Специальный выпуск "АТС-2005" Технологии и средства связи 2005.
22. Жданов И.М. Кучерявый Е.И. Построение городских телефонных сетей - М. Связь 1972
23. Иванова О.Н. Копп М.Ф. Автоматическая коммутация - М. Радио и связь 1988
24. Лившиц Б.С. Пшеничников А.П. Теория телетрафика - М. Радио и связь 1979

					11070006.11.03.02.177.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		69

25. Пинчук А.Б. Соколов Н.А. Мультисервисные абонентские концентраторы для функциональных возможностей "Triple-Play Services" // Вестник связи 2005 №6

26. Соколов Н.А. Телекоммуникационные сети - М. Альварес Паблишинг 2004.

					11070006.11.03.02.177.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		70