

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество
АЛМАТИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ

кафедра телекоммуникационных систем

«Допущен к защите»
Заведующий кафедрой к.т.н. проф.
Байжиев А.С. Р.С.
(Ф.И.О., ученая степень, звание)

« » 20 г.
(подпись)

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

На тему: Проектирование технологии Метро Ethernet
для совершенствования систем связи

Специальность 5B071900 - Радиотехника, электроника и телекоммуникации

Выполнил (а) Тембаева Д.М. ЗРЭв-13-2
(Фамилия и инициалы) группа

Научный руководитель к.т.н., ст. преподав. Куржанов Р.В.
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)

Консультанты:

по экономической части:

Тусебаев Б.У. к.т.н. доцент
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
«30» 05 2016 г.
(подпись)

по безопасности жизнедеятельности:

М.В.К. доц. Байжиев А.А.
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
«24» 05 2016 г.
(подпись)

по применению вычислительной техники:

ст. преподав. к.т.н. Евремова Ю.Ч.
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
«27» 05 2016 г.
(подпись)

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

Нормоконтролер: ст. преподав. ТКС Кондрашов А.А.
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
«2» 06 2016 г.
(подпись)

Рецензент: Байжиев Д.М. ст. пр. каф РЭС КазНУ
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
«1» 06 2016 г.
(подпись)

Алматы 2016 г.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество
АЛМАТИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ

Факультет Радиотехники и связи
Специальность 55071800 - Радиотехника, электроника и телекоммуникации
Кафедра "Телекоммуникационных систем"

ЗАДАНИЕ

на выполнение дипломного проекта

Студент Тембаева Диана Маратовна
(фамилия, имя, отчество)

Тема проекта Проектирование радиомодема Metro Ethernet для совершенствования систем связи

утверждена приказом ректора № 48 от 08 апреля 20 16 г.
Срок сдачи законченной работы «26» мая 20 16 г.
Исходные данные к проекту требуемые параметры результатов проектирования (исследования) и исходные данные объекта

1. 48 0,003 ЭЛ - нагрузка от одного абонента
2. 6 и длин 150 для информационный части пакета
3. Р.ч. скорость 128 кбит/с передатчик радиоканала от терминала
4. М. количество человек 48.

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

1. Анализ существующей сети и пути решения проблем.
2. Анализ выбранной среды
3. результаты внедрения Metro Ethernet
4. радиомодем коммерческой марки xDSL
5. Анализ условий среды в производственном помещении
6. расчет нагрузки от абонентов сети Metro Ethernet в коридоре связи
7. расчетные данные плана



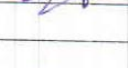
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

1. Модели сети абонентского доступа
2. Построение сети ЯРВ с выделением с организационной точки зрения в метро сеть с Павлодара
3. Существующая схема организации телефонной сети с. Ембаев
4. Скорости передачи данных, расстояния и прочие данные для сети

Рекомендуемая основная литература

1. Соколов И.И. Сети абонентского доступа. Принципы построения СЯД. ГИИ, 2001. - 165 с.
2. Денисова Т.В., Кихичев Б.А., Назаров А.И., Сидов Н.В., Франклев С.И. Мультисервисные ЯМ-сети. - М.: Экспресс 2005. - 312 стр.
3. Сети 2-го ст. 85 Язовопожарные ЯМ-сети. - М.: Изд-во Язовопожар, 1982.
4. Динамическое проектирование: Методическое указание по ритмичному проектированию / С.И. Амбуева - М.: АИЗС, 2001. - 17 с.

Консультанты по проекту с указанием относящихся к ним разделов

Раздел	Консультант	Сроки	Подпись
Экономика	Тузетбаев Б.А.	15.01 - 30.05.14	
БТИР	Айкенов Д.А.	28.04 - 24.05.16	
Внешняя техника	Борисова И.А.	27.05.16	

Г Р А Ф И К

ПОДГОТОВКИ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА

[illegible]

Дата выдачи задания. «15» октября 2016 г.

Заведующий кафедрой _____
(подпись) К.Б.И., проф. Байжиев Н.С.
(Фамилия и инициалы)

Руководитель _____
(подпись) К. В. И. ст. препода. Суринов Р. В.
(Фамилия и инициалы).

Задание принял к исполнению
студент _____
(подпись) Чешаева _____
(Фамилия и инициалы) Чешаева Д.М.

Андапта

Бұл дипломдық жобада Екібастұз қаласындағы Metro Ethernet желісін құру мәселесі қаралған.

Metro Ethernet технология базасында байланыс операторы деңгейінде желіні құру жұмыстарының мақсаты болып табылады. Жобаланған жүйе Екібастұз қаласының аумағыда транспорттық желілер мен қосылу желілері ретінде пайдалануға арналған.

Өміртіршілік қауіпсіздігі бөлімінде өндірістік бөлменің еңбек шартының талдауы қарастырылған.

Экономикалық бөлімде жобаның бизнес – жоспары құрылып, нақты жобаның өтемділік мерзімі анықталды.

Аннотация

Дипломный проект поднимает актуальную тему по внедрению и построению сети на базе Metro Ethernet в городе Екибастуз.

Целью работ является создание сети уровня оператора связи на базе технологии Metro Ethernet. Проектируемая система предназначена для использования в качестве транспортной сети и сети доступа на территории города Екибастуз.

В разделе безопасности жизнедеятельности раскрыт анализ условий труда производственного помещения.

В экономическом разделе составлен бизнес – план проекта и определили срок окупаемости данного проекта.

Annatation

Graduation project raises a relevant topic for the implementation and construction of the network based on Metro Ethernet in the city of Ekibastuz. The aim of the work is the creation of a network operator level on the basis of Metro Ethernet technology. The designed system is intended for use as transport networks and access network in the city of Ekibastuz. The health and safety conditions under discloses production area of labor analysis. The economic section is made up of business - project plan and identified the payback period of the project.

Содержание

Введение	7
1 Анализ существующей сети и пути решения проблем	8
1.1 Анализ существующей сети г.Екибастуз	8
1.2 Анализ телефонной сети	8
1.3 Существующая сигнализация на сети	11
1.4 Транспортная сеть	11
1.5 Тенденции развития существующей сети	12
1.6 Построение сети Metro Ethernet в г. Екибастуз	14
1.7 Результаты внедрения Metro Ethernet	15
1.8 Выбор технологии для сети Metro Ethernet	15
1.9 Общие сведения о проектируемой сети	16
1.10 Технологии Metro Ethernet	17
1.11 Технология последней мили xDSL	18
1.12 Построение сети и состав оборудования	23
1.13 Состав оборудования сети	24
1.14 постановка задач	26
2 Расчетная часть	28
2.1 Расчет сети MetroEthernet для города Екибастуз	28
2.2 Расчет возникающей нагрузки от абонентов ADSL одного узла	28
2.3 Междугородная нагрузка от абонентов ADSL одного узла	32
2.4 Международная нагрузка от абонентов ADSL	32
2.5 Нагрузка к информационной сети "Internet" от абонентов ADSL	32
2.6 Исходящая нагрузка от абонентов ADSL	33
2.7 Расчет коммутации пакетов по технологии ADSL	33
2.8 Расчет исходящей нагрузки от подключенных абонентов	35
2.9 Расчет исходящей нагрузки от ЛВС	36
2.10 Междугородная нагрузка от ТА абонентов ЛВС	37
2.11 Международная нагрузка от ТА абонентов ЛВС	37
2.12 Нагрузка к информационной сети "Internet"	37
2.13 Расчет количества цифровых потоков для каждого узла	38
2.14 Расчет количества пользователей в секторе	40
3 Безопасность жизнедеятельности	42
3.1 Анализ условий труда а производственных помещений	42
3.2 Планирование рабочего места	43
3.3 Выбор источника света и расчет светового потока	45
3.4 Расчет искусственного освещения в автозале и операторской	47
3.5 Потенциальная опасность поражения током	49
3.6 Меры по обеспечению пожарной безопасности	53
4 Бизнес план проекта	56
4.1 Цель проекта	56

4.2 Описание проекта	56
4.3 Услуги	57
4.4 Расчет капитальных расходов	57
4.5 Расчет отчисления на социальные нужды	58
4.6 Расчет доходов	60
Заключение	65
Список литературы	66
Приложение А Необходимое оборудование для реализуемого проекта	67

Введение

Сфера телекоммуникаций является одной из наиболее быстрорастущих и перспективных отраслей в мире. Казахстан не может себе позволить остаться в стороне от телекоммуникационной революции, происходящей в мире. На данном этапе в мире происходит ускоренное развитие и внедрение новых телекоммуникационных технологий, таких, как широкодиапазонная связь, создающая новые, многократно расширенные возможности для мобильной телефонии, Интернет и передачи данных.

Со дня обретения независимости началось медленное зарождение информационного рынка в Казахстане, а в последние несколько лет обозначилась тенденция быстрого подъема этой сферы. Свидетельством тому является:

- конец монополии государственной телефонной сети;
- появление ряда совместных с западными фирмами-производителями средств связи предприятий, которые ввели в эксплуатацию выделенные цифровые сети и стали предлагать альтернативные Министерству связи услуги по передаче речи, обеспечения факсимильной связи и электронного обмена данными.

АО «Казахтелеком» - национальный оператор связи Казахстана, предоставляющий весь перечень услуг связи. В Казахстане насчитывается около полутора миллиона городских телефонных абонентов и 300 тысяч сельских жителей, пользующихся телекоммуникационными услугами предприятия.

Существующая схема предоставления услуг не полностью удовлетворяет клиентов, поэтому необходимо уделять особое внимание качеству телекоммуникационных услуг и их всеобщей доступности. Модернизация и развитие сети телекоммуникаций подразумевает применение современных технических средств для развития сети передачи данных для обеспечения потребностей населения и бизнес-клиентов в услугах связи.

1 Анализ существующей сети и пути решения проблем

1.1 Анализ существующей сети г.Екибастуз

В городе Екибастуз работают две мощные ГРЭС, которые обеспечивают около половины потребности Казахстана в электроэнергии. После получения Республикой Казахстан независимости в г. Екибастуз пришли иностранные инвесторы. Так, в угольной промышленности в течение последних семь лет работает американская компания «Аксес Индастрис» и ее дочернее ТОО «Богатырь Аксес Комир». Разрез «Восточный» выкуплен и эксплуатируется «Евроазиатской корпорацией», в состав которой также входит Аксуская ГРЭС, Аксуский завод ферросплавов и ряд других предприятий. Добыча угля на данном разрезе ежегодно растет, предприятие работает стабильно. Бывшая Екибастузская ГРЭС-1 выкуплена также иностранной компанией «Американские электрические сети» в состав которой в 2006 году вошел и разрез Майкубенский. Постановлением правительства Республики Казахстан на базе Екибастузской ГРЭС-2 создано совместное Казахстано-Российское предприятие по производству электроэнергии и передачи ее в регионы Западной Сибири. В последние годы получил значительное развитие малый и средний бизнес. Постоянная потребность в угле, производство электроэнергии для Республики и Российских регионов создает необходимую экономическую базу для дальнейшего развития г. Екибастуза. Платежеспособный спрос на услуги телекоммуникаций у абонентов имеется, и они в этих услугах нуждаются. Численность населения составляет 150,8 тысячи человек. Количество действующих юридических лиц на 1 января 2015 года составляет 1661 предприятий. По кругу крупных и средних предприятий города средняя номинальная заработная плата одного работника составила 35820 тенге. Инвестиции в основной капитал по региону составили 2075,9 млн. тенге. На жилищное строительство направлено 56,8 миллиона тенге.

1.2 Анализ телефонной сети

Уровень цифровизации города Екибастуза соответствует 100,3 процента. Все АТС и АМТС включены в высокоскоростное транспортное кольцо SDH, что обеспечивает не только 100 процентное резервирование и высокое качество местной связи, но и возможность обеспечения современными высококачественными услугами передачи данных. Все цифровые телефонные станции обмениваются данными по протоколу межстанционной сигнализации ОКС-7, отличительной чертой которой является высокая надежность передачи информации с минимальной задержкой, без потерь и дублирования сигнальных сообщений.

На телефонной сети г. Екибастуза функционируют семь автоматических телефонных станций (таблица 1.1).

Таблица 1.1 – Сведения об АТС

Номер АТС	Тип станции	Тип станции	Год установки	Монтированная емкость	Задействованная емкость
АТС-4	DMS-100/200	DMS-100/200	1997	7172	6799
АТС-5	АТСК-У	АТСК-У	1990	7000	6705
АТС-6	АТСК-У	АТСК-У	1989	5000	4281
АТС-7	DMS-100/200	IRLCM	2004	4728	4612
АТС-30	DMS-100/200	IRLCM	2003	5120	5016
АТС-36	DMS-100/200	IRLCM	2003	1920	1913
АТС-38	DMS-100/200	IRLCM	2003	1552	1476
Всего				32492	30802

Из таблицы видно, что общая задействованная емкость всех АТС составляет - 30802 номеров. Монтированная емкость - 32492 номеров.

Местная телефонная сеть Екибастуза состоит из цифровой сети, имеющая следующие основные части:

- местные цифровые АТС и выносные цифровые коммутационные блоки;
- цифровые системы передачи;
- мультиплексирования, устанавливаемые на соединительных и абонентских линиях;
- абонентское оборудование;
- учрежденческие цифровые АТС, включенные в цифровую сеть.

Городская телефонная сеть АТС построена по шкафной системе. Все магистральные АТС телефонные кабели проложены в канализации, от АТС по кабельной канализации в различных направлениях отходят магистральные кабели, которые по мере прохождения ответвляются на более мелкие и вводятся в распределительные шкафы (РШ), устанавливаемые обычно у фасадов домов или в подъездах зданий. Эти кабели и относящиеся к ним линейное оборудование составляют магистральную сеть ГТС.

Магистральный участок (МУ) абонентской распределительной сети выполняется на многопарном кабеле марки ТГ емкостью 600-1200 пар. От распределительных шкафов отходят меньшие по емкости кабели (50-100 пар), которые разветвляясь вводятся в распределительные коробки (РК) емкостью 10х2. От распределительных коробок к телефонным аппаратам прокладывают однопарные кабели, которые составляют абонентскую проводку (АП).

Все телефонные связи по зонной, международной и междугородней сети производится через АМТС. АМТС соответственно находится на АТСЭ-4.

Структурная схема городской сети города Екибастуз показана на рисунке 1.1.

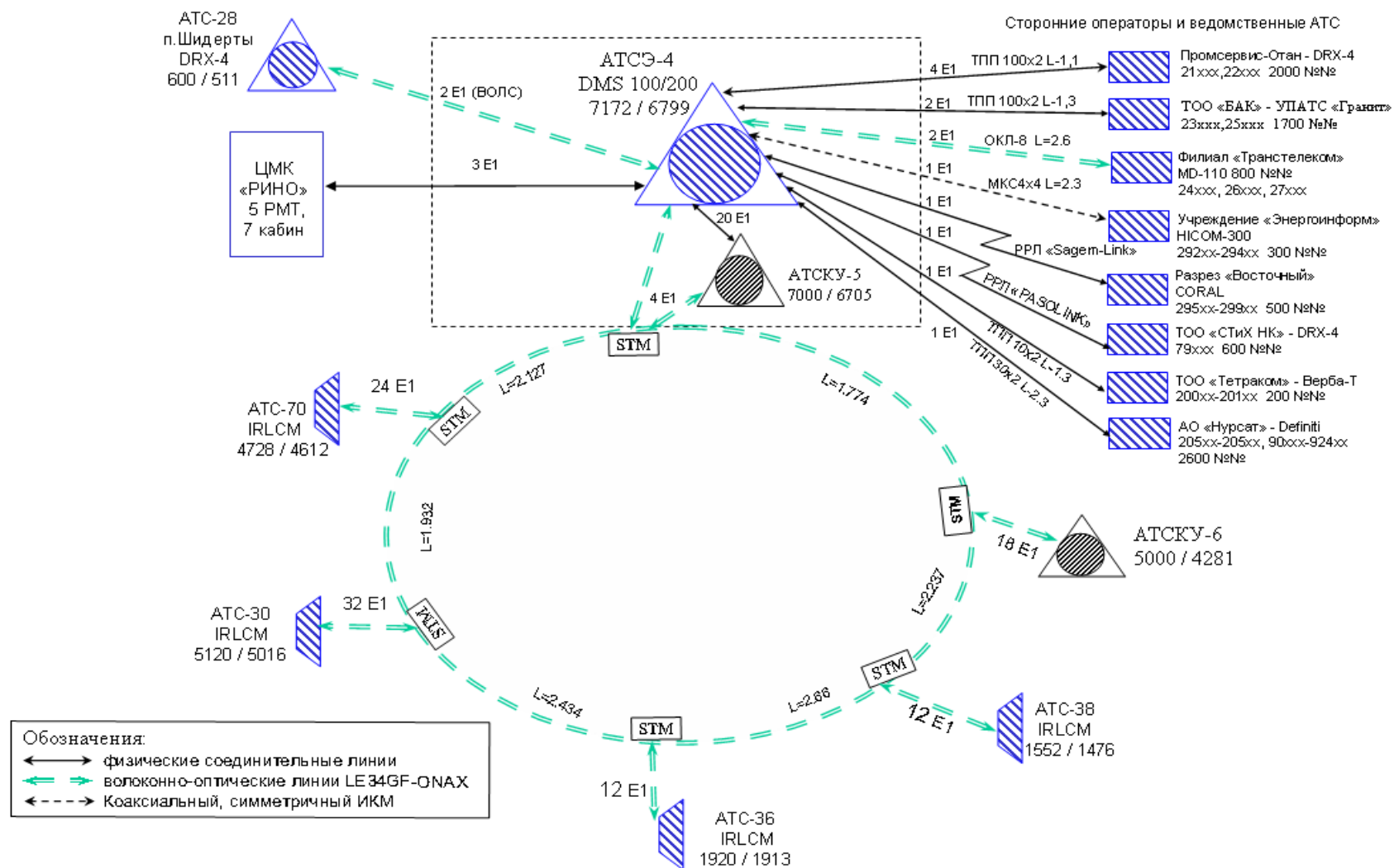


Рисунок 1.1 – Существующая схема городской сети г. Екибастуз

1.3 Существующая сигнализация на сети

На цифровой сети применяется общеканальная сигнализация - 7.

Применение системы сигнализации по общему каналу номер семь, рекомендуемой ITU-T, позволяет оптимизировать использование цифровых сетей связи с компьютерным управлением. Это относится как к сетям, предоставляющим конкретные услуги, так и к цифровым сетям интегрального обслуживания ISDN. Благодаря высокой эффективности своих характеристик и гибкости, система особенно хорошо подходит для обработки больших объемов данных, включая управляющую информацию и данные для ряда услуг и функций. Эти сообщения передаются по отдельным каналам сигнализации.

Общеканальная сигнализация номер семь архитектура для выполнения внеполосной сигнализации, она определяет функции, которые выполняются общеканальной сигнальной сетью, и протоколы для успешного исполнения.

Внеполосная сигнализация - это сигнализация, которой не требуются те же пути установления соединения, какие требуются для разговора. Мы предполагаем использование сигнализаций являющейся внутрислотовой. Мы слышим звуковой сигнал абонента, набираем цифры, слышим звуковой сигнал по одному каналу в одной паре проводов. Когда вызов установлен, мы говорим по тому же маршруту, что использовался для сигнализации. Традиционная телефония работает таким же образом. Сигналы для установки вызова между одним коммутатором и другим всегда проходят по тому же соединительному пути, который, в конечном счете, несет вызов.

Сигнализация - обмен информацией между компонентами вызова, необходимыми для обеспечения и поддержания услуг. При использовании СТОП мы обмениваемся сигналами с сетевыми элементами. Общеканальная сигнализация номер семь средство, с помощью которого элементы телефонной сети обмениваются информацией. Информация переносится в форме сообщений.

1.4 Транспортная сеть

Опишем основные элементы системы передачи данных на основе SDH, или функциональные модули SDH. Эти модули могут быть связаны между собой в сеть SDH. Сеть SDH, как и любая сеть, строится из отдельных функциональных модулей ограниченного набора: мультиплексоров, коммутаторов, концентраторов, регенераторов и терминального оборудования. Этот набор определяется основными функциональными задачами, решаемыми сетью: сбор входных потоков через каналы доступа в агрегатный блок, пригодный для транспортировки в сети SDH задача мультиплексирования, решаемая терминальными мультиплексорами ТМ сети доступа; транспортировка агрегатных блоков по сети с возможностью ввода/вывода входных/выходных потоков задача транспортирования, решаемая мультиплексорами ввода/вывода ADM, логически управляющими

информационным потоком в сети, а физически потоком в физической среде, формирующей в этой сети транспортный канал; перегрузка виртуальных контейнеров в соответствии со схемой маршрутизации из одного сегмента сети в другой, осуществляемая в выделенных узлах сети, задача коммутации, или кросс-коммутации, решаемая с помощью цифровых коммутаторов или кросс-коммутаторов - DXC; объединение нескольких однотипных потоков в распределительный узел концентратор задача концентрации, решаемая концентраторами; восстановление (регенерация) формы и амплитуды сигнала, передаваемого на большие расстояния, для компенсации его затухания.

Основным функциональным модулем сетей SDH является мультиплексор. Мультиплексоры SDH выполняют, как функции собственно мультиплексора, мультиплексирования выполнять задачи коммутации, концентрации и регенерации. Это оказывается возможным в силу модульной конструкции SDH мультиплексора SMUX, при которой выполняемые функции определяются лишь возможностями системы управления и составом модулей, включённых в спецификацию мультиплексора. Мультиплексор ввода/вывода ADM может иметь на входе тот же набор трибов, что и терминальный мультиплексор. Он позволяет вводить/выводить соответствующие им каналы (таблица 1.2).

Таблица 1.2 – Скорости передач иерархии SDH

Уровень SDH	Скорость передачи, Мбит/с
STM-1	155,520
STM-4	622,080

Дополнительно к возможностям коммутации, обеспечиваемым ТМ, ADM позволяет осуществлять сквозную коммутацию выходных потоков в обоих направлениях, а также осуществлять замыкание канала приёма на канал передачи ее обоих сторонах ("восточный" и "западный") в случае выхода из строя одного из направлений. Наконец, он позволяет (в случае аварийного выхода из строя мультиплексора) пропускать основной оптический поток мимо него в обходном режиме. Всё это даёт возможность использовать ADM в топологиях типа кольца.

Эта топология широко используется для построения SDH сетей первых двух уровней SDH иерархии (155 и 622 Мбит/с). Основное преимущество этой топологии лёгкость организации защиты типа 1+1, благодаря наличию в синхронных мультиплексорах SMUX двух пар оптических каналов приёма/передачи: восток запад, дающих возможность формирования двойного кольца со встречными потоками.

1.5 Тенденции развития существующей сети

В современной телекоммуникационной системе меняется не только роль сети доступа. В большинстве случаев расширяется и территория, в границах которой создается сеть доступа. Перспективная телекоммуникационная

система показана на рисунке 1.3.

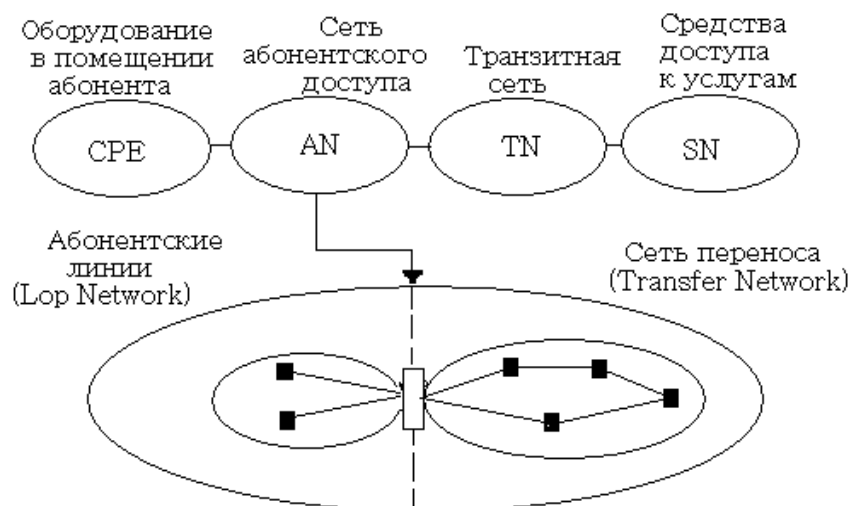


Рисунок 1.3 – Модели сети абонентского доступа

Первый элемент телекоммуникационной системы представляет собой совокупность терминального и иного оборудования, которое устанавливается в помещении абонента (CPE).

Второй элемент сети абонентского доступа, который делится на два участка нижняя плоскость рисунка 1.3. Абонентские линии (Loop Network) можно рассматривать как индивидуальные средства подключения терминального оборудования. Сеть переноса (Transfer Network) служит для повышения эффективности средств абонентского доступа. Этот фрагмент сети доступа реализуется на базе систем передачи.

Третий элемент телекоммуникационной системы транзитная сеть. Ее функции состоят в установлении соединений между терминалами, включенными в различные сети абонентского доступа, или между терминалом и средствами поддержки каких-либо услуг.

Четвертый элемент телекоммуникационной системы иллюстрирует средства доступа к различным услугам электросвязи, (Service Nodes), которое переведено тремя словами узлы, поддерживающие услуги. Примерами такого узла могут быть рабочие места телефонистов операторов и серверы, в которых хранится какая либо информация.

Приведенную на рисунке 1.3 структуру следует рассматривать как перспективную модель телекоммуникационной системы.

Современные операторы связи хотят иметь инфраструктуру, способную объединить унаследованные сети с новыми сетевыми топологиями. Великолепным примером реализации этой тенденции является использование технологии DSL, позволяющей по существующим телефонным линиям выходить на магистральную сеть ATM

К современному семейству xDSL относятся следующие достаточно широко применяющиеся технологии:

- HDSL (High data rate Digital Subscriber Line) – высокоскоростная

- цифровая абонентская линия;
- SDSL (Single line Digital Subscriber Line) – высокоскоростная цифровая линия по одной физической паре. Иногда под буквой S подразумевают термин «симметричная»;
- ADSL (Asymmetric data rate Digital Subscriber Line) – асимметричная высокоскоростная абонентская линия.

1.6 Построение сети Metro Ethernet в г. Екибастуз

Основная цель заключается в организации на существующей односегментной сети в городе Екибастуз ВОЛС кольца (рисунок 1.4), магистралей GIGABIT ETHERNET. На узлах магистралей размещаются платформы широкополосного доступа xDSL. Магистраль использует пару волокон в ВОЛС кольце и ETHERNET коммутаторы Quidway S5624 в качестве устройств доступа к оптике. Коммутаторы размещаются в точках разрыва ВОЛС - на каждой узловой станции, а именно на АТС-4,6,7 и выносах 30,36,38, у оптических кроссов. В тех же шкафах устанавливается 7 местное шасси DSLAM MA5303 оснащённые 48-портовыми линейными картами ADSL и 24-портовыми G.SHDSL и сплиттеры. Остальные платформы строятся на базе таких же, но одиночных коммутаторов со стационарным питанием.

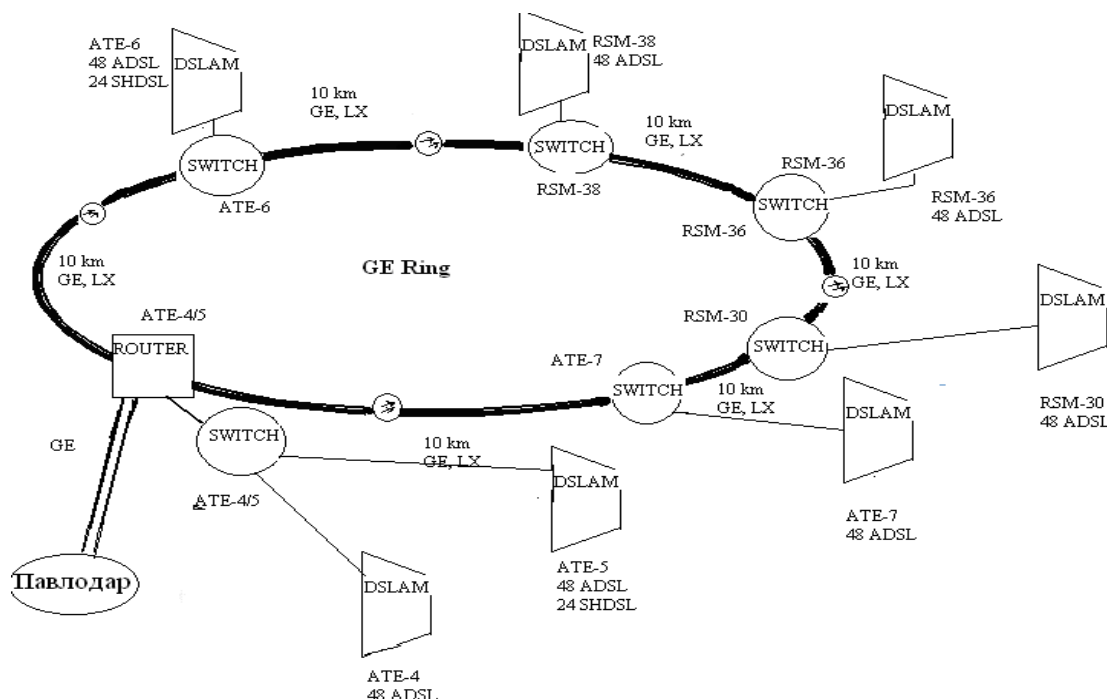


Рисунок 1.4 - Построение сети ПД в г. Екибастуз с организацией шлюза в метро сеть г. Павлодара

В качестве терминирующего маршрутизатора используется Quidway S6506 с управлением в областном центре в городе Павлодаре на действующей сети передачи данных по технологии Metro Ethernet.

Количество предполагаемого оборудования: ADSL 336 и G.SHDSL 48 –

всего 384 порта.

1.7 Результаты внедрения Metro Ethernet

В результате реализации проекта построения городской сети доступа удастся продемонстрировать и подготовить для внедрения в коммерческую эксплуатацию целый спектр новых услуг связи в городе Екибастуз. Наиболее интересными с точки зрения оператора станет возможность предоставление услуг доступа к различным информационным услугам посредством службы выбора услуг (SSG), а также услуг организации закрытых частных сетей.

Технология, лежащая в основе архитектуры Metro Ethernet, позволит операторам связи на примере Екибастузского УТ предлагать наиболее широкий на сегодняшний день спектр услуг и быстро внедрять новые сервисы по мере их появления.

Так, на рынке домашних абонентов – это единственная технология, которая позволяет не только реализовать концепцию, объединяющую в одном пакете доступ в Интернет, IP-телефонию и интерактивное телевидение (IPTV), но и обладает достаточным запасом роста для внедрения перспективных услуг.

Для корпоративных клиентов на базе архитектуры Metro Ethernet могут быть предложены такие услуги, как: видео – наблюдение, видеоконференция, высокоскоростной доступ в Интернет, услуги IP-телефонии, в том числе голосовые виртуальные частные сети, видео-услуги, а также удаленное обучение.

1.8 Выбор технологии для сети metro Ethernet

Наиболее активнорействующими фирмами производителями оборудования для xDSL доступа Metro Ethernet на казахстанском рынке телекоммуникаций сегодня являются: Corecess, Huawei, D-Link, Lucent и т.д.

Оператору сетей связи достаточно сложно ориентироваться в разнообразном аналогичном по назначению оборудовании, но еще более сложно решить вопрос выбора типов аппаратуры по уровням сети, так как несмотря на сходство основных параметров предлагаемого оборудования имеются существенные различия по программному обеспечению и элементной базе.

Для того, чтобы выбрать конкретный тип оборудования сети Metro Ethernet, которую можно использовать для проектирования, необходимо проанализировать существующие типы оборудования сети, определить их достоинства и недостатки, одним из основных пунктов при выборе концентратора широкополосного абонентского доступа DSLAM является количество поддерживаемых DSL-портов на устройстве, Рассмотрим технические характеристики оборудования (таблица 1.3).

Таблица 1.3 – Сравнение оборудования xDSL доступа

Параметры	Huawei	Corecess	D-Link	Lucent
Структура оборудования	DSLAM MA5303	DSLAM Corecess 6804	DSLAM DAS-3216	DSLAM V-16™
Емкость шасси	7 местное шасси	5 местное шасси	1 местное шасси	1 местное шасси
Услуги	144 портов ADSL/ 96 VDSL/ 128 G.SHDSL	96 портов ADSL/ 96 SHDSL	16 портов ADSL	16 портов VDSL
Управление	Командная строка, SNMP, Web.	Web, SNMP, Telnet.	Web, Telnet, SNMP	Telnet, SNMP

Основные характеристики при выборе оборудования:

- адаптация системы уплотнения на сети ГТС;
- количество задействованных полок;
- предоставляемые услуги;
- модульность и перспектива расширения сети.

Сделав анализ по приведенным выше пунктам, отмечаем, что оборудование широкополосного доступа компании "Huawei" по всем параметрам превосходит продукты компании "Corecess", "D-Link" и "Lucent". Модульность архитектуры позволяет ограничиться низкими начальными капиталовложениями, отложив дополнительные затраты до тех пор, пока не появится потребность в расширении.

1.9 Общие сведения о проектируемой сети

Компания Huawei Technologies, будучи лидирующим разработчиком и производителем высокотехнологичного телекоммуникационного оборудования, заблаговременно предвидела спрос на мировом рынке технологии широкополосного доступа xDSL, разработала и ввела в эксплуатацию оборудование широкополосного абонентского доступа, которому была присвоена торговая марка Smart AX DSLAM.

Сеть доступа с интеграцией услуг компании Huawei Technologies, разработанная по принципу "Все услуги на одной платформе" обеспечивает широкополосные услуги, проводной и беспроводной доступ, интегрирует передачу речевой информации, данных и изображений в общем цифровом трафике, что позволяет объединить услуги трех традиционно отдельных сетей на единой платформе доступа, в результате чего снижаются капиталовложения, а также упрощаются структура сети и управление ею. Это замечательное свойство делает сеть широкополосного доступа отличным решением для "последней мили" сети связи. Проектируемая сеть передачи данных предназначена для организации транспортной инфраструктуры в пределах г. Екибастуз и включает в свой состав следующие узлы:

Таблица 1.4 – Узлы сети г. Екибастуз

Узел сети	Тип узла	Тип по топологии
АТС -4	Узел доступа	В кольце
АТС -5	Узел доступа	В кольце
АТС -6	Узел доступа	В кольце
АТС -7	Узел доступа	В кольце
IRLCM -30	Узел доступа	В кольце
IRLCM -36	Узел доступа	В кольце
IRLCM -38	Узел доступа	В кольце

Сеть строится путем последовательного соединения узлов, образуя соединение типа ring (кольцо). Пропускная способность кольца 1 Гб/с. Узлы соединяются между собой волоконно-оптическими линиями связи, на основе которых формируются магистральные каналы связи Gigabit Ethernet пропускной способностью 1 Гбит/с. Магистральные каналы связи организуются через потоки E1 сети SDH.

Оборудование узлов сети будет обеспечивать как возможность подключения клиентов по интерфейсу Fast/Gigabit Ethernet непосредственно к коммутатору, так и ADSL или G.SHDSL подключения через DSLAM. Проектируемая сеть строится на оборудовании Huawei Technologies. Используемые технологии основаны на открытых стандартах, позволяющих расширять и дополнять существующую архитектуру.

Используя выдающиеся преимущества оптоволоконной связи, обеспечивается возможность получать высокоскоростной доступ к сетям передачи данных, сохраняя при этом существующую инфраструктуру и доступ к СТОП быстрее и эффективнее.

1.10 Технологии Metro Ethernet

Metro Ethernet - от слова Metro - "городской" - широкополосная сеть масштаба мегаполиса, современная и многофункциональная, с огромными возможностями для использования сетевых ресурсов и мультимедийных услуг, таких как цифровое телевидение, интерактивные телевизионные услуги («видео по запросу»), многоканальное радио, цифровая телефония и многое другое.

Технология Metro Ethernet открывает новые исключительные возможности для общения абонентов сети. Теперь Вы сможете легко и просто общаться с любым абонентом сети, где бы он ни жил. Вы сможете в считанные секунды скачать его новые фотографии и отправить ему свои, найти и посмотреть свой любимый фильм, сразиться на игровом сервере не испытывая никакого дискомфорта из-за скорости, все происходит так быстро, будто вы находитесь в одном офисе или интернет-кафе.

Городские сети функционально разделяются на уровни доступа: опорная сеть (магистраль), уровень распределения/агрегации, уровень доступа (клиентский доступ).

Для обеспечения повышенной надежности и резервирования применяется топологическая модель кольца (рисунок 1.5). Кольца создаются на уровнях опорной сети и доступа.

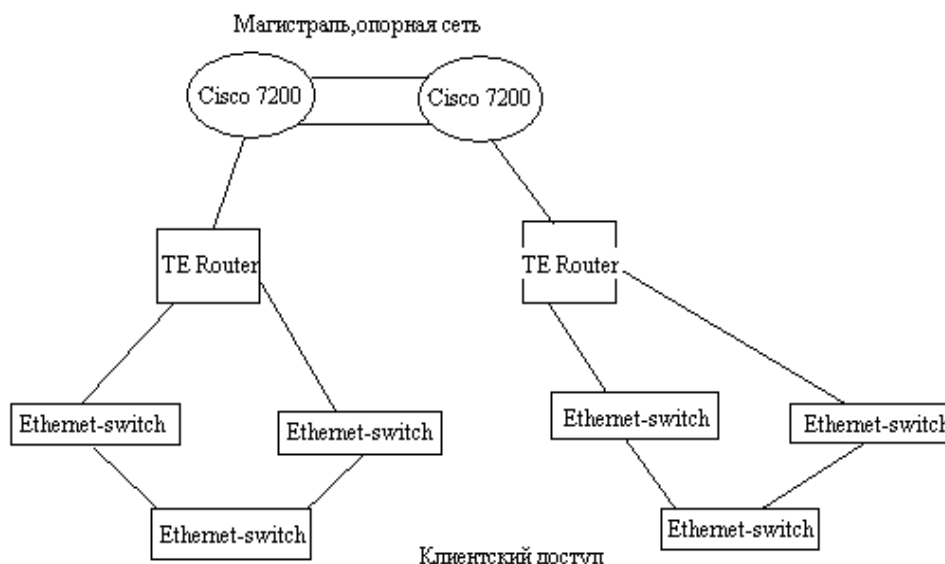


Рисунок 1.5 – Топология кольцо

Возможно использовать топологию типа «звезда» с резервированием каналов на рисунке 1.6.

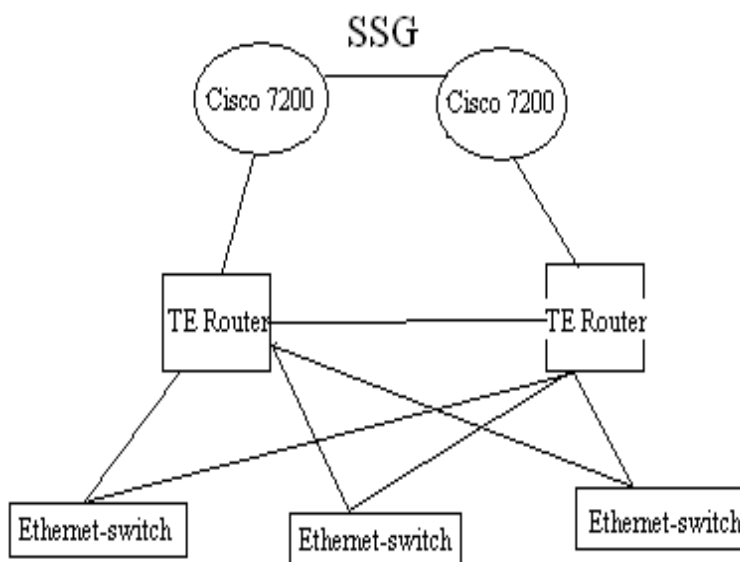


Рисунок 1.6 – Топология звезда

1.11 Технология последней мили xDSL

DSL – Digital Subscriber Line (цифровая абонентская линия). DSL является технологией, позволяющей значительно расширить полосу пропускания старых медных телефонных линий, соединяющих телефонные станции с индивидуальными абонентами. Абонент, пользующийся в

настоящий момент обычной телефонной связью, имеет возможность с помощью технологии DSL значительно увеличить скорость своего соединения, например, с сетью Интернет (рисунок 2.4). Для организации линии DSL используются именно существующие телефонные линии, данная технология не требует прокладывания дополнительных телефонных кабелей. В результате круглосуточный доступ в сеть Интернет с сохранением нормальной работы обычной телефонной связи [10].

Благодаря многообразию технологий DSL пользователь может выбрать подходящую именно ему скорость передачи данных — от 32 Кбит/с до более чем 50 Мбит/с. Данные технологии позволяют также использовать обычную телефонную линию для таких широкополосных систем, как видео по запросу или дистанционное обучение.

DSL представляет собой технологию, которая исключает необходимость преобразования сигнала из аналоговой формы в цифровую форму и наоборот. Цифровые данные передаются на компьютер именно как цифровые данные, что позволяет использовать гораздо более широкую полосу частот телефонной линии. При этом существует возможность одновременно использовать и аналоговую телефонную связь, и цифровую высокоскоростную передачу данных по одной и той же линии, разделяя спектры этих сигналов.

DSL представляет собой набор различных технологий, позволяющих организовать цифровую абонентскую линию [10].

1.11.1 Технология ADSL

Технология ADSL (асимметричная цифровая абонентская линия) используется для предоставления таких услуг, которые требуют асимметричной передачи данных, например, видео по запросу, когда требуется передавать большой поток данных в сторону пользователя, а в сторону сети от пользователя передается гораздо меньший объем данных. Требовалось очень высокое качество передачи (коэффициент битовых ошибок BER не менее 1×10^{-9}), потому что была нужна технология передачи потоков видеоданных с кодировкой MPEG, характеризующейся очень высокой кодировкой и низкой избыточностью, когда даже единичные ошибки оказывают значительное влияние на качество изображения. Это потребовало использования технологий чередования данных и FEC (упреждающая коррекция ошибок), которые никогда не рассматривались по отношению к ISDN-BA или HDSL.

Технология ADSL использует метод разделения полосы пропускания медной телефонной линии на несколько частотных полос (также называемых несущими). Это позволяет одновременно передавать несколько сигналов по одной линии. При использовании ADSL разные несущие одновременно переносят различные части передаваемых данных. Этот процесс называется частотное уплотнение линии связи (Frequency Division Multiplexing — FDM). При FDM один диапазон выделяется для передачи «восходящего» потока данных, а другой диапазон для «нисходящего» потока данных. Диапазон

«нисходящего» потока в свою очередь делится на один или несколько высокоскоростных каналов и один или несколько низкоскоростных каналов передачи данных. Диапазон «восходящего» потока также делится на один или несколько низкоскоростных каналов передачи данных. Кроме этого может применяться технология эхокомпенсации (Echo Cancellation), при использовании которой диапазоны «восходящего» и «нисходящего» потоков перекрываются и разделяются средствами местной эхокомпенсации.

Факторами, влияющими на скорость передачи данных, являются состояние абонентской линии (т.е. диаметр проводов, наличие кабельных отводов и т.п.) и ее протяженность. Затухание сигнала в линии увеличивается при увеличении длины линии и возрастании частоты сигнала, и уменьшается с увеличением диаметра провода. Фактически функциональным пределом для ADSL является абонентская линия длиной 3,5 — 5,5 км при толщине проводов 0,5 мм. ADSL обеспечивает скорость «нисходящего» потока данных в пределах от 1,5 Мбит/с до 8 Мбит/с и скорость «восходящего» потока данных от 0,640 Мбит/с до 1,5 Мбит/с [10].

Технология ADSL позволяет полностью использовать ресурсы линии. При обычной телефонной связи используется около одной сотой пропускной способности телефонной линии.

Технология ADSL устраняет этот «недостаток» и использует оставшиеся 99 процентов для высокоскоростной передачи данных. При этом для различных функций используются различные полосы частот. Для телефонной (голосовой) связи используется область самых низких частот всей полосы пропускания линии (приблизительно до 4 кГц), а вся остальная полоса используется для высокоскоростной передачи данных.

ADSL позволяет одновременно передавать данные и говорить по телефону. ADSL возможно использовать в тех областях, в которых в режиме реального времени необходимо передавать качественный видеосигнал. К ним относится организация видеоконференций, обучение на расстоянии и видео по запросу.

Технология ADSL позволяет провайдерам предоставлять своим пользователям услуги, скорость передачи данных которых более чем в 100 раз превышает скорость самого быстрого на данный момент аналогового модема (56 Кбит/с) и более чем в 70 раз превышает скорость передачи данных в ISDN (128 Кбит/с) [10].

1.11.2 Технология VDSL

VDSL (Very High Bit-Rate Digital Subscriber Line) - это стандарт сверхвысокоскоростной цифровой абонентской линии, обеспечивающий самую высокую, на текущий момент времени среди всех xDSL технологий, скорость передачи данных - до 52 Мбит/с по при небольшом расстоянии передачи (от 300 до 1500 метров).

Технологии ADSL и SHDSL направлены в основном на обеспечение максимальной дальности связи. Если нужно обеспечить передачу данных в одном отдельно стоящем здании, группе зданий или коттеджном поселке

применяется технология VDSL. Диапазон частот, используемый VDSL, расположен выше частот, занятых SHDSL и ADSL, что позволяет обеспечить совместимость с данными технологиями (рисунок 1.6).

Небольшая длина линии позволяет использовать более простой способ модуляции – QAM (Quadrature Amplitude Modulation) и, таким образом, оптимизировать соотношение цена/скорость передачи данных. VDSL-QAM оптимальна для расстояний в пределах 1,2-1,4 километра, обеспечивая на этих расстояниях скорость до 16-18 Мбит/с. При этом общая полудуплексная пропускная способность канала может достигать 35 Мбит/с.

Для совместимости с другими радиочастотными средствами диапазон частот, используемый VDSL, разбивается на два, три, четыре или пять частотных каналов. Для разделения передаваемых и принимаемых потоков информации и обеспечение полного дуплекса в VDSL используется метод частотного разделения каналов: один или несколько диапазонов используется для передачи, а оставшиеся – для приема информации. Меняя используемые частотные планы и перестраивая таким образом АЧХ, можно избежать нежелательного излучения на критических частотах (рисунок 1.7).

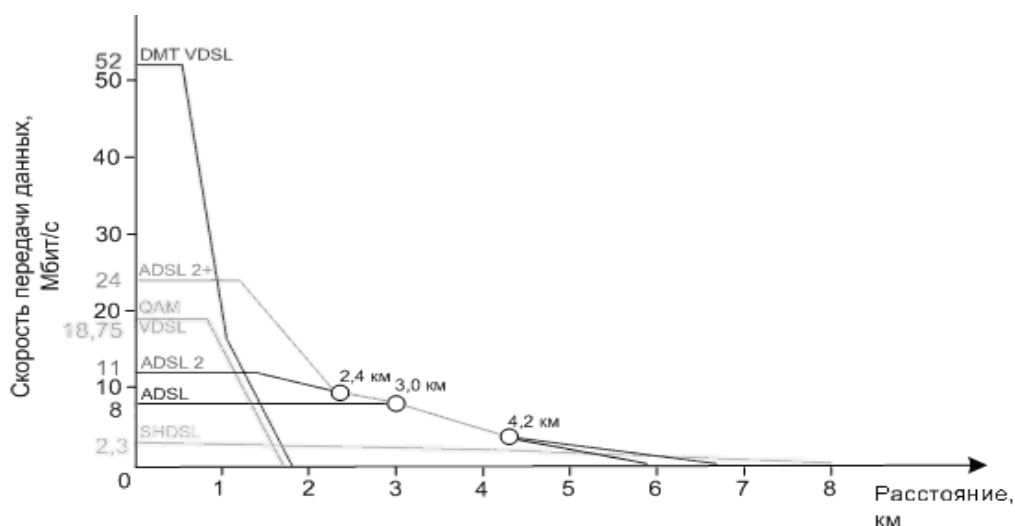


Рисунок 1.7 - Скорости передачи данных, расстояния и критические дальности для пары сечением 0,4 мм

1.11.3 Частотные разделители для ADSL

Большинство используемых в настоящее время медных телефонных линий прокладывались именно для обеспечения нормальной телефонной. То есть, если говорить проще, с целью передачи голоса. Те, кто хотел и хочет передавать данные по коммутируемым телефонным линиям, должны были приобрести модем, позволяющий конвертировать данные в аналоговый формат и передавать их по телефонной линии. Все большее количество пользователей отдаст предпочтение технологиям DSL (в частности, ADSL), позволяющим использовать существующую телефонную сеть для быстрой, экономичной и надежной передачи данных.

Доступная полоса пропускания медного телефонного кабеля разделяется на две - частоты до 4 кГц используются для традиционной телефонной связи, а вся остальная полоса используется для высокоскоростной передачи данных (рисунок 1.8).

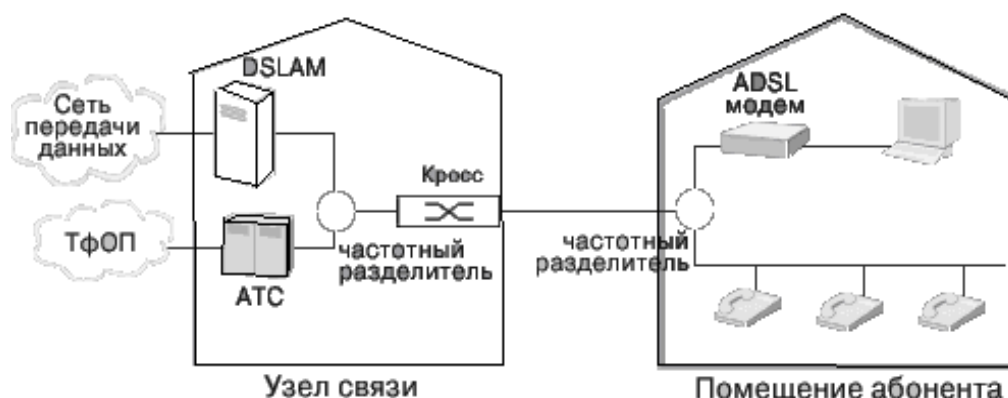


Рисунок 1.8 – Использование частотных разделителей на линиях ADSL

Голос и данные объединяются на абонентской стороне линии и разделяются на станционной стороне той же линии (и, наоборот) с помощью специальных разделяющих устройств - сплиттеров (splitter).

Объединяемые на абонентской стороне линии голос и данные передаются на станцию, где успешно разделяются. Голосовой сигнал направляется на коммутационное оборудование телефонной станции, а данные передаются на мультиплексор доступа DSL и затем в сеть передачи данных. Одновременное использование абонентской телефонной линии для традиционной телефонной связи и для высокоскоростной передачи данных выдвигается в число самых главных преимуществ технологии ADSL. Одним из ключевых устройств этой технологии и является ЧР.

Несмотря на кажущуюся простоту выполняемых ЧР функций, только хорошо продуманная его конструкция позволяет получить максимально высокие характеристики всей системы. Фильтр низкого качества может хорошо работать в одной полосе частот, в то же время значительно ухудшая все характеристики системы в другой частотной полосе. Простой пример. Если фильтр нижних частот, предназначенный для выделения голосового канала, имеет слишком низкую граничную частоту, он может отрицательно повлиять на характеристики факсимильного аппарата или модема V.90, снизив, например, скорость передачи данных. Если же неправильно подобраны разделительные конденсаторы фильтра верхних частот, это может в определенной мере уменьшить рабочее расстояние модема DSL.

Технология ADSL позволяет системе адаптироваться к условиям работы. Она реагирует на разнообразные отрицательные внешние воздействия, например, на шумы, снижением скорости передачи данных. Чем меньше воздействие ЧР оказывает на сигнал, тем более высокими будут характеристики системы. Более высокие характеристики означают увеличение

рабочего расстояния, а значит получение возможности обслуживания удаленных абонентов, что расширяет рынок предоставления услуги высокоскоростной передачи данных.

1.12 Построение сети и состав оборудования

Для построения сети Metro Ethernet г. Екибастуз используется кольцевая топология соединения узлов. Это связано с наличием существующей волоконно-оптической инфраструктуры и позволяет минимизировать затраты на построение сети.

Кольцевая топология позволяет обеспечить отказоустойчивость сети при обрыве оптического кабеля или выходе из строя одного из узлов сети. Соединения осуществляются по существующей транспортной сети SDH через потоки E1, данная топология не предусматривает отказоустойчивость сети при обрыве кабеля.

Сеть передачи данных г. Екибастуз строится на базе оборудования производства компании Huawei Tech. Используются коммутаторы серии S6500 на уровне агрегации и S5600 на уровне доступа.

Для подключения клиентов по технологии xDSL устанавливаются мультиплексоры DSLAM средней емкости производства компании Huawei серии MA5303.

Для организации мониторинга оборудования используется специальное программное обеспечение iManager N2000.

1.12.1 Организация соединения с магистральной сетью IP/MPLS

Основной задачей активного оборудования центрального узла является обеспечение взаимодействия с устройствами P/PE магистральной сети MPLS на уровне интеграции услуг IP, а также терминирования пользовательского трафика PPPoE на сервере выбора услуг SSG. Основной задачей коммутаторов являются стыковка с магистральной сетью IP/MPLS для организации услуг L3VPN, обеспечение каналов между городской сетью Metro Ethernet г. Екибастуз и магистральной сетью.

Центральный узел сети расположен в г. Павлодаре на АТС-32. Центральный узел сети реализован на основе устройства Cisco 7206VXR SSG и двух коммутаторов S6506 и S5624P (рисунок 1.9). Помимо активного оборудования на центральном узле расположены серверы для организации системы управления сетью (iManager N2000).

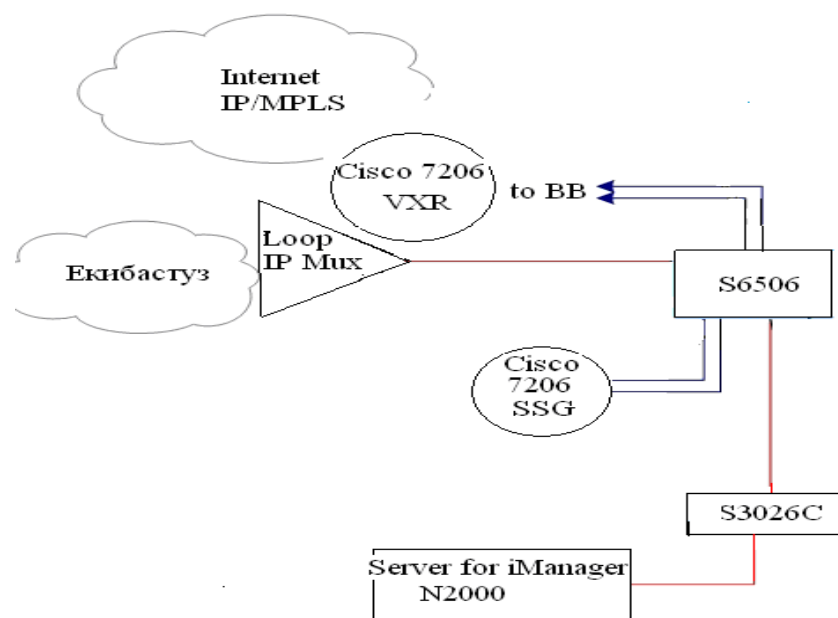


Рисунок 1.9 – Схема организации Центрального узла

Маршрутизатор Cisco 7206VXR SSG, выполняющий функции шлюза выбора услуг, подключен отдельными интерфейсами к коммутатору S6506. Подключение внешних сетей производится на портах коммутаторов S5624P.

Помимо активного оборудования на центральном узле расположены сервер iManager 2000 и два терминала, предназначенных для организации системы управления сетью.

Организация предоставления услуг Интернет.

Предполагается два способа предоставления доступа в сеть Интернет:

- выделенное подключение к Интернет (с выделением постоянного Public IP).
- подключение через шлюз выбора услуг SSG (с выделением динамического Public IP).

В первом случае, доступ к ресурсам сети Интернет пользователей городской сети Metro Ethernet г. Екибастуз, обеспечивается оборудованием магистральной сети АО «Казахтелеком» (PE устройство). IP адреса прописываются на оборудовании магистральной сети PE-маршрутизаторе и на клиентском маршрутизаторе (устанавливаемом у клиента).

Во втором случае доступ в Интернет обеспечивается через SSG, входящий в состав Metro Сети. IP адреса выдаются оборудованием SSG, из заранее определенного пула адресов.

1.12 Состав оборудования сети

1.12.1 Ethernet-коммутатор Quidway S6506

Независимо разработанный компанией Huawei, представляет собой модульный Ethernet-коммутатор уровней L2/L3 высокой пропускной способности. Он разработан специально для пользователей IP-сети MAN (региональной сети), корпоративных и кампусных сетей. В соответствии с

требованиями данного класса пользователей компания Huawei оптимизировала Ethernet-коммутатор с точки зрения программных, аппаратных средств, структуры изделия и т.д.

Ethernet-коммутатор Quidway S6506 размещается в стандартном 19-дюймовом шкафу. Высота коммутатора составляет 477 мм (немного меньше по сравнению с 11U).

Полностью укомплектованная система состоит из областей источника питания, вентилятора и плат. В области источника питания находятся три гнезда для источников питания (как переменного, так и постоянного тока), средства для выравнивания нагрузки, "горячей" замены и диагностики отказов.

Ethernet-коммутатор S6506, как видно из представленного ниже рисунка, разделен на области источника питания, распределения питания (расположенную в задней части изделия), плат (SRPU и LPU) и вентилятора. Все эти элементы изделия поддерживают режим "горячей" замены. Все компоненты устанавливаются в интегрированном шкафу, высотой 477 мм (или чуть меньше 11U). Ниже на рисунке 1.10 показан внешний вид изделия.

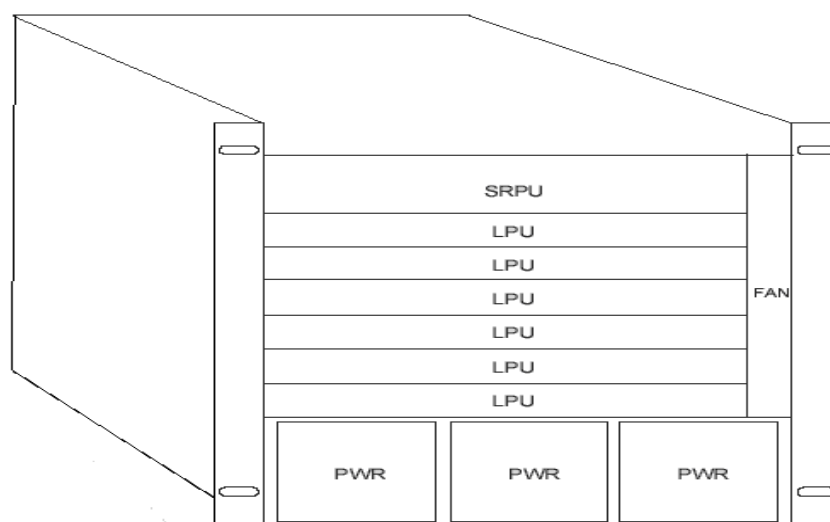


Рисунок 1.10 – Внешний вид S6506

В области плат расположены 7 гнезд для горизонтальной установки плат. Верхнее гнездо предназначено для блока SRPU. SRPU является обязательным блоком. 6 оставшихся гнезд используются для установки дополнительных блоков LPU, описываемых ниже.

Область вентилятора расположена в правой части шкафа. Вентилятор может устанавливаться вертикально.

Являясь основным компонентом Ethernet-коммутатора S6506, блок SRPU выполняет следующие функции:

- пересылка данных L2/L3 между блоками LPU с использованием соединений, выполненных на объединительной плате;
- управление и расчет маршрута, контроль, обновление и сброс блоков

LPU;

– контроль источника питания и вентилятора системы с использованием объединительной платы.

Как следует из приведенного ниже рисунка 1.11, на панели SRPU Salience I расположена кнопка RESET, консольный порт, интерфейс 10BASE-T/100BASE-TX и индикаторы состояния системы.

1.12.2 Коммутатор Quidway S5624

Коммутаторы для сети Ethernet серии Quidway S5600 относятся к коммутационному оборудованию второго и третьего уровней (L2/L3 Ethernet). Серия S5600 оснащается следующими интерфейсами Ethernet: 10 Mbps, 100 Mbps, 1000Mbps and 10GE. Они могут стыковаться с коммутаторами S3026, S3526, S3050 или S3900 и т.д., а так же с устройством IP или коммутатором L3 через GE, 10G.

Коммутаторы серии S5600 могут служить как устройствами доступа в сети предприятия, могут послужить в качестве устройств на уровне агрегации, а также могут выполнять роль устройств ядра сети для небольших или среднего размера предприятий. Для этого можно использовать 1000 Mbps и 10GE порты. Коммутаторы серии S5600 - интеллектуальные устройства, предназначенные для использования в сетевой среде, где требуется высокая надежность, высокая плотность портов и удобство установки.

1.12.3 DSLAM MA 5303

IP-коммутаторы DSL серии MA5300 (рисунок 2.18), разработанные компанией Huawei Technologies, представляют собой оборудование мультисервисного доступа IP 2-го и 3-го уровня. Они используются в качестве стандартных мультиплексоров IP DSLAM для соединений между уровнем конвергенции сети IP и абонентами, обеспечивая доступ с поддержкой технологий VDSL, ADSL Annex A, Annex B, ADSL2+, G.SHDSL. На основе доступа по xDSL также организуется доступ для LAN.

IP DSLAM MA5303 имеет 7 слотов расширения, на 7 слот (счет сверху вниз) установлена (рисунок 2.19) плата управления ESMB (4 порта 10/100 Mb, 1 порт Inband управления и 1 консольный порт). На 5 и 2 слоты установлены плата ADSL2+ EADB (48 портов ADSL2+), на 3 слот установлен SHDL плата ESHA (24 SHDSL портов), на 1 и 4 слоты установлены платы пассивного сплитера ESPA. Также на передней панели розетка питания DC 48.

Каждому 10/100 Мбит электрическому интерфейсу соответствуют два индикатора, один из которых является индикатором LINK (линия), а другой – индикатором ACTIVE (активное состояние).

1.13 Постановка задач

Для реализации намеченной цели необходимо:

- анализ существующей сети;
- анализ транспортной сети SDH;
- осуществить анализ проблем города Екибастуза;
- осуществить выбор оборудования сети Metro Ethernet;

- анализ сети Metro Ethernet и используемые технологии доступа;
- анализ конфигурации оборудования;
- расчет нагрузки от абонентов сети Metro Ethernet;
- расчет возникающей нагрузки от абонентов ADSL одного узла;
- расчет междугородной нагрузки от абонентов ADSL;
- нагрузка к информационной сети Internet от абонентов ADSL;
- исходящая нагрузка от абонентов ADSL;
- расчет коммутации пакетов по технологии ADSL, G.SHDSL;
- расчет количества цифровых потоков на языке Бейсик пакетов;
- рассмотреть вопросы БЖД;
- экономическое обоснование.

2 Расчетная часть

2.1 Расчет сети Metro Ethernet для города Екибастуз

Для произведения расчетов взяты новые АТС, которые приведены в таблице 2.1 для анализа сети.

Таблица 2.1 – Количество абонентов на сети

Наименование узла	Общее количество портов ADSL	Тип абонентов ADSL	
		Квартирный	Деловой
АТС-4	48	29	19
АТС-5	48	29	19
АТС-6	48	29	19
АТС-7	48	29	19
IRLCM-30	48	29	19
IRLCM-36	48	29	19
IRLCM-38	48	29	19

2.2 Расчет возникающей нагрузки от абонентов ADSL одного узла

Возникающую нагрузку создают вызовы (заявки на обслуживание), поступающие от абонентов (источников) и занимающие на некоторое время различные соединительные устройства станции (DSLAM).

Согласно ведомственным нормам технологического проектирования (ВНТП 112-79) следует различать две категории (сектора) источников: народнохозяйственный сектор, квартирный сектор. Предположим, что у всех абонентов пользующихся услугой ADSL стоит ADSL – modem USB, который требует запрос на узел для регистрации. В этом случае формула [9]:

$$YI = \frac{1}{3600} \cdot NI \cdot CI \cdot ti, \text{ Эрл},$$

будет справедлива для расчета поступающей нагрузки.

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

где $N_{\text{дел}}$, $N_{\text{к}}$ - число телефонных аппаратов народнохозяйственного сектора, квартирного сектора;

$C_{\text{дел}}$, $C_{\text{к}}$ - среднее число вызовов в ЧНН от одного источника i -й категории;

$T_{\text{дел}}$, $T_{\text{к}}$ - средняя продолжительность разговора абонентов i -й категории в ЧНН;

P_r - доля вызовов закончившихся разговором.

Структурный состав источников, то есть число аппаратов различных категорий определяется изысканиями, а остальные параметры (C_i , T_i , P_r) - статистическими наблюдениями на действующих АТС данного города

(таблица 2.2).

Таблица 2.2 – Среднее значение параметров нагрузки

Типы терминалов	Категории источников					
	Деловой сектор			Квартирный сектор		
	Ci	Ti,c	Pp	Ci	Ti,c	Pp
Телефоны	4,2	90	0,5	3,2	90	0,5
Компьютеры	3,1	300	0,9	3	300	0,9

Рассчитаем интенсивность возникающей нагрузки источников i -ой категории, выраженная в Эрлантах:

$$YI = \frac{1}{3600} \cdot NI \cdot CI \cdot ti, \text{ Эрл} \quad (2.1)$$

где, t_i - средняя продолжительность одного занятия.

$$t_i = \alpha_i \cdot P_p \cdot (t_{co} + n \cdot t_n + t_y + t_{пв} + I_t) \quad (2.2)$$

Продолжительность отдельных операций по установлению связи, входящих в формулу 2.2, принимают следующей:

- время слушания сигнала ответа станции $t_{co} = 3\text{с}$;
- время набора n знаков номера с тастатурного ТА $n \cdot t_n = 0,8 n, \text{с}$, $n = 0$;
- время посылки вызова вызываемому абоненту при состоявшемся разговоре $t_{пв} = 7 - 8\text{с}$;

– время установления соединения t_y с момента окончания набора номера до подключения к линии вызываемого абонента зависит от вида связи, способа набора номера и типа станции, в которую включена требуемая линия. При связи со станцией с программным управлением $t_y = 3\text{с}$.

Коэффициент, α , учитывает продолжительность занятия приборов вызовами, не закончившихся разговором (занятость, не ответ вызываемого абонента, ошибки вызывающего абонента). Его величина в основном зависит от средней длительности разговора T_i и доли вызовов закончившихся разговором P_p , и определяется по графику рисунка 2, в методичке [9], в нашем случае α равно 1,5.

Определим среднюю продолжительность одного занятия для ПК:

$$t_{\text{дел}} \text{ ПК} = \alpha_{\text{дел}} \cdot P_{\text{дел}} \cdot (t_{co} + n \cdot t_n + t_y + t_{пв} + I_t) = 1,5 \cdot 0,9 \cdot (3 + 0 \cdot 0,8 + 3 + 7 + 300) = 42255 \text{ с};$$

$$t_{\text{кв}} \text{ ПК} = \alpha_{\text{кв}} \cdot P_{\text{кв}} \cdot (t_{co} + n \cdot t_n + t_y + t_{пв} + I_t) = 1,5 \cdot 0,9 \cdot (3 + 0 \cdot 0,8 + 3 + 7 + 300) = 42255 \text{ с}.$$

Определим интенсивность возникающей местной нагрузки для ПК:

$$Y_{\text{ДЕЛ на АТС-4,5,6,7,30,36,38.ПК}} = \frac{1}{3600} \cdot N_{\text{дел}} \cdot C_{\text{дел}} \cdot t_{\text{дел}} = \\ = \frac{1}{3600} \cdot 19 \cdot 3,1 \cdot 422.55 = 6.9133875 \text{ Эрл,}$$

$$Y_{\text{КВ на АТС-4,5,6,7,30,36,38.ПК}} = \frac{1}{3600} \cdot N_{\text{КВ}} \cdot C_{\text{КВ}} \cdot t_{\text{КВ}} = \\ = \frac{1}{3600} \cdot 29 \cdot 3 \cdot 422.55 = 10.211625 \text{ Эрл.}$$

Определим среднюю продолжительность одного занятия для ТА:

$$t_{\text{делТА}} = \alpha_{\text{дел}} \cdot P_{\text{дел}} \cdot (t_{\text{со}} + n \cdot t_{\text{н}} + t_{\text{у}} + t_{\text{пв}} + I_t) = 1,22 \cdot 0,5 \cdot (3 + 6 \cdot 0,8 + 3 + 7 + 90) = 65.758 \text{ с;}$$

$$t_{\text{КВТА}} = \alpha_{\text{КВ}} \cdot P_{\text{КВ}} \cdot (t_{\text{со}} + n \cdot t_{\text{н}} + t_{\text{у}} + t_{\text{пв}} + I_t) = 1,22 \cdot 0,5 \cdot (3 + 6 \cdot 0,8 + 3 + 7 + 90) = 65.758 \text{ с.}$$

Определим интенсивность возникающей местной нагрузки для ТА:

$$Y_{\text{ДЕЛ АТС-4,5,6,7,30,36,38.ТА}} = \frac{1}{3600} \cdot N_{\text{дел}} \cdot C_{\text{дел}} \cdot t_{\text{дел}} = \frac{1}{3600} \cdot 19 \cdot 4,2 \cdot 65.758 = 1.4576357 \\ \text{Эрл;}$$

$$Y_{\text{КВ на АТС4,5,6,7,30,36,38.ТА}} = \frac{1}{3600} \cdot N_{\text{КВ}} \cdot C_{\text{КВ}} \cdot t_{\text{КВ}} = \frac{1}{3600} \cdot 29 \cdot 3,2 \cdot 65.758 = 1.6950951 \\ \text{Эрл.}$$

Общая средняя нагрузка, поступающая от абонентов одного узла сети, подключенных к одному DSLAMу, подсчитывается по формуле [9]:

$$Y_{\text{ADSLi}} = Y_{\text{ПКi}} + Y_{\text{ТФi}}, \text{ Эрл,} \quad (2.3)$$

$$Y_{\text{ADSL ДЕЛ на АТС-4,5,6,7,30,36,38}} = 6.9133875 + 1.4576357 = \\ = 8.3710232 \text{ Эрл,}$$

$$Y_{\text{ADSL КВ на АТС-4,5,6,7,30,36,38}} = 10.211625 + 1.6950951 = 11.9067201 \text{ Эрл.}$$

Для расчета составляем программу и составим блок-схему, которая представлена на рисунке 2.1.

10 CLS

20 p = 0.9, x = 0.3

30 INPUT "Кисп="; Кисп, "М="; М, "Ли="; Ли, "Лсл="; Лсл, \\ "Ри="; Ри, "Рк="; Рк, "Гк="; Гк


```

40 МТ = ((2 – Кисп – (х/(1 – р + 2*х)))/(2*(1 – Кисп))) * М
50 МТ1 = ((1 – Кисп/2)/(1 – Кисп))*(Лполн/Ри)
60 Лполн = Ли + Лсл
70 МТ2 = ((0,75 – (Кисп/2))/(1 – Кисп)) * М
80 МТ3 = ((0,75 – (Кисп/2))/(1 – Кисп)) * (Лполн/Ри)
90 Gз = Лполн/Ри
100 Мтсумм = МТ + Gз + Gк
110 PRINT “ МТ =”; МТ , “ МТ1 =”; МТ1 , “ МТ2 =”; МТ2 , “ МТ3 =”; МТ3 ,
“ Мтсумм =”; Мтсумм
120 END

```

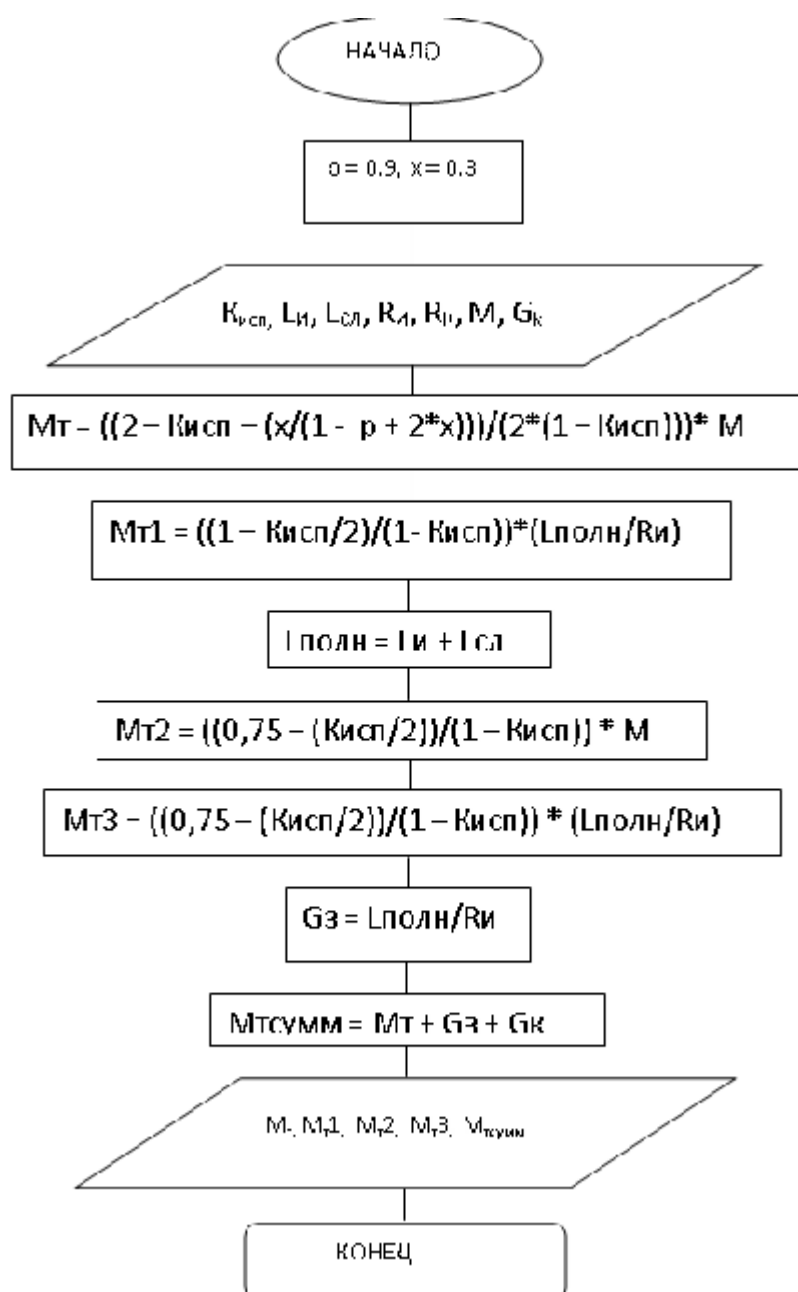


Рисунок 2.1 – Блок схема алгоритма расчета среднего времени запаздывания

Инструкция оператору:

Программа вычисления расчета среднего времени запаздывания на языке «Бейсик».

Порядок вычисления:

- запустить программу;
- ввести исходные данные;
- нажимаем Enter;
- подставляем значения в формулы;
- полученные результаты выводим на печать.

2.3 Междугородная нагрузка от абонентов ADSL определенной категории одного узла

Междугородную исходящую нагрузку, то есть нагрузку на заказно-соединительные линии (ЗСЛ) от одного аналогового абонента можно рассчитать равной 0,003 Эрл, и ее нужно прибавить к местной нагрузке [9].

$$Y_{\text{мг.АDSL}_i} = 0.003 \cdot N_i, \text{ Эрл}, \quad (2.4)$$

$$Y_{\text{мг.АDSL.ДЕЛ на АТС--4,-5,-6,-7,-30,-36,-38.ТА}} = 0.003 \cdot 19 = 0.057 \text{ Эрл},$$

$$Y_{\text{мг.АDSL.КВ на АТС-4,-5,-6,-7,-30,-36,-38..ТА}} = 0.003 \cdot 29 = 0.087 \text{ Эрл}.$$

2.4 Международная нагрузка от абонентов ADSL

Международная связь осуществляется через спутник. Аналогично междугородной нагрузке, исходящую и входящую международную нагрузку считаем равными, по 0,006 Эрл на одного абонента, и ее нужно прибавить к местной нагрузке.

$$Y_{\text{исх.мн.АDSL}_i} = Y_{\text{вх.мн.АDSL}_i} = 0.006 \cdot N_i, \text{ Эрл}, \quad (2.5)$$

$$Y_{\text{исх.мн.АDSL.ДЕЛ на АТС-4,5,6,7,30,36,38.ТА}} = 0.006 \cdot 19 = 0.114 \text{ Эрл},$$

$$Y_{\text{исх.мн.АDSL.КВ на АТС-4,5,6,7,30,36,38.ТА}} = 0.006 \cdot 29 = 0.174 \text{ Эрл}.$$

2.5 Нагрузка к информационной сети “Internet” от абонентов ADSL

Исходящая нагрузка принимается в количестве 0,1 Эрл на один персональный компьютер, а размер входящей нагрузки принимается в количестве 0,2 Эрл на один ПК:

$$Y_{\text{исх.ИНТ.АDSL}_i} = 0.1 \cdot N_{\text{ПК}_i}, \text{ Эрл}, \quad (2.6)$$

$$Y_{\text{вх.ИНТ.АDSL}_i} = 0.2 \cdot N_{\text{ПК}_i}, \text{ Эрл}, \quad (2.7)$$

$$Y_{\text{исх.ИНТ. ДЕЛ на АТС--4,-5,-6,-7,-30,-36,-38.ТА}} = 0,1 \cdot 19 = 1,9 \text{ Эрл,}$$

$$Y_{\text{исх.ИНТ. .КВ на АТС--4,-5,-6,-7,-30,-36,-38.ТА}} = 0,1 \cdot 29 = 2,9 \text{ Эрл,}$$

$$Y_{\text{вх.ИНТ. ДЕЛ на АТС--4,-5,-6,-7,-30,-36,-38.ТА}} = 0,2 \cdot 19 = 3,8 \text{ Эрл,}$$

$$Y_{\text{вх.ИНТ. .КВ на АТС--4,-5,-6,-7,-30,-36,-38.ТА}} = 0,2 \cdot 29 = 5,8 \text{ Эрл.}$$

2.6 Исходящая нагрузка от абонентов ADSL

Общая исходящая нагрузка от одного узла СПД, подключенного к сети MetroEthernet равна:

$$Y_{\text{исх.ADSLi}} = Y_{\text{ADSLi}} + Y_{\text{мг.ADSLi}} + Y_{\text{исх.мн.ADSLi}} + Y_{\text{исх.ИНТ.ADSLi}}, \text{ Эрл,} \quad (2.8)$$

$$Y_{\text{исх.ADSL.ДЕЛ на АТС-4,5,6,7,30,36,38.ТА}} = 6.9133875 + 1.4576357 + 0.057 + 0.114 + 1.9 = 10.4420232 \text{ Эрл,}$$

$$Y_{\text{исх.ADSL.КВ на АТС-4,5,6,7,30,36,38.ТА}} = 10.211625 + 1.6950951 + 0.087 + 0.174 + 2.9 = 15.0677201 \text{ Эрл.}$$

2.7 Расчет коммутации пакетов по технологии ADSL

Время передачи (обслуживания) μ при обслуживании пакетов, является величиной постоянной и определяется:

$$\mu = t_{\text{обсл}} = (L_{\text{и}} + L_{\text{сл}})/R_{\text{к}}, \quad (2.9)$$

где $L_{\text{и}}$ – длина информационной части пакета, бит;

$L_{\text{сл}}$ – служебные биты (преамбула и концевик) пакета, бит;

$R_{\text{к}}$ – пропускная способность тракта между маршрутизаторами, кбит/с;

$t_{\text{обсл}}$ – время обслуживания;

μ – время передачи.

Коэффициент использования $K_{\text{исп}}$, который находится по формуле:

$$K_{\text{исп}} = \frac{mR_{\text{и}}}{2R_{\text{к}}} \left(1 + \frac{L_{\text{сл}}}{L_{\text{и}}} \right) \quad (2.10)$$

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

$R_{\text{и}}$ – скорость передачи данных от терминала, бит/с.

Исходные данные:

$L_{\text{и}} = 150$ бит, $L_{\text{сл}} = 300$ бит, $R_{\text{и}} = 128$ кбит/с, $R_{\text{к}} = 1$ Гбит/с, $m_1 = 48$ чел.

Инструкция оператору:

Программа вычисления расчета коммутации пакетов по технологии ADSL – на языке «Бейсик».

Порядок вычисления:

- запустить программу;
- ввести исходные данные;
- нажимаем Enter;
- подставляем значения в формулы;
- полученные результаты выводим на печать.

10 CLS

20 INPUT "Ли="; Ли, " Lсл="; Lсл, " Ри="; Ри, " Rк="; Rк, "m="; m

30 M = (Ли + Lсл)/ Rк

40 Кисп = (M*Ри /(2*Rк))*(1+Lсл/Ли)

50 PRINT "M="; M, "Кисп="; Кисп

60 END

Алгоритм работы программы приведен на рисунке 2.2.

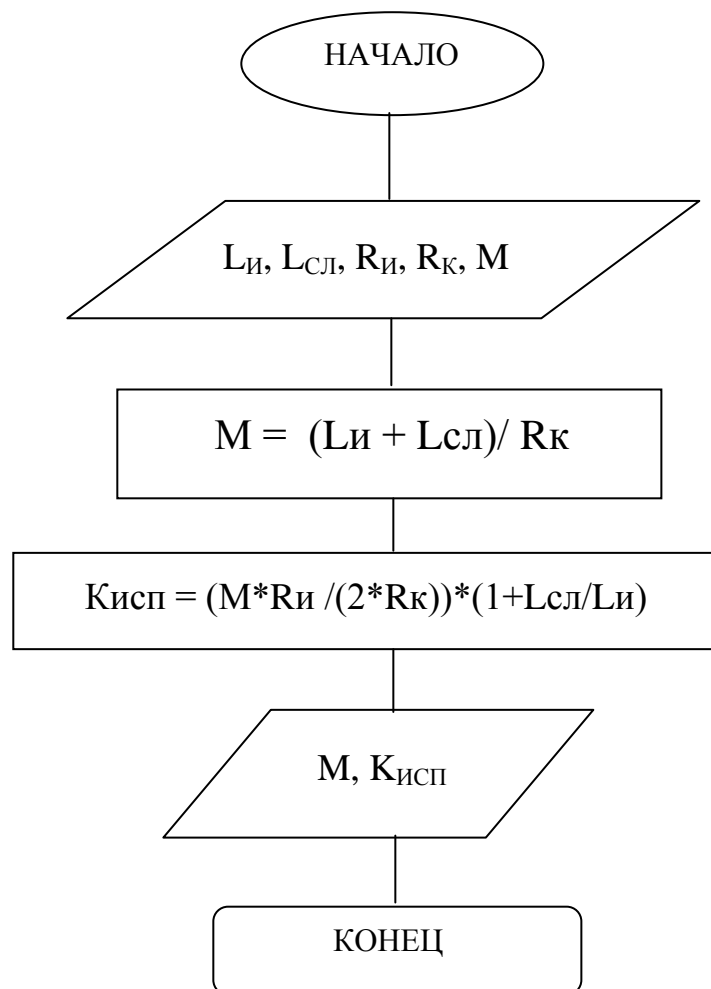


Рисунок 2.2 – Блок схема алгоритма расчета коммутации пакетов по технологии ADSL

2.8 Расчет исходящей нагрузки от подключенных абонентов

Учитывая высокий уровень, цен данной услугой могут воспользоваться только крупные корпоративные компании и следуя статистическим данным прошлого года, в каждой ЛВС насчитывается около 50 терминалов, 30 из которых ПК и остальные телефонные аппараты.

Среднее значение параметров нагрузки приведен в таблице 2.3.

Таблица 2.3 - Средние значения параметров нагрузки

Типы терминалов	Деловой сектор		
	Ci	Ti, с	Pp
Телефоны	4,2	90	0,5
Персональные компьютеры	3,1	300	0,9

Возникающую нагрузку создают вызовы (заявки на обслуживание), поступающие от абонентов (источников) и занимающие на некоторое время различные соединительные устройства станции. Количество ЛВС внесем в таблицу 2.4.

Таблица 2.4 - Количество портов ЛВС (G.SHDSL)

Наименование узла	Количество портов ЛВС
АТС-5	24
АТС-6	24

Параметры $C_{i,1}$; P_p определяются по таблице 2.3 с учетом того, что все абоненты ЛВС относятся к деловому сектору.

Интенсивность возникающей местной нагрузки от различных терминалов одной ЛВС, выраженная в Эрлангах, определяется формулой [9]:

$$YI = \frac{1}{3600} \cdot N \cdot C_i \cdot t_i, \text{ Эрл},$$

где i - тип терминала (ТА или ПК);

t_i - средняя продолжительность одного занятия, с:

$$t_i = a \cdot P_p (t_{co} + n \cdot t_n + t_y + t_{пв} + 1), \text{ с} \quad (2.11)$$

Для персональных компьютеров коэффициент a можно принять равным: $a = 1,5$.

Для ТА средняя продолжительность одного занятия:

$$t_{ТА} = a_{кв} \cdot P_{кв} \cdot (t_{co} + n \cdot t_n + t_y + t_{пв} + 1) = 1,22 \cdot 0,5 \cdot (3 + 6 \cdot 0,8 + 3 + 7 + 90) = 65,758 \text{ с}.$$

Для ПК средняя продолжительность одного занятия:

$$t_{\text{ПК}} = \alpha_{\text{КВ}} \cdot P_{\text{КВ}} (t_{\text{СО}} + n \cdot t_{\text{Н}} + t_{\text{У}} + t_{\text{ПВ}} + I_t) = 1,5 \cdot 0,9 \cdot (3 + 0 \cdot 0,8 + 3 + 7 + 300) = 422,55 \text{ с}$$

Определим интенсивность возникающей местной нагрузки для ТА:

$$Y_{\text{ТА1}} = \frac{1}{3600} \cdot N_{\text{ТА1}} \cdot C_{\text{ТА}} \cdot t_{\text{ТА}} = \frac{1}{3600} \cdot 20 \cdot 4,2 \cdot 65.758 = 1.534353 \text{ Эрл},$$

$$Y_{\text{ТА2}} = \frac{1}{3600} \cdot N_{\text{ТА2}} \cdot C_{\text{ТА}} \cdot t_{\text{ТА}} = \frac{1}{3600} \cdot 15 \cdot 4,2 \cdot 65.758 = 1.534353 \text{ Эрл}.$$

Определим интенсивность возникающей местной нагрузки для ПК:

$$Y_{\text{ПК1}} = \frac{1}{3600} \cdot N_{\text{ПК1}} \cdot C_{\text{ПК}} \cdot t_{\text{ПК}} = \frac{1}{3600} \cdot 30 \cdot 3,1 \cdot 422,55 = 10.915875 \text{ Эрл},$$

$$Y_{\text{ПК2}} = \frac{1}{3600} \cdot N_{\text{ПК2}} \cdot C_{\text{ПК}} \cdot t_{\text{ПК}} = \frac{1}{3600} \cdot 30 \cdot 3,1 \cdot 422,55 = 10.915875 \text{ Эрл}.$$

Общая средняя нагрузка, поступающая от абонентов одной локальной сети, подключенной к одному порту, подсчитывается по формуле:

$$Y_{\text{ЛВСi}} = Y_{\text{ПКi}} + Y_{\text{ТФi}}, \text{ Эрл}, \quad (2.12)$$

$$Y_{\text{ЛВСi}} = 1.534353 + 10.915875 = 12.450228 \text{ Эрл}.$$

2.9 Расчет исходящей нагрузки от ЛВС

Для начала найдем нагрузку, подлежащую распределению внутри ЛВС. Чтобы определить внутрисетевую нагрузку ЛВС от ПК необходимо вычислить коэффициент веса по формуле [9]:

$$\eta = 100 \cdot N_{\text{ПК}} \sum_{j=1}^k N_{\text{нкj}}, \text{ Эрл}, \quad (2.13)$$

$$\eta_{\text{ЛВС}} = \frac{100 \cdot 30}{30 \cdot 24} = 4.17 \text{ Эрл}.$$

Далее с помощью таблицы 2.5 [] определим коэффициент внутрисетевого трафика η .

$$\eta_1 = X_1 = 3.84$$

Внутрисетевая нагрузка для ЛВС от ПК определяется по формуле:

$$Y_{\text{ПКj}} = \eta \cdot Y_{\text{ПКj}} / 100, \text{ Эрл}, \quad (2.14)$$

$$Y_{\text{ПК ЛВС}} = X1 \cdot 10.915875/100 = 3.84 \cdot 10.915875/100 = 0.4191696 \text{ Эрл.}$$

Тогда исходящая нагрузка:

$$Y_{\text{ЛВС } j}^{\text{ИСХ}} = Y_{\text{ЛВС } j} - Y_{\text{ПК } j}, \text{ Эрл,} \quad (2.15)$$

Исходящая от локальной сети нагрузка равна:

$$Y_{\text{ЛВС } j}^{\text{ИСХ}} = 12.450228 - 0.4191696 = 12.0310584 \text{ Эрл.}$$

2.10 Междугородная нагрузка от ТА абонентов ЛВС

Междугородная исходящая нагрузка от ТА локальной сети равна междугородной входящей нагрузке, и ее нужно прибавить к местной нагрузке:

$$Y_{\text{МГ. ЛВС } j} = 0,003 \cdot N, \text{ Эрл} \quad (2.16)$$

где N - число ТА в ЛВС,

$$Y_{\text{МГ. ЛВС } j} = 0,003 \cdot 20 = 0.06 \text{ Эрл.}$$

2.11 Международная нагрузка от ТА абонентов ЛВС

Международная нагрузка от ТА ЛВС равна международной входящей нагрузке, и ее нужно прибавить к местной нагрузке:

$$Y_{\text{ИСХ.МН.ЛВС } j} = Y_{\text{ВХ.МН.ЛВС } j} = 0.006 \cdot N, \text{ Эрл} \quad (2.17)$$

где N-число ТА в ЛВС,

$$Y_{\text{ИСХ.МН.ЛВС } j} = 0,006 \cdot 20 = 0,12 \text{ Эрл.}$$

2.12 Нагрузка к информационной сети «Internet»

Исходящая нагрузка принимается в количестве 0,1 Эрл на один персональный компьютер, а размер входящей нагрузки принимается в количестве 0,2 Эрл на один ПК:

$$Y_{\text{ИСХ.ИНТ.ЛВС } j} = 0,1 \cdot N_{\text{ПК } j}, \text{ Эрл,} \quad (2.18)$$

$$Y_{\text{ВХ.ИНТ.ЛВС } j} = 0,2 \cdot N_{\text{ПК } j}, \text{ Эрл,} \quad (2.19)$$

$$Y_{\text{ИСХ.ИНТ.ЛВС } j} = 0,1 \cdot 30 = 3 \text{ Эрл,}$$

$$Y_{\text{ВХ.ИНТ.ЛВС } j} = 0,2 \cdot 30 = 6 \text{ Эрл.}$$

Общая исходящая нагрузка от одной ЛВС, подключенной к одному порту:

$$Y_{\text{исх.ЛВС } j} = Y_{\text{ЛВС } j}^{\text{исх}} + Y_{\text{мг.ЛВС } j} + Y_{\text{исх.мн.ЛВС } j} + Y_{\text{исх.инт.ЛВС } j}, \text{ Эрл,} \quad (2.20)$$

где j- номер ЛВС.

$$Y_{\text{исх.ЛВС } j} = 12.0310584 + 0.06 + 0.12 + 3 = 15.2110584 \text{ Эрл.}$$

Общая исходящая нагрузка от одной ЛВС, подключенной к одному узлу сети Metro Ethernet:

$$Y_{\text{исх.ЛВС АТС-4,5,6,7,30,36,38}} = (Y_{\text{ЛВС } j}^{\text{исх}} + Y_{\text{мг.ЛВС } j} + Y_{\text{исх.мн.ЛВС } j} + Y_{\text{исх.инт.ЛВС } j}) \cdot 24, \text{ Эрл} \quad (2.21)$$

$$Y_{\text{исх.ЛВС АТС-4,5,6,7,30,36,38}} = 15.2110584 \cdot 24 = 365.0654016 \text{ Эрл.}$$

Все исходящую нагрузку от абонентов сети Metro Ethernet внесем в таблицу 2.5.

Таблица 2.5 – Исходящая нагрузка от абонентов каждого узла сети Metro Ethernet

Наименование узла	Тип абонентов ADSL		ЛВС G.SHDSL	Итого
	Квартирный	Деловой		
АТС-4	15.0677201	10.4420232		25.5097433
АТС-5	15.0677201	10.4420232	365.0654016	390.5751449
АТС-6	15.0677201	10.4420232	365.0654016	390.5751449
АТС-7	15.0677201	10.4420232		25.5097433
IRLCM-30	15.0677201	10.4420232		25.5097433
IRLCM-36	15.0677201	10.4420232		25.5097433
IRLCM-38	15.0677201	10.4420232		25.5097433
Итого				908.6990063

2.13 Расчет количества цифровых потоков для каждого узла

Необходимо определить количество исходящих цифровых потоков для каждого узла, а количество входящих общее.

Для определения числа цифровых потоков (2 Мбит/с) входящих и исходящих на волоконное кольцо сети абонентского доступа для каждого РШ, воспользуемся первой формулой Эрланга [4,5]:

$V_i = E(Y_i, P)$, потоков;

где i – вид абонентов;

Y_i – нагрузка исходящая или входящая от абонентов вида i;

P – потери, их можно принять равными 1%.

Для исходящей связи:

$V_{\text{кан.исх}} = E(Y_{\text{исх } i}, P) = n \text{ каналов.}$

Тогда количество цифровых потоков:

$$V_{\text{исх } i} = V_{\text{кан.исх}}/30, \text{ потоков.}$$

Рассчитаем число каналов для абонентов ЛВС:

$$V_{\text{кан.исх.ЛВСАТС-5,6}} = E(Y_{\text{исх } i}, P) = E(365.0654016; 0,001) = 410/30 = 13,66;$$

$$V_{\text{исх } i} = V_{\text{кан.исх}}/30, = 14 \text{ потоков.}$$

Рассчитаем число каналов для абонентов ADSL:

$$V_{\text{кан.исх.ADSL.ДЕЛнаАТС-4,5,6,7,30,36,38.ТА}} = E(Y_{\text{исх } i}, P) = E(10.4420232; 0,001) = 21;$$

$$V_{\text{кан.исх.ADSL.КВнаАТС-4,5,6,7,30,36,38.ТА}} = E(Y_{\text{исх } i}, P) = E(15.0677201; 0,001) = 27;$$

$$V_{\text{исх } i} = V_{\text{кан.исх}}/30, \text{ потоков} = 21/30 = 1 \text{ поток.}$$

Для входящей связи:

$$V_{\text{кан.вх}} = E(Y_{\text{вх } i}, P) = n \text{ каналов.}$$

Тогда количество цифровых потоков:

$$V_{\text{вх } i} = V_{\text{кан.вх}}/30, \text{ потоков;}$$

$$V_{\text{кан.вх}} = E(Y_{\text{вх } i}, P) = E(908.6990063; 0,001) = 970 \text{ каналов;}$$

$$V_{\text{вх } i} = V_{\text{кан.вх}}/30 = 33 \text{ потоков.}$$

Таблица 2.6 – Количество цифровых потоков для каждого узла сети Metro Ethernet

Кол-во потоков	Тип абонентов ADSL		ВПЛ (G.SHDSL)	Общее число V _{вх}
	Квартирный	Деловой		
АТС-4	27	21	-	33
АТС-5	27	21	14	
АТС-6	27	21	14	
АТС-7	27	21	-	
IRLCM-30	27	21	-	
IRLCM-36	27	21	-	
IRLCM-38	27	21	-	
Общее число V _{исх}	189	147	28	364

2.14 Расчет количества пользователей в секторе

Произведем расчет количества пользователей в секторе между базовой станцией блоками BR и абонентскими терминалами FAR (тип системы “точка-много точек”). Расчет производится для каждого сектора. При расчете будем учитывать, что абоненты в зоне обслуживания базовой станции распределены равномерно по трем секторам действия антенны базовой станции [9].

Исходные данные для расчета:

Нагрузка от одного абонента, $\alpha=0,1$ Эрланг;

Вероятность потери вызова, $P_{\text{в}}=0,1$;

Количество радиоканалов, $V=55$ каналов.

Для решения этой задачи воспользуемся математическими моделями системы массового обслуживания (СМО). Данную систему рассмотрим с помощью модели Энгсета. Рассматривается следующая математическая модель. Линию радиосвязи между базовой станцией (БС) и абонентскими терминалами (МС), в системе можно представить как блокируемую коммутационную систему. На блокируемую коммутационную систему, имеющую V полнодоступно включенных каналов, поступает поток вызовов от N абонентов. Время обслуживания одного вызова – случайная величина, распределенная по показательному закону. Дисциплина обслуживания – с явными потерями вызовов. Число занятых каналов $j(j=0, V)$ назовем состоянием исследуемой системы. В каждый момент времени на систему состоянием j поступает нагрузка с интенсивностью α . При поступлении вызова или окончании его обслуживания система скачкообразно переходит из одного состояния в другое. Вызов, поступивший от конкретного свободного источника, будет потерян, если в этот момент заняты все V линий. Эта занятость должна быть обеспечена остальными $N-1$ источниками. Поскольку поступление вызова от свободного источника происходит чисто случайным образом, то вероятность потери вызова $P_{\text{в}}$ зависит от числа источников N , числа каналов V , и нагрузки α создаваемой одним абонентом таким образом $P_{\text{в}}(N, V, \alpha)$.

Для расчета требуемого числа радиоканалов воспользуемся формулой расчета вероятности потери вызова:

$$P_{\text{в}} = \frac{C_N^V \cdot \alpha^V}{\sum_{j=0}^V C_N^j \cdot \alpha^j}, \quad (2.22)$$

где C_N^V – биномиальный коэффициент.

$$C_N^V = \frac{N!}{V!(N-V)!}, \quad (2.23)$$

$$C_N^j = \frac{N!}{j!(N-j)!}, \quad (2.24)$$

Выражение (2.22) называют формулой Энгсета.

Данный расчет является трудоемким поэтому для удобства его выполнения используем программный метод расчета на персональном компьютере. Результат работы программы приведен на рисунке 2.3.

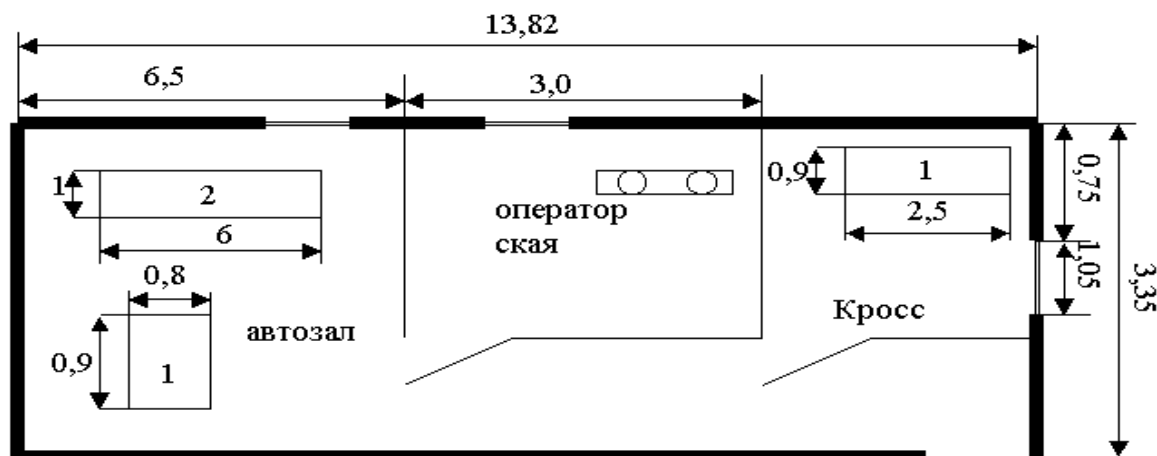
Расчет количества абонентов в секторе	
Количество радиоканалов	50
Нагрузка на одного абонента	0,1
Вероятность потери вызова	0,1
	Расчитать
Количество абонентов в секторе	595

Рисунок 2.3 – Результат работы программы

3 Безопасность жизнедеятельности

3.1 Анализ условий труда в производственном помещении

Аппаратура будет установлена в здании действующего центрального офиса. Помещение, где будет располагаться станция находится на первом этаже здания и удовлетворяет требованиям организации производственного процесса. План помещения приведён на рисунке 3.1:



1 – система передач; 2 – аппаратура; 3 – кросс

Рисунок 3.1 – План помещения автозала и операторской комнаты

Проектируемое помещение относится к помещению с повышенной опасностью, так как существует возможность одновременного прикосновения к металлоконструкциям, аппаратам имеющим соединения с землёй, и к металлическим корпусам оборудования.

Основная деятельность предприятия – обслуживание, распределение и обеспечение связи.

В автозале и операторской преобладает естественное боковое освещение, что является недостаточным для обеспечения комфортной световой среды для труда. Поэтому необходимо предусмотреть искусственное освещение для достижения нормального значения освещенности в 200лк для автозала и 300лк для операторской.

На верхней панели стativa расположены подключенные кабели электропитания, предохранители и тумблеры.

Оборудование может устанавливаться на фальшпол и без него, соответственно подача кабелей в стative может быть снизу или сверху. В нашем случае не предусматривается установка фальшпола, и подача кабелей будет производиться сверху.

Работа внедряемой аппаратуры цифровой станции представляет собой процесс экологически чистый в результате применения совершенного оборудования и технического процесса, никаких вредных

выбросов ни в атмосферу, ни в виде промышленных стоков не производится.

Штат, обслуживающий оборудование будет составлять четыре человека. Среди мероприятий, направленных на создание рациональных условий трудового процесса, важное значение имеет режим труда и отдыха. Продолжительность рабочего дня составляет восемь часов при пятидневной рабочей неделе. При восьми часовом рабочем дне организованы два пятнадцатиминутных перерыва, первый после двух часов с начала работы и второй за два часа до окончания работы. Продолжительность обеденного перерыва один час.

Так как помещение автозала обслуживается постоянно, то необходимы постоянные рабочие места, которые будут располагаться в операторской комнате.

3.2 Планирование рабочего места

При конструировании рабочего места оператора создадим следующие условия: достаточное рабочее пространство для работающего человека, позволяющее осуществлять все необходимые движения и перемещения при эксплуатации и техническом обслуживании оборудования; достаточные физические, зрительные и слуховые связи между работающим человеком и оборудованием, а также между людьми в процессе выполнения общей трудовой задачи; оптимальное размещение рабочих мест в производственных помещениях, а также безопасные и достаточные проходы для работающих людей; необходимое естественное и искусственное освещение для выполнения трудовых задач, технического обслуживания; допустимый уровень акустического шума и вибрации, создаваемых оборудованием рабочего места или другими источниками шума и вибрации [12].

На рабочем месте оператора используем:

- средства отображения информации (дисплей);
- средства ввода информации (клавиатура, различные манипуляторы);
- средства связи и передачи информации (телефонный аппарат, модем);
- средства документирования и хранения информации (принтеры, дисковые накопители);
- вспомогательное оборудование.

Рабочее место оператора организуем следующим образом. Дисплей оборудован поворотной площадкой, позволяющей перемещать его в горизонтальной и вертикальной плоскостях. Дисплей разместим на столе так, чтобы расстояние наблюдения информации на экране было в пределах 450-500 мм. Экран дисплея расположим так, чтобы угол между нормалью к центру экрана и горизонтальной линией взгляда составлял 20 градусов. Клавиатуру расположим на столе или подставке так, чтобы высота клавиатуры по отношению к полу составляла 650-800 мм, наклон клавиатуры сделаем в пределах 5-10 градусов. При размещении компьютера на стандартном столе

используем кресло с регулируемой высотой сиденья (от 380 до 450-500 мм) и подставку для ног.

Средства документирования расположим справа от оператора в зоне максимальной досягаемости, а средства связи – слева, чтобы освободить правую руку для записей.

Деятельность оператора имеет сложную структуру, меняющуюся в процессе функционирования, и связана с необходимостью получения и реализации информации. В общем случае деятельность оператора складывается из четырёх основных этапов: ввод, запрос, приём информации, обработка данных.

Деятельность оператора при приёме информации связана с восприятием информации о состоянии объекта управления и внешней среды, а его действия заключаются в обнаружении, выделении познании сигналов. При обработке данных, деятельность оператора направлена на анализ обобщение поступающей информации, сопоставление требуемого и текущего состояния системы. На этом этапе выполняются действия, связанные с запоминанием извлечением из памяти и декодированием информации. Таким образом, на этих двух этапах деятельность оператора связана с восприятием информационной модели. Экран дисплея, документы и клавиатура располагаются так чтобы перепад яркостей поверхностей зависящий от расположения относительно источника света не превышал 1:10 (оптимальное значение 1:3). При нормальных значениях яркостей на экране 50-100 кг/м² освещённость документа составляет 300-500 лк. Яркость фона, обеспечивающая наивысшую остроту зрения, составляет 104 кг/м². При различии сложных объектов яркость составляет 300 кг/м². Резкое падение остроты зрения имеет место при яркости менее 10 кг/м². Максимальный допустимый перепад яркости в поле зрения операторов не превышает 1:100. Оптимальное соотношение 20:1 между источником света и ближайшим окружением и 40:1 между самым светлым и самым тёмным участком изображения [12].

Рабочее место рассчитывается на работу оператора сидя, стоя, сидя-стоя попеременно.

При работе оператора с ограниченной подвижностью, рабочей зоной 380-500 мм, усилием $H < 50$, малой статистической утомляемостью, более спокойном положении рук и возможностью выполнения более точной работы, рекомендуется работать сидя за пультом, с наклоном дисплея 60 градусов, с расстоянием: дисплея от пола 70 см., сидения от пола 45 см.

При работе с возможностью периодического изменения позы, усилием $50 < H < 100$, рабочей зоной 500-700 мм, достаточно большом обзоре и зоне досягаемости, рекомендуется работать сидя-стоя (попеременно), с наклоном дисплея 45 градусов, расстоянием: дисплея от пола 100 см., от пола до сидения 70 см., и подставкой для ног 25 см.

При работе большой свободной позы и движений, рабочей зоной 750 мм, усилием $100 < H < 120$, с большим обзором и для лучшего использования

силы, рекомендуется работать стоя с наклоном дисплея 30 градусов и расстоянием от пола 100 см.

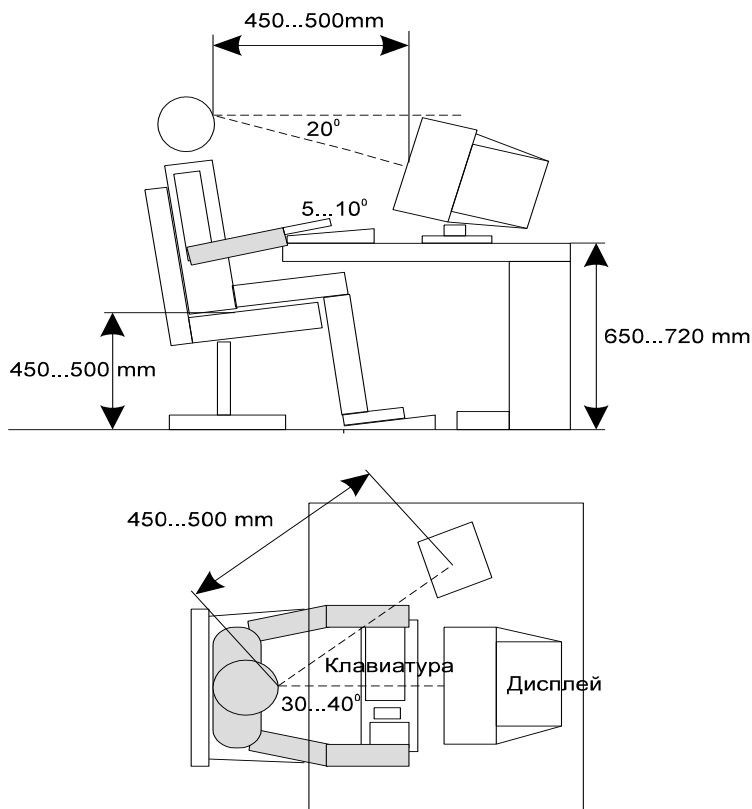


Рисунок 3.2 – Рабочее место оператора

3.3 Выбор источника света и расчет светового потока

3.3.1 Расчет естественного освещения

Рассчитаем площадь боковых световых проемов операторской комнаты, необходимой для создания нормируемой освещенности на рабочих местах.

Исходные данные: Комната имеет размеры 3×3,35 м., высота 3 м. высота рабочей поверхности над уровнем пола 1 м. Окна начинаются с высоты 1 м., высота окон – 1 м. Предприятие находится в Джембульской области, т.е. IV световой пояс. Затеняющее здание находится на расстоянии 12 м.

Общую площадь окон определим по формуле 3.1 [16]:

$$100 \frac{S_0}{S_n} = \frac{l_n \cdot \eta_0}{\tau_0 \cdot r_0} \cdot K_{зд} \cdot K_z, \quad (3.1)$$

где S_n – площадь пола помещения, м²;

l_n - нормированное значение КЕО (таблица 1.2 [16]);

K_z – коэффициент запаса (таблица 1.10 [16]);

$K_{зд}$ – коэффициент, учитывающий затенение окон противостоящими зданиями (таблица 1.7 [16]);

τ_0 - общий коэффициент светопропускания (таблица 1.5 [16]);

η_0 - световая характеристика окон (таблица 1.3 [16]);

r_1 – коэффициент, учитывающий повышение КЕО при боковом освещении благодаря свету, отраженному от поверхностей помещения и подстилающего слоя, прилегающего к зданию (таблица 1.6 [16]);

Определим значения всех составляющих, пользуясь таблицами:

$$S_n = B \cdot l = 3 \cdot 3,35 = 10,05 \text{ м}^2$$

$$l_n^{IV} = l_n^{III} \cdot m \cdot c = 1,5 \cdot 0,8 \cdot 0,75 = 0,9$$

Определим η_0 . Отношение длины к глубине = $3/3,35 = 0,9$

Отношение $B/h = 3/2 = 1,5$

$h_1 = 1 + 1 = 2 \text{ м.}$, т.к. окна начинаются с высоты 1 м.

Отсюда $\eta_0 = 15$

В качестве светопропускающего материала используем пустотелые стеклянные двойные открывающиеся блоки, вид несущих покрытий - стальная ферма. Принимаем следующие значения:

$$\tau_1 = 0,8 \quad \tau_3 = 0,9$$

$$\tau_2 = 0,75$$

$$\tau_0 = \tau_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_{31} = 0,8 \cdot 0,75 \cdot 0,9 = 0,54$$

Средний коэффициент отражения примем $\rho_{cp} = 0,5$

Определяем значение r_1 :

$$\frac{B}{h_1} = \frac{3}{2} = 1,5$$

$$\frac{l}{B} = \frac{3,35}{3} = 1,116$$

Принимаем $r_1 = 1,9$.

Рядом стоящее здание находится на расстоянии $P = 12 \text{ м.}$

$H_{зд} = 5$

$P/H_{зд} = 12/5 = 2,4$

Определяем $K_{зд} = 1,1$.

Коэффициент запаса принимаем $K_3 = 1,3$.

$$S_0 = \frac{10,05 \cdot 0,9 \cdot 15}{100 \cdot 0,54 \cdot 1,9} \cdot 1,1 \cdot 1,3 = 1,89 \text{ м}^2.$$

Таким образом, для нормируемого естественного освещения операторской комнаты достаточно одного окна 1×2 м.

3.4 Расчет искусственного освещения в автозале и операторской

Для расчета общего равномерного освещения горизонтальных поверхностей при отсутствии крупных затеняющих предметов используем метод коэффициента использования [16].

Расчет произведем для автозала. Исходные данные автозала:

– ширина комнаты, $B = 3,35$ м;

– длина комнаты, $L = 6,5$ м;

– высота комнаты, $H = 2,8$ м.

Необходимое количество N , светильников:

$$N = \frac{E \cdot K_3 \cdot S \cdot Z}{n \cdot \Phi_{\text{л}} \cdot \eta}, \quad (3.2)$$

где E – заданная минимальная освещенность, для автозала согласно «Нормам освещенности рабочих мест», $E = 200$ лк;

K_3 – коэффициент запаса, при искусственном освещении газоразрядными лампами в автозале, $K_3 = 1,5$;

S – освещаемая площадь, м^2 ;

Z – коэффициент неравномерности освещения $Z = 1,1 \div 1,2$;

n – количество ламп в светильнике, равно единице;

$\Phi_{\text{л}}$ – световой поток, для ламп типа ЛД номинальной мощностью 65Вт, $\Phi_{\text{л}} = 3570$ лм;

η – коэффициент использования.

В практике расчетов значение η находится из таблицы 2.2, связывающих геометрические параметры помещения (индекс помещения i) с их оптическими характеристиками (коэффициент отражения). Для нашего автозала $\rho_{\text{пот}} = 70\%$, $\rho_{\text{ст}} = 50\%$, $\rho_{\text{п}} = 30\%$.

Индекс помещения i определяется:

$$i = \frac{A \cdot B}{h \cdot (A + B)} \quad (3.3)$$

где A – длина помещения, м;

B – ширина помещения, м;

h – расчетная высота, $h = 2,8 - 0,7 = 2,1$ м.

Подставим данные в формулу:

$$i = \frac{6,5 \cdot 3,35}{2,1 \cdot (6,5 + 3,35)} = 1,05 \text{ м},$$

Коэффициент использования $\eta = 68\%$.

Подставляя в формулу все значения, определим количество люминесцентных ламп.

$$N = \frac{200 \cdot 1,5 \cdot 21,78 \cdot 1,2}{3570 \cdot 0,68} = 4 \text{ лампы},$$

При длине зала 6,5м размещаем светильники в два ряда, в первом и втором рядах по два светильника, с расстоянием между светильниками 1,6м и с расстоянием от стены 0,88м. Схема расположения светильников в автозале показана на рисунке 3.3.

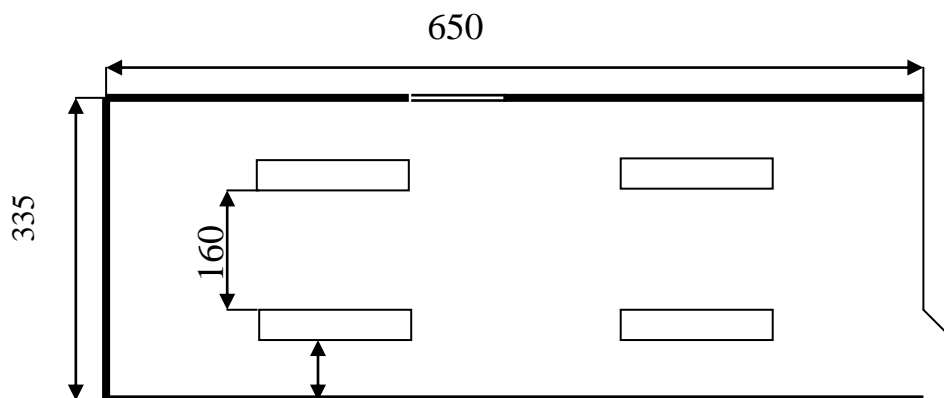


Рисунок 3.3 – Размещение светильников в автозале

Произведём расчёт искусственного освещения для комнаты техобслуживания аналогично расчету для автозала.

Исходные данные:

- длина комнаты, $L = 3,0$ м;
- ширина комнаты, $B = 2,25$ м;
- высота комнаты, $H = 2,8$ м;
- заданная минимальная освещенность, $E = 300$ лк;
- коэффициент запаса, $K_3 = 1,5$;
- площадь комнаты, $S = 6,75$ м²;
- коэффициент неравномерности освещения, $Z = 1,2$;
- световой поток, для ламп типа ЛД номинальной мощностью 65Вт, $\Phi_{\text{л}} = 3570$ лм.

$$i = \frac{6,75}{2 \cdot (3 + 2,25)} = 0,64 \text{ м},$$

Коэффициент использования $\eta = 50\%$.

Количество люминесцентных ламп:

$$N = \frac{300 \cdot 1,5 \cdot 6,75 \cdot 1,2}{3570 \cdot 0,50} = 3 \text{ лампы},$$

При длине комнаты 3,0 м размещаем светильники в один ряд, с расстоянием между светильниками 1,0 м и с расстоянием от стены 1,125 м.

Схема расположения светильников в комнате техобслуживания показана на рисунке 3.4

Для искусственного освещения выбираем люминесцентные лампы типа ЛД которые обладают рядом достоинств: значительная световая отдача, продолжительный срок службы (до 10000 ч), благоприятный спектральный состав света, малая яркость светящихся поверхностей. Лампы широко применяются для освещения рабочих мест при выполнении точных работ.

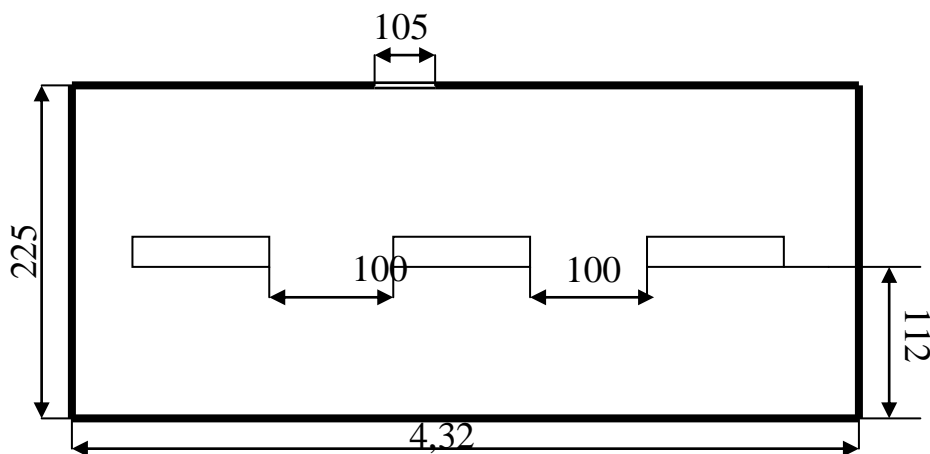


Рисунок 3.4 – Расположение светильников в комнате техобслуживания

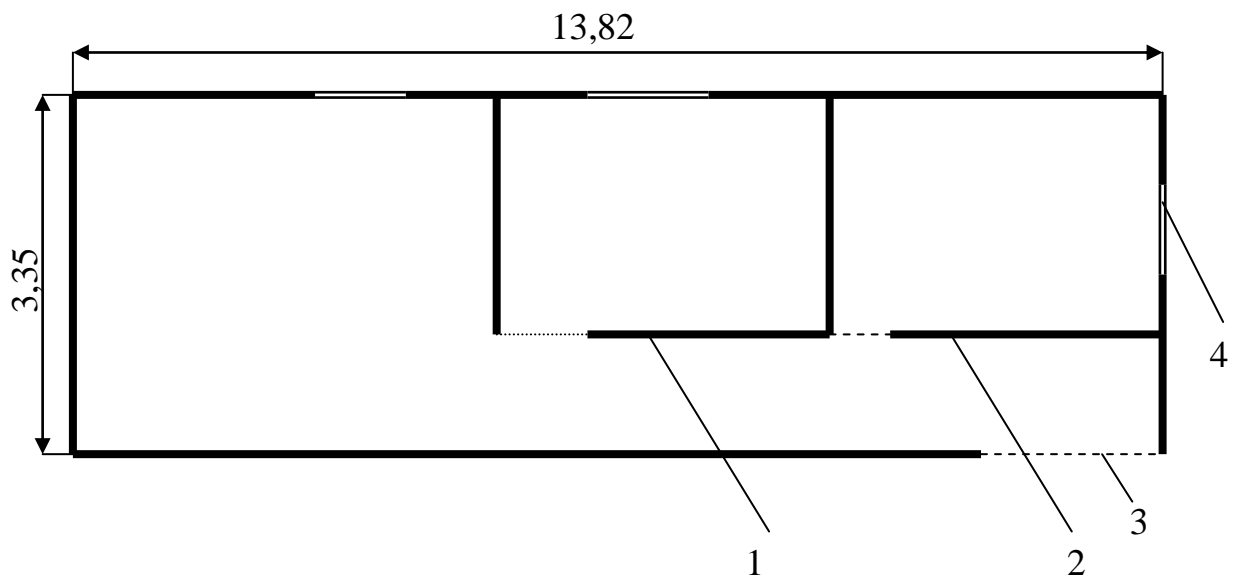
3.5 Потенциальная опасность поражения током

3.5.1 Расчет защитного заземления

Электропитание системы осуществляется от стандартной трехфазной сети с напряжением 380В, на станции с помощью выпрямителей напряжение преобразуется постоянное рабочее - 60В. Для защиты от пробоя на корпус применяется защитное заземление.

В качестве мер для обеспечения электростатической безопасности при эксплуатации оборудования, в случае прикосновения к металлической нетоковедущей части оборудования оказавшейся под напряжением вследствие пробоя изоляции, необходимо заземлить оборудование станции.

Тип заземления – контурный, при котором заземлители располагаются по контуру.



1 – операторская; 2 – кросс; 3 – дверь; 4 – окно.

Рисунок 3.5 – План здания

Контур состоит из вертикальных электродов – стальных труб длиной $l_b = 2$ м, диаметром $d = 50$ мм, соединенных горизонтальной полосой длиной равной периметру контура:

$$L_z = P_k = (A + B) \cdot 2 \quad (3.4)$$

Подставляя значения в формулу (3.4) получим:

$$L_z = P_k = (13,82 + 3,35) \cdot 2 = 35 \text{ м},$$

В качестве горизонтального электрода применим стальную полосу сечением 40×4 мм. Глубина заложения электродов в землю $t_0 = 0,6$ м. Удельное сопротивление грунта $\rho = 100$ Ом/м. В качестве естественного заземлителя применяются железобетонная арматура сопротивлением $R_c = 20$ Ом.

Ток замыкания на землю $I_3 = 70$ А.

Расчет производим по методу коэффициента использования [15].

Требуемое сопротивление растеканию заземлителя ПУЭ:

$$R_3 = \frac{125}{I_3}, \quad (3.5)$$

$$R_3 = \frac{125}{70} = 1,78 \text{ Ом},$$

Величину требуемого сопротивления искусственного заземления определяем по формуле:

$$R_{TP} = (R_3 \cdot R_E) / (R_E - R_3), \quad (3.6)$$

$$R_{mp} = \frac{20 \cdot 1,78}{20 - 1,78} = 1,95 \text{ Ом},$$

Для того, чтобы на плане разместить заземлители на определенном расстоянии один от другого, определим их число:

$$n_B = \frac{P_K}{a}, \quad (3.7)$$

где a – расстояние между вертикальными заземлителями, применяется по условию $a/l_B = 1; 2; 3$, в данном случае принимаем, $a = 2$ м.

Подставив значения в формулу, получим:

$$n_B = \frac{35}{2} = 18 \text{ штук},$$

Расчетное удельное сопротивление грунта для вертикальных и горизонтальных электродов определим по формуле:

$$P_{расч.в} = k_C \cdot P, \quad (3.8)$$

где k_C - коэффициент сезонности, учитывающий промерзание и высыхание грунта и зависящий от климатической зоны для Казахстана - $k_C = 1,4$; $k_C' = 2,5$.

Данные значения подставим в формулу:

$$P_{расч.в} = 1,4 \cdot 100 = 140 \text{ Ом} \cdot \text{м},$$

Расчетное сопротивление растеканию электродов – вертикального R_B :

$$R_B = \frac{P_{расч.в}}{2\pi \cdot l_b} \cdot \left(\ln \frac{2l_b}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4t+1}{4t-1} \right), \quad (3.9)$$

где t – расстояние от поверхности земли до середины трубы и определяется по формуле:

$$t = t_0 + \frac{L}{2} = 0,6 + \frac{35}{2} = 18 \text{ м}, \quad (3.10)$$

$$R_B = \frac{140}{2 \cdot 3,14 \cdot 2} \left(\ln \frac{2 \cdot 2}{0,5} + \frac{1}{2} \ln \frac{4 \cdot 18 + 1}{4 \cdot 18 - 1} \right) = \frac{140}{12,56} \cdot 2,1 = 23,4 \text{ Ом} \cdot \text{м},$$

Расчетное сопротивление растекания электродов – горизонтального R_Γ :

$$R_\Gamma = \frac{P_{расч.\Gamma}}{2\pi \cdot L_\Gamma} \cdot \ln \frac{L_\Gamma^2}{dt}, \quad (5.11)$$

$$R_\Gamma = \frac{250}{2 \cdot 3,14 \cdot 35} \ln \frac{35^2}{0,15 \cdot 18} = 5,5 \text{ Ом},$$

Определим по таблице 13.5 [15] коэффициенты использования вертикального и горизонтального электродов: $\eta_B = 0,7$; $\eta_\Gamma = 0,54$.

Сопротивление группового заземляющего устройства $R_{ГП}$ с учетом горизонтальной полосы найдем по формуле:

$$R_{ГП} = \frac{R_B \cdot R_\Gamma}{R_B \cdot \eta_\Gamma + R_\Gamma \cdot n_B \cdot \eta_B}, \quad (5.12)$$

$$R_{ГП} = \frac{23,4 \cdot 5,5}{23,4 \cdot 0,54 + 5,5 \cdot 18 \cdot 0,7} = 1,57 \text{ Ом},$$

Сопротивление группового заземляющего устройства должно быть не больше его максимально допустимого значения, установленного для данного оборудования $R_{ТП}$: $R_{ТП} \geq R_{ГП}$

Расхождение между требуемым и расчетным сопротивлением заземлителя равно:

$$\Delta R = R_{ТП} - R_{ГП} = 1,95 - 1,57 = 0,38 \text{ Ом}. \quad (5.13)$$

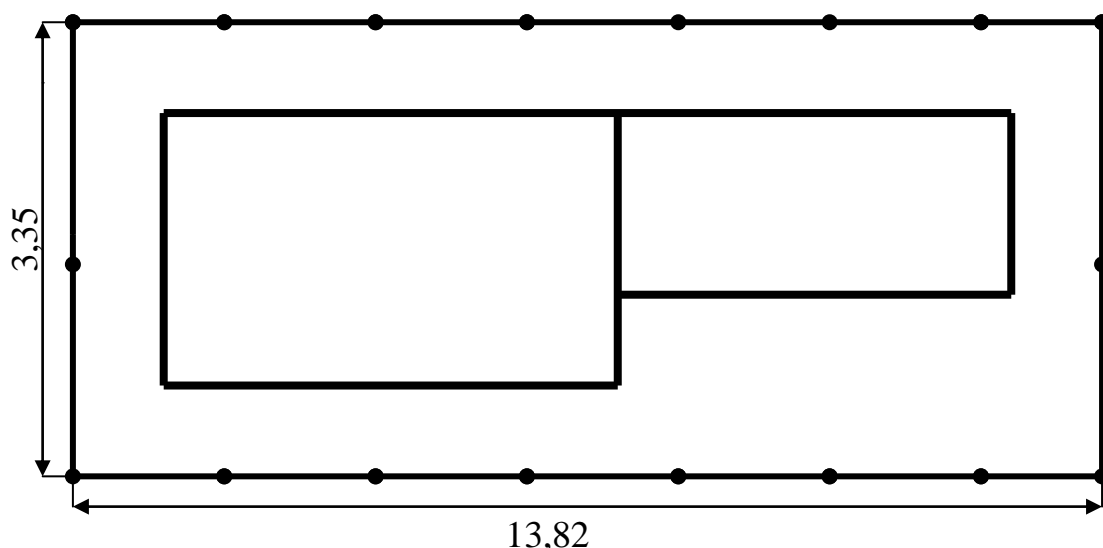


Рисунок 3.6 – Схема расположения заземляющего контура

На рисунке 3.6 изобразим схему расположения заземлителей. Расстояние между заземлителями $a = 1,67$ м, количество заземлителей $n_B = 18$ штук. В качестве заземляющих проводников принимаем полосовую сталь сечением 48 мм^2 .

5.6 Меры по обеспечению пожарной безопасности

5.6.1 Оснащение автозала противопожарными средствами

Наряду с искусственным освещением в автозале необходима система пожарной охраны. Требования к системе пожарной охраны: высокая надежность, быстрое срабатывание, для ручной системы: удобство в использовании; расположение в соответствии с требованиями пожарных нормативов.

В зависимости от технологических процессов, по взрывоопасной и пожарной опасности помещения и здания подразделяются на пять категорий: А, Б, В, Г, Д.

Объекты связи (ЛАЦ, автозал) относятся к категории В. К категории В относятся помещения, в которых на половине площади производственного помещения технологический процесс связан с применением твердых сгораемых веществ и материалов с температурой вспышки паров 61°C , горючей пыли с нижним концентрационным пределом воспламенения более 65 г/куб. м [14].

Причины пожаров могут быть электрического и неэлектрического характеров. К причинам электрического характера относят искрение в электрических аппаратах, токи коротких замыканий и значительные перегрузки проводов и обмоток электрических устройств, вызывающие их нагрев до высокой температуры, плохие контакты в местах соединения проводов, приводящие к увеличению переходного сопротивления, на котором выделяется большое количества тепла, электрическая дуга, возникающая во время дуговой электрической сварки или в результате ошибочных операций с

коммутационной аппаратурой, выделение кислорода и водорода при зарядке аккумуляторных батарей.

Причиной пожаров неэлектрического характера является неправильное обращение с аппаратурой газовой сварки и паяльными лампами, а так же неправильное разогревание кабельных масс и пропиточных составов, неисправность отопительных приборов и нарушение режимов их работы, неисправность производственного оборудования и нарушения технологического процесса, в результате которого возможно выделение горючих газов, паров и пыли в окружающую среду, курение в непредназначенных для этого местах, самовоспламенение оборудования.

На предприятии связи устанавливается электрическая пожарная сигнализация, к которой относятся [14]:

- приборы - извещатели, устанавливаемые на территории предприятия;
- приёмные пункты пожарной сигнализации;
- электропроводная сеть, соединяющая все извещатели с приёмной станцией.

Извещатели пожара делятся на извещатели ручного действия, предназначенные для выдачи дискретного сигнала при нажатии соответствующей пусковой кнопки, и извещатели автоматического действия - для выдачи дискретного сигнала при достижении заданного значения физического параметра.

Параметры, при изменении которых срабатывают автоматические извещатели различны. Для фотоэлектрического и радиоизотопного извещателя типа ИДФ-1М таким параметром является задымлённость помещений. Для теплового извещателя типа ИП104-1 этот параметр - температура в помещении.

Автоматические извещатели монтируются, как правило, на потолках помещений, а также в нишах стен и перекрытий, на оборудовании.

Извещатели устанавливаются в зоне наиболее вероятного загорания и в местах возможного скопления горячего воздуха и дыма, на пути следования конвективных потоков продуктов горения. При этом следует учитывать потоки воздуха, вызванные приточной или вытяжной вентиляцией.

Приёмные пункты пожарной сигнализации устанавливаются в помещениях пожарной или сторожевой охраны или в других помещениях с круглосуточным дежурством.

К линейным сооружениям пожарной сигнализации относятся кабели и провода, прокладываемые от извещателей до приёмных пультов, а также распределительные и оконечные устройства.

Как правило, в сетях пожарной сигнализации не разрешается применять воздушные линии.

Для системы пожарной сигнализации используются кабели комплексной системы слаботочной сети или самостоятельные кабели. Кабели за пределами зданий прокладывают в телефонных траншеях. Внутри здания - на высоте не менее 2,5 метров (по бортам, карнизам). Во

взрывоопасных помещениях кабели нужно прокладывать в газовых трубах. Исправность систем пожарной сигнализации в процессе их эксплуатации контролируют специалисты пожарного контроля.

Для тушения электроустановок, находящихся под напряжением, нельзя применять воду без специальных мер защиты людей от поражения электрическим током через струю воды.

Для тушения пожаров в закрытых помещениях рекомендуется применять водяной пар, который может быть использован для тушения различных твёрдых и жидких веществ.

Для тушения электроустановок эффективным химическим средством является углекислота. При быстром испарении углекислоты образуется снегообразная масса, которая, будучи направлена в зону пожара, снижает концентрацию кислорода и охлаждает горящее вещество.

Ручные углекислотные огнетушители типов ОУ-2, ОУ-5 и ОУ-8 конструктивно отличаются ёмкостью баллона соответственно 2, 5 и 8 л. Они приводятся в действие вручную открыванием запорного вентиля путём вращения маховика против часовой стрелки. Эти огнетушители предназначены для тушения небольших очагов пожара, применяются в закрытых помещениях и могут быть использованы в электроустановках, находящихся под напряжением, вследствие низкой электропроводности углекислоты.

Все огнетушители подвергаются периодической проверке и перезарядке.

Согласно [14] в автозале устанавливается пожарный извещатель. Согласно пункту 4.10 [14] площадь, контролируемая одним дымовым пожарным извещателем и стеной определяется по таблице 4.10 [14], но не превышает величин, указанных в технических условиях на извещатели.

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

При высоте автозала 3,5 м, площадь, контролируемая одним извещателем, составляет 10 м².

Определим количество ДИП-3 по формуле:

$$M = Ц \times [S/S_0], \quad (3.14)$$

где Ц - округление до большего ближайшего целого числа;

S - площадь ЛАЦ, м²;

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

$$M = Ц \times [36/10] \sim 3 \text{ шт.}$$

Исходя из практического опыта, приходим к выводу, что извещателей требуется больше, чем 3 штук. Это оптимальное расположение извещателей, их оказалось 4 шт.

4 Бизнес план проекта

4.1 Цель проекта

Цель проекта – предоставление абонентам города Екибастуз телефонную сеть нового поколения на базе новых передовых технологии. Как всем известно для усовершенствования проекта нам необходимо капитальные вложения в общей сумме 21 837 657 тенге.

Существующие сети так как не в полном объеме удовлетворяют спрос населения, в том числе юридических лиц на доступ сети Интернет и высококачественного видео и телевидения.

При внедрении данной технологии абоненты могут получить следующие преимущества:

- высокоскоростную городскую магистральную сеть;
- предоставление технологий последней мили (xDSL) к потребителям;
- увеличение зоны охвата города;
- экономия денежных средств за счет новой технологии по сравнению с другими;
- быстрота в модернизации;
- высокий потенциал;
- быстрая окупаемость проекта.

4.2 Описание проекта

Применение системы доступа Metro Ethernet является очень перспективными для развития связи, т.к. при этом улучшаются качественные показатели, значительно расширяется спектр предоставляемых услуг, уменьшаются контрольные сроки устранения повреждений, даже при увеличении объема оборудования требуется меньше количество обслуживающего персонала. По данным компании выпускающей данное оборудование, для обслуживания аппаратуры емкостью 200000 номеров требуется 5 человек.

Для реализации данного проекта было выбрано оборудование абонентского широкополосного доступа компании HUAWEI.

4.3 Услуги

Цифровые сети абонентского широкополосного доступа по технологии Metro Ethernet имеют ряд преимуществ перед другими сетями:

- упрощение сети за счет использования универсального оборудования;
- надежность и самовосстанавливаемость сети за счет использования
 - высоконадежных волоконно – оптических кабелей, использование режимов работы оборудования и сетей в целом, применение для построения сетей архитектурных решений, обеспечивающих возможность самовосстановления;
 - 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 мощности.

Указанные преимущества позволяют предоставлять пользователям следующие услуги:

- предоставление высокоскоростного Интернета на базе современных технологии, таких как услуги ADSL, VDSL, с арендой модема и без;
- выделение высокочастотных сетей связи, обеспечивающих передачу в цифровой форме аудио и видеoinформации, объединение локальных корпоративных сетей для различных учреждений и предприятий;
- объединение в рамках выделенной сети распределенных вычислительных и коммуникационных ресурсов (баз данных, узлов электронной почты, центров коммутации пакетов);
- для реализации данного проекта необходимо следующее оборудование в сумме 17 060 670 тенге (Приложение А).

4.4 Расчет капитальных расходов

Капитальные затраты определяются по формуле [18]:

$$K_{ВЛ} = Ц_0 + K_{тр} + K_{мон} + K_{зч} \quad (4.1)$$

где $Ц_0$ – оптовая цена оборудования;

$K_{тр}$ – стоимость перевозки к месту эксплуатации;

$K_{мон}$ – стоимость монтажа оборудования на месте эксплуатации;

$K_{зч}$ – стоимость запчастей.

Оптовая цена оборудования:

$\Pi_0 = 17\,060\,670$ тенге.

Стоимость монтажа 20% от стоимости оборудования:

$$K_{\text{мон}} = 17\,060\,670 \cdot 0,2 = 3\,412\,134 \text{ тенге.}$$

Стоимость перевозки оборудования к месту эксплуатации 3% от стоимости оборудования:

$$K_{\text{тр}} = 17\,060\,670 \cdot 0,03 = 511\,820 \text{ тенге}$$

Стоимость запчастей 5% от стоимости оборудования:

$$K_{\text{зч}} = 17\,060\,670 \cdot 0,05 = 853\,033 \text{ тенге.}$$

Капитальные затраты:

$$K_{\text{вл}} = 17\,060\,670 + 3\,412\,134 + 511\,820 + 853\,033 = 21\,837\,657 \text{ тнг.}$$

4.5 Расчет отчисления на социальные нужды

Расходы по заработной плате определяются по формуле:

$$\text{ФОТ} = \text{ЗП} \cdot \text{Р} \cdot 12$$

где ФОТ - фонд оплаты труда;

Р - штат;

12 – количество месяцев в году.

Рассмотрим ниже в таблице 4.1 месячную и годовую зарплату работников обслуживающих оборудование Metro Ethernet.

Таблица 4.1 – Месячная и годовая зарплата работников

Наименование должностей	Количество штатных единиц, чел	Месячная зарплата, тенге	Годовая заработная плата, тенге
Ведущий инженер	1	80000	960000
Инженер 1 категории	2	60000	1440000
Инженер 2 категории	2	50000	1200000
Итого	5	300000	3600000

Основная заработная плата составила 3600000 тенге.

Дополнительная заработная плата, премиальные выплаты и т.п. составляют – 10% от основной заработной платы. Она составила 360000 тенге. Таким образом фонд оплаты труда составил [19]:

$$\text{ФОТ} = 3600000 + 360000 = 3960000 \text{ тенге.}$$

Рассчитаем отчисления на социальные нужды.

Социальный налог определяется в размере 11% от фонда оплаты труда:

$$C_n = (\text{Осн.з/п} + \text{Доп.з.п}) \cdot 11 / 100\% \quad (4.2)$$

где $O_{\text{сн з/п}}$ – основная заработная плата;

Доп. з.п - дополнительная заработная плата составляет 10%.

$$C_n = 3960000 \cdot 0.11 = 435600 \text{ тенге}$$

Затраты на материалы и запасные части составляют 5 % от стоимости оборудования:

$$M = C_o \cdot 5 / 100 \quad (4.3)$$

где C_o -цена оборудования.

$$M = 17585726,6 \cdot 0,05 = 879286,33 \text{ тенге.}$$

Затраты на электроэнергию рассчитываются по формуле:

$$\Xi_n = (I \cdot U \cdot n / \eta \cdot K_k \cdot 100) \cdot 8760 \cdot 8,92 \quad (4.4)$$

где I – потребляемый ток в ЧНН на 3000 номеров $I = 15\text{A}$;

U – станционное напряжение питания, $U = 48\text{В}$;

n – число тысячных групп;

η – КПД выпрямительной установки, $\eta = 0,7$;

K_k – коэффициент концентрации, $K_k = 0,11$;

8760 – часов в году;

8,92 тенге – тариф за электроэнергию;

$$\Xi_n = (15 \cdot 48 \cdot 6,4 / 0,7 \cdot 0,11 \cdot 1000) \cdot 8760 \cdot 8,92 = 2013061,65 \text{ тенге.}$$

Амортизационные отчисления определяются на основе капитальных затрат и норм амортизационных отчислений которая составляет 15%:

$$A = a \cdot C_o$$

где а – норма амортизационного отчисления;
 C_0 – стоимость оборудования;

$A = 3376459,5$ тенге.

4.6 Расчет эксплуатационных расходов

Таблица 4.2 — Эксплуатационные расходы

Наименование показателей	Значение
ФОТ, тенге	3960000
Социальный налог, тенге	435600
Затраты на материалы, тенге	879286,33
Электроэнергия, тенге	2013061,65
Амортизационное отчисление, тенге	3376459,5
ИТОГО, тенге	10664407,48

$$\mathcal{E}_p = \Phi_{от} + C_3 + M + \mathcal{E}_л + A \quad (4.5)$$

где \mathcal{E}_p – эксплуатационные расходы;
 $\Phi_{от}$ – фонд оплаты труд;
 C_3 – социальный налог;
 M – расходы на материалы, запасные части и текущий ремонт;
 $\mathcal{E}_л$ – расходы на оплату производственной электроэнергии;
 A – амортизационные отчисления (15 %).

$\mathcal{E}_p = 3960000 + 435600 + 879286,33 + 2013061,65 + 3376459,5 = 10664407,48$ тенге

4.7 Расчет доходов

Доходы от продажи услуги сети Metro Ehternet, ADSL, принимаются из расчета 60% с абонентов квартирного сектора, 30% с хозрасчетных организаций и коммерческих структур, 10% с бюджетных организаций (таблица 4.3).

Таблица 4.3 – Доходы от юридических лиц

Вид услуги	Тариф без НДС, в тенге
Пропускная способность порта /Плата за подключение, тенге	Ежемесячная абонентская плата, тенге
Тарифный план «Народный ADSL»	
128 кбит/с/7885	1100

Ниже в таблице 4.4 рассмотрим также доходы от физических лиц в прямой зависимости от пропускной способности порта и тарифного плана, единовременной платы за подключение и ежемесячной абонентской платы.

Таблица 4.4 – Доходы от физических лиц

Вид услуги		Размер платы в тенге, без НДС	
Пропускная способность порта, Кбит/с	Объем трафика, Гбайт	Плата за подключение, тенге	Ежемесячная плата, тенге
Тарифный план «Megaline Start»			
128/128	0,5	6,300.00	3,478.26
Тарифный план «Megaline Plus»			
256/128	0,8	6,300.00	5,426.09
Тарифный план с учетом предоплаченного трафика «Megaline Optima»			
384/128	1	6,300.00	6,782.61
Тарифный план с учетом предоплаченного трафика «Megaline Turbo»			
512/256	1,2	6,300.00	7,826.09
Тарифный план без учета трафика «Megaline Class»			
128/128		6,300.00	19,900.00

Количество абонентов:

$$N = N_{\text{портов}} \cdot \% \quad (4.6)$$

где $N_{\text{портов}}$ – количество портов на узлах сети;
 % - процентное соотношение между абонентами квартирного сектора и организациями:

- физические лица и ИП – $336 \cdot 60\% = 201$ абонентов;
- юридические лица – $576 \cdot 40\% = 100$ абонентов.

Установочная плата:

$$S_{\text{уст}} = N \cdot C_{\text{уст}} \quad (4.7)$$

где N – количество абонентов;

$C_{\text{уст}}$ – установочная плата одного абонента сети:

- физические лица и ИП – $6300 \cdot 201 = 1266300$ тенге;
- юридические лица – $7885 \cdot 100 = 788500$ тенге.

Абонентская плата:

Количество абонентов:

$$N = N_{\text{портов}} \cdot \% \quad (4.8)$$

где $N_{\text{портов}}$ – количество портов на узлах сети;
% - процентное соотношение между абонентами квартирного сектора и организациями:

- физические лица и ИП – $336 \cdot 60\% = 201$ абонентов;
- юридические лица – $576 \cdot 40\% = 100$ абонентов.

Установочная плата:

$$S_{\text{уст}} = N \cdot C_{\text{уст}} \quad (4.9)$$

где N – количество абонентов;

$C_{\text{уст}}$ – установочная плата одного абонента сети:

- физические лица и ИП – $6300 \cdot 201 = 1266300$ тенге;
- юридические лица – $7885 \cdot 100 = 788500$ тенге.

Абонентская плата:

где N – количество абонентов;

$C_{\text{аб}}$ – абонентская плата одного абонента сети;

n - количество месяцев в году, 12:

- физические лица и ИП – $12 \cdot 3478,26 \cdot 201 = 8389563,12$ тенге;
- юридические лица – $1100 \cdot 12 \cdot 100 = 1320000$ тенге.

Представление малым и корпоративным офисам выделенной прямой линии с выходом в Internet и без.

Таблица 4.5 – Доходы от юридических лиц

Вид услуги		Тариф без НДС, в тенге
Пропускная способность, Мбит/с	Плата за подключение, тенге	Ежемесячная абонентская плата, тенге
До 2048	98753	38652

Учитывая высокий уровень, цен данной услугой могут воспользоваться только крупные корпоративные компании и следуя статистическим данным прошлого года, за год могут быть подключено не более 8 клиентов.

$$S_{\text{уст}} = N \cdot C_{\text{уст}} \quad (4.10)$$

где N – количество абонентов;

$C_{\text{уст}}$ – установочная плата одного абонента сети;

$98753 \cdot 8 = 790024$ тенге.

Абонентская плата:

$$S_{аб} = N \cdot C_{аб} \cdot n \quad (4.11)$$

где N – количество абонентов;

$C_{аб}$ – абонентская плата одного абонента сети;

n - количество месяцев в году, 12.

$$38652 \cdot 12 \cdot 8 = 3710592 \text{ тенге.}$$

Итого доходы от основной деятельности составят:

$$Д = S_{уст.физ} + S_{уст.юр} + S_{аб.физ} + S_{аб.юр} + S_{уст.впл} + S_{аб.впл} \quad (4.12)$$

$$Д = 1266300 + 788500 + 8389563,12 + 1320000 + 790024 + 3710592 = 16264979,12 \text{ тенге}$$

6.8 Экономическая эффективность

Определим объем прибыли предприятия, рассчитывая по формуле [19]:

$$П = Д - Э \quad (4.13)$$

$$П = 16264979,12 - 10664407,48 = 5600571,64 \text{ тенге.}$$

Абсолютная экономическая эффективность определяется как отношение прибыли к стоимости основных фондов и определяется по следующей формуле:

$$Е = (Д - Э) / К = П / К \quad (4.14)$$

где К – капитальные вложения в основные производственные фонды;

П – прибыль предприятия.

$$Е = 5600571,64 / 21\,837\,657 = 0,26.$$

Рентабельность находим по следующей формуле [19]:

$$Р = П / Э \cdot 100 = 5600571,64 / 10664407,48 \cdot 100 = 52,5\%$$

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

$$Т = 1 / Е \quad (4.15)$$

$$Т = 1 / 0,26 = 3,8 \text{ года}$$

Таким образом, срок окупаемости проекта составляет 3 года 8 месяцев с начала эксплуатации в городе Екибастуз, что не превышает нормативных показателей – 5 лет и $E_n = 0,2$, т.е. соблюдается $E_n < E_p$ и $T_n < T_p$.

Таблица 4.6 – Бизнес – эффект от внедрения проекта г. Екибастуз

Экономические показатели	Значение
Капитальные затраты, тенге	21 837 657
Эксплуатационные расходы, тенге	10664407,48
Чистая прибыль, тенге	5600571,64
Абсолютная экономическая эффективность, К	0,24
Рентабельность, %	52,5
Срок окупаемости, год	3,8

Заключение

В дипломном проекте рассматривается построение сети Metro Ethernet с применением оборудования фирмы HUAWEI.

Рассмотрены вопросы интеграции технологии в прозрачную городскую сеть города Екибастуз, а также был сделан выбор необходимого оборудования для проекта.

Произведены соответствующие расчеты нагрузок к информационной сети Интернет, нагрузка от абонентов ЛВС, международные нагрузки. По произведенным расчетам можно сказать, что внедрение технологии Metro Ethernet дает большую возможность абонентам данного города получать высококачественную услугу.

А также, при конкуренции с другими технологиями, Ethernet может стабильно обеспечить высокую пропускную способность за маленькую абонентскую плату.

В дипломном проекте были рассмотрены разделы экономики и безопасности жизнедеятельности. Срок окупаемости проекта в полне удовлетворяет по срокам и не требует больших капитальных вложений.

В разделе безопасности жизнедеятельности были рассмотрены существующие СНиПы для расчетов.

Список литературы

- 1 Соколов Н.А. Сети абонентского доступа. Принципы построения. - СПб.: ГУТ, 2001.-165с.
- 2 Волобой Г.С. Перспективы развития местных телефонных сетей. // Электросвязь, -№1-1998. с.5-12.
- 3 Крендзель А.В. Принципы проектирования перспективных сетей абонентского доступа.//Электросвязь, -№1-1998. с.5-10.
- 4 Географические информационные системы. //Электронная версия на сайте <http://www.dataplus.ru>. (дата обращения 20.04.2016)
- 5 Дж. Стерлинг. Техническое руководство. Волоконная оптика. – Лори, 1989-200 с.
- 6 Ведомственные нормы технологического проектирования. Часть 2. Станции городских и сельских телефонных сетей. ВНТП 112-79. - М.:Связь,1979.
- 7 Буланов А.В., Буланова Т.А., Слепова Г.Л.. Основы проектирования электронных АТС типа СТСЭ200: Учебное пособие/-М.:1988.
- 8 Белкин М.Е. Концепция построения сети абонентского доступа на базе волоконно-коаксиальных распределительных сетей.//Электросвязь, -№1-1998. с.12-15.
- 9 Гармашова Ю.М., Абонентский доступ и СИО. Методические указания к курсовой работе. – Алматы: АЭИС,2002. – 49 с.
- 10 Семенов Ю.В. Проектирование сетей связи следующего поколения // С.Петербург, 2005. -114с.
- 11 Денисова Т.Б., Лихциндер Б.Я., Назаров А.Н., Сиенов М.В., Фомичев С.М. Мультисервисные АТМ – сети. -М.: Экотрендз. 2005.-317 стр.
- 12 Охрана труда на предприятиях связи: Учебник для вузов/Под. ред. Н.И. Баклашова. -М.:1982.
- 13 СНИП 2.01.02-85 Противопожарные нормы. – М.: Изд-во стандартов,1982.
- 14 ГОСТ 12.1.003-83. Шум. Общие требования безопасности. -М.: Изд-во стандартов,1982.
- 15 Кошулько Л.П., Суляева Н.Г., Генбач А.А. Производственное освещение. Методические указания к выполнению раздела Охрана труда в дипломном проекте –Алматы: РУМК, 1989. -40с.
- 16 Акинчев Н.В. Общеобменная вентиляция цехов с тепловыделениями М.Стройиздат, 1984. -144 с.
- 17 Голубицкая Е.А., Жигульская Г.М. Экономика связи: Учебник для вузов. – М.: Радио и связь, 1999. – 392 с.
- 18 Дипломное проектирование: Методическое указание по дипломному проектированию/С.А. Алибаева. – Алматы: АИЭС, 2001. – 17 с.

Приложение А
Необходимое оборудование для реализуемого проекта

Таблица А.1 – Необходимое оборудование

Продукция	Наименование	Кол-во	Стоимость	Всего, \$
TE-router (ОДТ)				
Quidway S6506	S6506VXR Bundle with NPE-225 and I/O Controller 2 FE/E	1	5500	5500
PWR-6506-DC+	Quidway S6506DC (24V-60V) Power Supply Option	1	250	250
PA-MC-2E1/120	2 port multichannel E1 port adapter with G.703 120ohm	1	2500	2500
Aggregation/core				
Quidway S5624	Quidway S5624 24 10/100/1000T + 4SFP	6	3400	20400
PWR-ME5624-DC	Configurable Quidway S5624 DC Power Supply	7	500	3500
15327-SFP-LC-LX	1000 Base LXLC, SFP	28	450	12600
PK-SC/FC-SM	Патч-корд соединительный одномодовый, 10м	28	10	280
SC03-8P8C2-Y	Патч-корд 5е кат. 2м (желтый) (SC03-8P8C2-Y).	16	1	16
SC03-8P8C2-R	Патч-корд 5е кат. 2м (красный) (SC03-8P8C2-R).	16	1	16
SC03-8P8C2-B	Патч-корд 5е кат. 2м (синий) (SC03-8P8C2-B).	16	1	16
Huawei IP-DSLAMMA5303 ADSL/SHDSL-коммутатор				
MS432CA-ICBL30	1 to 1 cable to interconnect 24 port DSLAM	6	10	60
MS432CA-SCBL30	1 to 1 cable to interconnect splitter and PSTN	6	10	60
MS432CA-MCBL30	1 to 1 cable to interconnect DSLAM and modem	8	20	160
Дополнительное телекоммуникационное оборудование				
REC-8456B	AESP Шкаф, 45U, напольный 2105x600x800 мм	6	400	2400
Несущая для плинтов	Krone Распределительная панель 2/10	12	20	240
Плинты	Krone Плинты размыкаемые 2/10LSAPROFIL	144	4	576

Кабель силовой	AESP Кабель силовой 3x1.5 кв. мм	200	0.2	40
Кабель заземлени	Шина заземления оборудования в 19"	6	15	90
REC-S563	AESP Блок силовых розеток 19", 8 позиций, 1U	6	20	180
Кабель TCB	AESP Витая пара, Cat.3, многопарная (100 пар	1000	2	2000
BC5E-4-CL	AESP Витая пара, Cat.5e Enhanced, 4 пары	200	0.1	20
Патч панель	Голосовая патч панель на 50 портов	6	60	360
RJ-45	AESP Разъем под витую пару, Cat. 5, RJ45n	100	0.1	10
RJ-11	AESP Разъем телефонный, RJ11n[KRJ11]	2500	0.1	250
Обжим RJ11/RJ4	Обжимной инструмент для RJ45nRJ11	2	11	22
Зачистной инструмен	AESP Устройство для зачистки кабеля [TCXS]	2	1,5	3
Кронер	Инструмент для заделки кабеля в патч-панели	2	15	30
Оптически й бокс	Бокс оптического кросса	1	120	120
ИТОГО 51699 · 330=17 060 670 тенге				