МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество

АЛМАТИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ

кафедра Автоматической электросвязи

«Допущен к защите»
Заведующий кафедрой _____
_____
(Ф.И.О., ученая степень, звание)
_____ «____» _____ 20__ г.
(подпись)

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

На тему: Организация мультисервисного абонентского доступа AMG в Жаксынском районе Акмолинской области

Специальность РЭТ

Выполнил (а) Нурбаев Б.Н. (Фамилия и инициалы) СССКу-10-2 группа

Научный руководитель Сейлмурат К. инж. отд. мультимедийных систем ТЦУ СТ (Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)

Консультанты:

по экономической части:
Бабич А.А.
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
_____ «10» июня 2014 г.
(подпись)

по безопасности жизнедеятельности:
Манандаева С.Е. ст. преп.
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
_____ «10» 06 2014 г.
(подпись)

по применению вычислительной техники:
Мухамеджанова А.Д. ст. препод.
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
_____ «26» 05 2014 г.
(подпись)

_____
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
_____ «____» _____ 20__ г.
(подпись)

Нормоконтролер: Хамиева С.А. доцент АУЭС
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
_____ «17» 06 2014 г.
(подпись)

Рецензент: _____
(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 заочного обучения и переподготовки специалист.
Специальность Радиотехника, электроника и телеком.
Кафедра Автоматической электросвязи

ЗАДАНИЕ
на выполнение дипломного проекта

Студент Нурдаев Бауыржан Нурмахамбетович
(фамилия, имя, отчество)

Тема проекта Организация мультисервисного абонентского доступа АМБ в Талгарском районе Алматинской области

утверждена приказом ректора № 115 от «24» сентября 2013 г.
Срок сдачи законченной работы «25» мая 2014 г.
Исходные данные к проекту требуемые параметры результатов проектирования (исследования) и исходные данные объекта
V - число стандартных цифровых каналов доступа со скоростью 64 кбит/с;
n - число категорий источников вызовов;
m_i - число каналов, требующих для обслуживания;
h_i - время обслуживания одного вызова;
P - вероятность средних потерь;

Перечень подлежащих разработке дипломного проекта вопросов или краткое содержание дипломного проекта:
1. Существующая сеть связи Талгарского района
2. Анализ современного состояния сетей NGN
3. Расчет технических параметров сети
4. БЖД
5. БП

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

1. Существующая схема сети
2. Проектируемая схема сети
3. Краткое описание проекта
4. Схема сети DSL
5. Пропускная способность ADSL
6. Расчет технических параметров сети
7. БЖД
8. БП

Рекомендуемая основная литература

1. Соколов Н.А. Сети абонентского доступа. Принципы построения. Пермь. 2001 - 185с
2. Семенов Ю.В. Проектирование сетей связи следующего поколения, Москва, 2005, 418с
3. Бернард Скляр. Цифровая связь, Москва, 2003, -1999с
4. Убайдуллаев Р.Р. Волоконно-оптические сети. М. Эко-Трендз, 2000, -235с
5. Олифер В.Г., Олифер Н.А., Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы. Учебник: С-Петербург, 2000г

Консультанты по проекту с указанием относящихся к ним разделов

Раздел	Консультант	Сроки	Подпись
Экономич. часть	Бабак В.А.	24.04 - 10.06	
БЖД	Манапбаева С.Е.	23.04 - 10.06	
Техн. часть	Сейлханова Х.	25.05.14г	
ВТ	Мухамеджанова	23.04 - 25.05	
Норм. контр	Жаппаева С.А.	17.06.14г	

ГРАФИК
подготовки дипломного проекта

№ п/п	Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления руководителю	Примечание
1	Существующая сеть связи Жакынкного района	25.12.13 - 30.12.13г	выпол
2	Анализ современного состояния сетей NGN	5.01.14 - 15.02.14г	выпол
3	Расчет технических параметров сети	16.02.14 - 16.03.14г	выпол
4	БЖД	17.03.14 - 27.04.14г	выпол
5	БП	28.04.-14г - -28.05.14г	выпол
6	Заключение	29.05.14г	выпол
7	список литературы	30.05.14г	выпол

Дата выдачи задания «24» сентября 2013 г.

Заведующий кафедрой ____________ Чежимбаева К.С.
(подпись) (Фамилия и инициалы)

Руководитель ____________ Сейтмурат К.
(подпись) (Фамилия и инициалы)

Задание принял к исполнению
студент ____________ Нурбаев Б. Н.
(подпись) (Фамилия и инициалы)

Аңдатпа

Бұл диплом жобасында Жақсы аудандық телекоммуникация торабында мультисервситік абоненттік қатынау желісін ұйымдастыру мәселелері мен сұрақтары қарастырылды.

Желінің қызмет көрсету сапасы есептелініп, дауыс трафигі есептелініп және қызмет көрсету сапасын жоғарылату үшін математикалық әдістерге талдау жасалды.

Өміртіршілік қауіпсіздігі қарастырылып, оператордың қызмет шарттары қарастырылып, жобаның бизнес- жоспары есептеліп, экономикалық тиімділігі есептелді.

Аннотация

В данном дипломном проекте рассмотрены вопросы и задачи организации мультисервсиной сети абонентского доступа в Жаксынском районном узле телекоммуникации.

Проведен расчет характеристик качества обслуживания сети, расчет речевого трафика и сделан анализ математических методов повышения качества обслуживания

В разделе безопасности жизнедеятельности рассмотрены условия работы оператора, составлен бизнес-план и экономическая эффективность проекта.

Содержание

Введение……. 8
1 Существующая сеть связи Жаксынского района…… 9
1.1 Анализ существующей сети ……. 9
1.2 Цель проекта…… 12
1.3 Краткое описание проекта…… 13
1.4 Основные требования к СТС…… 15
1.5 Необходимость модернизации Жаксынского РУТ……. 18
1.6 Постановка задачи ……. 19
2 Анализ современного состояния сетей NGN…….. 20
2.1 Общие понятия сети NGN…….. 20
2.2 Современная технология Triple Play…… 22
2.3 Способы реализации Triple Play…….. 24
2.4 Сети NGN на базе мультисервисного абонентского доступа…… 27
2.5 Проблемы и требования клиентов…… 30
2.6Сетевые требования и преобразования……. 31
2.7Технология DSL…….. 33
2.8Основные сценарии применения МАД…….. 35
2.9Общие подходы к построению сетей связи следующего поколения…… 38
3 Расчет технических параметров сети……. 41
3.1 Расчет характеристик качества обслуживания сети…….. 41
3.2 Объем оборудования и линейных сооружений…… 48
3.3 Расчет характеристик оборудования шлюзов…… 49
3.4 Расчет характеристик производительности коммутатора……. 55
3.5 Расчет речевого трафика…… 56
3.6 Анализ математических методов повышения качества 56
обслуживания……... 56
4 Безопасность жизнедеятельности……... 66
4.1 Анализ условий труда обслуживающего персонала при 66
эксплуатации оборудования…… 66
4.2 Расчет систем кондиционирования и вентиляции помещения….. 69
4.3 Расчет и устройство защитного заземления …….. 72
5 Бизнес-план…….. 76
5.1 Технико-экономические обоснования……. 76
5.2 Стоимость реализации проекта……. 76
5.3 Маркетинг…… 77
5.4 Финансирование……. 79
5.5 Капитальные затраты…….. 79
5.6 Эксплуатационные расходы……. 80
5.7 Доходы от продажи услуг……. 83

5.8 Расчет показателей экономической эффективности проекта…… 84
Заключение…… 88
Список литературы…… 89

Введение

Доступ граждан к услугам связи становится неотъемлемым условием их интеграции в современное общество, национальную и мировую экономику, а также реализации их конституционных прав на получение и распространение информации. Зарубежный опыт свидетельствует о прямой зависимости между развитием инфраструктуры связи в отдельной стране и благосостоянием ее экономике.

За последние 10-15 лет отрасль связи во всем мире претерпела значительные изменения, которые заключались в переходе рынка связи от естественной монополии (зачастую государственной) к конкуренции, что в первую очередь подразумевает либерализацию рынка, реструктизацию сектора и приватизацию государственных монополий.

Следует отметить, что важным моментом на этапе осуществления реформ в отрасли телекоммуникаций становится институт регулирования. Правительства большинства стран, рассматривающие связь как важную услугу для населения, обычно сохраняют за собою роль регулирующего органа, если сети телекоммуникаций не находятся в их подчинении, для того, чтобы иметь уверенность, что услуги связи предоставляются в соответствии с национальными и общественными интересами.

В Казахстане основные направления создания системы универсального обслуживания были заложены в программе развития отрасли телекоммуникаций, утвержденной Правительством Республики Казахстан. Однако до внедрения данной системы необходимо решить ряд организационных вопросов, и в первую очередь это касается выбора механизма универсального обслуживания, который был бы наиболее эффективным в условиях Казахстана.

В настоящее время отрасль телекоммуникаций в Республике Казахстан развивается ускоренными темпами. Услуги телекоммуникаций на селе в основном предоставляет АО «Казахтелеком», Необходимо отметить, что одновременно с телефонизацией не телефонизированных сельских населенных пунктов, АО «Казахтелеком» осуществляет модернизацию и развитие сельской связи, что предполагает замену существующих аналоговых АТС на цифровые, Цифровизацию соединительных линий, замену воздушных линий связи на радиорелейные и волоконно-оптические линии связи.

Основная цель проекта – улучшение качества предоставляемых услуг и удовлетворение спроса населения на услуги телекоммуникаций в Жаксынском районе Акмолинской области.

1 Существующая сеть связи Жаксынского района

1.1 Анализ существующей сети

Акмолинская ОДТ является филиалом АО «Казахтелеком». Предприятие, в котором планируется реализация проекта, имеет название районный узел телекоммуникаций Жаксынского района.

Жаксынский район расположен в центральной части Акмолинской области, южнее города Кокшетау. Расстояние до областного центра составляет 300 км, 350 км от города Астана. Район пересекает асфальтированная дорога республиканского значения. Через районный центр проходит ветка железной дороги. На рисунке 1.1 показана схема организации телекоммуникационной сети Акмолинской ОДТ.

Рисунок 1.1 – Схема организации телекоммуникационной сети

Территория района составляет 7,4 тыс. кв. км. Население района составляет 28,1 тыс. человек, все население сельское. В структуре экономики района сельское хозяйство занимает около 80%.

На территории района расположено 16 сельских округов и 40 населенных пунктов.

Основной задачей административно - территориального устройства является формирование эффективной схемы управления территориями, отвечающей современным требованиям регулирования пространственного развития.

Наибольшая часть территории Жаксынского района в рельефном отношении представляет равнину, чередующуюся сопками. На территории района имеются мелкие озера местного значения.

Центральной станцией для сельских АТС Жаксынского РУТ является станция типа DRX-4 расположенная в районном центре ауле Жаксын. Монтированная емкость на 01.01.2014г. составляет 2440 номеров, задействованная емкость – 2437 номеров, т.е. 99,8%. Между АМТС г. Кокшетау и АТС а. Жаксын организованно 120 каналов.

По состоянию на 01.01.2014 г. в Жаксынском РУТ функционирует 4 цифровых станции (одна станция DRX-4, три - М-200) и 15 аналоговых станций (12 станций – АТСК-50/200, 3 станции – АТСК-100/2000). Из общей монтированной ёмкости станций 6374 номеров на 01.01.2014 г. – 6329 номеров задействовано, т.е. 99,3%.

В с. Кировский функционирует станция типа АТСК-100/2000, 1985 года выпуска стативов. Монтированная емкость составляет 400 номеров. По состоянию на 01.01.2014г. задействовано 396 номеров, т.е. 99%. АТС расположена в арендуемом помещении ТОО «Жылы-булак». Связь с АТС р/ц а. Жаксы организована по двум системам передач ИКМ-15. Протяженность кабеля межстанционной связи КСПП 1х4х0,9 – 12,8км. Максимальная протяженность абонентской линии не превышает 5 км. Станция находится в неудовлетворительном состоянии, и дальнейшая эксплуатация данной АТС может привести к полной остановке станции.

В с. Чапаевский функционирует станция типа АТСК-50/200, 1972 года выпуска стативов. Монтированная емкость составляет 150 номеров. По состоянию на 01.01.2014г. задействовано 150 номеров, т.е. 100%. АТС расположена в арендуемом помещении ПК «Телемис». Связь с АТС р/ц а. Жаксын организована по системе передаче ИКМ-15. Протяженность кабеля межстанционной связи КСПП 1х4х0,9 – 9,3км. Максимальная протяженность абонентской линии не превышает 5 км. Станция находится в неудовлетворительном состоянии, и дальнейшая эксплуатация данной АТС может привести к полной остановке станции.

В с. Запорожье функционирует станция типа АТСК-100/2000, 1978 года выпуска стативов. Монтированная емкость составляет 600 номеров. По состоянию на 01.01.2014г. задействовано 600 номеров, т.е. 100%. АТС расположена в арендуемом помещении АО «Казпочта». Связь с АТС р/ц а. Жаксын организована по системе передаче ИКМ-30. Протяженность кабеля межстанционной связи КСПП 1х4х0,9 – 7,5км. Максимальная протяженность абонентской линии не превышает 5 км. Станция находится в неудовлетворительном состоянии, и дальнейшая эксплуатация данной АТС может привести к полной остановке станции.

В с. Ишимское функционирует станция типа АТСК-100/2000, 1990 года выпуска стативов. Монтированная емкость составляет 500 номеров. По состоянию на 01.01.2014г. задействовано 500 номеров, т.е. 100%. АТС расположена помещении принадлежащем АО «Казахтелеком». Связь с АТС р/ц а. Жаксын организована по двум системам передач ИКМ-15 и ИКМ-30. Протяженность кабеля межстанционной связи КСПП 1х4х0,9 – 14км. Максимальная протяженность абонентской линии не превышает 5 км. Станция находится в неудовлетворительном состоянии, и дальнейшая эксплуатация данной АТС может привести к полной остановке станции.

В с. Жана-Кима функционирует электронная станция типа М-200, 2005 года выпуска. Монтированная емкость составляет 320 номеров. По состоянию на 01.01.2014г. задействовано 320 номеров, т.е.100%. АТС расположена в помещении принадлежащем АО «Казахтелеком». Связь с АТС р/ц а. Жаксы организована по системе передаче FlexDSL. Протяженность кабеля межстанционной связи КСПП 1х4х0,9 – 2,9км. Максимальная протяженность абонентской линии не превышает 5 км.

В с. Белагаш функционирует электронная станция типа М-200, 2005 года выпуска. Монтированная емкость составляет 336 номеров. По состоянию на 01.01.2014г. задействовано 328 номеров, т.е. 97,6%. АТС расположена в помещении принадлежащем АО «Казахтелеком». Связь с АТС р/ц а. Жаксы организована по системе передаче FlexDSL. Протяженность кабеля межстанционной связи КСПП 1х4х0,9 – 1,7км. Максимальная протяженность абонентской линии не превышает 5 км.

В с. Подгорное функционирует электронная станция типа М-200, 2003 года выпуска. Монтированная емкость составляет 128 номеров. По состоянию на 01.01.2014г. задействовано 127 номеров, т.е. 99,2%. АТС расположена в помещении принадлежащем АО «Казахтелеком». Связь с АТС р/ц а. Жаксы организована по НССС «ДАМА». Максимальная протяженность абонентской линии не превышает 5 км.

Поводом для инициации данного проекта послужили две основные предпосылки: во-первых, дефицит в услугах связи на начало 2014 года, включая новые виды услуг и услуги передачи данных, во-вторых, моральный и физический износ оборудования, следствием чего является низкое качество предоставляемых филиалом услуг.

Численность населения Жаксынского района составляет 73090 человек.

Ёмкость телефонной сети Жаксынского района по состоянию на 01.01.2014 г. составляет:

– монтированная – 6374 номера,
– задействованная – 6329 номеров
– свободная – 45 номеров

В таблице 1.1 представлена информация по сельским станциям Жаксынского районного узла телекоммуникаций.

Т а б л и ц а 1.1 - Информация по сельским станциям Жаксынского РУТ

Название аула	Тип станции	Год выпуска стативов	Монтир емкость	Задейств емкость	%
Перекатное	АТСК-50/200	1968	150	149	99,3
Кировский	АТСК-100/2000	1985	400	396	99
Чапаевский	АТСК-50/200	1972	150	150	100
Кайракты	АТСК-50/200	1973	150	150	100
Тарасовка	АТСК-50/200	1968	100	100	100
Киевский	АТСК-50/200	1970	150	148	98,6
Калининский	АТСК-50/200	1969	200	192	96
Новокаменка	АТСК-50/200	1970	100	100	100
Лозовое	АТСК-50/200	1970	150	140	93,3
Донское	АТСК-50/200	1971	150	150	100
Запорожье	АТСК-100/2000	1978	600	600	100
Монастырка	АТСК-50/200	1974	200	200	100
Новочудное	АТСК-50/200	1983	50	47	94
Ишимское	АТСК-100/2000	1990	500	500	100
Алгабас	АТСК-50/200	1982	100	95	95
Жана-кима	М-200	2005	320	320	100
Белагаш	М-200	2005	336	328	97,6
Подгорное	М-200	2003	128	127	99,2

Проект представляет собой:

– расширение номерной емкости на сети телекоммуникации Жаксынского района на 2410 номеров.

Преимущества, которые будут получены «Обществом» в результате успешного завершения проекта:

–улучшение качества услуг связи;

–расширение спектра предоставляемых услуг;

–увеличение финансовой прибыли «Общества»;

–повышение имиджа Филиала и «Общества» в целом.

1.2 Цель проекта

Основная цель проекта – улучшение качества предоставляемых услуг и удовлетворение спроса населения на услуги телекоммуникаций.

Задачи проекта:

– заказать и поставить необходимое оборудование, смонтировать и запрограммировать, ввести в эксплуатацию;

– заказать, получить кабельную продукцию и другие материалы для строительства дополнительных линейных сооружений, выполнить работы подрядным способом по строительству соединительной линии и расширению линейных сооружений;

–ввести в коммерческую эксплуатацию объект;

–удовлетворить потребность населения на услуги телекоммуникации.

1.3 Краткое описание проекта

Данным проектом предполагается: строительство сети NGN в Жаксынском районе с технологией пакетной коммутации.

В основе сети нового поколения (NGN) лежат следующие компоненты:

–уровень доступа;

–уровень пакетных транспортных сетей;

–уровень транспортных шлюзов;

–уровень программных коммутаторов;

–уровень приложений (услуг).

1.3.1 Основной функцией уровня доступа является обеспечение доступа различных групп пользователей к максимальному количеству услуг. В качестве основного компонента уровня доступа проектом предполагается использовать оборудование мультисервисного абонентского доступа (IP AMG) с объединением услуг традиционной телефонии, широкополосного доступа и доступа по технологии IP на 4450 аналоговых портов, 300 портов ADSL.

Проектом предусматривается установка оборудования в уличном исполнении. Основной целью применения данного оборудования является удовлетворение складывающегося дефицита в телефонных установках и услугах ADSL в Жаксынском районе и замена аналоговых АТС в с. Кировский, с. Запорожье, с. Ишимское.

Для подключения шкафов мультисервисного доступа к пакетной транспортной сети проектом предусматривается строительство оптоволоконных линий связи, а для подключения абонентов к шкафам – строительство дополнительной абонентской сети по медным кабелям.

В зону мультисервисного абонентского доступа входят:

– р/ц Жаксы три шкафа общей монтированной емкостью 1000 аналоговых номеров и 96 портов ADSL;

– с. Жана-Кима шкаф на 420 аналоговых номеров и 40 портов ADSL (замена электронной АТС М-200 емкостью 320 номеров)

– с. Ишимское шкаф на 800 аналоговых номеров и 48 портов ADSL (замена аналоговой АТСК-100/2000 емкостью 500 номеров);

– с. Кировский шкаф на 628 аналоговых номеров и 46 портов ADSL (замена аналоговой АТСК-100/2000 емкостью 400 номеров);

– с. Запорожье шкаф на 790 аналоговых номеров и 30 портов ADSL (замена аналоговой АТСК-100/2000 емкостью 600 номеров);

– с. Кызылагаш шкаф на 180 аналоговых номеров и 16 портов ADSL;

– с. Белагаш шкаф на 632 аналоговых номера и 40 портов ADSL (замена электронной АТС М-200 емкостью 336 номеров)

1.3.2 Уровень пакетных транспортных сетей. На данном уровне сети осуществляется создание пакетов, управление, коммутация пакетов и маршрутизация соединений. Основными компонентами уровня пакетных транспортных сетей (опорная пакетная сеть) являются мультисервисные маршрутизаторы и коммутаторы большой емкости.

1.3.3 Уровень транспортных шлюзов. Транспортные шлюзы (TMG) предназначены для обеспечения взаимодействия между традиционными сетями с коммутацией каналов (СТОП) и сетями с пакетной коммутацией (IP). Проектом планируется расширить TMG устанавливаемый по проекту.

1.3.4 Уровень программных коммутаторов. Программный коммутатор (SoftSwitch) осуществляет централизованное интеллектуальное управление потоками трафика в транспортной сети, обеспечивает управление логикой голосовых вызовов, проходящих через IP AMG и TMG и предоставлением услуг на следующем уровне (уровне приложений). Обеспечивает поддержку разнообразных протоколов управления MGCP, H.248/Megaco, SIP-T, H.323 и др., что обеспечивает максимальную гибкость при подключении к сети оборудования различных производителей. Гибкость, заложенная в SoftSwitch, позволяет централизовать или распределить по сети функциональность программного коммутатора и тем самым создать достаточную надежность проектируемой сети. Проектом предусматривается расширить количество лицензии для управления оборудованием AMG и TMG на SSW устанавливаемом по проекту.

В с. Подгорное предполагается расширить существующую АТС М-200 на 100 номеров и построить дополнительно распредсеть. Кроме того, для обеспечения абонентов села Подгорное услугами передачи данных проектом предусматривается замена НССС «DAMA» на НССС «Sky edge» и установка DSLAM на 10 портов ADSL.

Для связи АТС с. Чапаевский с TMG р/ц Жаксы проектом предусматривается использование ТАЕ ВОЛС, с установкой мультиплексора (в данной волоконно-оптической линии связи предполагается для нужд ОДТ использовать 4 темных волокна для подключения АТС сел, расположенных вдоль прохождения трассы ТАЕ ВОЛС). При этом от АТС с. Чапаевский предполагается проложить оптический кабель до ближайшей муфты ТАЕ ВОЛС.

Существующая схема организации связи представлена на рисунке 1.2.

Техническая характеристика проекта представляет собой:

– строительство сети NGN в Жаксынском районе;
– расширение ЭАТС в селе Подгорное на 100 номеров;
– строительство отводов до ближайших муфт ВОЛС ТАЕ в населенных пунктах с. Ишимское, Кировский, Запорожье, Чапаевский;
– замену НССС «DAMA» в с. Подгорное на НССС «Sky Edge»;
– строительство и реконструкция энергоснабжения и контуров заземления;
– строительство ЛКХ;
– установку DSLAM.

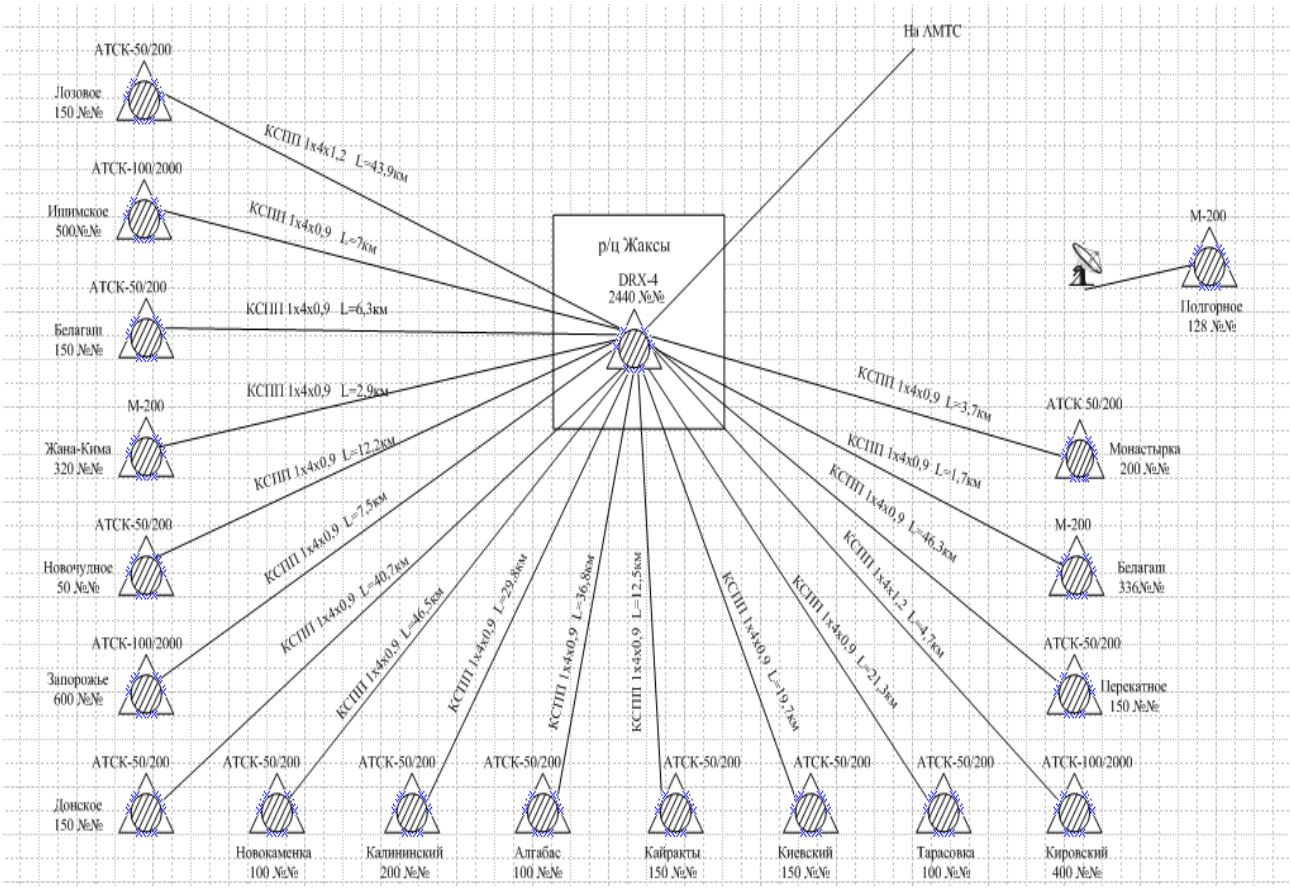


Рисунок 1.2 – Общая схема организации связи Жаксынского района

1.4 Основные требования к СТС

Требования, предъявляемые к используемому для телефонизации сельских районов коммутационному оборудованию, в значительной степени обусловлены не только географическими особенностями и исторически сложившиеся структурой отечественных сельских телефонных сетей (СТС), но и принятыми алгоритмами обслуживания вызовов для обеспечения приоритета междугородних соединений над местными и передачи информации АОН.

В связи с низкой плотностью населения в сельской местности для построения СТС требовалось значительное количество коммутационных систем малой емкости для концентрации телефонной нагрузки в местах скопления абонентов.

Принятые для построения СТС радиальная (одноступенчатое построение) или радиально-узловая (одно-, двухступенчатое построение) структуры с возможностью организации поперечных связей предполагают наличие следующих типов станций, различающихся способом включения и выполняемыми функциями:

–центральная станция (ЦС), устанавливающаяся в районном центре и выполняющая одновременно функции телефонной станции райцентра и транзитного узла СТС;

– узловая станция (УС), использующая только при радиально-узловом построении сети и устанавливающаяся в любых населенных пунктах сельского района.

К сельским станциям также относятся узлы сельско-пригородной связи (УСП), предназначенные для организации транзитной связи на комбинированных (сельско-пригородных) местных телефонных сетях. УСП используется в тех случаях, когда емкость телефонной станции райцентра достаточно велика и не может быть обслужена одной ЦС.

Центральная станция обеспечивает установление оконечных и транзитных соединений между абонентами местной (сельской) телефонной сети.

САТС должна обеспечивать взаимодействие со всеми существующими на СТС типами телефонных станций, а также с организованными на территории сельского района ведомственными и коммерческими сетями, которые включаются в СТС , как правило, на правах УПАТС. В связи с этим к САТС предъявляются требования значительного набора интерфейсов и протоколов сигнализации, принятых на СТОП.

Выбор системы сигнализации для взаимодействия АТС с другими станциями определяется в основном реальной проектной прагматикой той СТС, на которой будет устанавливаться цифровая САТС.

В отличие от ГТС, на СТС возможно несколько переходов «аналог-цифра-аналог» и нередки случаи, когда между двумя ЦАТС нет «сквозного» стандартного тракта ИКМ или они подключаются к СТС с использованием аналоговых интерфейсов.

Преимущество использования сигнализации ОКС №7 на СТС состоит в возможности организации двусторонних соединительных линий (СЛ), а также в поддержке сложившихся алгоритмов обслуживания и требований операторов связи.

В соответствии с требованиями, САТС должна обеспечивать возможность включения:

– телефонных аппаратов, как индивидуального пользования, так и

–учреждений или предприятий малых АТС, подключаемых к станции на правах абонента;

– таксофонов местной и междугородней связи, а также связи с

–платными службами сервиса;

–районных переговорных пунктов с серийным поиском по входящей

–связи;

–устройств передачи данных, для которых соединение устанавливается по телефонному алгоритму;

–оконечной цифровой установки ISDN;

–линий прямых абонентов (абонентские удлинители).

К сельским АТС, используемым в качестве ЦС, УСП, дополнительно предъявляются требования по взаимодействию с АМТС по заказным и междугородним соединительным линиям (ЗСЛ И СЛМ) внутризоновой сети,а также с информационно-справочными, заказными и экстренными службами сельского административного района. Это может потребовать наличие дополнительных интерфейсов и протоколов сигнализации (линейной- на частоте 2600 Гц по цифровым или физическим 4-проводным ЗСЛ, СЛС, по 3-проводным физическим СЛ; регистровой – многочастотным кодом методом «импульсный пакет»).

Принципы построения СТС, сохраняются и при цифровизации сельских сетей, что связано, в основном, с высокими затратами на создание и эксплуатацию цифровой первичной сети и малым тяготением между собой станций, установленных в различных населенных пунктах сельского района.

Сегодняшнее состояние отечественной сельской первичной сети характеризуется:

– дороговизной и дефицитом линий и каналов;

– повсеместным использованием морально устаревших цифровых

– систем передачи (ЦСП) с нестандартными скоростями и аналоговых систем передач (АСП);

– возможностью нескольких переходов «аналог-цифра-аналог».

Отсюда следует, что цифровизация сельской связи потребует помимо замены коммутационного оборудования модернизацию первичной сети с использованием как проводных так и беспроводных систем передачи (радиорелейных, а иногда и спутниковых), обеспечивающих возможность организации стандартных ИКМ- трактов со скоростью передачи 2048Кбит/с.

Перспективная сельская сеть предполагает:

– использование цифровых АТС большей, чем в настоящее время,емкости в сочетании с необслуживаемыми абонентскими выносами;

– расширение сети абонентского доступа с широким использованием

–как проводного, так и беспроводного (радио) доступа;

– по возможности перехода радиально-узловой к радиальной

–(одноуровневой) структуре телефонной сети с включением ОС и оборудования абонентского доступа преимущественно в ЦС с организацией новых и расширением существующих поперечных связей между ОС;

–расширения доступа населения к базовым услугам телекоммуникаций;

–расширение спектра предоставляемых услуг телекоммуникаций, доступ в Интернет; услуги Megaline;

–предоставления универсальных услуг телекоммуникаций для населения.

–цифровизация СТС позволит использовать одну цифровую ЦС на несколько сельских районов и расширит возможности построения комбинированных телефонных сетей.

1.5 Необходимость модернизации Жаксынского РУТ

Проблемы сельской электросвязи хорошо известны. Не претендуя на их комплексный анализ, выделим три существенных задачи:

–заканчивается «жизненный цикл» координатных АТС, которые необходимо постепенно заменять современным коммутационным оборудованием;

– абонентам, находящимся в сельской местности, должны быть доступны новые виды инфокоммуникационных услуг (в частности, возможность выхода в Интернет для каждой школы);

–для дальнейшего развития сельской связи целесообразно выбрать такие системно- сетевые решения, которые обеспечат снижение затрат оператора.

Эти три задачи тесно связаны между собой. Непосредственная замена морально и физически устаревшей сельской координатной АТС на цифровую станцию не решат две другие задачи. Доступ в Интернет возможен только на низкой скорости через модем. Структура сети и принципы ее функционирования не меняются, что не позволяет надеяться на снижение инвестиций и издержек оператора. Проблема использования старого оборудования сказывается как на эксплуатационных затратах оператора для поддержания устойчивой связи, так и малой доли предоставления востребованных услуг связи пользователю. Решение проблем с предоставлением востребованных услуг для потребителя и заменой устаревшего оборудования для Жаксынского района сводится к тому, что необходимо модернизировать телекоммуникационную сеть. В частности произвести замену аналогового коммутационного оборудования сел на цифровое, также замены изношенных кабельных и воздушных линий связи.

1.6 Постановка задачи

Особенности и отличительные качества, которые позволят предпочесть данную услугу услугам конкурентов:

–простота доступа по сравнению с конкурирующими операторами;

–невысокая плата за подключение, невысокая абонементная плата и невысокая стоимость терминала по сравнению с системами сотовой связи;

–услуги местной и междугородной телефонной связи, включая «Интернет», «Электронная почта», дополнительный комплекс услуг цифровых станций.

Стратегия реализации проекта

–сущность стратегии реализации проекта заключается в получении более высокой прибыли за счет новых установок телефонов и улучшения качества предоставляемых услуг телекоммуникаций, международных, междугородных переговоров, включая Интернет, электронную почту, модемную связь;

–нахождение вариантов подключения выносных элементов;

–определение структуры сети АД;

–рассчитать характеристику качества обслуживания сети;

–выбор типа оборудования, удовлетворяющего полученной пропускной способности;

–расчет параметров оптического кабеля;

–расчет технико-экономической части проекта бизнес-план;

–рассмотрение и разрешение вопросов безопасности жизнедеятельности.

2 Анализ современного состояния сетей NGN

2.1 Общие понятия сети NGN

Сеть нового поколения (NGN) – современная сеть с пакетной коммутацией, состоящая из множества узлов доступа. NGN строится по технологии Gigabit Ethernet (GbE) и MPLS (Multiprotocol Label Switching) и обеспечивает возможность подключения на скоростях до 10 Гбит/с, а также обладает всеми возможностями по обеспечению качества обслуживания (поддержка QoS, CoS) и предоставляет клиенту необходимые возможности как для составления набора необходимых услуг, так и настраивать их параметры. На базе сети нового поколения возможно предоставление клиенту самого полного спектра услуг, от ставшей уже традиционной голосовой телефонии, до полноценной видеоконференцсвязи. При этом клиент, помимо традиционных высококачественных услуг связи получает еще массу преимуществ, среди которых минимизация затрат на эксплуатацию и обслуживание сети, достигаемая за счет создания единой универсальной мультисервисной среды, минимизация затрат на управление ИТ-инфраструктурой, возможность построения корпоративной сети любых масштабов, гибкое управление как собственной сетью, так и предоставляемыми ему ресурсами оператора, возможность организации единого веб-интерфейса для управления предоставляемыми услугами.

Построение сети NGN позволяет расширить спектр дополнительных услуг связи и предоставить абонентам большой выбор мультимедийных и информационных ресурсов.

Сеть NGN открывает перед абонентами множество возможностей - свыше 50 дополнительных сервисов связи, среди которых администрирование услуг через сеть Интернет, измерение трафика и тарификация для группы бизнес-абонентов. Другими словами, сеть связи нового поколения делает возможной самостоятельную установку дополнительных услуг телефонии через сеть Интернет, ведение учета трафика разговоров, создание группы абонентов и определения для нее конкретного набора услуг и т.д. Абонент в этом случае сам будет выступать администратором и использовать для организации дополнительных услуг единую информационную среду. Сеть NGN позволяет индивидуализировать услуги под конкретного абонента и предлагать набор сервисов, необходимых данному пользователю. Важными преимуществами сети нового поколения NGN перед традиционной телефонией, помимо широкого спектра услуг связи, являются высокая скорость передачи данных, мобильность (доступ пользователя к данным может осуществляться независимо от его местоположения), индивидуальность (услуги доступны в любое время в необходимом объеме и формате предоставления контента), доступность (приемлемая цена сочетается с гибкостью в выборе типа используемого

оборудования; сеть NGN позволяет соединять различные сети связи).

Сети следующего поколения (NGN-next generation network) представляют собой результат эволюции всей системы электросвязи. Тем не менее, основой реализации идеи NGN служит телефонная сеть, единственная из всех существующих сетей, которая :

– обеспечивает диалоговые услуги самой группе абонентов;

– приносит Оператору основные доходы.

Для сети NGN характерны существенные особенности, выделяющие ее в новый класс телекоммуникационных систем. Обычно выделяют пять таких особенностей NGN:

–использование пакетных технологий передачи и коммутации для обмена всеми видами информации;

–применение систем коммутации с распределенной архитектурой, которые отличаются от функционально ориентированных телефонных станций;

–отделение функций, которые касаются поддержку услуг, от коммутации и передачи;

–обеспечение возможности широкополосного доступа и мультисервисного обслуживания трафика вида «triple-play services» (речь, данные и видео);

–реализация функций эксплуатационного управления (в том числе и тех, что делегированы пользователям) за счет Web технологии.

Передача информации в форме пакетов через NGN основана на протоколах IP (Internet Protocol). Но идеология построения NGN существенно отличается от принципов, по которым создана сеть Интернет. В первую очередь, следует выделить поддержку в сети NGN заранее заданных показателей качества обслуживания (QoS – quality of service). Эти показатели стали определяться для обеспечения качественной телефонной связи через IP сеть – услуг VoIP (Voice over IP), более известных как IP-телефония .

Современный рынок связи находится на таком этапе, когда операторы имеют благоприятную возможность обойти все трудности конвергенции, присущие сетям прошлых лет, и перейти напрямую к сетям следующего поколения на базе технологии, которая получила рабочее название NGN - «New Generation Network». Для того чтобы совершить этот прорыв и присоединиться к числу высокотехнологичных операторов, необходимы новые решения в области создания и предоставления высокопроизводительных услуг. NGN – технология построения сети – предназначена для предоставления услуг передачи данных и голосовых сервисов. Она снимает целый ряд ограничений и барьеров, существующих сейчас, и в этом заключается ее экономическая продуктивность.

К новым возможностям относятся:

– переход от принципа соединения «точка - точка» к принципу «каждый с каждым»;

– используется универсальный характер обслуживания разных приложений;

– абстрагирование пользователей от технологий реализации услуг связи (принцип черного ящика) и беспрецедентная гибкость получения необходимого набора, объема и качества услуг;

– полная прозрачность взаимоотношений между продавцом и покупателем услуг.

В основу технологии положена концепция перестройки общества на принципах полносвязности, когда все информационные ресурсы становятся общедоступными в любой среде, они могут быть доставлены независимо от того, где находится человек. Зародыш концепции полносвязности появился в Интернете, что дало толчок огромной популярности сети. Пользователь, входя в Интернет, получает доступ ко всему миру.

NGN с точки зрения потребителя представляется облаком либо «черным ящиком», потому что потребителю не интересно знать стеки, протоколы и т.д. Она позволяет предоставлять такие услуги, как широкополосный доступ к Интернету (100 Мбит/сек), пакетную телефонию, VPN, «видео по запросу» и выделенные широкополосные каналы.

Таким образом, NGN - сеть связи следующего поколения (Next step generation) - гетерогенная мультисервисная сеть, обеспечивающая передачу всех видов медиатрафика и распределенное предоставление неограниченного спектра телекоммуникационных услуг с возможностью их добавления, редактирования, распределенной тарификации. Сеть поддерживает передачу трафика с различными требованиями к качеству обслуживания и обеспечивает поддержку указанных требований.

Пакетные технологии обработки позволяют предложить пользователю в такой сети прозрачные автоматизированные принципы расчетов за присоединение, расчета за входящий, исходящий трафик, вводить платежи за инициализацию, транзит и терминацию трафика, рассчитывать сигнальный трафик, выделяя составляющую трафика, пропущенного от стороннего оператора.

2.2 Современная технология Triple Play

В последние годы сети доступа являются наиболее динамичным сегментом телекоммуникационной отрасли. Они непосредственно связаны с предоставлением операторских услуг абонентам, при этом для реализации различных сервисов требуется соответствующее развитие сетей связи и, в частности, их транспортной инфраструктуры. Мировое телекоммуникационное сообщество пришло к выводу о необходимости создания широкополосных сетей нового поколения. NGN должны осуществлять конвергенцию услуг передачи данных, речи, видео-, аудио- и визуальных данных в индивидуальном, групповом и широковещательном режимах по IP-сетям.

Под широкополосными IP-сетями понимается распределительная система, в которой несколько последних километров доступа к пользователю

осуществляется по высокопроизводительной сети передачи данных. Благодаря высоким скоростям передачи, широкополосные IP-сети становятся эффективным механизмом доставки интерактивных услуг, поскольку обеспечивают двустороннюю связь пользователя с центрами услуг.

На сегодняшний день уже стал очевидным тот факт, что построение отдельной сети для каждого вида трафика не эффективно. Предпочтение отдается мультисервисным сетям с единой инфраструктурой, совмещающих в себе передачу разных видов трафика. Логичным решением станет развертывание услуг получивших название Triple Play.

Обычно термин Triple Play расшифровывают, как услуги передачи голоса, видео и данных в одном потоке. Не претендуя на полноту, приведем примеры наиболее популярных предоставляемых и потенциальных услуг [1].

Услуги передачи данных:

–высокоскоростной доступ в Интернет;

–сетевое резервное копирование (backup);

–сетевые диски (виртуальное дисковое пространство);

–персональные файловые ресурсы в Интернете;

–доступ к игровым серверам.

Голосовые услуги:

–городская и междугородная телефония;

–радиовещание по IP.

Видеоуслуги:

–телевещание по IP (IPTV, HD-IPTV);

–платные видеоканалы PPV (Pay Per View);

–видео по требованию VoD (Video on Demand);

– персональный видеомагнитофон PVR;

– видеотелефония;

– услуга видеоконференц-связи;

– видеонаблюдение;

– игровые видеоприставки.

Очевидно, что ожидания пользователей в отношении конвергентных услуг передачи голоса, данных и видео диктуют новые требования к конфигурации сетей доступа:

– полный переход к IP-сетям, включая переход существующих (голосовых) услуг на VoIPи приложения следующего поколения.

– использование оптических соединений как наиболее экономичная стратегия обработки быстро растущего трафика. Это предусматривает развертывание сетей доступа с широким рядом подвидов сетей (например, xDSL, GPON и WiMax).

– сегодня операторы связи все более вовлечены в «цифровой дом» пользователей, управляя их домашними IP-шлюзами. Возросшая сложность предлагаемых услуг требует от операторов связи обеспечения безупречной совместной работы домашней сети и сетей доступа, при этом предоставляя оптимальное качество услуг.

2.3 Способы реализации Triple Play

На сегодняшний день мультисервисные сети имеют целый ряд технологий доступа для предоставления услуг Triple Play, которые можно разделить на сети фиксированного и беспроводного доступа. Однако беспроводное подключение не может гарантировать бесперебойность работы сервисов, тем более передачи видео контента, поэтому предпочтительней является фиксированные сети. От правильности выбора абонентского распределительного участка зависит функциональность и качество работы сети в целом. Поэтому далее рассмотрим более подробно возможную организацию абонентского доступа для предоставления услуг Triple Play на различных технологиях.

2.3.1 Технологии xDSL. Среди технологий доступа на сегодняшний день бурное развитие получили медные линии или цифровые абонентские линии DSL (digital subscriber lines – DSL). Если говорить о технологии, ориентированной на частных абонентов, то, безусловно, самой массовой сегодня «последней милей» является ADSL. Главное достоинство ADSL – это низкая стоимость подключения за счет использования уже проложенных медных линий связи.

На стороне провайдера картина выглядит следующим образом: мультиплексор доступа к DSL (DSLAM) получает сигналы из линии DSL и помещает их в сеть передачи. DSLAM также принимает предназначенные для клиента входные сигналы и пересылает их по высокоскоростному приемному каналу клиента.

В этой связи общей тенденцией становится подключение оборудования доступа (DSLAM) к оборудованию оператора по оптическому каналу и перенос его ближе к абонентам, что дает возможность увеличить скорость на более коротких участках «меди». Такая комбинация FTTx и DSL позволяет оптимизировать структуру сети, При этом операторское оборудование должно поддерживать все услуги Triple Play.

Обычный DSLAM - это мультиплексор, который устанавливается на стороне оператора. Фактически, он является концентратором, к которому подключаются абонентские телефонные линии. При этом на другом конце этих линий находятся DSL-модемы. Основной функцией DSLAM является предоставление пользователям качественного канала связи и обеспечение широковещательной (broadband) передачи услуг Triple Play.

Видеопоток доставляется с использованием технологии DSL от DSLAM на основе IP к широкополосному DSL маршрутизатору абонента. Маршрутизатор, поддерживающий передачу голос и интернет подключение, перенаправляет видеопоток на устройство Set-Top-Box для декодирования. STB конвертирует видеопоток в сигнал, требуемый для вывода изображения на телевизоре пользователя.

Схема решения для предоставления услуг Triple Play с использованием технологии DSL представлена на рисунке 2.1.

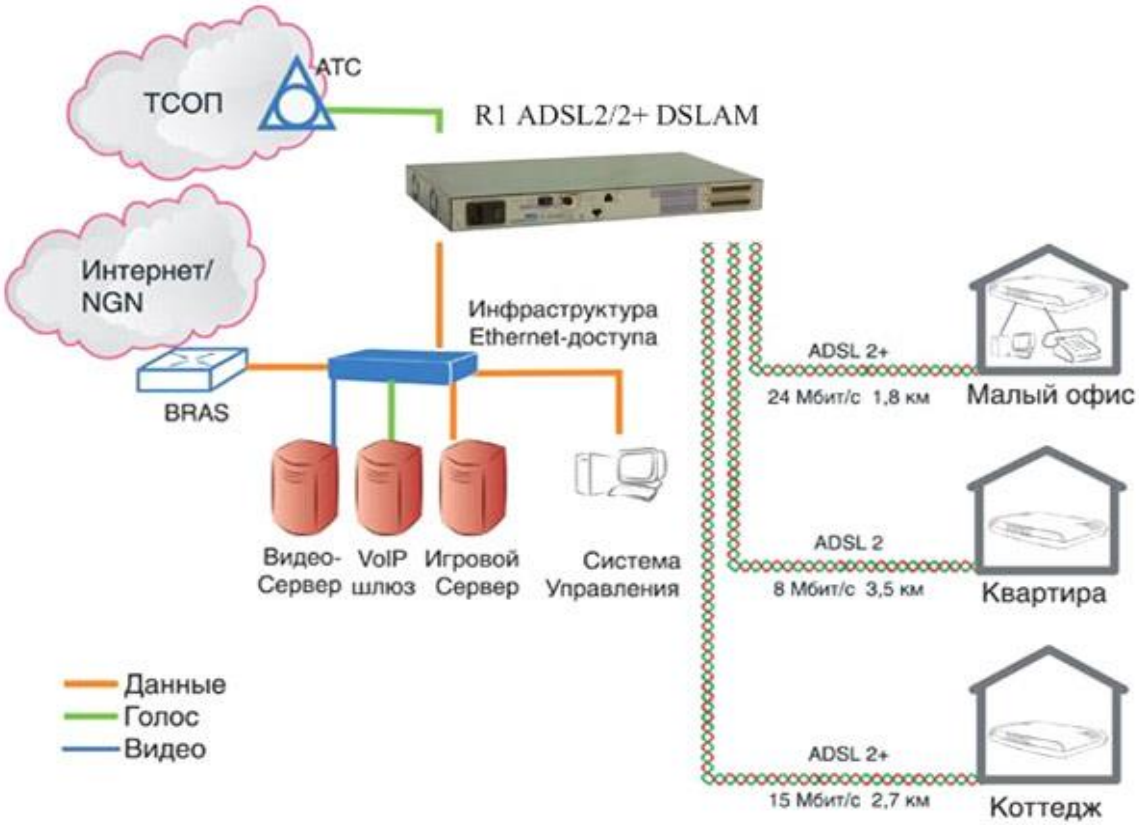


Рисунок 2.1 – Схема сети DSL

2.3.2 Абонентский концентратор МАК. Еще одним решением предоставления абонентам новых мультимедийных услуг, обеспечиваемым широкополосным доступом является. Мультисервисный абонентский концентратор (МАК). Узел доступа выполняет функции концентратора и с точки зрения концепции NGN и идеологии Triple Play Services отражает место узла доступа в телекоммуникационной сети и выполняемые им функции.Этот узел должен поддерживать несколько интерфейсов, различные протоколы сигнализации, обеспечивать экономичное введение новых услуг, отвечать всем требованиям качества обслуживания для мультисервисного трафика.

Идеология построения МАК обеспечивает возможность введения обслуживания TriplePlay Services для существующих сетей электросвязи. При формировании NGN никакие изменения в аппаратных средствах МАК не нужны. Переход на новый интерфейс осуществляется за счет незначительных изменений в программном обеспечении. Это свойство МАК обеспечивает защиту инвестиций оператора. Смена оборудования доступа при переходе к NGN не требуется.

Основная проблема заключается в том, что абоненты, которых необходимо подключить в МАК (как и в любой другой концентратор), предъявляют различные требования к спектру поддерживаемых услуг. Обычно

самой многочисленной группе абонентов требуется только телефонная связь.

2.3.3 Оптический доступ PON. PON – это семейство быстро развивающихся, наиболее перспективных технологий широкополосного мультисервисного множественного доступа по оптическому волокну.

Суть технологии пассивных оптических сетей, вытекающая из ее названия, состоит в том, что ее распределительная сеть строится без каких-либо активных компонентов: разветвление оптического сигнала осуществляется с помощью пассивных делителей оптической мощности - сплиттеров. Следствием этого преимущества является снижение стоимости системы доступа, уменьшение объема необходимого сетевого управления, высокая дальность передачи и отсутствие необходимости в последующей модернизации распределительной сети. [8]

OLT (Optical Line Terminal) – центральное устройство, агрегирует потоки от терминальных устройств в зданиях;

ONU (Optical Network Unit) или ONT (Optical Network Terminal)– терминальное устройство, устанавливается в здании, предоставляет конечным абонентам различные порты доступа;

Основная идея архитектуры PON – использование всего одного приемопередающего модуля в центральном узле OLT для передачи информации множеству абонентских устройств ONT и приема информации от них (рисунок 2.2)

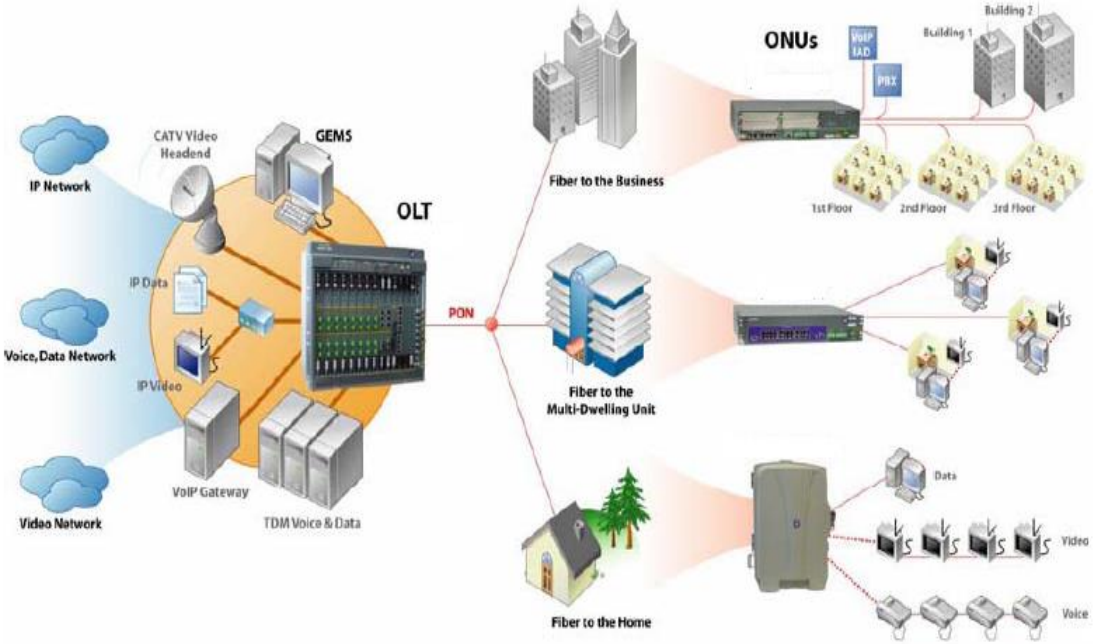


Рисунок 2.2 – Архитектура сети PON

Преимущества архитектуры PON:

– отсутствие промежуточных активных узлов;
– экономия оптических приемопередатчиков в центральном узле;
– экономия волокон;
– легкость подключения новых абонентов и удобство обслуживания.

Топология PON позволяет оптимизировать размещение оптических разветвителей исходя из реального расположения абонентов, затрат на прокладку оптического кабеля и эксплуатацию кабельной сети.

Для передачи потока информации от OLT к ONT – прямого (нисходящнго) потока, как правило, используется длина волны 1550 нм. Наоборот, потоки данных от разных абонентских узлов в центральный узел, совместно образующие обратный (восходящий) поток, передаются на длине волны 1310 нм. В OLT и ONT встроены мультиплексоры WDM, разделяющие эти потоки (рисунок 2.3)

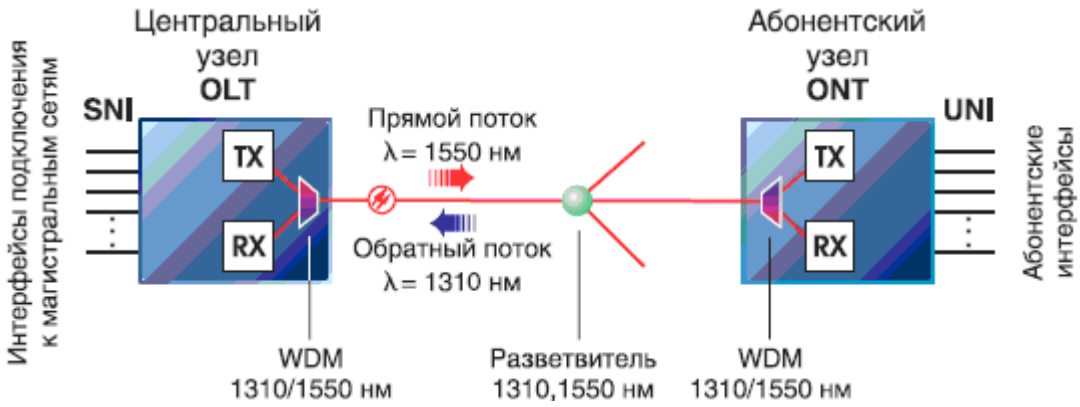


Рисунок 2.3 – Принцип передачи информации между устройствами OLT и ONT

В любой технологии PON пропускная способность делится между абонентами и распределяется согласно политике администрирования. Кроме того, в отличие от SDH, в сети PON свободную пропускную способность можно динамически выделять нуждающемуся в ней абоненту. Обычно одно OLT обслуживает до 32 абонентов (некоторые типы PON обслуживают до 64 абонентов), удаленных на расстояние до 20 км.

2.4 Сети NGN на базе мультисервисного абонентского доступа

На сегодняшний день уже стал очевидным тот факт, что построение отдельной сети для каждого вида трафика не эффективно. Предпочтение отдается сетям с единой инфраструктурой, совмещающих в себе передачу разных видов трафика, — мультисервисным сетям. Причем эта тенденция характерна как для корпоративных сетей, так и для сетей операторов. Так в

настоящее время усилия многих операторов сконцентрированы на построении мультисервисных сетей.

По сравнению с традиционными мультисервисные сети обладают такими преимуществами, как более высокая степень управляемости, т. е. облегчение процессов мониторинга, администрирования, возможность управления сетью как единым предприятием. С экономической точки зрения все это, так или иначе, приводит к сокращению эксплутационных расходов и, как следствие, к увеличению прибыли даже при неизменном уровне дохода. В целом можно отметить, что суммарные издержки на построение мультисервисной сети ниже, чем на создание традиционной.

Одним из перспективных способов организации является использование волоконно-оптических линий, на базе которых возможно предоставление целого спектра современных услуг. У такого решения имеется целый ряд преимуществ, среди которых: высокая надежность, пропускная способность, помехозащищенность и малое затухание.

Мультисервисный абонентский доступ является одним из основных видов оборудования, которое применяется для построения сети абонентского доступа в сети следующего поколения NGN и активного внедрения широкополосных абонентских линий при переходе к предоставлению услуг в соответствии с концепцией Triple Play. Данный вид оборудования представляет собой комплекс устройств, объединенных в единой платформе, способной предоставить весь спектр абонентских интерфейсов для доведения до абонентов всего спектра телекоммуникационных услуг - телефонии, передачи данных и видео.

По сути МАД - это абонентский концентратор, DSLAM и система передачи, реализованные на единой универсальной технической платформе, позволяющей оператору изменять конфигурацию системы в широких пределах.

Как правило, системы МАД разрабатываются для установки относительно небольшого количества абонентских интерфейсов (от 120 до 1200 абонентов), что позволяет оптимизировать стоимость оборудования при телефонизации малых участков САД и тем самым радикально снизить протяженность (медных) абонентских линий, а так же существенно повысить их качественные и скоростные характеристики. В основном системы МАД применяются в уличном исполнении, позволяющем очень гибко планировать сеть доступа и уйти от основной массы расходов на содержание зданий и аренды помещений.

Кроме того, неплохим способом организации доступа является спектр технологий xDSL, позволяющих использовать существующие медные линии.

Одним из них является мультисервисный абонентский доступ. В связи с нарастающей популярностью мультисервисных сетей оборудование для их построения предлагается многими зарубежными фирмами-производителями, среди которых Lucent Technologies, Siemens, Alcatel и др. На рисунке 2.4 показано подключение новых абонентов на базе проводного доступа.

Применение МАД делает возможным подключение к сети большего количества абонентов за счет концентрации абонентской нагрузки (рис.2.5).
1.1.1.1.1

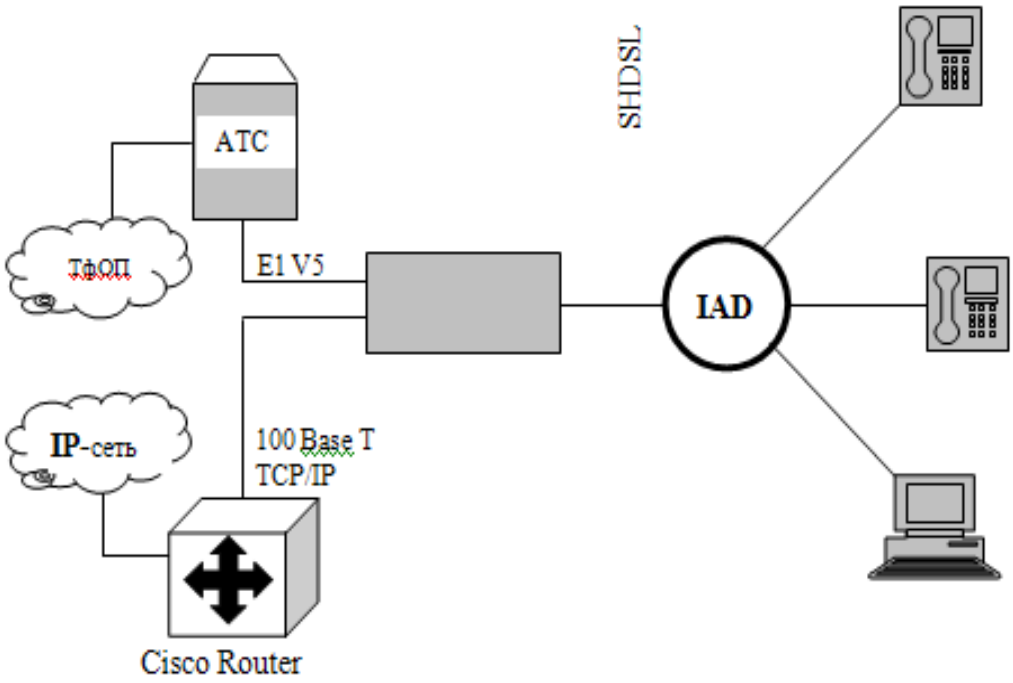


Рисунок 2.4 – Подключение новых абонентов на базе проводного доступа

Мультисервисный абонентский доступ может быть также применен при построении сети доступа с использованием оптоволокна, технологий xDSL и других современных технологий доступа. Прежде всего, данное решение может быть реализовано при замене морально устаревшего аналогового оборудования.

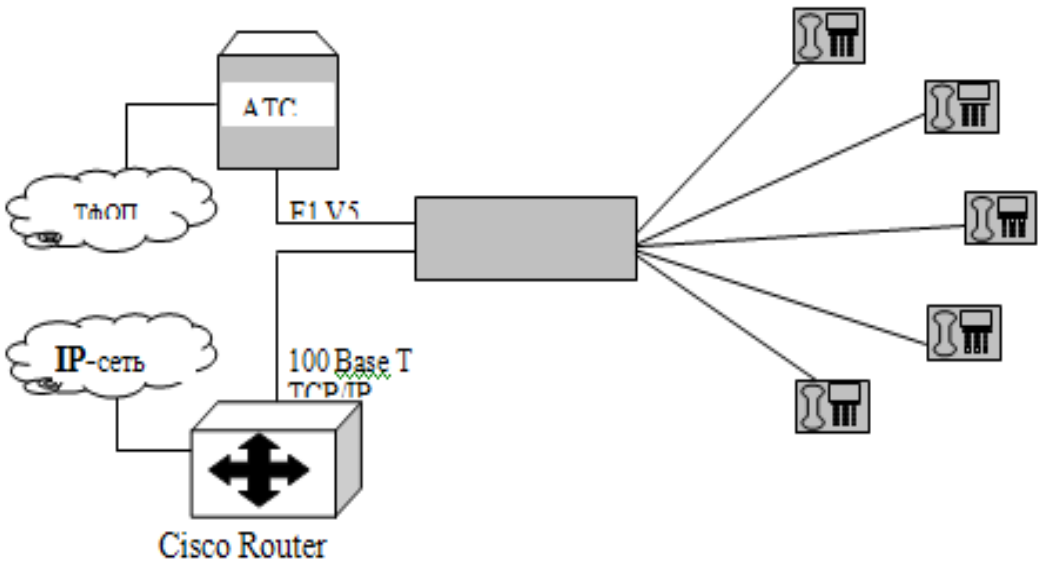


Рисунок 2.5 – Расширение на меднопроводной сети

Кроме того, мультисервисный абонентский доступ может быть использован для экономии кабельной инфраструктуры при обеспечении инфокоммуникационными услугами новых объектов (рис.2.5). Рисунок 2.6 демонстрирует полный спектр возможностей мультисервисного абонентского доступа.

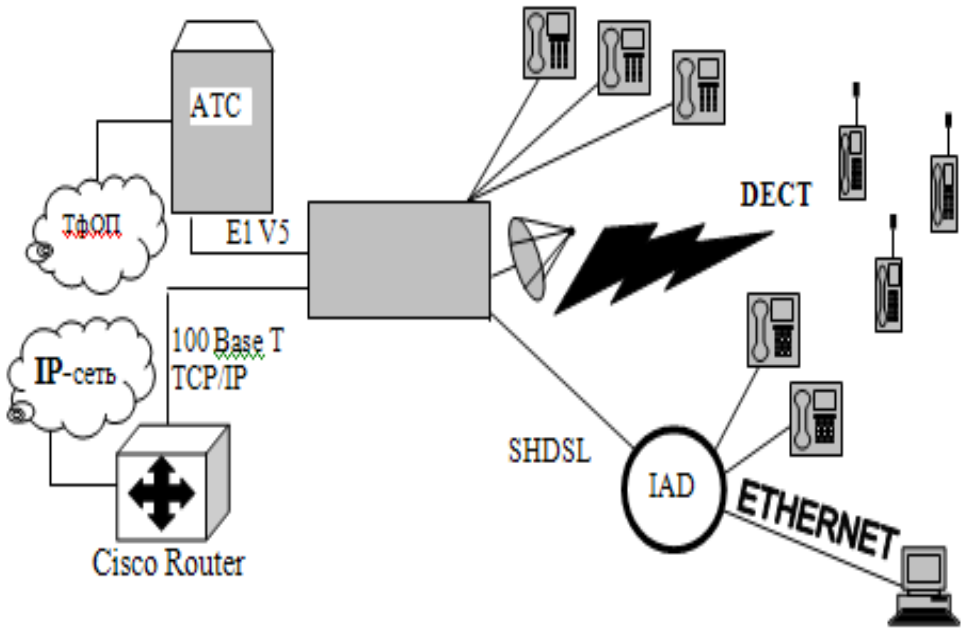


Рисунок 2.6 – Различные варианты организации абонентского доступа

2.5 Проблемы и требования клиентов

Телекоммуникационным компаниям приходится иметь дело с новыми клиентами и их требованиями. С одной стороны, это обычные пользователи, с другой, провайдеры услуг и контент-провайдеры Интернета. Более того, компании могут сами стать провайдерами, однако для такого преобразования требуется инфраструктура, кардинально отличающаяся от существующей.

Всех клиентов можно разделить на несколько групп, поэтому необходимо разработать архитектуру сети на новых принципах, с учетом такого деления. Классификацию клиентов и их запросы можно представить следующим образом:

- индивидуальные пользователи;
- корпоративные пользователи;
- провайдеры услуг сети "Интернет";
- контент-провайдеры сети "Интернет";
- операторы, например в крупных городах.

Для квартирных пользователей сети "Интернет" важны высокоскоростной

доступ; возможность, "погрузившись" в Интернет, отвечать на телефонные звонки; иметь индикацию поступления электронной почты и другие средства. Для оператора это означает необходимость инвестиций в сети высокоскоростного доступа и в широкополосные магистрали.

Кроме того, трафик Интернета должен идти в обход средств коммутации и направляться непосредственно в сеть "Интернет". Это важно для сохранения возможности коммутации каналов.

Пользователи делового сектора хотят иметь высокую пропускную способность и постоянный доступ к Интернету, для этого они обычно используют арендованные каналы.

Провайдеры заинтересованы в предоставлении своим клиентам высокоскоростного доступа, услуг широкополосной инфраструктуры и новых услуг, таких как электронная коммерция, видеоинформация, локальные информационные услуги.

Из сказанного следует, что оператор должен предлагать клиентам такие системы обслуживания и тарификации, которые обеспечивают взаимодействие с аналогичными системами провайдеров услуг и конвент - провайдеров. При этом необходимо поддерживать стандартные механизмы идентификации и проверки полномочий.

Интеграция новых дополнительных механизмов, таких как шлюз выбора услуг, позволяющий пользователю Интернета делать выбор из числа различных провайдеров услуг и конвент - провайдеров в одном сеансе связи, также должна быть предусмотрена при планировании сети будущего.

2.6 Сетевые требования и преобразования

Как указывалось выше, Интернет — это сеть независимых сетей, взаимодействующих в точках равноправных уровней. Эти точки могут либо принадлежать, например, крупной сети, предоставляющей доступ менее крупным сетям, либо представлять собой своего рода центральные сайты, в которых различные провайдеры соединяются друг с другом.

Каждый провайдер может и должен взаимодействовать еще с несколькими провайдерами с целью резервирования. Основой для такой взаимосвязи является набор протоколов на базе IP, используемых в глобальной системе Интернета.

Для осуществления функций провайдера оператору надо установить не так уж много оборудования. Как показано на рисунке 1.4, это оборудование управляет главным образом доступом к Интернету и поддерживает услуги провайдеров.

Инфраструктура содержит одну или несколько точек присутствия, в которых клиенты соединяются с сетью провайдера. Каждая точка присутствия обычно состоит из сервера удаленного доступа и маршрутизатора, который

обеспечивает коммутацию с серверами в главной точке присутствия согласно протоколам услуг коммутируемого доступа для удаленных пользователей.

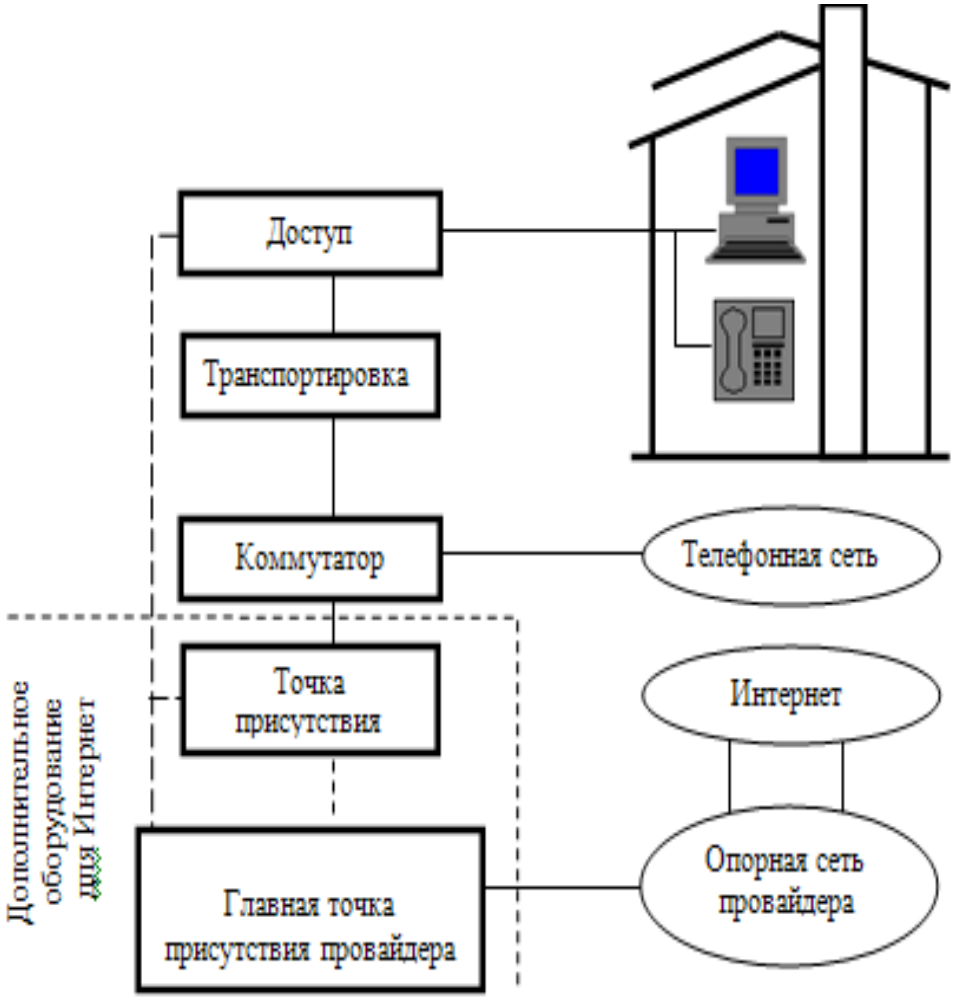


Рисунок 2.7 – Дополнительное оборудование для доступа в Интернет через телефонную сеть

Роль сервера удаленного доступа та же, что и коммутатора в телефонной сети. Каждая точка присутствия должна иметь доступ к сети "Интернет". По возможности следует организовать несколько путей между двумя точками присутствия для обхода поврежденных путей.

Еще один важный аспект — выход в адресное пространство Интернета и разделение Интернета на подсети и домены. Для удобства сеть доступа к Интернету можно разделить на внутреннюю сеть, или сеть, где находятся пользователи, и промежуточную сеть, которая собственно и обеспечивает доступ к Интернету провайдерам.

На рисунке 2.7 показан принцип доступа к Интернету через сеть стационарной связи.

2.7 Технология DSL

Современный мир созрел для использования технологий DSL. Увеличение потоков информации, передаваемых по сети Интернет компаниями и частными пользователями, а также потребность в организации удаленного доступа к корпоративным сетям, породили потребность в создании недорогих технологий цифровой высокоскоростной передачи данных по самому "узкому" месту цифровой сети - абонентской телефонной линии. Технологии DSL позволяют значительно увеличить скорость передачи данных по медным парам телефонных проводов без необходимости модернизации абонентских телефонных линий. Именно возможность преобразования существующих телефонных линий в высокоскоростные каналы передачи данных и является главным преимуществом технологий DSL.

ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line –Асимметричная цифровая абонентская линия) входит в число технологий высокоскоростной передачи данных, известных как технологии DSL (Digital Subscriber Line- Цифровая абонентская линия) и имеющих общее обозначение xDSL.

Принцип построения ADSL. Асимметричная технология ADSL позволяет абоненту обычной телефонной линии достигать высочайших скоростей передачи данных — до 1,5 Мбит/с «от себя» и до 8 Мбит/с «к себе». При этом обеспечивается высокое качество связи сравнимо с качеством, предоставляемым волоконно-птическими линиями связи. ADSL обеспечивает скоростную передачу информации, в том числе видео, звука и мультимедиа-контента.

Чтобы воспользоваться сервисом ADSL, в помещении пользователя еобходимо установить соответствующее терминальное устройство (ADSL Router) и через частотный разделитель (* ADSL сплиттер) подключить его к телефонной линии. К частотному разделителю подключается также обычный

аналоговый телефон. При соблюдении определенных условий телефон и ADSL-терминал, работая параллельно, не оказывают никакого влияния друг на друга. ADSL-терминал соединяется с ПК или локальной сетью по интерфейсу Ethernet 100Base-TX и осуществляет все необходимые протокольные преобразования.

Подсистема абонентского доступа включает в себя абонентские ADSL-терминалы, узлы доступа оператора на базе DSL-концентраторов (DSLAM), телефонную распределительную сеть, абонентские и станционные частотные разделители. DSLAM концентрирует поступающий от абонентских терминалов трафик в один мощный цифровой поток и направляет его в подсистему магистрального доступа. Подсистема магистрального доступа обеспечивает взаимодействие операторских узлов доступа как между собой, так и с центрами предоставления услуг (центральными офисами корпоративных сетей).

Чтобы не мешать использованию телефонной сети по ее прямому назначению, в ADSL нижняя граница диапазона частот находится на

уровне 26 кГц, то есть за пределами не только частотного диапазона телефонов, но даже за пределами возможностей человеческого слуха. Верхняя же граница, исходя из требований к скорости передачи данных и возможностей телефонного кабеля, составляет 1,1 МГц. Это полоса пропускания делится на две части – частоты от 26 кГц до 138 кГц отведены восходящему потоку данных, а частоты от138 кГц до 1,1 МГц – нисходящему.

Такое частотное разделение предоставляет ADSL еще одно преимущество над коммутируемым доступом – если обычный модем занимает телефонную линию, делая невозможным одновременное использование телефона и доступ в пределах от 1,5 Мбит/с до 8 Мбит/с и скорость "восходящего" потока Интернет, то ADSL – модем никоем образом не мешает работе телефона.

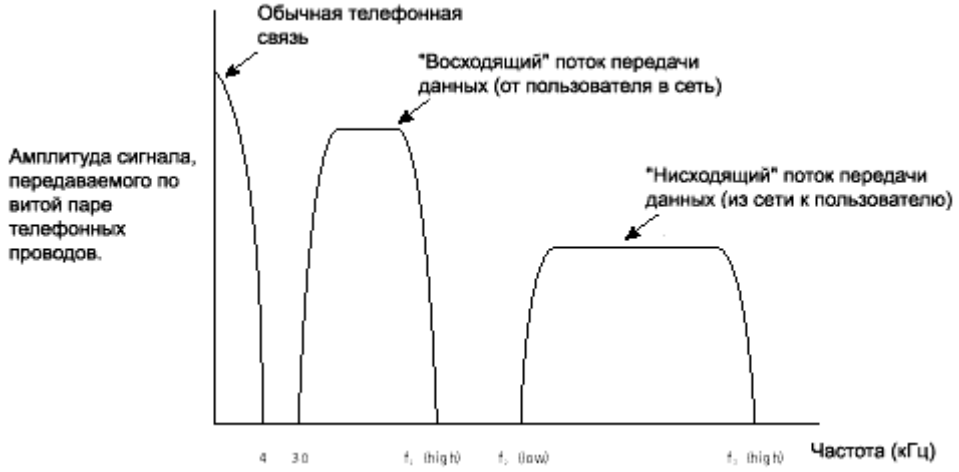


Рисунок 2.8 - Передача данных

При этом организуются три информационных канала - "нисходящий" поток передачи данных, "восходящий" поток передачи данных и канал обычной телефонной связи (POTS)-рисунок 1.8

Технология ADSL обеспечивает скорость «нисходящего» потока данных от 640 Кбит/с до 1,5 Мбит/с.ADSL передавать данные со скоростью 1,54 Мбит/с на расстоянии до 5,5 км по одной витой паре проводов. Скорость передачи порядка 6-8 Мбит/с может быть достигнута при передаче данных на расстояние не более 3,5 км по проводам диаметром 0,5 мм (рис 2.9)

Одним из основных преимуществ ADSL над другими технологиями высокоскоростной передачи данных является использование самых обычных витых пар медных проводов телефонных кабелей. Совершенно очевидно, что таких пар проводов насчитывается гораздо больше, чем, например, кабелей, проложенных специально для кабельных модемов. ADSL образует, если можно так сказать, "наложенную сеть". При этом дорогостоящей и отнимающей много времени модернизации коммутационного оборудования (как это необходимо для ISDN) не требуется.

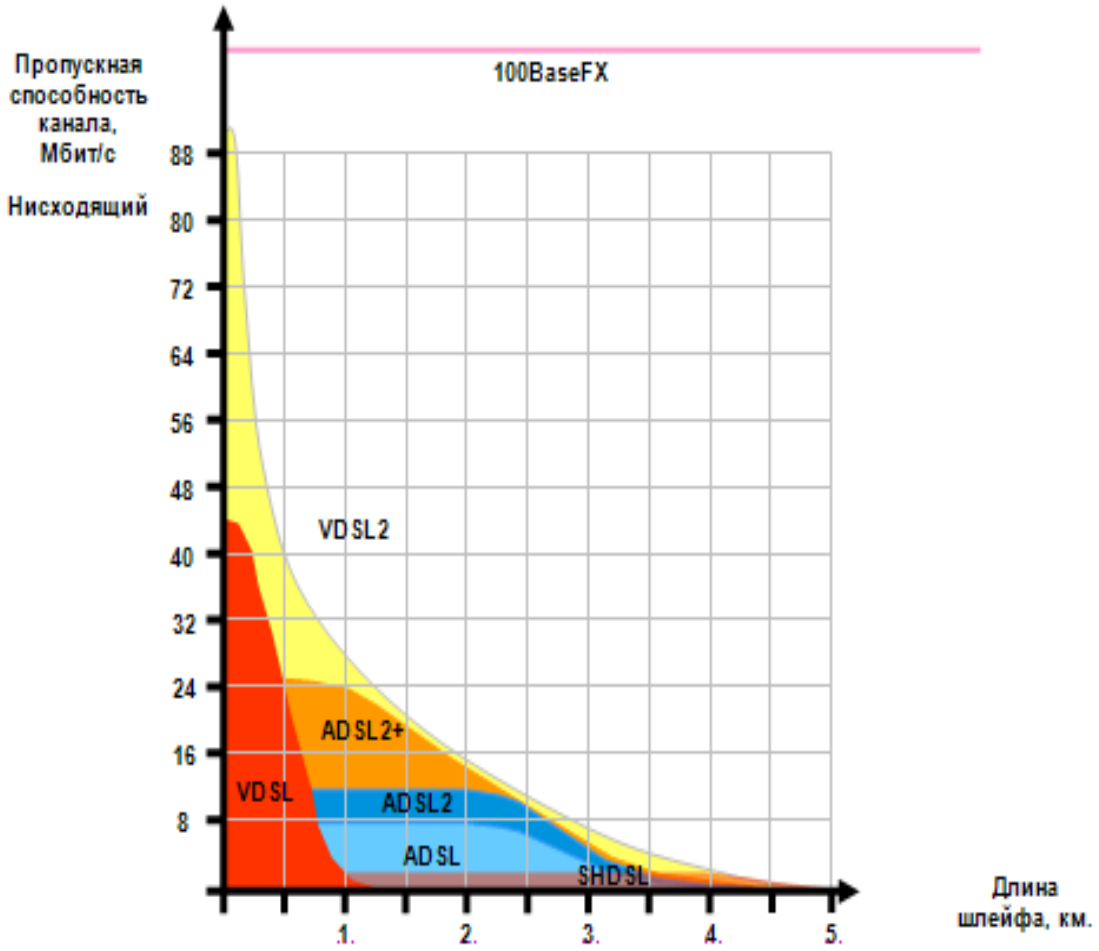


Рисунок 2.9 – Пропускная способность ADSL

2.8 Основные сценарии применения МАД

1.Для обеспечения высокой надежности работы сети соединение удаленных блоков рекомендуется делать в топологии «кольцо». Минимальное количество блоков МАД в одном кольце, исходя из соображений экономической эффективности, должно составлять не менее 4-5.Максимальное количество блоков МАД в одном кольце, должно составлять не более 10-12. Допускается на отдельных участках для исключения строительства дополнительной телефонной канализации делать ответвления оптического кабеля по принципу «вырожденное кольцо» (направления «восток-запад» проходят в одном кабеле).

2. Для обеспечения высокого качества предоставляемых услуг, особенно услуг широкополосного доступа в Интернет, зона действия одного шкафа МАД должна ограничиваться радиусом не более 600 м. С учетом среднего коэффициента кривизны АЛ равной 1,6 максимальная длина АЛ составит около 1 км. При необходимости предоставления услуг «видео», для достижения

высоких скоростей и сокращения взаимного влияния широкополосных линий друг на друга, радиус действия шкафа МАД будет необходимо ограничить 300-400 м. При этом длина АЛ будет составлять не более 500-600 м.

3.Максимальную емкость шкафов необходимо выбирать с запасом, с учетом возможности расширения только установкой дополнительных плат, либо типоразмеры шкафов с возможностью установки дополнительных полок МАД.

4. При установке оборудования МАД внутри здания возможна установка оборудования в конфигурации без центрального блока (ЦБ).

5. Наружная (уличная) установка оборудования в специализированных шкафах, которые оборудованы всеми необходимыми компонентами для работы оборудования: системами ЭПУ, аккумуляторами, климатехникой MDF, ODF и других.

Организация доступа на мультисервисной платформе. Обеспечение качественного абонентского доступа к инфокоммуникационным магистралям сейчас одна из наиболее актуальных задач телекоммуникационных компаний. Сеть доступа, связывающая клиентов с транспортной сетью оператора, является наиболее капиталоемким сегментом сети связи. Быстро растущие потребности клиентов в новых услугах, а, следовательно, и в пропускной способности линий доступа делают необходимой частую замену как клиентского (модемы), так и операторского оборудования на более производительное.

Сегодня операторам нужны недорогие и качественные решения, позволяющие быстро организовывать доступ абонентов, зачастую находящихся на значительном расстоянии от узлового оборудования, как к традиционным услугам, так и большому спектру инновационных услуг, включая широкополосные.

При организации новых услуг должна гарантироваться защита уже сделанных оператором и конечными пользователями инвестиций. Оптимальным решением этой проблемы является переход от использования разнородного оборудования, обеспечивающего тот или иной вид доступа, к единой универсальной платформе, элементы которой можно легко и быстро модифицировать и переконфигурировать с целью обеспечения доступа к любой требуемой услуге связи как при высокой, так и низкой плотности абонентов.

Эта платформа должна опираться как на волоконно-оптические линии связи, так и на существующую медную сеть абонентского доступа и, позволять продолжать там, где это целесообразно по финансовым соображениям, эксплуатацию устаревших видов оборудования доступа, в том числе аналогового. Такой подход позволит операторам связи в условиях возрастающей конкуренции в кротчайшие сроки обеспечивать запросы своих клиентов и получать таким образом дополнительные доходы.

Одним из примеров комплексного и гибкого решения проблемы доступа является разработанная специалистами компании Ascom Transmission Ltd.(Швейцария) управляемая платформа проводного доступа UMUX.

Платформа является мультисервисной и позволяет организовывать доступ к широкому кругу услуг по медным и оптическим линиям. Ее ядро составляют мультисервисные узлы доступа UMUX, устанавливаемые в узлах связи операторов сети общего пользования, корпоративных сетей или Интернет-провайдеров(ISP).

Узлы доступа UMUX 1500(21 слотов в кассете) и UMUX 1200(8 слотов) являются новыми изделиями в семействе универсальных мультиплексоров Ascom, одновременно выполняющих как функции мультиплексирования, так и кросс-коммутации сигналов типа n x 64 кбит/с и 2 Мбит/с. Они отвечают требованиям обратной совместимости с другими типами оборудования UMUX, обладая при этом по сравнению с более ранними моделями (например, UMUX 1100/1300) новым расширенным комплектом интерфейсных модулей, отвечающих повышенным требованиям к пропускной способности и функциям мультисервисных применений.

В частности, появилась возможность работы с цифровыми АТС по протоколам V5.x. Кроме этого семейство UMUX 1200/1500 улучшило функциональность платформы доступа Ascom за счет более мощной, чем у ранних моделей, кросс-коммутации на уровне 1/0 и 1/1 и повышения пропускной способности (до 128 x 2 Мбит/с у UMUX 1500 и 48 x 2 Мбит/с у UMUX 1200).

Мультиплексоры UMUX строятся по модульному принципу. В каждой кассете обязательно имеются два модуля- питания POSUS и управления COBUX. При необходимости они могут резервироваться. Управление новыми мультиплексорами, как и их предшественниками, выполняется с помощью систем администрирования UNEM и элемент-менеджера UCST. Для удаленного управления в UMUX 1500 предусмотрены встроенные каналы управления общей пропускной способностью до 2 Мбит/с, использующие стандартный протокольный стек TCP/IP.

Наряду с мультиплексированием сигналов доступа новые модули обеспечивают реализацию протоколов V5.1 и V5.2, совместимых с АТС многих мировых производителей. Шасси мультиплексора может поддержать до 300 интерфейсов СТОП или 112 интерфейсов BRI ISDN, причем возможно одновременное конфигурирование обоих типов интерфейсов.

Важной чертой мультиплексоров UMUX 1200/1500 является то, что они интегрируют в одном шасси оборудование мультисервисного доступа и магистрального транспорта по медным и волоконно-оптическим средам

передачи. Встроенная функциональность мультиплексора SDH STM-1 и PDH E1 и E3 позволяет использовать это оборудование для создания корпоративных сетей.

В платформу UMUX входит большой ряд настольных устройств (модемов). IDSL – модем NTU предназначен для подключения по двухпроводной линии до 8 каналов BRI ISDN. Настольное устройство MUSIC

100 предназначено для предприятий малого и среднего бизнеса и объединяет в себе функции xDSL-модема (коды CAP или 2B1Q) со скоростью

передачи по медной паре до 2 Мбит/с, моста/маршрутизатора, поддерживающего все общепринятые протоколы для доступа в Интернет по выделенным линиям ли сетям Frame Relay, и мини-концентратора на 4 ПК.

Волоконно-оптический модем OPTO 4 x 2 предназначен для передачи четырех потоков 2 Мбит/с по многомодовому или одномодовому волокну. В составе платформы UMUX OPTO 4 x 2 может использоваться, в частности, для соединения удаленных офисов в архитектурах оптического доступа Fibre to the Office. Модем имеет электрические интерфейсы G.703 (75 и 120 Ом) и V.11/X.21. OPTO 4 x 2 также могут применяться для соединения двух ЛВС.

Платформа поддерживает и функционирование модемов, предназначенных для работы с узлами доступа UMUX 1100/1300.

Процесс пересылки ПО осуществляется по каналу управления и не затрагивает текущий трафик. Продолжительность связанного с заменой ПО перерыва в обслуживании клиентов определяется только временем, требуемым на перезагрузку процессорного модуля.

2.9 Общие подходы к построению сетей связи следующего поколения

Базовым принципом построения сетей связи следующего поколения является отделение друг от друга функций переноса и коммутации, функций управления вызовом и функций управления услугами.

Функциональная модель сетей NGN, в общем случае, может быть представлена тремя уровнями:

- транспортный уровень;
- уровень управления коммутацией и передачей информации;
- уровень управления услугами;

Задачей уровня управления коммутацией и передачей является обработка информации сигнализации, маршрутизация вызовов и управление потоками.

Уровень управление услугами содержит функции управление логикой услуг и приложений и представляет собой распределительную вычислительную среду, обеспечивающую:

- предоставление инфокоммуникационных услуг;
- управление услугами;
- создание и внедрение новых услуг;
- взаимодействие различных услуг;

Данный уровень позволяет реализовать специфику услуг, и применять одну и ту же программу логики услуги вне зависимости от типа транспортной сети (IP, ATM, FR и т.п) и способа доступа. Наличия этого уровня позволяет также вводить на сети любые новые услуги без вмешательства в функционирование других уровней.

Для доступа абонентов к услугам NGN используются:

– интегрированные сети доступа, подключенные к оконечным узлам мультисервисной сети и обеспечивающие подключение пользователей как к мультисервисной сети, так и к традиционным сетям (например СТОП);

– традиционные сети (СТОП, СДОП, СПС), абоненты которых получают доступ к мультисервисной сети через узлы, подключенные к шлюзам (Media Gateway).

Особенностью сетей является то, что передача и маршрутизация пакетов и элементы оборудования передачи (каналы, маршрутизаторы, коммутаторы, шлюзы) физически и логически отделены от устройств и логики управления вызовами и услугами. Использующаяся в сети логика поддерживает все типы услуг в сети с коммутацией пакетов, начиная от базовой телефонной связи и заканчивая передачей данных, изображений, мультимедийной информации, широкополосными приложениями и приложениями управления.

Указанные особенности отличают сети NGN от обычных телефонных и IP–сетей, наиболее широко распространенных в мире телекоммуникаций. Сети NGN, будучи результатом слияния сети интернет и телефонных сетей, объединяют в себе их лучшие черты. Сети NGN обладают следующими характеристиками:

– адаптируемость для передачи трафика любого вида, что можно сравнить с адаптируемостью сети интернет в противоположность отсутствию гибкости СТОП в передаче данных (это особенно важно, если учитывать, что на передачу данных вскоре будет приходиться до 90% телекоммуникационного трафика);

– гарантированное качество голосовой связи и критически важных приложений передачи данных. В этом случае сеть NGN обладает надежностью СТОП в противоположность негарантированному качеству связи сети интернет;

– низкая стоимость передачи в расчете на единицу объема информации приближается к стоимости передачи данных в сети интернет, а не СТОП (общий объем трафика данных и голосового трафика каждый год утраивается).

Одной из существенных особенностей NGN (Next Generation Network – сеть следующего поколения) является перенос реализации отдельных функций/услуг на специализированные сетевые элементы. Таким образом, голосовой сервер получает часть заданий, которые в обычной телефонной сети (POTS) выполняла станция (простые сообщения, конференции). В наиболее строго специализированных сетях даже для генерации тональных сигналов необходимо иметь специальное устройство. Вероятно, в действительности специализация не пойдет так далеко, так как изменения в архитектуре влекут за собой определенную степень риска. Проектируемая схема NGN в Жаксынском РУТ представлена на рисунке 2.10.

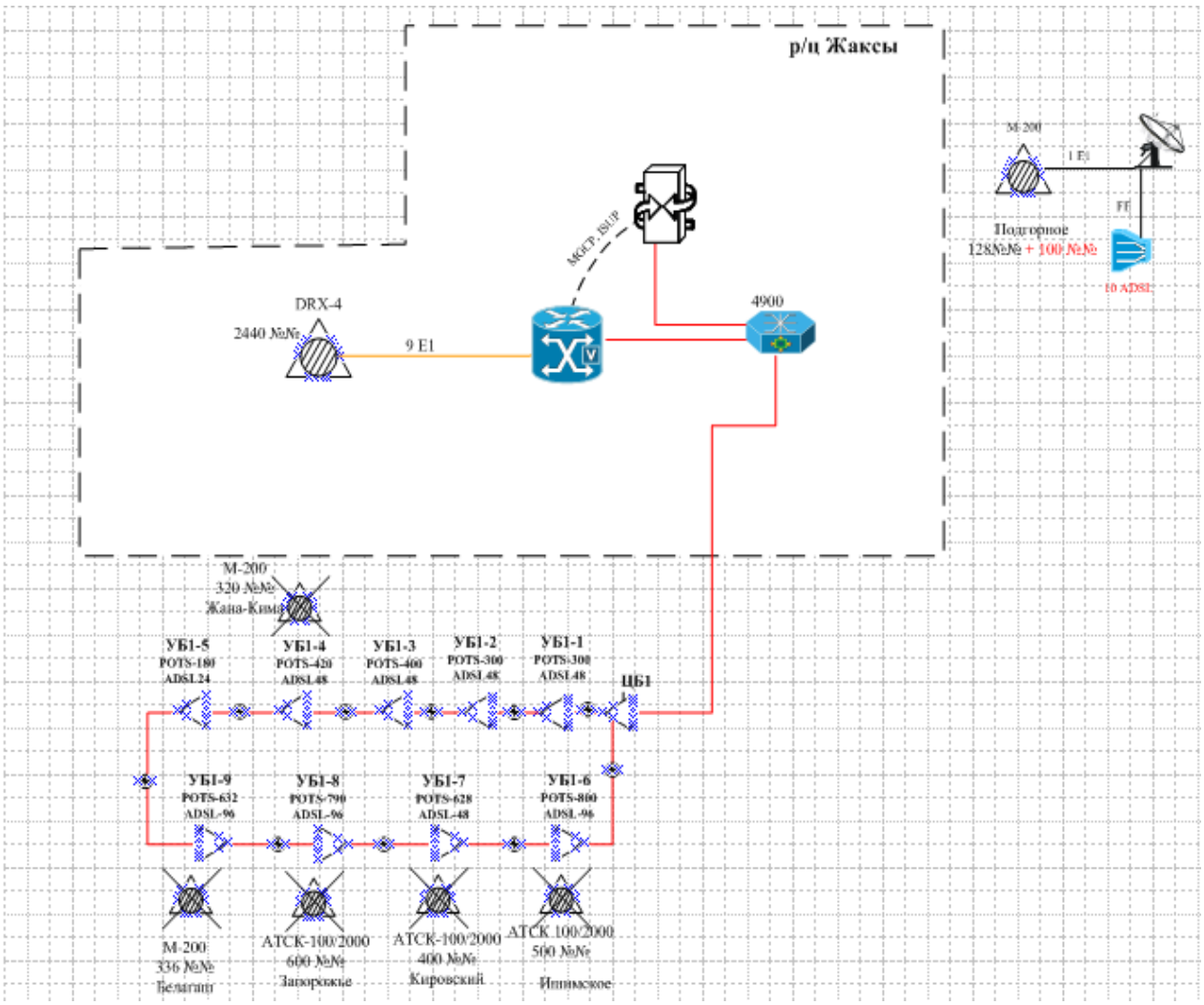


Рисунок 2.10 - Проектируемая схема сети Жаксынского района

3 Расчет технических параметров сети

3.1 Расчет характеристик качества обслуживания сети

Произведем расчеты используя следующие обозначения:

- V- число стандартных цифровых каналов доступа (В) со скоростью 64 кБит/с;
- n- число категорий источников вызовов;
- Λ_i- параметр потока одного источника i–ой категории;
- m_i- число каналов, требующих для обслуживания одного вызова i–ой категории;
- h_i- время обслуживания одного вызова (детерменированное) i–ой категории;
- P- вероятность средних потерь для любого поступившего вызова;
- P_i- вероятность потерь для вызовов i–ой категории;
- N_i- максимально допустимое число источников i–ой категории;
- N_i'- относительная пропускная способность пучка для вызовов i–ой категории;
- k_i- числа, пропорциональные допустимому числу источников i–ой категории;
- x- коэффициент пропорциональности, определяемый из соотношения $x=N_i/k_i$, где, $i=\overline{1,n}$ - число категорий источников (вызовов);
- A1: A2: A30- профиль трафика для доступа B1, B2, B30 – соответственно;
- A_i- интенсивность нагрузки по вызовам для источников i–ой категории;
- yi- интенсивность нагрузки на каналы для источников i–ой категории.

3.1.1 Расчет 1.(Задача-прямая). Задано число стандартных цифровых каналов, со скоростью 64 кБит/с V=30; число категорий источников вызовов n=2; параметр потока одного источника для 1-ой,2-ой категории $\Lambda1=0,2$; $\Lambda2=0,1$; число каналов, требующихся для обслуживания 1-ой, 2-ой категорий соответственно m1=1, m2=4; время обслуживания для 1-ой, 2-ой категорий h1=h2=1; максимально допустимое число источников для1,2 категорий N1=50, N2=25. Произведем расчет и определим вероятность средних потерь для любого поступившего вызова P, вероятность потерь для вызовов 1-ой, 2-ой категорий соответственно P1, P2.

Решение: Определим общую нагрузку на каналы от источников двух категорий по формуле:

$$y=\sum_{i=1}^{2} N_i \cdot \Lambda_i \cdot h_i \cdot m_i = 50 \cdot 0.2 \cdot 1 \cdot 1 + 25 \cdot 0.1 \cdot 1 \cdot 4 = 20 \text{ Эрл.}$$

Дисперсия нагрузки определяется по следующей формуле:

$$D[y] = \sum_{i=1}^{n} N_i \cdot \Lambda_i \cdot h_i \cdot m_i^2 = 50 \cdot 0.2 \cdot 1 \cdot 1^2 + 25 \cdot 0.1 \cdot 1 \cdot 4^2 = 10 + 40 = 50 \text{ Эрл}^2.$$

Коэффициент скученности нагрузки:

$$z = \frac{D[y]}{Y} = \frac{50}{20} = 2.5 \text{ Эрл.}$$

Вероятность средних потерь для любого поступившего вызова определяется по формуле Хейворда с использованием таблиц Пальма:

$$P = E_{V/z}\left(y/z\right) = E_{30/2.5}\left(20/2.5\right) = E_{12}(8) = 0.0514$$

Вероятность потерь вызовов для источников 1-ой и 2-ой категории соответственно:

$$P_1 = \frac{m_1}{z} \cdot P = \frac{1}{2.5} \cdot 0.0514 = 0.0205 = 20.5;$$
$$P_2 = \frac{m_2}{z} \cdot P = \frac{4}{2.5} \cdot 0.0514 = 0.0822 = 82.2.$$

Из полученных результатов видно, что в наиболее “тяжелом” случае потери вызовов, требующие для обслуживания m=4 канала не превышает 82,2%. Для вызовов, требующих для обслуживания m1=1 канала, потери составляют 20,5%.

3.1.2 Расчет 2.(Задача-прямая). Задано число стандартных цифровых каналов, со скоростью 64 кБит/с V=240; число категорий источников вызовов n=3; профиль трафика для доступов B1,B2,B30 соответственно A1:A2:A30=100:10:1; интенсивность нагрузки по вызовам для источника 1-ой категории A1=100 Эрл; число каналов, требующихся для обслуживания 1-ой, 2-ой, 3-й категорий соответственно m1=1, m2 = 2, m3=30. Произведем расчет и определим вероятность средних потерь для любого поступившего вызова P, вероятность потерь для вызовов 1-ой , 2-ой, 3-й категорий соответственно P1, P2, P3.

Решение:

В соответствии с заданным профилем трафика определяем составляющие нагрузки по вызовам для источников 2-ой и 3-й категорий:

A1=100 Эрл; A2=100/10=10 Эрл и A30=10/10=1 Эрл.

Коэффициент скученности нагрузки определим как средневзвешенное число каналов (m_i), которые требуются для обслуживания вызова i-ой категории, с весами Λ_i h_i m_i=A_i: m_i

$$z = \overline{m} = \frac{\sum_{i=1}^{n} \Lambda_i h_i m_i}{\sum_{i=1}^{n} \Lambda_i h_i} = \frac{\sum_{i=1}^{n} A_i m_i^2}{\sum_{i=1}^{n} A_i m_i} = \frac{100 \cdot 1 + 10 \cdot 4 + 1 \cdot 900}{100 + 20 + 30} = 6.933$$

Интенсивность нагрузки на каналы:

$$y = \sum_{i=1}^{n} \Lambda_i \cdot h_i \cdot m_i = \sum_{i=1}^{n} A_i \cdot m_i = 100 \cdot 1 + 10 \cdot 2 + 1 \cdot 30 = 150 \text{ Эрл.}$$

Вероятность средних потерь для любого поступившего вызова (формула Хейварда) по таблицам Пальма:

$$P = E_{V/z} \cdot (y/z) = E_{240/6.933} \cdot (150/6.933) = E_{34.6} \cdot (24.36) = 0.00253 = 2.53 \text{‰}$$

Потери по вызовам для источников первой (m1 = 1), второй (m2 = 2) и третьей (m3 = 30) категорий соответственно:

-первой категории (m1 = 1):

$$P_1 = \frac{m_1}{z} \cdot P = \frac{1}{6.933} \cdot 0.002530 = 0.000365 = 0.365 \text{‰}$$

-второй категории (m2 = 2):

$$P_2 = \frac{m_2}{z} \cdot P = \frac{2}{6.933} \cdot 0.002530 = 0.000730 = 0.730 \text{‰}$$

-третьей категории (m3 = 30):

$$P_3 = \frac{m_3}{z} \cdot P = \frac{30}{6.933} \cdot 0.002530 = 0.0109 = 10.9 \text{‰}$$

Максимальные потери для источников третьей категории (m3 = 30) не превышают 10, 9 ‰, что является приемлемым.

3.1.3 Расчет 3.(Задача-прямая). Задано число стандартных цифровых каналов, со скоростью 64 кбит/с V=120; число категорий источников вызовов n=3; профиль трафика для доступов B1,B2,B30 соответственно A1:A2:A30=100:10:3; интенсивность нагрузки по вызовам для источника 1-ой категории A1=18,5 Эрл; число каналов, требующихся для обслуживания 1-ой, 2-ой, 3-й категорий соответственно m1 = 1, m2 = 2, m3 = 30. Произведем расчет и определим вероятность средних потерь для любого поступившего вызова P, вероятность потерь для вызовов 1-ой , 2-ой, 3-й категорий соответственно P1, P2, P3.

Решение:

В соответствии с заданным профилем трафика определяем составляющие нагрузки по вызовам для источника разных категорий:

$A1 = 18.5$ Эрл; A2=18,5/10=1.85 Эрл; A30=1,85/3=0.617 Эрл;

Общая нагрузка по вызовам:

A=A1+A2+A30=18.5+1.85+0.617=20.97 Эрл.

Коэффициент скученности нагрузки (z) определяем как средневзвешенное число каналов (m_i),которое требуется для обслуживания вызова i-ой категории, с весами Λ_i h_i $m_i=A_i$: m_i ($i=\overline{1,n}$):

$$z = \overline{m} = \frac{\sum_{i=1}^{n} \Lambda_i \cdot h_i \cdot m_i^2}{\sum_{i=1}^{n} \Lambda_i \cdot h_i \cdot m_i} = \frac{\sum_{i=1}^{n} A_i \cdot m_i^2}{\sum_{i=1}^{n} A_i \cdot m_i} = \frac{18.5 \cdot 1 + 18.5 \cdot 4 + 0.617 \cdot 900}{18.5 + 1.852 \cdot 2 + 0.6173 \cdot 30} = 14.28 \text{ Эрл.}$$

Определяем суммарную нагрузку на каналы:

$$y = \sum_{i=1}^{n} \Lambda_i \cdot h_i \cdot m_i = \sum_{i=1}^{n} A_i \cdot m_i = 18.5 \cdot 1 + 1.85 \cdot 2 + 0.617 \cdot 30 = 40.71 \text{ Эрл}$$

Вероятность средних потерь для любого поступившего вызова (формула Хейворда) определяем по 1-ой формуле Эрланга (таблицы Пальма):

$$P = E_{V/z} \cdot (y/z) = E_{120/14.28} \cdot (40.71/14.28) = E_{8.4} \cdot (2.85) = 0.00374 = 3.74$$

Примечание: При дробных значениях (V/z) следует использовать линейную или квадратическую интерполяцию.

Вероятность потерь для отдельных категорий вызовов:

- первой категории (m1 = 1):

$$P_1 = \frac{m_1}{z} \cdot P = \frac{1}{14.28} \cdot 0.00374 = 0.000262 = 0.262$$

-второй категории (m2 = 2):

$$P_2 = \frac{m_2}{z} \cdot P = \frac{2}{14.28} \cdot 0.00374 = 0.000524 = 0.524$$

-третьей категории (m3 = 30):

$$P_3 = \frac{m_3}{z} \cdot P = \frac{30}{14.28} \cdot 0.00374 = 0.000374 = 0.00785 = 7.85$$

3.1.4 Расчет 4. (Задача- обратная). Задано число стандартных цифровых каналов, со скоростью 64 кБит/с V=30; число категорий источников вызовов n=2; параметр потока одного источника для 1-ой,2-ой категории Λ1=0,2; Λ2 = 0,1; число каналов, требующихся для обслуживания 1-ой, 2-ой категорий соответственно m1 = 1, m2=4; время обслуживания для 1-ой, 2-ой категорий h1 = h2 = 1; вероятность потерь для вызова 1-ой, 2-ой категорий P1=0,03;P2=0,08;

числа пропорциональные допустимому числу источников1-ой, 2-ой категорий k1=2, k2=1. Определить максимально допустимое число источников 1-ой, 2-ой категорий N1,N2. Коэффициент скученности нагрузки:

$$z = \frac{\sum_{i=1}^{n} \Lambda_i h_i m_i^2}{\sum_{i=1}^{n} \Lambda_i h_i m_i} = \frac{2 \cdot 0.2 \cdot 1 \cdot 1^2 + 1 \cdot 0.1 \cdot 1 \cdot 4^2}{2 \cdot 0.2 \cdot 1 \cdot 1 + 1 \cdot 0.1 \cdot 1 \cdot 4} = 2.5 \text{ Эрл.}$$

Вероятность средних потерь для любого поступившего вызова определяется из неравенства:

$$\frac{m_i}{z} \cdot P \le P_1 \text{ или } P \le z \frac{P_i}{m_i}.$$

Окончательно:

$$P \approx z \min \frac{P_i}{m_i}$$

$$P \approx z \min \frac{P_i}{m_i} = 2.5 \cdot \min \left\{ \frac{0.03}{1}; \frac{0.08}{4} \right\} = 0.05.$$

Базовой формулой для определения искомых величин является выражение: $E_{V/m_i}(N_i' \cdot \Lambda_i \cdot h_i) = P$

По таблицам Пальма подбираем такое значение, которое удовлетворяет предыдущему равенству:

- Для вызовов 1-ой категории:

$$E_{30/1}(N_1' \cdot 0.2 \cdot 1) = 0.05.$$

Откуда: $N_1' \cdot 0.2 \cdot 1 = 24.8$ Эрл или $N_1' = 124$.

- Для вызовов 2-ой категории:

$$E_{30/4}(N_2' \cdot 0.1 \cdot 1) = 0.05.$$

Откуда $N_2' \cdot 0.1 \cdot 1 = 4.14$ Эрл или $N_2' = 41.4$.

Коэффициент пропорциональности (x) в выражении

$$\frac{N_1}{k_1} = \frac{N_2}{k_2} = x$$

$$x = \frac{1}{\sum_{i=1}^{n} \frac{k_i}{N_i}} = \frac{1}{\frac{2}{124} + \frac{1}{41.4}} = 25.$$

Максимально допустимое число источников вызовов 1-ой, 2-ой категорий

$$N_1 = x \cdot k_1 = 25 \cdot 2 = 50$$

$$N_2 = x \cdot k_2 = 25 \cdot 1 = 25.$$

Для всех четырех случаев расчет произведем на языке Turbo Pascal, а также приведем листинг программ и окно полученных значений.

Листинг программы:

```
Var V,n,m1,m2,h1,h2,N1,N2:Integer;
Z,D,A1,A2,y,P1,P2,P:Real;
Begin;
V:=30;A1:=0.2;A2:=0.1;m1:=1;m2:=4;h1:=1;h2:=1;N1:=50;N2:=25;
y:=(N1*A1*h1*m1)+(N2*A2*h2*m2);
D:=N1*A1*h1*(sqr(m1))+N2*A2*h2*(sqr(m2));
Z:=D/y;
P:=0.0514;
P1:=(m1/Z)*P;
P2:=(m2/Z)*P;
Writeln('П о нашим исходным данным получен следующий результат');
Writeln('P=',P,'P1=',P1,'P2=',P2);
Readln;
End.
```

Для расчета 1. Окно результатов на рисунке 3.1:

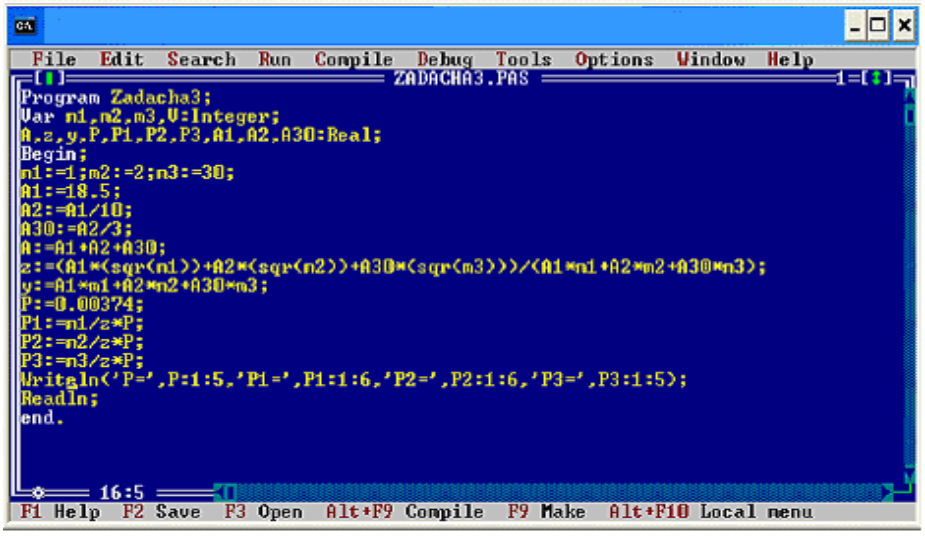


Рисунок 3.1 – Окно результатов вычислений

Окно полученных результатов, рисунок 3.2:

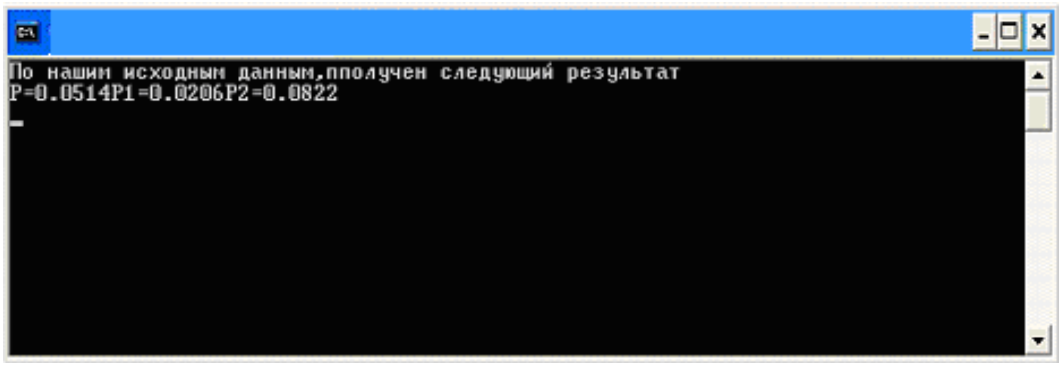


Рисунок 3.2 – Окно результатов вычислений

Для расчета 2. Окно программы расчета на рисунке 3.3:

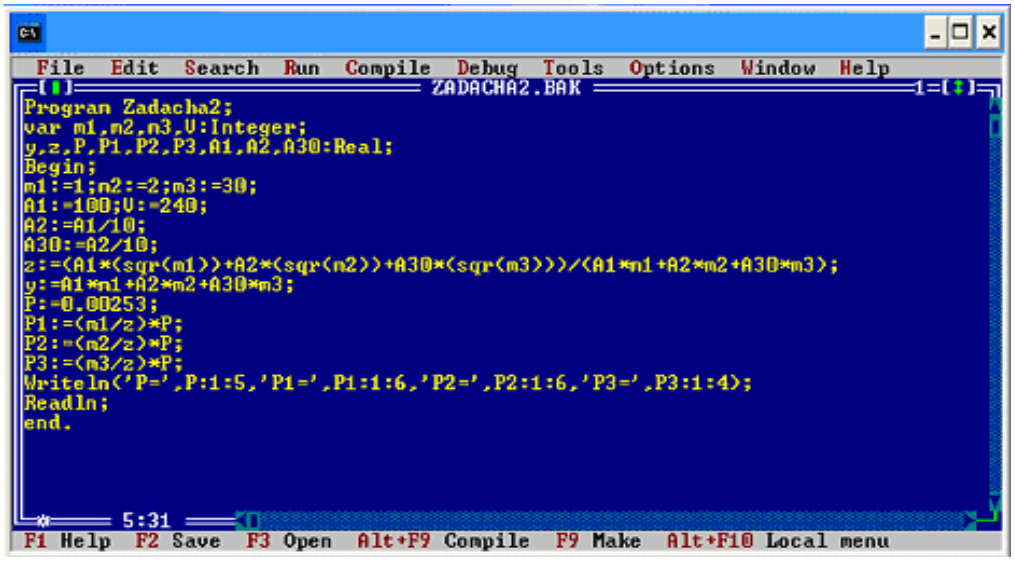


Рисунок 3.3 – Окно программы расчета

Листинг программы:

```
Program Zadacha2;
var m1,m2,m3, V:Integer;
y,z,P,P1,P2,P3, A1,A2,A30:Real;
Begin;
m1:=1;m2:=2;m3:=30;
A1:=100;V:=240;
A2:=A1/10;
A30:=A2/10;
z:=(A1*(sqr(m1))+A2*(sqr(m2))+A30*(sqr(m3)))/(A1*m1+A2*m2+A30*m3)
y:=A1*m1+A2*m2+A30*m3;
P:=0.00253;
P1:=(m1/z)*P;
```

```
P2:=(m2/z)*P;
P3:=(m3/z)*P;
Writeln('P=',P:1:5,'P1=',P1:1:6,'P2=',P2:1:6,'P3=',P3:1:4);
Readln;
end.
```

Окно полученных результатов на рисунке 3.4:

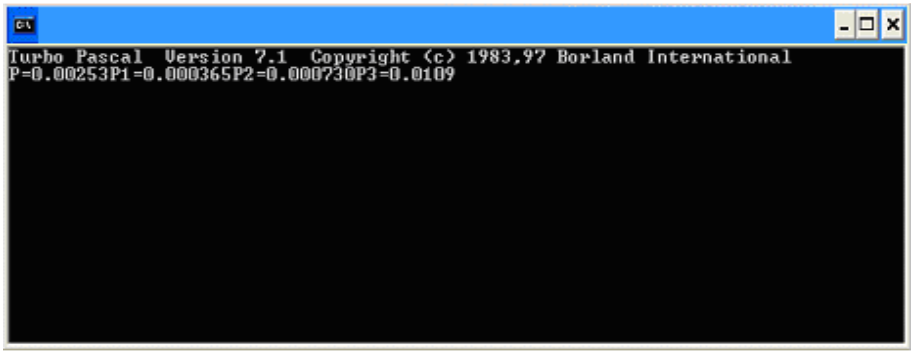


Рисунок 3.4 – Окно результатов вычислений

Вывод*:* таким образом, при вероятности потерь максимально допустимое количество источников 1-ой категории составляет 50, а при вероятности потерь максимально допустимое количество источников 2-ой категории 25. При этом средние потери (для любого поступившего вызова) не превысят.

3.2 Объем оборудования и линейных сооружений

Мощность вводимого объекта определяется:

– по абонентской сети - суммарной вводимой емкостью;
– по межстанционной сети (МСС) - количеством трактов Е1.

Емкость оборудования шлюзов доступа должна рассчитываться с учетом количества заявок, состава абонентов и номенклатурой услуг, предоставляемых абонентам.

Количество абонентов и терминалов сетей передачи данных (IP-телефонов, софт-терминалов и персональных компьютеров, поддерживающих протокол SIP; IP-телефонов, софт-терминалов, поддерживающих протокол H.323; персональных компьютеров с подключением через широкополосные интерфейсы абонентского доступа xDSL; локальных вычислительных сетей, подключаемых по интерфейсу Ethernet) определяются заказчиком на основе маркетингового анализа.

Режим работы оборудования и требования к обслуживающему персоналу.

При разработке требований к режиму работы оборудования и обслуживающему персоналу надо руководствоваться следующими принципами:

– режим работы оборудования должен быть круглосуточным, не до пускающим перерыва в течение всего срока службы;

– среднемесячная норма рабочего времени при семичасовом рабочем дне принимается равной 173 ч;

– при проектировании оборудования технической эксплуатации не обходимо стремиться к круглосуточному необслуживаемому режиму;

– для обеспечения данного режима эксплуатации должны организовываться центры управления сетью;

– проектирование центров управления осуществляется при участии фирм-поставщиков оборудования.

С целью совершенствования технической эксплуатации парк рабочих средств измерений должен периодически обновляться и пополняться.

Для этого необходимо разрабатывать и периодически обновлять перечни рекомендуемых для закупки и разработки средств измерений, предназначенных для комплексов оборудования систем коммутации и систем передачи на телефонной сети, что поможет эксплуатационным предприятиям связи приобретать оптимальное количество приборов с максимально близкими метрологическими и функциональными характеристиками, соответствующими современным требованиям. При этом должна учитываться концепция развития оборудования телефонной сети в части эксплуатационных измерений и метрологического обеспечения.

Степень автоматизации, как при создании конкретных средств измерения, так и подсистемы измерений на конкретном объекте следует определять с учетом технико-экономических показателей, т. е. сложности и стоимости аппаратуры, частоты и эффективности ее использования.

Все типы средств измерения, предназначенные для использования на сельских сетях, в том числе и импортные, должны проходить соответствующие процедуры испытаний для утверждения типа, прежде чем будут допущены к применению.

Номенклатура и количество измерительной и проверочной аппаратуры, которой должен укомплектовываться каждый тип оборудования, указываются в ведомости на поставку.

Состав измерительной и проверочной аппаратуры для каждого типа оборудования уточняется по мере разработки новой аппаратуры.

3.3 Расчет характеристик оборудования шлюзов

При проектирования исходные данные:

– три резидентных шлюза (RAGW1, RAGW2 и RAGW3), каждый из которых обслуживает свою группу пользователей телефонии, сетей доступа, PBX;

– четыре магистральных (транк, магистраль - trunk) шлюза (TGW1, TGW2, TGW3 и TGW4), обеспечивающих для подключение существующих сетей связи общего пользования (PSTN);

В таблицах 3.1, 3.2, 3.3, 3.4 приведены исходные данные для проектирования шлюзов доступа, магистральных шлюзов, производительности Softswitch.

Т а б л и ц а 3.1 – Исходные данные для проектирования шлюзов доступа

Колич. терминалов PSTN, подключаемых к сетям доступа пакетной сети	Колич. подключаемых PBX и колич. потоков типа E1 от каждой	Колич. существующих ССОП, подключаемых к проектируемой трансп. сети
28000	4/10	4

Т а б л и ц а 3.2 – Нагрузка при взаимодействии абонентов пакетной сети друг с другом и существующими сетями связи общего пользования (PSTN)

Взаимодействующие объекты	Доля общей нагрузки
PSTN 1 ↔ абоненты пакетной сети	15 % (*)
PSTN 2 ↔ абоненты пакетной сети	15 % (*)
PSTN 3 ↔ абоненты пакетной сети	15 % (*)
PSTN 4 ↔ абоненты пакетной сети	15 % (*)
абоненты пакетной сети ↔ абоненты пакетной сети	40 % (*)
(*) – доля в общей нагрузке, создаваемой пользователями пакетной сети	

Т а б л и ц а 3.3 – Значения удельной нагрузки и интенсивности вызовов

Объекты	Удельная нагрузка y_i, Эрл	Интенсивность вызовов, обслуживаемых одним каналом DS0 (V=64 Кбит/с), выз./чнн	Средняя длина сигнальных сообщений, октетов	Среднее количество сигнальных сообщений при обслуживании вызова
Абоненты PSTN	0,1	5	50	10
Потоки E1 от существующих PSTN	0,8	35	–	–
Потоки E1 от PBX	0,8	35	–	–
Потоки E1 от сетей доступа	0,8	35	–	–

Большинство потоков информации пользователей будут подвергаться компрессии в шлюзах с помощью кодека G.726 (скорость выходного потока

v=32 Кбит/с.). Лишь малая доля вызовов (10%) будет обслуживаться без компрессии с помощью кодека G.711 (скорость выходного потока v=64 Кбит/с.).

В пакетной транспортной сети будем использовать три коммутатора SW1, SW2, SW3. При расчете производительности коммутаторов должны быть учтены требования живучести транспортной сети. Введем следующее упрощение: замыкание потоков информации между любыми объектами, подключенными к одному шлюзу, происходит через коммутатор транспортной пакетной сети.

Т а б л и ц а 3.4 – Распределение данных между шлюзами доступа

Номер шлюза доступа (RAGW)	Колич. абонентов PSTN (N_{PSTN})	Колич. подключаемых PBX и колич. потоков типа E1 от каждой (N_{PBX})
RAGW1	9000	1/10
RAGW2	9000	1/10
RAGW3	10000	2/10

Расчет нагрузки, создаваемой пользователями RAGW1, RAGW2 и RAGW3.

При построении распределенного абонентского концентратора могут использоваться шлюзы доступа (Access Gateway, AGW), резидентные шлюзы доступа (Residential Access Gateway, RAGW), выполняющие как функции концентраторов, так и средств доступа к пакетной транспортной сети. Резидентный – не изменяющий своего мePSTNоложения, связанный с постоянным пребыванием. К резидентным шлюзам доступа (RAGW) подключают терминалы пользователей PSTN. К шлюзам доступа (AGW) подключаются учрежденческие АТС (PBX) и существующее оборудование абонентских выносов.

К шлюзам доступа мультисервисной сети, в которых используются принципы NGN, должны подключаться следующие источники нагрузки:

1) терминалы, подключаемые по аналоговым абонентским линиям;

2) сети ограниченного пользования (PBX);

3) оборудование сети доступа.

Найдем нагрузку, создаваемую пользователями RAGW1, RAGW2 и RAGW3 (формула 3.1)

$$Y_{RAGWi} = 0{,}8 \cdot \sum_{k=1}^{K} N_{k\ PBX} + 0{,}1 \cdot N_{PSTN} \qquad (3.1)$$

$$Y_{RAGW1} = 0{,}8 \cdot (10 \cdot 30) + 0{,}1 \cdot 9000 = 1140\ Эрл$$

$$Y_{RAGW2} = 0{,}8 \cdot (10 \cdot 30) + 0{,}1 \cdot 9000 = 1140\ Эрл$$

$$Y_{RAGW3} = 0{,}8 \cdot (2 \cdot 10 \cdot 30) + 0{,}1 \cdot 10000 = 1480 \; Эрл .$$

В таблице 3.5 приведена нагрузка, создаваемая пользователями пакетной сети и распределение ее между объектами сети. Долю внутренней нагрузки $К_{i\_внутр}$ пользователей, подключенных к одному шлюзу, которая замыкается через один коммутатор транспортной сети, найдем по доле нагрузки пользователей $RAGW_i$ в общей нагрузке пакетной сети доступа:

$$K_{i\_внутр} = \frac{Y_{RAGWi}}{(Y_{RAGW1} + Y_{RAGW2} + Y_{RAGW3})} \qquad (3.2)$$

$$K_{1\_внутр} = \frac{1140}{(1140 + 1140 + 1480)} = 0{,}30$$

$$K_{2\_внутр} = \frac{1140}{(1140 + 1140 + 1480)} = 0{,}30$$

$$K_{3\_внутр} = \frac{1480}{(1140 + 1140 + 1480)} = 0{,}39 .$$

Т а б л и ц а 3.5 - Нагрузка, создаваемая пользователями пакетной сети

Номер шлюза доступа	Исходящая нагрузка, Эрл	Внутренняя нагрузка абонентов, подключенных к одному шлюзу, Эрл	Нагрузка RAGW1↔ RAGW2, Эрл	Исходящая нагрузка к PSTN1, Эрл PSTN2, Эрл PSTN3, Эрл PSTN4, Эрл
RAGW1	1140	1140·0,30=342	798·0,4=319,2	319,2·0,15=47,88
RAGW2	1140	1140·0,30=342	798·0,4=319,2	319,2·0,15=47,8
RAGW3	1480	1480·0,39=577,2	902,8·0,4=361,12	361,12·0,15=54,17

При расчете транспортного ресурса (формула 3.3) для передачи пользовательской информации шлюзами RAGWi учтем долю нагрузки, которая будет обслуживаться без компрессии (x=10%).

$$V_{\text{RAGWi\_USER}} = k_{изб} \cdot Y_{GWi} \cdot ((1 - x) \cdot V_{COD\_m} + x \cdot V_{G.711}) \qquad (3.3)$$

$$V_{\text{RAGW1\_USER}} = 1{,}25 \cdot 798 \cdot ((1 - 0{,}1) \cdot 32 + 0{,}1 \cdot 64 = 35112 \text{ Кбит/с} \cong 35 \text{ Мбит/с}$$

$$V_{\text{RAGW2\_USER}} = 1{,}25 \cdot 798 \cdot ((1 - 0{,}1) \cdot 32 + 0{,}1 \cdot 64 = 35112 \text{ Кбит/с} \cong 35 \text{ Мбит/с}$$

$$V_{\text{RAGW3\_USER}} = 1{,}25 \cdot 902{,}8 \cdot ((1 - 0{,}1) \cdot 32 + 0{,}1 \cdot 64 = 39723 \text{ Кбит/с} \cong 40 \text{ Мбит/с} .$$

Общий транспортный ресурс шлюзов RAGWi для передачи пользовательской и сигнальной информации рассчитаем по формуле:

$$V_{\text{RAGW1}} = V_{RAGW1\_USER} + V^{SIGN}_{PSTN} + V^{SIGN}_{PBX} + V^{SIGN}_{MGCP} \quad (3.4)$$

$$V^{SIGN}_{PSTN} = (P^{SIGN}_{PSTN} \cdot N_{PSTN} \cdot L_{PSTN} \cdot N_{PSTN})/90 \quad (3.5)$$

$V^{SIGN}_{PSTN} = (5 \cdot 9000 \cdot 50 \cdot 10)/90 = 250000$ бит/с

$$V^{SIGN}_{PBX} = (P^{SIGN}_{PBX} \cdot N_{PBX} \cdot L_{IUA} \cdot N_{IUA})/90 \quad (3.6)$$

$V^{SIGN}_{PBX} = (1 \cdot 35 \cdot 50 \cdot 10)/90 = 194{,}44$ бит/с

$$V^{SIGN}_{MGCP} = [(P_{PSTN} \cdot N_{PSTN} + P_{PBX} \cdot N_{PBX}) \cdot L_{MGCP} \cdot N_{MGCP}]/90 \quad (3.7)$$

$V^{SIGN}_{MGCP} = [(5 \cdot 9000 + 35 \cdot 1) \cdot 50 \cdot 10]/90 = 250194{,}44$ бит/с

$V_{\text{RAGW1}} = 35112000 + 250000 + 194{,}44 + 250194{,}44 = 35612388$ бит/с $\cong 36$ Мбит/с.

Аналогично рассчитываем общий транспортный ресурс шлюзов RAGW2 и RAGW3.

RAGW2:

$V^{SIGN}_{PSTN} = (5 \cdot 9000 \cdot 50 \cdot 10)/90 = 250000$ бит/с

$V^{SIGN}_{PBX} = (1 \cdot 35 \cdot 50 \cdot 10)/90 = 194{,}44$ бит/с

$V^{SIGN}_{MGCP} = [(5 \cdot 9000 + 35 \cdot 1) \cdot 50 \cdot 10]/90 = 250194{,}44$ бит/с

$V_{\text{RAGW2}} = 35112000 + 250000 + 194{,}44 + 250194{,}44 = 35612388$ бит/с $\cong 36$ Мбит/с

RAGW3:

$V^{SIGN}_{PSTN} = (5 \cdot 10000 \cdot 50 \cdot 10)/90 = 277777{,}77$ бит/с

$V^{SIGN}_{PBX} = (2 \cdot 35 \cdot 50 \cdot 10)/90 = 388{,}88$ бит/с

$V^{SIGN}_{MGCP} = [(5 \cdot 10000 + 35 \cdot 2) \cdot 50 \cdot 10]/90 = 278166{,}66$ бит/с

$$V_{\text{RAGW3}} = 39723000 + 277777{,}77 + 388{,}88 + 278166{,}66 =$$
$$= 40279331 \text{ бит/с} \approx 40 \text{ Мбит/с}.$$

Рассчитаем общий транспортный ресурс для взаимодействия RAGW1,RAGW2 и RAGW3:

$$V_{\text{RAGW1-RAGW2-RAGW3}} = k_{изб} \cdot Y_{\text{RAGW1-RAGW2-RAGW3}} \cdot ((1-x) \cdot V_{COD\_m} + x \cdot V_{G.711}) \quad (3.8)$$

$$V_{\text{RAGW1-RAGW2-RAGW3}} = 1{,}25 \cdot 999{,}52 \cdot (0{,}9 \cdot 32 + 0{,}1 \cdot 64) = 43978{,}88 \text{ Кбит/с} \cong 44 \text{ Мбит/с}.$$

.

Общий транспортный ресурс для взаимодействия RAGW1 с TGW1, TGW2, TGW3 и TGW4 рассчитаем с учетом того, что весь поток подвергается компрессии с помощью кодека G.729 (V=32):

$$V_{\text{RAGW1-TGW1}} = V_{\text{RAGW1-TGW2}} = V_{\text{RAGW1-TGW3}} = V_{\text{RAGW1-TGW4}}$$

$$V_{\text{RAGW1-TGW1}} = k_{изб} \cdot Y_{\text{RAGW1-TGW1}} \cdot V_{G.729}$$

$$V_{\text{RAGW1-TGW1}} = 1{,}25 \cdot 47{,}88 \cdot 32 = 1915{,}2 \text{ Кбит/с} \cong 1{,}9 \text{ Мбит/с}.$$

Общий транспортный ресурс для взаимодействия RAGW2 и TGW1 рассчитаем при тех же условиях:

$$V_{\text{RAGW2-TGW1}} = V_{\text{RAGW2-TGW2}} = V_{\text{RAGW2-TGW3}} = V_{\text{RAGW2-TGW4}}$$

$$V_{\text{RAGW2-TGW1}} = k_{изб} \cdot Y_{\text{RAGW2-TGW1}} \cdot V_{G.729}$$

$$V_{\text{RAGW2-TGW1}} = 1{,}25 \cdot 47{,}88 \cdot 32 = 1915{,}2 \text{ Кбит/с} \cong 1{,}9 \text{ Мбит/с}.$$

Общий транспортный ресурс для взаимодействия RAGW3 и TGW1 рассчитаем при тех же условиях:

$$V_{\text{RAGW3-TGW1}} = V_{\text{RAGW3-TGW2}} = V_{\text{RAGW3-TGW3}} = V_{\text{RAGW3-TGW4}}$$

$$V_{\text{RAGW3-TGW1}} = k_{изб} \cdot Y_{\text{RAGW3-TGW1}} \cdot V_{G.729}$$

$$V_{\text{RAGW3-TGW1}} = 1{,}25 \cdot 54{,}17 \cdot 32 = 2166{,}8 \text{ Кбит/с} \cong 2{,}2 \text{ Мбит/с}$$

Расстояние между RAGW и коммутатором пакетной транспортной сети может составлять десятки километров. На физическом уровне интерфейса необходимо использовать оптический кабель и систему передачи NGSDH.

3.4 Расчет характеристик производительности коммутатора

Расчет нагрузки, создаваемой пользователями RAGW1, RAGW2 и RAGW3 на TGW1, TGW2, TGW3 и TGW4 для выхода к абонентам существующих PSTN

Нагрузка, создаваемая пользователями RAGW1 , RAGW2 и RAGW3 на TGW1, TGW2, TGW3 и TGW4 для выхода к абонентам существующих PSTN, равна (см. таблицу 3.5):

$$Y^{USER}_{TGW1} = Y^{USER}_{TGW\,2} = Y^{USER}_{TGW3} = Y^{USER}_{TGW4} = 149{,}93 \text{ Эрл.}$$

Зная нагрузку TGW, найдем количество требуемых трактов типа E1 (V=2,048 Мбит/с) для подключения существующей PSTN к транспортной сети по формуле

$$N_{i\_E1} = Y_{i\_TGW} / (30 \cdot y_{E0}) \qquad (3.9)$$

где y_{E0} – удельная нагрузка одного канала типа E0 (V_{E0} = 0,8 Эрл), i – номер TGW.

$$N_{1\_E1} = N_{2\_E1} = N_{3\_E1} = N_{4\_E1} = 149{,}93/(30 \cdot 0{,}8) = 6{,}2 = 7$$

Итак, каждый из TGW связан с существующей PSTN 7 трактами типа E1.

Для обслуживания нагрузки Y^{USER}_{TGW} требуется транспортный ресурс V^{USER}_{TGW} (при использовании только кодека типа G.726).

$$V^{USER}_{TGW1} = V_{1\_TGW} \cdot V_{G.726} \qquad (3.10)$$

$$V^{USER}_{TGW1} = 149{,}93 \cdot 32 = 4797{,}76 \text{ Кбит/с} \approx 5 \text{ Мбит/с}$$

$$V^{USER}_{TGW1} = V^{USER}_{TGW2} = V^{USER}_{TGW3} = V^{USER}_{TGW4}$$

Примем условие равенства исходящей (от транспортной сети к существующей PSTN) и входящей (от существующей PSTN к транспортной пакетной сети) нагрузки. При этом условии объем транспортного ресурса пакетной сети для TGW рассчитаем по формуле

$$V_{TGW} = \sum^{4} V^{USER}_{TGW} + V_{MGCP} \quad (3.11)$$

$$V_{TGW} = 4 \cdot (5 + 0{,}092055) \approx 20{,}36 \text{ Мбит/с}$$

3.5 Расчет речевого трафика

Речевой трафик представляет собой сквозную услугу. При данном виде трафика один узел (или абонент) соединяется в сквозном режиме с другим узлом. За отправную точку возьмем стандартные 64 Кбит/с (кодек G.711, занимаемая полоса 84,8кбит/с) для каждого потока голосового трафика. При одновременном разговоре всего предполагаемого количества абонентов – 28000. В результате, получим требования к пропускной способности:

Расчет на 28000 абонентов:

28000·84,8 Кб/с=2,374 Гбит/с

Транспортный ресурс, который должен быть выделен для данной нагрузки:

2,374·1,25 = 2,968 Гбит/с

где 1,25 – коэффициент использования ресурса.

Введем поправочный коэффициент, используемый также при расчетах TDM коммутации – 0,15 Эрланг.

2,968 Гбит/с·0,15=0,445 Гбит/с

Полоса пропускания для речевого трафика NGN для 28000 абонентов, таким образом, принимает значение – 0,445 Гб/с.

3.6 Анализ математических методов повышения качества обслуживания

3.6.1 Оценка пропускной способности канала. Оценка пропускной способности сетей в зависимости от загрузки каналов сети и соотношения долей основных типов трафика является одной из основных в техническом обосновании выбора сетевых технологий и архитектуры сети. На основе оценки пропускной способности и анализа трафика можно планировать ее реальную загрузку.

Пользователи услуг VoIP создают значительную нагрузку на сеть, поскольку для обеспечения приемлемого качества передаваемого аудио сигнала необходимо использовать полосу пропускания не ниже 8 кбит/с. Общая продолжительность работы каждого пользователя составляет 1 час в день. Продолжительность работы линии E1 в день составляет 12 часов.

Информация об объеме и времени передаваемых данных взята на основе статистических исследований.

Рассчитаем объем передаваемых голосовых данных по локальной сети 100 Мбит/с одним сервером доступа. Для этого воспользуемся формулой 3.12:

$$Q = q/8 \cdot t \cdot 3600, \quad (3.12)$$

где q – скорость передачи данных мультимедиа, бит/с;

t – время передачи, час.

После преобразования голоса в вокодере G.729 скорость передачи одного канала E1 с 2048 кбит/с уменьшается до 256 кбит/с. Для двух E1 это составит 512 кбит/с. Время работы одной линии – 12 часов.

Численно объем мультимедиа данных, передаваемых одним сервером доступа, равен:

Q = 512000/8·12·3600 = 2764800000 байт.

Для дальнейших расчетов необходимо знать число передаваемых IP-кадров по сети Ethernet в течение рабочего дня. С учетом особенностей кодека G.729 целесообразно выбрать размер IP-пакета равным 53 байт, из них 48 байт являются информационными и соответственно 5 байт – с адресной информацией. Для сети Ethernet полезной нагрузкой является весь IP-пакет.

Необходимое число кадров Ethernet для передачи полезной информации в течение рабочего дня рассчитаем по формуле 3.13.

$$N=Q/53+1 \quad (3.13)$$

где Q - объем передаваемой информации (байт).

Рассчитаем скорость обслуживания пакета при скорости работы магистрального канала 4 Мбит/с:

$$t_{\text{обс.кад}} = \frac{L_{кадра} \cdot 8}{V_{\text{канала}}}, \quad (3.14)$$

где $L_{кадр}$ – длина передаваемого кадра, байт

V канала – скорость обмена информации в магистральном канале, бит/с.

$$t_{\text{обс.кад}} = \frac{L_{кадра} \cdot 8}{V_{\text{канала}}} = \frac{78 \cdot 8}{4000000} = 0{,}000156 \text{ с}.$$

Время передачи кадра отождествляется со временем обслуживания. Скорость обслуживания является обратной величиной ко времени обслуживания и находится по формуле 3.15:

$$V_{\text{обслуж}} = \frac{1}{t_{обс.кад.}} = \frac{V_{канала}}{L_{\text{кадра}} \cdot 8}, \tag{3.15}$$

$$V_{\text{обслуж}} = \frac{1}{0{,}000156} = 6410{,}3 \text{ бит/с}.$$

В результате расчета скорости обслуживания возможны две ситуации. Одна из них скорость обслуживания кадров оказывается больше, чем скорость поступления кадров. В этом случае пропускной способности магистрального канала оказывается более, чем достаточной. Однако необходимо учитывать, что скорость поступления кадров – это средняя по времени величина. Существуют такие ситуации в часы наибольшей нагрузки, когда происходит передача крупных порций информации, интенсивность которых превосходит возможности пропускной способности магистрального канала.

Вторая скорость обслуживания кадров оказывается меньше, чем скорость поступления кадров. В этом случае пропускная способность магистрального канала оказывается недостаточной. Магистральный коммутатор в данном случае осуществляет буферизацию данных: вновь принимаемые кадры накапливаются в буферной памяти до тех пор, пока не будут переданные предыдущие кадры. В данном случае возникают очередь и задержки. Теория массового обслуживания позволяет оценить время задержки исходя из скорости работы линии связи.

Коэффициент использования $К_{исп}$ находится по формуле:

$$K_{исп} = \frac{m \cdot R_u}{2 \cdot R_{\text{кан}}} \cdot \left(1 + \frac{L_{адр}}{L_{\text{инф}}}\right), \tag{3.16}$$

где m – число абонентов, установивших связь с выходным маршрутизатором.

Теория массового обслуживания позволяет оценить задержку проходящих через маршрутизатор кадров. Для расчета степени загрузки маршрутизатора воспользуемся формулой 3.16:

$$K_{исп} = \frac{60 \cdot 8000}{2 \cdot 4000000} \cdot \left(1 + \frac{25}{53}\right) = 0{,}088.$$

Коэффициент использования будет меняться в зависимости от пропускной способности канала между маршрутизаторами $К_{кан}$ и скорости передачи данных от терминала до шлюза $К_{и}$.

3.6.2 Расчет степени загрузки маршрутизатора.

Теория массового обслуживания позволяет оценить задержку проходящих через маршрутизатор кадров. Для расчета степени загрузки маршрутизатора воспользуемся формулой 3.17:

$$P = \frac{V}{V_{\text{обслуж.}}}, \tag{3.17}$$

где V — скорость поступления кадров;

$V_{\text{обслуж.}}$ – скорость обслуживания кадров.

Степень использования технических возможностей обслуживающего устройства (в нашем случае степень использования маршрутизатора или шлюза) равно частному от деления 1207,5 на 6410,3, то есть 0,188. Таким образом, при использовании канала связи пропускной способностью 4 Мбит/с средняя степень применения обслуживающего устройства составляет примерно 19%.

Зная степень использования магистрального канала можно рассчитать вероятность отсутствия кадров в магистральном канале по формуле 3.18:

$$P_0 = 1 - P, \tag{3.18}$$

где P – степень использования магистрального канала.

P_0 =1-0,188 = 0,822.

Подставляя числа, полученные для маршрутизатора, подключенного к каналу с пропускной способностью 4 Мбит/с, определяем, что вероятность отсутствия очереди кадров в маршрутизаторе составляет 82,2%.

3.6.3 Расчет количества кадров в маршрутизаторе.

Канал связи является системой с определенным классом обслуживания. Можно сказать, что канал связи является системой обслуживания «с ожиданием». Следовательно, для выбранной оптимальной пропускной способности канала можно определить такие параметры как:

- среднее число кадров, одновременно находящихся в системе;
- среднее число кадров, ожидающих обслуживания в очереди;
- среднее время нахождения кадра в системе;
- среднее время ожидания в очереди.

Среднее число кадров, одновременно находящихся в системе, определим по формуле 3.19:

$$L = \frac{V}{V_{обслуж.} - V}, \tag{3.19}$$

где L – среднее число кадров, одновременно находящихся в системе;
V – средняя скорость поступления кадров;
$Р_{обслуж.}$ – средняя скорость обслуживания.

Числено эта величина равна:

$$L = \frac{1207,5}{6410,3 - 1207,5} = 0,232 \text{ кадра.}$$

Для определения числа кадров, ожидающих обслуживания в очереди, воспользуемся формулой:

$$L_q = P \cdot L, \tag{3.20}$$

где L_q – среднее число кадров, ожидающих обслуживания;
P – степень использования канала.

Численно число кадров, ожидающих обслуживания, равно:
$L_q = 0,188 \cdot 0,232 = 0,044$ кадра.

Наша система обрабатывает кадры данных, поэтому длина очереди равна 0,044 кадра. Итак, в любой момент времени в очереди маршрутизатора нашей сети при пропускной способности глобальной сети 4 Мбит/с, интенсивности трафика 52166038 кадров в день находится 0,044 кадра. Общее число кадров в системе составляет 0,232, поэтому разность этих величин (0,232 минус 0,044), равная 0,188, дает нам число кадров, передаваемых в данный момент времени по каналу глобальной сети.

3.6.4 Расчет времени ожидания и передачи кадра.

Теория массового обслуживания позволяет рассчитать среднее время нахождения объекта в системе (W) и среднее время ожидания в очереди (W_q).

Среднее время нахождения кадра в системе представляет собой величину, обратную разнице между скоростью обслуживания и скоростью поступления кадров. Время нахождения кадра в системе:

Таким образом, можно сказать, что вызванная наличием очередей задержка кадров при передачи по каналу пропускной способностью 4 Мбит/с составит в среднем 19,22 секунд. Необходимо отметить, что это время

составляет лишь часть полного времени нахождения кадра в системе. Необходимо также учитывать время распространения сигнала по физической среде.

Важным параметром, характеризующим очередь, является время ожидания в очереди, которое определяется по формуле 3.21:

$$W_q = W \cdot P, \tag{3.21}$$

где W_q – время ожидания в очереди;

W – время нахождения кадра в системе.

Численно значение времени ожидания в очереди равно:

$$W_q = 19{,}22 \cdot 10^{-5} \cdot 0{,}188 = 3{,}61 \cdot 10^{-5} \text{ с.}$$

Время нахождения кадра в системе включает в себя время ожидания в очереди. Разность времени нахождения и времени ожидания дает время обслуживания одного кадра каналом или время передачи по каналу связи:

$$t = W - W_q = 19{,}22 \cdot 10^{-5} - 3{,}61 \cdot 10^{-5} = 15{,}61 \cdot 10^{-5} \text{ с.}$$

Рассчитанное таким образом время обслуживания одного кадра (с учетом погрешностей округления) совпадает нормативными данными.

Для данного расчета написана программа на языке программирования Turbo Pascal.

На рисунке 3.6 построен алгоритм для времени ожидания и передачи кадра

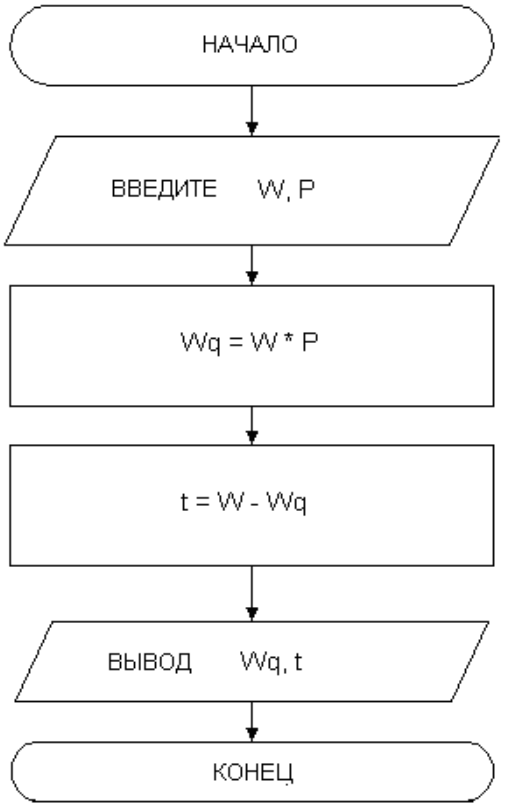


Рисунок 3.6 – Алгоритм времени ожидания и передачи кадра задержек

В соответствии с алгоритмом ниже представлена программа:

```
program raschet;
var W,P,Wq,t:real;
begin
writeln (`enter W,P`);
readln (W,P);
begin
Wq:=W*P;
end;
begin
t:=W-Wq;
end;
begin
writeln (`Wq=`,Wq);
writeln (`t=`,t);
end;
end.
```

Также на рисунке 3.7 приведен результат программирования:

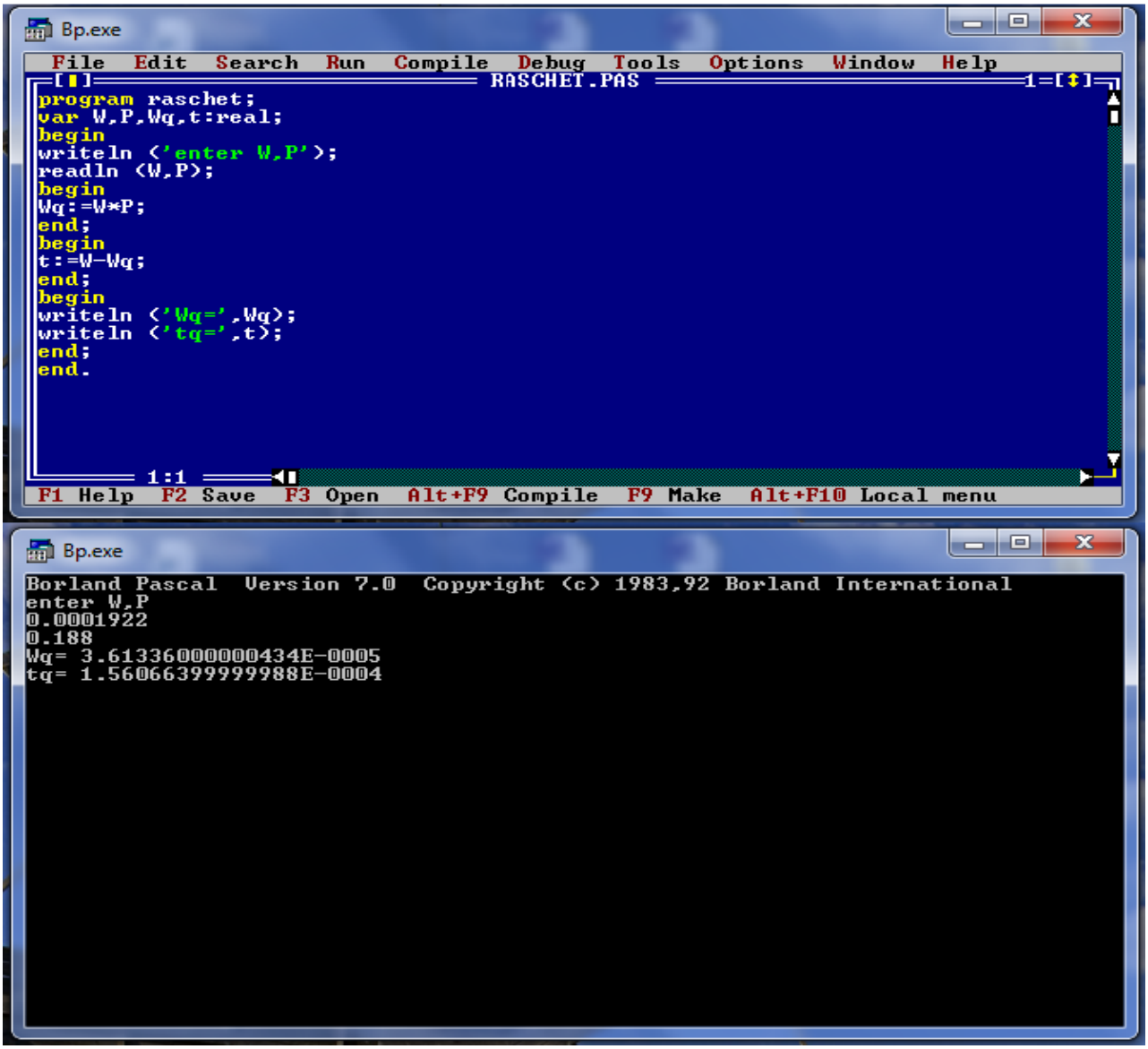


Рисунок 3.7 – Результат программирования

3.6.5 Нормирование параметров качества работы сети IP-телефонии. Европейский институт по стандартизации телекоммуникаций ETSI предлагает разделить сети IP-телефонии на четыре класса по качеству обслуживания QoS, основным показателем которого является задержка пакетов. В Рекомендации ITU-T G.I 14 для телефонной сети общего пользования приведены близкие к градациям ETSI задержки, которые соответствуют различным видам связи:

- до 150 мс – исходная норма;
- до 260 мс – задержка на участке спутниковой связи;
- до 400 мс – допустимая задержка с учетом участка спутниковой связи;
- свыше 400 мс – недопустимая задержка.

В таблице 3.8 рекомендации по задержке сопоставлены с классами QoS ETSI G.I 14 (таблица дополнена оценкой качества речи в баллах MOS по Рекомендациям P.800 и P.830).

Т а б л и ц а 3.8 – Классы качества QoS ETSI

Классы		Высший (Best)	Высокий (High)	Средний (Medium)	Низший (Low)
Задержка	ETSI	<150	<250	<350	<450
	ITU-T	<150	<260	<400	<400
Баллы MOS		>4,5	4,0 + 4,0	4,0 + 3,5	3,5 + 3,0

Учитывая зависимость качества речи от потери пакетов, можно сформулировать ориентировочные требования к эквивалентной сети IP-телефонии:

- максимальная задержка должна быть не больше 350-400 мс;
- потери пакетов – не более 1-3%;
- субъективное качество речи - не ниже 3,5 балла MOS.

Анализ показывает, что современные системы и сети VoIP могут отвечать этим требованиям. Естественно при этом следует ориентироваться на решения операторского класса, предназначенные для обслуживания большого количества абонентов.

Разработаны требования к параметрам сети для двух классов качества услуг и трех категорий приложений (таблица 3.9).

В целом можно констатировать, что параметры современной аппаратуры и IP-сетей в состоянии обеспечить качество передачи речи не ниже, чем PSTN с участками спутниковой и сотовой связи. И хотя качество передачи речи в сетях IP-телефонии еще не достигло полностью уровня PSTN, но уже вплотную к нему приблизилось.

Т а б л и ц а 3.9 – Требования к параметрам услуг и приложений

		Интерактивные услуги реального времени (VoIP)	Неинтерактивные услуги реального времени (аудио/видео)	Услуги не реального времени (WEB, e-commerce)
Высшее качество	Задержка, мс	150	300	100
	Джиттер, мс	3	50	Best effort
	Потери, %	2	1	2,5
	Гарантия, %	99	99	98
	Задержка, мс	800	600	300
	Джиттер, мс	2	100	Best effort
	Потери, %	4	5	15
	Гарантия, %	95	95	92

Следует, однако, отметить, что практическое внедрение VoIP на сети Интернет при всей заманчивости этой идеи остается проблематичным с точки

зрения передачи с высоким качеством. Из-за очередей и непредсказуемости соотношения нагрузки и пропускной способности в сети Интернет нет гарантии, что будут обеспечены требуемые показатели QoS.

3.6.6 Расчет задержки сообщений при передачи речи

В очередях сообщения упорядочены по времени их поступления. Когда в канале заканчивается передача очередного сообщения, то управление переходит к программе «Привратник». Программа выбирает для очередной передачи сообщение с наивысшим приоритетом, если очереди более старших приоритетов не содержат сообщений (т.е. оказываются пустыми). Выбранное для передачи сообщение захватывает канал на все время его передачи. Если в систему поступает N простейших потоков сообщений с интенсивностями $\lambda_1,\dots,\lambda_N$, средние длительности передачи сообщений каждого типа, соответственно, равны $\tau_1,\dots,\tau_N$, и вторые начальные моменты соответственно $\tau^{(2)}{}_1,\dots,\tau^{(2)}{}_N$, то среднее время tк ожидания в очереди сообщений, имеющих приоритет К, определится соотношением:

$$t_к = \frac{\sum_{i=1}^{N} \lambda_i * \tau^{(2)}{}_i}{2(1-R_{к-1})(1-R_к)}, \qquad (3.22)$$

где $R_{К-1} = \rho_1 + \rho_2 + \dots + \rho_{К-1}$,

$R_к = \rho_1 + \rho_2 + \dots + \rho_к$,

$$t_к = \frac{\sum_{i=1}^{N} \lambda_i * \tau^{(2)}{}_i}{2(1-R_{к-1})(1-R_к)} = \frac{2*0{,}01}{2(1-0{,}18)(1-0{,}2)} = \frac{0.02}{1{,}64*0{,}8} = \frac{0{,}02}{1{,}312} = 0{,}015\,c.$$

Получим соотношение среднеквадратичного отклонения времени передачи сообщения:

$$t_к = \frac{\sum_{i=1}^{N} \rho_i \tau_i \left(1+\nu^2{}_i\right)}{2(1-R_{к-1})(1-R_к)}, \qquad (3.23)$$

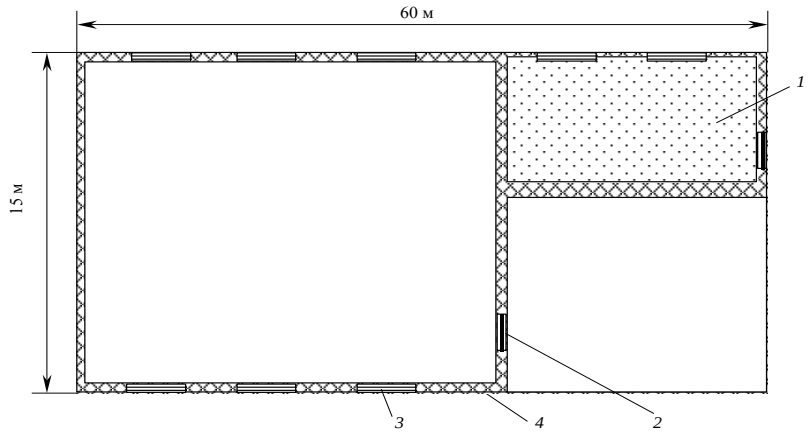
где к = 1, 2, …, N

$$t_к = \frac{\sum_{i=1}^{N} \rho_i \tau_i \left(1+\nu^2{}_i\right)}{2(1-R_{к-1})(1-R_к)}, = \frac{0{,}2*10^{-3}\left[1+1^2\right]}{2(1-0{,}18)(1-0{,}2)} = \frac{4*10^{-3}}{1{,}312} = 3{,}048*10^{-3} = 0{,}003\,c.$$

4 Безопасность жизнедеятельности

4.1 Анализ условий труда обслуживающего персонала при эксплуатации оборудования

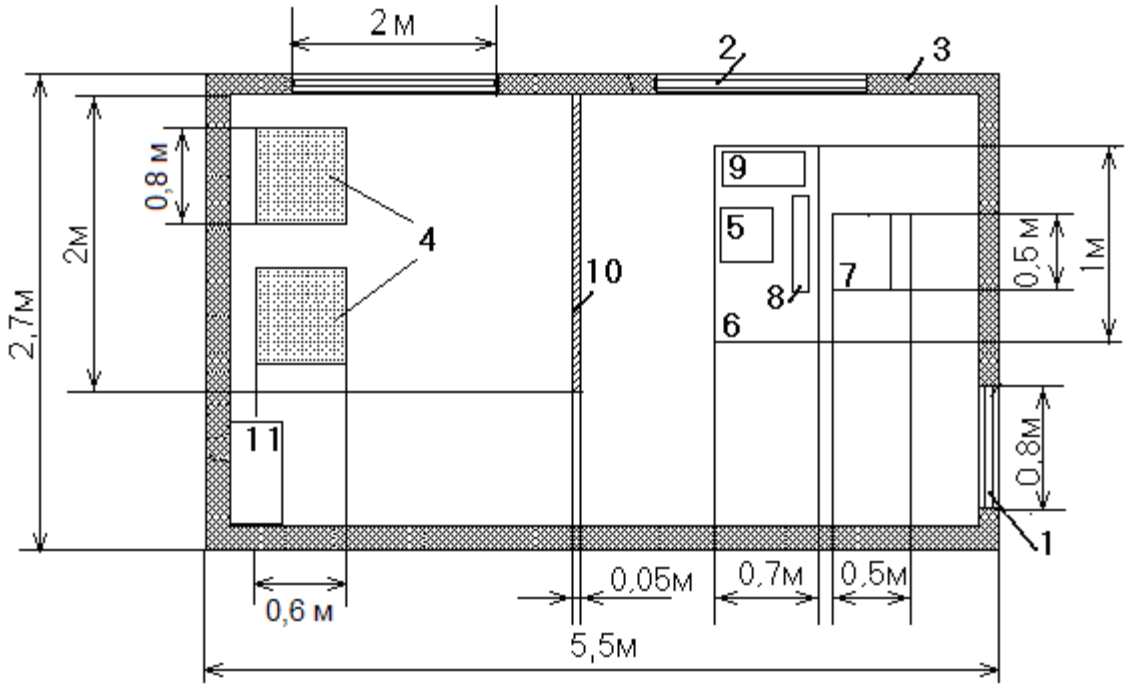
Здание представляет собой трехэтажный дом, размеры которого следующие: длина 60 м ширина 15 м (рисунок 4.1), где на втором этаже размещается АТСЦ; на первом этаже будет размещено устанавливаемое оборудование AMG. Обслуживать помещение будут три человек: два сменных оператора-инженера и одна техническая уборщица. В дневную смену работает два человека (оператор-инженер и техник-инженер), раз в сутки приходит техническая уборщица. Помещение длина L = 5,5 м, ширина B = 2,7 м, высота H = 3 м (рисунок 4.2), где постоянно находятся люди, обслуживающее оборудование Универсальный шлюз доступа AMG должно иметь естественное освещение. Оно подразделяется на боковое (проемы в стенах), верхнее (фонари в перекрытии) или комбинированное (верхнее плюс боковое). В нашем помещении не достаточно естественного освещения из-за климатических условий (дождь, снег, туман и т.д), времени суток и расположения здания. Световой поток имеет заданное значение освещенности по техническим условиям Em=500 лк, разряд зрительной зоны работы определен пятой малой точности. СНиП 245-2002



1 – помещение узла; 2 – дверь; 3 – окно; 4 – стена.

Рисунок 4.1 – План здания

Помещение представляет собой двухэтажное здание с размерами: длина L = 5,5 м, ширина B = 2,7 м, высота H = 3 м (рисунок 4.2).



1 – дверь; 2 – окно; 3 – стена; 4 – статив; 5 – монитор; 6 – стол; 7 – стул; 8– клавиатура; 9 – системный блок; 10 – стеклянная перегородка; 11 – кросс.

Рисунок 4.2 – План помещения

Согласно проекту для предоставления данной виды связи используется оборудование Универсальный медиашлюз UMG8900. Платформа оснащена системами охлаждения и централизованно управления, обеспечивающими необходимый температурный режим во время работы полностью оборудованного корпуса. Оборудование имеет следующий вид вентиляторный блок, плата, источник питания. Источник питания будет использоваться 48 В постоянного тока. Диапазон температуры от +15 до +30 С, влажность воздуха 30% - 80%.

Свет влияет на общее состояние организма. Правильно организованное освещение стимулирует протекание процессов высшей нервной деятельности и повышает работоспособность. При недостаточном освещении человек работает менее продуктивно, быстрее устает и как следствие повышается вероятность производственного травматизма. Поэтому очень важно правильно выбрать параметры освещения на рабочем месте. Выбор параметров зависит от характера производимой работы.

4.1.1 Оценка микроклимата. Микроклиматические условия на нашем узле обслуживания согласно ГОСТ 12.0.003-2002. ССБТ можно охарактеризовать как оптимальные (таблица 4.1), [9]:

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

Период работы	2 Категория работы	Т, ^{0} С	Скорость движения воздуха, м/с, не более
Холодный	I а I б	22-24 31-23	0,1 0,1
Теплый	I а I б	23-25 22-24	0,1 0,2

В любой из периодов года микроклиматические параметры в нашем помещении не превышают установленных допустимых значений: СН 245-2002:

Температура летнего периода: + 24 ^{0}С, температура зимнего периода +21 - +24^0 С, относительная влажность воздуха – 60% при температуре ниже 36^0 С, скорость движения воздуха не превышает 0,2 м/с в любой период года, а допустимые значения показаны в таблице 4.2.

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

Категория работы	Температура воздуха, ^{0} С	Относительная влажность воздуха, %, не >	Скорость движения воздуха, м/с, не >
I а	21-25 / 22-28	75 / 55, при 28^0 С	0,1/0,1 – 0,2
Факт.	28^0 С	60	0,2

Согласно ГОСТ 12.1.007-2002 помещение по содержанию вредных веществ в воздухе рабочей зоны можно соответствует 4 классу опасности: [9], нормы представлены в таблице 4.3.

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	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.

4.1.2 Организация рабочего места оператора. Организация рабочего места оператора имеет большое значение в организации труда. Правильная организация рабочего места оператора устраняет такие проблемы как: дискомфорт, преждевременная усталость, отрицательное воздействие на

организм человека ухудшающего его здоровье, снижение производительности труда.

Рабочее место оператора это место в системе «человек - машина», оснащенное средствами отображения информации, органами управления и вспомогательным оборудованием, на котором осуществляется его трудовая деятельность.

Для обеспечения нормальных условий труда установлены санитарные нормы СНиП 245 – 2002 на одного работающего: объем производственного помещения не менее 15 $м^3$; площадь помещения, отгороженного стенами или глухими перегородками не менее 4,5 $м^2$. Помещение где находиться операторская, в которой будут находиться два оператора, имеет размеры: площадь 42 $м^2$, объем 48 $м^3$, что соответствует санитарным нормам.

В помещении операторской установлены столы эргономичного дизайна. Покрытие поверхности стола матовое, серого цвета, углы и передняя верхняя грань доски стола закруглены. Справа на столе предусмотрено место для ПЭВМ с полкой, для монитора регулируемой как по высоте, так и по горизонтали, имеется выдвижная полочка для клавиатуры, слева регулируемая полочка с зажимом для документов, также слева имеется крепление для настольной лампы.

4.2 Расчет систем кондиционирования и вентиляции помещения

В основе расчета всех систем вентиляции лежат приближенные методы, учитывающие с помощью коэффициентов различные факторы, влияющие на производительность вентиляции. Чем больше коэффициентов входит в расчетные формулы, тем больше факторов они учитывают и, точнее дают результаты.

При наличии теплоизбытков количество воздуха, которое необходимо удалить из помещения определяется по формуле 4.1.

$$Lв = \frac{Qu}{Cв \times t \times j_y} \qquad (4.1)$$

где:

Св - теплоемкость сухого воздуха, ккал/кг;

Св = 0.24;

t = tвых - tвх;

tвых - температура воздуха выходящего из помещения, С°;

tвх - температура воздуха, поступающего в помещение, С°;

jy - плотность уходящего воздуха, определяемая в зависимости от температуры, кг/м;

Qu - теплоизбытки в помещении, ккал/ч.

$$Qи = Qоб + Qосв + Qл + Qр - Qотд, \quad (4.2)$$

где:

Qоб, - тепло, выделяемое производственным оборудованием

Qосв - системой искусственного освещения помещения

Qл - обслуживающим персоналом ккал/ч;

Qр - тепло, вносимое в помещение солнцем, ккал/ч;

Qотд - теплоотдача естественным теплом, ккал/ч;

Сначала определим тепло, выделяемое коммутационным оборудованием станции по формуле:

$$Qоб = 860 \times Роб \times n\ , \quad (4.3)$$

где:

860 - тепловой эквивалент 1 квт/ч;

Роб - мощность, потребляемая оборудованием, квт/ч;

Роб DMS = 12 квт/ч

n - коэффициент перехода тепла в помещение, n = 0.95;

Qоб = 860× 12× 0,95=9804 ккал/ч

Теперь определим тепло, выделяемое осветительными установками:

$$Qосв=860 \times Росв \times a \times b \times \cos y, \quad (4.4)$$

где:

Росв - мощность осветительных установок, квт/ч; Росв=1,28квт/ч

a- коэффициент перевода электрической энергии в тепловую (для оборудования 0.1 - 0.2);

b- коэффициент одновременности работы оборудования в помещении, если работает все оборудование b = 1;

cos y = 0.7 - 0.8

Qосв = 860 ×1,280×0,2×1×0,8=176,128 ккал/ч

Определим тепло, выделяемое людьми по формуле:

$$Qл = Кл \times (q - qucn), \quad (4.5)$$

где:

Кл - количество работающих;

(q - qucn) - явное тепло, ккал/ч;

q - тепловыделение одного человека при данной категории работ, ккал/ч;

Qл = 3×(125 - 50)=225 ккал/ч

Определим тепло, вносимое солнечной радиацией:

$$Qр = m \times F \times qост \times К\ , \quad (4.6)$$

где:

m - количество окон в помещении;

F - площадь одного окна, м ^{2};

qост - солнечная радиация через остекленную поверхность, то есть количество тепла, вносимое за один час через остекленную поверхность площадью 1 м ^{2}, ккал/ч;

К - поправочный коэффициент, для окон с двойным остеклением

К=0.6

для DMS

Qр = 4×2,75×0,6×65=585 ккал/ч

Теплоотдача естественным путем, для теплого периода года при расчетах можно принять равной нулю, *Qотд* = 0;

Так получим общее количество избыточного тепла

Qизб = Qоб + Qосв + Qл + Qр

$$Qи = 9804+176,128+225+585 = 10790,128 \text{ ккал/ч} \qquad (4.7)$$

где:

Vп - объем помещения – 539 м ^{3};

$$Qн = \frac{10790,128}{539} = 20,02 ккал/ч$$

Отсюда, количество воздуха, которое необходимо удалить из помещения:

Величина t при расчетах выбирается в зависимости от теплонапряженности воздуха: Если теплонапряженность воздуха *Qн* < 20 ккал/ч, то принимаем t = 6 С°

$$Lв = \frac{10790,128}{0,24 \times 6 \times 1,2206} = 6213,22 м^3/ч \qquad (4.8)$$

Фирма – реализатор проекта поставляет несколько видов кондиционеров, но для нашего помещения и объема воздуха необходимого для удаления подходит кондиционер AIRBAFFLE – 6000. Этот тип кондиционера полностью удовлетворит потребность в воздухообмене помещения.

Характеристиками являются:

- Мощность кондиционера – 6 Квт/ч;
- Объем обрабатываемого воздуха - 6500 м^3/ч;
- Режим работы - непрерывный

Для обеспечения безопасных условий труда при работе с кондиционером обязательным условием является зануление корпуса.

При установке кондиционера необходимо предусмотреть способы защиты персонала от поражения электрическим током. Так как кондиционеры питаются от сети с напряжением 220В, то вероятность поражения электрическим током довольно велика.

Одним из способов защиты является зануление корпуса кондиционера.

4.3 Расчет и устройство защитного заземления

Электропитания оборудования сети осуществляется от опорного источника постоянного тока U-48В с заземленным положительным полюсом, допустимыми колебаниями в пределах 52-66В и перерывами не более 5мс.

Электропитающая установка состоит из выпрямительных устройств, двух аккумуляторных батарей, работающих в буферном режиме и способных обеспечить бесперебойное трехчасовое электропитание оборудования и при отключении источника переменного тока.

Питание внешних устройств ЭВМ операторской и микропроцессоров станции переменным током осуществляется от опорного источника постоянного тока через инверторы, устанавливаемые в выпрямительной, или от сети переменного тока через регуляторы напряжения. Так как все оборудование имеет сертификаты, то класс профессионального риска определяем как минимальный.

Рассчитываем сопротивление защитного заземления электропитающего устройства предприятия связи, распределяющего электроэнергию напряжением 380/220 В.

В качестве естественного заземлителя используем металлическую технологическую конструкцию, частично погруженную в землю; ее расчетное сопротивление растекания R_E=15 Ом. Заземлитель предполагается выполнить из вертикальных стержневых электродов длиной ℓ_B=2,5м., диаметром d=12мм, верхние концы которых соединяются между собой с помощью горизонтального электрода длиной 70м - стальной полосы сечением 10×24мм, уложенной в землю на глубине t=0,5м. Удельные сопротивления земли равны: для вертикального электрода (длиной 5м) и для горизонтального электрода (длиной 75м) $\rho_Г$=140 Ом×м.

Требуемое сопротивление защитного заземляющего устройство по ПУЭ должно быть не более 4Ом.т.е. Rз < 4 Ом:

$$R_З=125/ I, \qquad (4.9)$$

где $I_З$ – расчетный ток замыкания на землю равен

$$Iз = Uз / Rз \qquad (4.10)$$

Iз = 48 / 4= 12А,

Определим требуемое сопротивление искусственного заземлителя:

$$R_U=R_E \times R_З / (R_E - R_З), \qquad (4.11)$$

где R_E – сопротивление растекания естественного заземлителя, Ом.

R_U=20×4 / (20 –4)=5 Ом.,

Тип заземлителя выбираем рядный, размещенный вдоль здания, где расположена станция. При этом вертикальные электроды размещаем на расстоянии a=5м друг от друга.

Уточним параметры заземлителя путем проверочного расчета. Из предварительной схемы видно, что в принятом нами заземлителе суммарная длина горизонтального электрода $L_Г$≈70м., а количество вертикальных электродов n=14шт. Вычисляем расчетные значения сопротивлений горизонтальных электродов (суммарное сопротивление) $R_Г$ и одного вертикального электрода по следующим формулам:

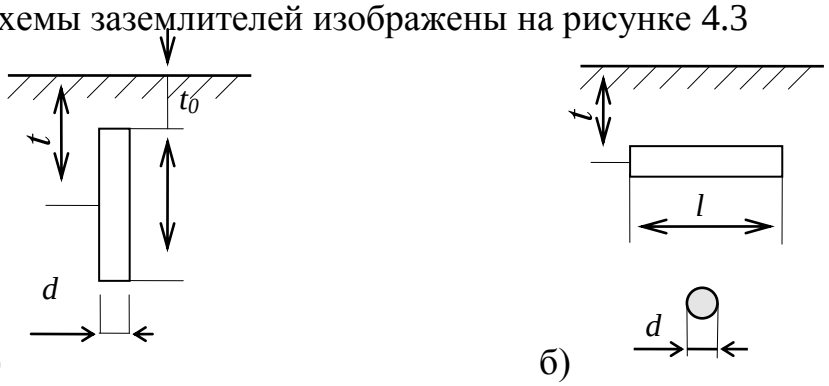
$$R_B=\frac{\rho}{2\times\pi\times\ell}\times[Ln\ \frac{2\ell}{d}+\frac{1}{2}\times Ln\frac{4\times t+\ell}{4\times t-\ell}], \qquad (4.12)$$

где $\ell >> d$; t_0≥0,5м.

$$R_Г=\frac{\rho}{\pi\times\ell\times 2}\times Ln\frac{\ell\times\ell}{d\times t}, \qquad (4.13)$$

где ℓ>>d; ℓ>>4×*t*, *d*=0.5×*b* для полосы шириной b.

Схемы заземлителей изображены на рисунке 4.3



а) б)

Рисунок 4.3 – Схема заземлителя

а) Вертикальный стержневой электрод

б) Горизонтальный электрод - стальная полоса

Из рисунка 4.3.а видно, что $t=l/2+t_0$

t=2,5/2+0,5=1,75 м,

Тогда определяем R_B по формуле (4.17)

$$R_B=\frac{140}{2\times 3{,}14\times 2{,}5}\times\left(Ln\frac{2\times 2{,}5}{0{,}012}+\frac{1}{2}\times Ln\frac{4\times 1{,}75+2{,}5}{4\times 1{,}75-2{,}5}\right)=55\ \text{Ом},$$

Вычисляем $R_Г$ по формуле 4.18.

$$R_Г=\frac{140}{2\times 3{,}14\times 70}\times Ln\frac{70\times 70}{0{,}5\times 0{,}04\times 0.5}=6\ \text{Ом},$$

Далее, имея в виду, что принятый заземлит ель расположен в ряд и что n=15шт., а отношение a/ℓ_B=5/5=1, определяем по таблицам коэффициенты использования заземлителя:

η_B=0,66

$\eta_Г$= 0,365

Вычисляем расчетное сопротивление группового заземлителя R, Ом, по формуле:

$$R_{ГР}=\frac{R_B \times R_Г}{R_B \times \eta_Г + R_Г \times n_B \times \eta_Г}, \quad (4.14)$$

где R_B и $R_Г$ – сопротивления растеканию вертикального и горизонтального электродов, Ом.; n_B – число вертикальных электродов.

Rг.р.=55*6/55*0,66+6*0,36=4,4Ом,

Это сопротивление меньше заданного ($R_{и.тр}$=5 Ом), что повышает безопасность.

Общее сопротивление (действительное) заземляющего устройства:

Rз.д.=(Re*Rи)/(Re +Rи)

Rз.д.=(20*4,4)/(20+4,4)=3,66Ом,

Найденное сопротивление меньше требуемого по ГОСТ 464-2002 (4Ом). Сопротивление заземляющего устройства лежит в пределах допустимого. Схема расположения заземлителей приведена на рисунке 4.4.

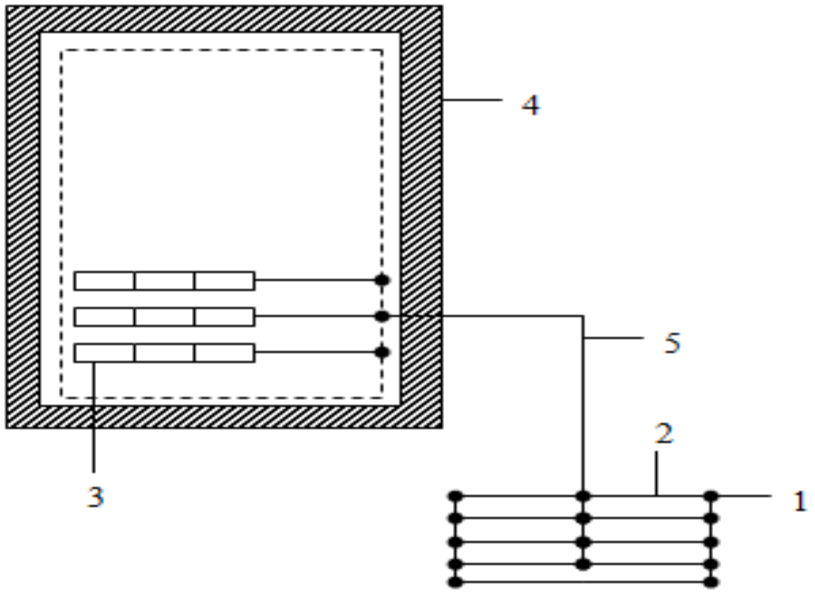


Рисунок 4.4 - Схема заземлителя

1 – вертикальный электрод;

2 – горизонтальный электрод;

3 – стативы оборудования;

4 – помещение;

5 – заземляющий провод.

Вывод:

В данном разделе рассмотрен анализ построения мультисервисной сети на основе технологии МСАД.

Помещение, для размещения оборудования имеет размеры: длина L=5,5 м, ширина B=2,7 м, высота H=3 м. План изображен на рисунке 4.2.

В любой из периодов года микроклиматические параметры в нашем помещении не превышают установленных допустимых значений: СНиП 245-2002

Работа в помещении относится к категории Iа - легкая физическая работа производится сидя и не требует физического напряжения.

Во второй работе в результате проделанного расчета устройство защитного зазаемления, мы убедились, найденное сопротивление меньше требуемого по ГОСТ 464-2002 (4Ом). Сопротивление заземляющего устройства лежит в пределах допустимого.

5 Бизнес – план

5.1 Технико-экономическое обоснование

Основной целью данного проекта является организация сети NGN к различным услугам связи, для реализации проекта создается компания которая займется строительством данной сети. Основное назначение проектируемой сети – мультисервисная сеть, построение которой может привести к:

- увеличению емкости станции;
- сокращению очередности установки телефона;
- обеспечению предоставления качественных услуг связи.

Мультисервисная сеть для цифровой коммутационной станции должна отвечать как требованиям цифровой телефонной, так и задачам перспективных телекоммуникационных технологий.

Традиционный способ подключения абонентской сети от оконечной станции до абонентского оконечного устройства не обеспечивает решения всех задач стоящих перед современной телекоммуникационной сетью, стоимость самого медного кабеля и его прокладки растет. Загруженность кабельной канализации в городах, высокие эксплуатационные расходы на поддержание состояния кабелей в сочетании с ограниченной пропускной способностью заставляет искать альтернативные пути решения проблемы доступа.

Цель организации доступа – максимально возможное приближение сетевых элементов к абоненту. Экономить, не затрачивая большие расходы на установку телефона.

5.2 Стоимость реализации проекта

АО «Казахтелеком» заинтересовано в развитии сети телефонной связи в Казахстане.

Стоимость 1км. 8-ми волоконного оптического кабеля -301547 тенге.

Расчет инвестиций выводится из сводных и свободных смет рабочих проектов или рассчитывается из усредненной оценки стоимости оборудования и строительно-монтажных работ, на основании имеющихся предложений фирм поставщиков и реализованных проектов.

Согласно сводно-сметному расчету для определения инвестиций на приобретение, монтаж и наладку станционного оборудования используем усредненную оценку стоимости согласно рекомендациям АО «Казахтелеком».

5.3 Маркетинг

Цифровая аппаратура уплотнения абонентских линий сети на базе технологии АД имеют ряд преимуществ перед другими сетями:

- упрощение сети за счет использования универсального оборудования;

- надежность и само восстанавливаемость сети за счет использования высоконадежных волоконно-оптических кабелей, использование режимов работы оборудования и сетей в целом, применение для построения сетей архитектурных решений, обеспечивающих возможность само восстановление;

-гибкость управления сетью за счет органически встроенной системы управления;

-выделение полосы пропускания по требованию в считанные секунды за счет реализации возможностей системы управления и узлового оборудования;

-прозрачность для передачи любого трафика, обусловленная использованием универсальных информационных структур;

-универсальность применения;

-простота наращивания мощи.

Указанные преимущества позволяют компании представлять пользователям следующие услуги:

-формирование каналов для создания межстанционных линий связи для телефонной сети общего пользования;

-выделение высококачественных сетей связи, обеспечивающих передачу в цифровой форме аудио и видеоинформации, объединение корпоративных, локальных сетей, для различных учреждений и предприятий;

-организация соединительных линий между учрежденческими АТС с высокой степенью закрытости информации;

-объединение в рамках выделенной сети распределенных вычислительных и коммуникационных ресурсов (баз данных, узлов электронной почты, центров коммутации пакетов);

-предоставление цифровых каналов для других компаний – операторов, использующих различные технологии связи, базирующиеся на технологии АД и представляющих различные виды связи (мобильная связь - для связи базовых станций, доступ к мировым информационным ресурсам – высокоскоростные и высококачественные каналы, приспособленные для передачи данных и др.), с реализацией услуг по контролю и управлению выделенными каналами.

Сеть абонентского доступа фирмы C&C08 компании Huawei, обладает рядом особенностей влияющих на положение фирмы на рынке сетей и услуг связи:

- в отличие от многих сетей, которые являются в основном аналоговыми, проектируемая сеть изначально является полностью цифровой. Это обеспечивает внедрение современных служб и гарантирует перспективность сети;

- поскольку современная техника позволяет быстро создавать и развивать цифровые сети, главным препятствием, сдерживающим этот процесс, представляется недостаток инвестиций. Поэтому создаваемая сеть вводится поэтапно с тем, чтобы на полученные от реализации услуг доходы осваивать новые территории;

- вследствии небольшого территориального охвата на первых этапах сеть привлекает относительно небольшое количество пользователей, но по мере развития сети увеличение количества пользователей происходит быстрее чем рост сети;

Таким образом, АО «Казахтелеком», применяя наиболее современные средства связи, может внести существенный вклад в развитие сети связи страны и занять одно из ведущих мест на рынке сетей и услуг связи.

На первых порах абонентами новой сети будут физические и юридические лица. Нуждающиеся в современных видах цифровой связи высокого качества и согласные с повышенными по сравнению с общедоступной сетью тарифами. Однако при достижении определенных договоренностей с традиционными операторами возможно значительное снижение первоначальных тарифов на услуги связи новой сети. Кроме этого, по мере развития новой сети круг предоставляемых услуг расширяется, а тарифы снизятся, что сделает сеть доступной для многих слоев населения.

Потенциальными покупателями услуг, предоставляемых проектируемой сетью считаются следующие категории предприятий и организаций:

- вновь создаваемые компании-операторы сетей нетрадиционных услуг связи;

- различные административные органы;

- офисы, представительства и предприятия.

На сегодняшний день монопольным владельцем существующих сетей связи Республики Казахстан является АО «Казахтелеком».

Услуги предоставления синхронной цифровой сетью будут реализовываться в следующих возможных формах:

1) Сдача в аренду цифровых каналов и получение доходов от:

-арендной платы за предоставленные каналы;

-реализации услуг управления и технического обслуживания выделенных каналов

2) Продажа оборудования в сети абонентского доступа аппаратурой уплотнения абонентских линий, и получение доходов от:

- наценки на продаваемое оборудование;

- сеть абонентского доступа;

- доходы от внедрения дополнительных услуг.

5.4 Финансирование

Цены на услуги предоставления каналов цифровых сетей связи складываются из:

- стоимости оборудования;
- эксплуатационных расходов;
- стоимости услуг предоставления каналов связи, складывающейся согласно определенных тарифных единиц. Возможно, что в дальнейшем цены на услуги будут дифференцированы пропорционально спросу в зависимости от формы собственности клиентов.

Организуемая межстанционная связь может быть создана и начать предоставление услуг связи в очень короткие сроки, а учитывая возможности аппаратуры частичная эксплуатация оборудования может начаться сразу после установки и накладки небольших участков сети, что позволит сократить срок окупаемости сети в целом. Благодаря специфическим особенностям оборудования эксплуатацию сети можно начать по мере создания отдельных участков сети, что позволит сократить окупаемость сети.

Окупаемость сети в сельских районах достигается в период подключения к сети только тех абонентов, которые способны оплачивать предоставление услуг связи.

5.5 Капитальные затраты

Капитальные затраты включают в себя затраты на приобретение оборудования, затраты на транспортировку, на монтаж оборудования, приобретения ЭПУ и СП [20].

Капитальные затраты на организацию кабельных сооружений определяется по формуле:

$$K_{лс} = 1{,}7 * K'_{сл} * L_{сл} \qquad (5.1)$$

Где: $K'_{лс}$ - стоимость одного метра оптического кабеля;

$L_{сл}$ - общая длина сети, м;

1,7- коэффициент учитывающий затраты на монтаж и прокладку кабеля.

Стоимость одного метра 8-ми волоконного оптического кабеля-200 тенге.

Общая длина линии связи- $L_{сл}$ =122 км.=122 000м;

Таким образом, получаем величину капитальных затрат на организацию кабельных сооружений:

$K_{сл} = 1{,}7 * 200 * 122000 = 41480000$ тенге

Определим общие капитальные вложения

$$\sum К = С_{об} + Р_{уст} + Р_{тр} + Р_{н} \quad (5.2)$$

где $С_{об}$ – стоимость оборудования;
$Р_{уст}$ – расходы на установку;
$Р_{тр}$ – транспортные расходы;
$Р_{н}$ – накладные расходы.

Расходы на развертывание системы (установка оборудования, наладка и запуск системы) составляет обычно 10-15 % от стоимости оборудования. Исходя из этого (приняв расходы равными 8 %) получим, что стоимость развертывания сети

$$Р_{уст} = 0,8 * С_{об} \quad (5.3)$$

или
$Р_{уст} = 0,8 * 49\,080 = 3\,926,4$ тыс.тг

Транспортные расходы и затраты на хранение оборудования в складских помещениях на территории Казахстана составляют 3 % от стоимости оборудования. Расходы на доставку оборудования в Казахстан и таможенные выплаты включены в стоимость оборудования. Исходя из этого, получим

$$Р_{тр} = 0,03 * С_{об} \quad (5.4)$$

$Р_{тр} = 0,03 * 49\,080 = 1\,472,4$ тыс.тг

Накладные расходы примем равными 1,5% от стоимости оборудования

$$Р_{н} = 0,015 \cdot С_{об} \quad (5.5)$$

$Р_{н} = 0,015 * 49\,080 = 736,32$тыс.тг

Тогда

$\sum$ К = 49 080 + 3 926,4 + 1 472,4 + 736,2 = 55 215,0 тыс.тг.

5.6 Эксплуатационные расходы

В процессе обслуживания и предоставления услуг связи осуществляется деятельность, требующая расхода ресурсов предприятия. Сумма затрат за год и составит фактическую производственную себестоимость или величину годовых эксплуатационных расходов

Производственные эксплуатационные расходы, необходимые для обеспечения работоспособности системы складываются из следующих составляющих

$$Э_Р = ФОТ + О_с + А + М + Э_э \quad (5.6)$$

где ФОТ – фонд оплаты труда;

$О_с$ – социальный налог;

А – амортизационные отчисления;

М – затраты на материалы и запасные части;

$Э_э$ – электроэнергия со стороны производственных нужд.

Основная заработная плата за год составит:

Мультисервисная сеть рассчитана на 100% рабочий цикл, получает питание от электросети общего пользования и некоторая аппаратура сети не требует постоянного присутствия человека, но так как поселки находятся на некотором удаленном друг от друга расстоянии и от райцентра, поэтому для обслуживания всех объектов достаточно трех человек: трех инженеров. Для вычисления заработной платы приведем среднемесячные оклады обслуживающего персонала (таблица 5.1).

Т а б л и ц а 5.1 – Среднемесячные оклады персонала

Должность	Оклад, тенге	Количество	Сумма, тенге
Инженер (1-кат)	40 000	1 (полн.ставка)	40 000
Инженер (2-кат)	39 000	2 (полн.ставка)	78 000

Основная заработная плата за год составит:

$ЗП_{осн}$ = (40000 + 39000*2) · 12 = 1 416 тыс. тг

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

$ЗП_{доп} = ЗП_{осн} * 0,3 = 1\ 416 * 0,3 = 424,8$ тыс. тг

При расчете фонда заработной платы следует учесть премии для выплаты рабочим (15%)

$П_{доп} = ЗП_{осн} * 0,15 = 1\ 416 * 0,15 = 212,4$ тыс. тг

Фонд оплаты труда складывается из основной и дополнительной заработной платы:

$$ФОТ = ЗП_{осн} + ЗП_{доп} + П_{доп} \quad (5.7)$$

ФОТ = 1 416,0 + 424,8 + 212,4 = 2 053,2 тыс. тг

Отчисления на социальные нужды 11 % от фонда оплаты труда

$$О_{сн} = (ФОТ\text{-}ПО) * 0,11 = (ФОТ - 0,1ФОТ) * 0,11 \quad (5.8)$$

$О_{сн}$ = (2 053,2 – 0,1 * 2 053,2) * 0,11 = 369,576 тыс. тг

Амортизация составляет 15% от капитальных вложений

$$А = К * 0,15 = 55\ 215* 0,15 = 8\ 282,25 \text{ тыс. тг} \quad (5.9)$$

Расходы на запасные части, и текущий ремонт составляют 1 % от капитальных вложений, отсюда

$$М = 0,1 * К_{вл} \quad (5.10)$$

М = 0,1 * 55 215 = 5 521,5 тыс. тг

Затраты на электроэнергию $Э_э$ рассчитываются по следующей формуле:

$$Э_э = \frac{6,35 \cdot I \cdot U \cdot n \cdot 365}{\eta \cdot K_к \cdot 1000}, \text{тыс. тг}, \quad (5.11)$$

где I – потребляемый ток в ЧНН на 1000 номеров для оборудования, I=10А;

U – станционное напряжение питания, вольт, U = 48 В;

n – число тысячных групп, 1;

η – КПД выпрямительной установки, η = 0,65;

Кк – коэффициент концентрации, $К_к$ = 0,11.

$$Э_э = \frac{6,35 \cdot 10 \cdot 48 \cdot 1 \cdot 365}{0,65 \cdot 0,11 \cdot 1000} = 15,5597 \text{ тыс. тг.}$$

Таким образом, эксплуатационные расходы составят

$Э_р$ = 2 053,2 + 369,576 +8 282,25 + 5 521,5 + 15,5597 = 16 242,086 тыс. тг.

Накладные расходы составляют 20% от основных эксплуатационных расходов, то есть 3 248,417 тыс. тг.

С учетом накладных расходов сумма эксплуатационных расходов составит 19 490,503. тыс.тг.

5.7 Доходы от продажи услуг

Доходы от основной деятельности – доходы получаемые предприятиями связи за весь объем реализованных потребителем услуг связи по действующим тарифам.

Т а б л и ц а 5 . 2 – Тарифы на услуги связи

Виды услуг	Физич. лица	Индив. Предприн.	Юридич. лица
Установка/подкл., тг	15891	25940	26510
Абон. плата, тг	550	770	1284

Расчет доходов произведем по среднедоходной таксе:

$$D_O = \sum_{i-1}^{n} q_{исх,пл} \times \tau_{T_i} \quad тыс.тенге, \qquad (5.12)$$

где n – номенклатура услуг;

$q_{исх,пл}$ – исходящий платежный обмен по видам;

τ_{T_i} – среднедоходная такса по *i*-му виду услуг связи.

Расчет доходов включает:

– доходы от подключения новых абонентов;

– доходы от абонентской платы;

– доходы от междугородных, международных разговоров с учетом увеличения трафика на 14%.

Среднедоходная такса по междугородним, международным разговорам 10,2 тенге.

$$D_{П.Д_1} = (5 \cdot 12615) + (5 \cdot 12 \cdot 33175) = 2\ 053{,}575 \text{ тыс. тенге}$$

$$D_{П.Д2} = (10 \cdot 6300) + (10 \cdot 6 \cdot 3300) = 261 \text{ тыс. тенге}$$

По фактическим данным трафик на один телефонный аппарат составляет 60 минут, тогда1728*60=103680минут

Предоставление доступа к сети Интернет по технологии ADSL(таблица 5.3)

Т а б л и ц а 5.3 – Народный ADSL

Пропускная способность порта	Объем входящего/ исходящего трафика в счет ежемесячной платы, Гбайт	Плата за подключение к порту, тенге	Ежемесячная плата, тенге	Плата за каждые 10 Мбайт входящего/ исходящего трафика, тенге
3.2 Кбит/с	-	12615	33175	-
192 - 256 Кбит/с	300	6300	3300	256.17

D_o=((1665*250)+(103680*10.2)+(25*670)+(38*1084))*12+
+(623*11891)+(10*23940)+(18*24510)+5000+2 053,575+261=
=(416,25+1057,536+16,750+41,192)*12+
+7 408,093+239,4+441,18+5+2 053,575+261=28 788,984 тыс.тг

Тогда чистый доход от хозяйственной деятельности равен:

$$ЧД_{осн} = Д_{осн} – ΣЭ_{ССП} \quad (5.13)$$

$ЧД_{осн}$ = 28 788,984 – 19 490,503 = 9 298,481 тыс. тг

Корпоративный налог с юридических лиц составляет 20% от чистого дохода

$$Нк = ЧД_{осн} \cdot 0,2 \quad (5.14)$$

Нк = 9 298,481 · 0,2 = 2 789,544тыс. тг

Чистый доход после налогообложения

$$ЧД = ЧД_{осн} – Нк \quad (5.15)$$

ЧД = 9 298,481 - 2 789,544= 6 508,937 тыс. тг

$$ОЧДП=ЧД+Ао=9298,481+8282,25=17580,731тыс.тг. \quad (5.16)$$

5.8 Расчет показателей экономической эффективности проекта

Коэффициент абсолютной экономической эффективности будет равен

$$E_a = \frac{ОЧДП}{K_з} \quad (5.17)$$

$$E_a = \frac{17580,731}{55215,0} = 0,31$$

Расчетный срок окупаемости есть обратная величина абсолютной экономической эффективности и может быть определен по формуле:

$$T = \frac{1}{E_a} \qquad (5.18)$$

$$T = \frac{1}{0.31} = 3,2 \text{ лет}$$

В таблице 5.4 показан общий экономический эффект от проектирования сети NGN.

Т а б л и ц а 5.4-Показатели экономической эффективности

Наименование показателей	Сумма
Капитальные вложения, тыс. тенге	55 215,0
Эксплуатационные расходы, тыс. тенге	19 490,503
Доход, тыс. тенге	28 788,984
Чистый доход, тыс. тенге (до налогообложения)	9 298,481
Абсолютный экономический эффект, E_a	0,31
Срок окупаемости	3,2 лет
Срок окупаемости с дисконтированием	5,5 лет

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

Коэффициент дисконтирования рассчитывается по формуле:

$$\alpha = \frac{1}{(1+r)^t} \qquad (5.19)$$

где α_t – коэффициент дисконтирования,

r – ставка дисконта (0,31),

t – номер шага.

Пусть делается прогноз, что инвестиция будет генерировать в течение t=1,2,…n лет, годовые доходы в размере P1,P2,P3,…Pt.

Определяется величина дисконтированных доходов (PV) по формуле:

$$PV = \sum_{t=1}^{t=n} \frac{Pt}{(1+r)^t} \qquad (5.20)$$

где, r – ставка дисконты (20%)

t – год:

Показатели	Проектный период					
	1	2	3	4	5	6
Чистый денежный поток, тыс.тг	17580,731	17580,731	17580,731	17580,731	17580,731	17580,731
Инвестиционные затраты, тыс.тг	55215,0					
Норма дисконта	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Коэффициент дисконтирования	0,76	0,59	0,44	0,34	0,26	0,19
Чистый дисконтированный поток(NPV), тыс.тг	-5344,54	-4149,05	-3094,21	-2390,98	-1828,4	1336,135

Для определения экономической эффективности проекта рассчитываем чистую текущую стоимость проекта.

Чистая текущая стоимость проекта определяется по формуле:

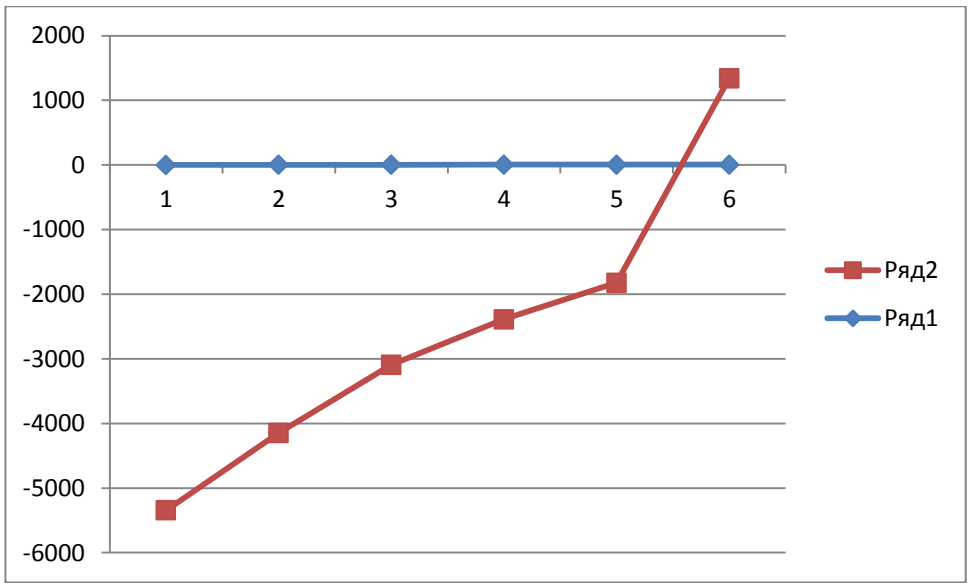
$$NPV = \sum_{t=1}^{n} \frac{Pt}{(1+r)^t} - I \ , \qquad (5.21)$$

где I – сумма первоначальных инвестиций;

r – норма дисконта;

n – срок проекта (лет);

Pt – денежный поток в году t.



Из этого показателя так же видно, что проект следует принять, т.к.После проведенных расчетов представим графически точку окупаемости инвестиционного проекта (рисунок 6.2).

При проектировании сети NGN Жаксынского района Акмолинской области коэффициент абсолютной экономической эффективности Е составил 0,31 что меньше нормативного, равного 0,2. Период окупаемости проекта составил 3,2 лет

Данный проект не является эффективным с точки зрения экономики, но имеет большую социальную значимость, так как проектируемая сеть проходит через сельский округ, в котором низкая плотность и платежеспособность населения.

На большой срок окупаемости проекта также влияет большое расстояние между населенными пунктами, что требует значительных материальных затрат на организацию сети.

Заключение

Решая поставленную задачу дипломного проекта по реконструкции сельской сети Жаксынского района, была предложена к применению цифровая система. Использование цифровой системы коммутации позволит улучшить качество телефонной связи и увеличить объем предоставляемых услуг.

Произведенные расчеты в дипломной работе показывают, что любая цифровизация телефонных станций связана с большим объемом вычислительной работы. В связи с возможностью подключения ADSL абонентов, произведен расчет и разработана программа для ПЭВМ, проанализирована работа станции в условии адаптивной коммутации, что позволит улучшить передачу информации пакетами без задержек.

Разработанный бизнес-план показал, что данный проект является эффективным с точки зрения экономики и имеет большую социальную значимость, так как проектируемая сеть проходит через сельский округ, в котором низкая плотность и платежеспособность населения.

На срок окупаемости проекта также влияет большое расстояние между населенными пунктами, что требует значительных материальных затрат на организацию сети.

В разделе безопасность жизнедеятельности рассмотрены меры безопасности при работе с оборудованием, определены опасные и вредные факторы и представлены меры защиты.

Список литературы

1 Соколов Н.А. Сети абонентского доступа. Принципы построения, Пермь.: «Энтер-профи», 2001-185с

2 А.С. Аджемов, А.Б.Васильев, А.Е. Кучерявый, С.П. Соловьев. Архитектурные решения для сетей связи следующего поколения. Материалы 4-ой международной конференции. Системно-сетевые решения и оборудование для построения сетей связи на основе технологий NGN. 24-26 августа 2004, Нижний Новгород с.15-27.

3 Семенов Ю.В. Проектирование сетей связи следующего поколения, Москва.: Радио, 2005.-113с.

4 Гроднев И.И., Ларин Ю.Т., Теумин И.И., Оптические кабели: конструкции, характеристики, производство и применение, М.: Энергоатомиздат, 2001.-320с.

5 Советов Б.Я., Яковлев С.А., Моделирование систем, Москва.: высшая школа, 1985.-270.

6 Бернард Скляр, Цифровая связь, Москва, Санкт-Петербург, Киев,: 2003.-1099с.

7 Кемельбеков Б.Ж., Мышкин В.Ф., Хан В.А., Волоконно-оптические кабели. Современные проблемы волоконно-оптических линий связи Том 1, М.: 2001.-365с.

8 Величко В.В., Субботин Е.А., Шувалов В.П., Ярославцев А.Ф., Телекоммуникационные системы и сети. Том3, М.: 2005-592с.

9 Олифер В.Г.,Олифер Н.А., Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы. Учебник: Санкт-Петербург «Питер», 2000-235с

10О нормативах численности производственного штата для территориальных центров управления междугородными связями и телевидением, НАК Казахтелеком, Алматы, 2007-137с.

11Организация планирование и управление предприятиями связи Учебник для ВУЗов, 2000.-377с.

12Основы экономики телекоммуникаций М.: «Радио и связь», 1998.-137с.

13Гордиенко В.Н., Крухмалев В.В. Проектирование и техническая эксплуатация систем передачи, Учебное пособие для ВУЗов под редакцией: М. «Радио и связь», 2006.-477с.

14Слепов Н.Н. Синхронные цифровые сети SDH, М. «Эко-Трендз», 2001,-237с.

15«Справочные материалы по проектированию» Книга 1, Книга 2, Гипросвязь, М.,2002.-138с.

16Кожанов Ю.Ф., Справочник. Расчет и проектирование электронных АТС, М., «Радио и связь», 2001.-97с.

17Под редакцией В.К. Бенклешова, Технико-экономическое обоснование дипломных проектов, М.: «Высшая школа», 2011.-375с.

18 Убайдуллаев Р.Р. Волоконно-оптические сети, Издание второе, исправленное, М.: «Эко-Трендз», 2000.-435с.

19 Под редакцией В.И. Иванова, Цифровые и аналоговые системы передачи. М.: «Радио и связь», 2000.-537с.

20 Е.А. Голубицкая, Г.М. Жигульская, Экономика связи М.: «Радио и связь», 2001.-476с.

21 Т.С. Санатова Методические указания к выполнению раздела «Охрана труда в дипломном проекте», Алматы, 2002.-27с.

22 http://www.kvant-efir.com.ua/

23 http://www.rcs.com.ru/

24 http://www.telstv.ru/