

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
Некоммерческое акционерное общество
АЛМАТИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ

кафедра _____ Инфокоммуникационных технологий _____

«Допущен к защите»
Заведующий кафедрой К.Т.Н., доцент
Чечимбаева К.С.
(ученая степень, звание, Ф.И.О.)
_____ « ____ » 20 ____ г.
(подпись)

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

На тему: Цифровизация СТС с. Акмар
на субкапитального рынка ВКО

Специальность 5В071900 – Радиотехника, электроника и телекоммуникации

Выполнил(а) Кабдушина Жанна Дабилевна Р99-13В
(Фамилия и инициалы) группа

Научный руководитель Барсаев Г.А. и.и.и. Кат. Ю, Казахтески
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание, подпись)

Консультанты:

по экономической части: Туселбаев Б.Ч. к.т.ч. доцент
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
БЧ « 30 » 05 2016 г.
(подпись)

по безопасности жизнедеятельности:

К.т.ч., доц. Жикина А.А.
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
Жикина « 01 » 06 2016 г.
(подпись)

по применению вычислительной техники:

доцент А.У.С. Кармачева Ю.И.
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
Кармачева « 03 » 06 2016 г.
(подпись)

по технической части:

Барсаев Г.А.
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
Барсаев « 30 » 05 2016 г.
(подпись)

Нормоконтролер:

доцент А.У.С. Кармачева Ю.И.
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
Кармачева « 03 » 06 2016 г.
(подпись)

Рецензент:

Корнеева Е.А.
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
Корнеева « 0 » 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 5В071900 – Радиотехника, электроника и телекоммуникации
Кафедра Инфокоммуникационных технологий

ЗАДАНИЕ
на выполнение дипломного проекта

Студент Кабулдина Жанна Работовна
(фамилия, имя, отчество)

Тема проекта „Цифровизация ОТС с. Аккер
табьатайского района ВКО“

утверждена приказом ректора № 165 от 20 мая 2016 г.

Срок сдачи законченной работы 25 мая 2016 г.

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

Число абонентов административного сектора - $N_a = 67$ шт.

Число абонентов корпоративного сектора - $N_k = 212$ шт.

Число абонентов квартирного сектора - $N_{kv} = 233$ шт.

Коэф. готовности, не менее $0,99$

Среднее время между сбоями, T , не менее $0,40$

Среднее время восстановления, T_v , не менее $0,4$

Среднее время между авариями, T_a , не менее 111

Среднее время между авариями, T_{av} , не менее 350

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

Введение:

1. Обзор сельской телефонной сети

2. Проектирование сельской телефонной сети
табьатайского РЭТ ВКО.

3. Расчет интенсивности телефонии корпоративного

4. Определение пропускной способности.

5. Надежность и резервирование.

6. Выводы

Заключение

Список литературы

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

- Структурная схема организации связи Тарбагатайского РЭТ ВК ОЭТ (Е. Аксар)
- Автоматические вычисления
- Простановка задан
- Структурная схема организации связи после модернизации Тарбагатайского РЭТ ВК ОЭТ (Е. Аксар)
- Упрощенная автоматизированная система вычисления - ЭВМ-4
- Система ST 2000 не имеет мощности
- Решение к АВБ по вычислительной сети
- Упрощенная система управления газом
- Упрощенная система управления
- Модель работы системы от вычисления нового
- Обработка

Рекомендуемая основная литература

1. Мелик Д., ISKRA TEL - новый способ телемеханизации. ST 2000 Вит в NGN // Телемеханизация - 2005 - № 47-48
2. Баруц М. А., Ходоев О. Р. Упрощенная система связи. Компьютеризация. - М.: Мо-Телем, 2001. - 184 с.
3. Попов А. Г., Маминский Г. П., Степанов Ч. В., Зару-белов С. В. Система автоматизированной вычисления. Газовая промышленность. - М. 1991. - 78 с.
4. Калашин С. В. Кауратовск ДСКР 10352-1910-У-е-001 204-32 с

Консультанты по проекту с указанием относящихся к ним разделов

Раздел	Консультант	Сроки	Подпись
Экономический	Тузенов Б. М.	21.01 - 30.05/11	Тузенов
БМД	Авкенова Л. Л.	29.04.01.06/11	Авкенова
Тех. сайт	Парсеев Г. А.	10.12 - 03.06/11	Парсеев
ВТ	Пармашов Г. М.	03.06/16	Пармашов
НК	Пармашов Г. М.	03.06/16	Пармашов

Г Р А Ф И К
подготовки дипломного проекта

№ п/п	Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления руководителю	Примечание
1	Введение	21.12.15	Впрям.
	Обзор сельской телефон. сети	04.01.16	Впрям.
1.1	Анализ существующей телефон. сети	11.01.16	Впрям.
1.2	Модернизация существующих сельских АТС	18.01.16	Впрям.
1.3	Стратегия цифровизации с заменой оборудования	01.02.16	Впрям.
2	Проектирование телефон. сети	08.02.16	Впрям.
2.1	Выбор наиболее оптимальных цифровых оборудования АТС	15.02.16	Впрям.
3	Расчет итерационной телефон. нагрузки	22.02.16	Впрям.
3.1	Определение среднего количества вызовов в час и ос	29.02.16	Впрям.
4	Определение критических возможностей	11.03.16	Впрям.
4.1	Метод определения количества сетей телекоммуникации	21.03.16	Впрям.
5	Безопасность цифровизации	28.03.16	Впрям.
5.1	Общие сведения		
5.2	Краткая карта рисков-направлений с классификацией и уровнем риска	04.04.16	Впрям.
6	Бизнес план	18.04.16	Впрям.
6.1	Цель проекта	16.05.16	Впрям.
	Заключение	25.05.16	Впрям.

Дата выдачи задания «07» декабря 2015 г.

Заведующий кафедрой _____ к.т.н., доцент Чежимбаева К.С.

Руководитель _____ (подпись) Барсоев Г.А. и и.т.д. (Фамилия и инициалы)

Задание принял к исполнению студент _____ (подпись) Кабдулла Т.Д. (Фамилия и инициалы)

Аңдатпа

Бұл ұсынылған жобада, Тарбағатай аудандық телеком бөлімінің Акжар орталығындағы орталық стансасының сиымдылығын жаңғырту және стансаны «ISKRATEL» (Словенск) фирмасының SI-2000 типті электрондық АТС-ке ауыстыру негізінде қарастырылған. Дипломдық жобада базалық есептеуден басқа жүктеменің альтернативті есептеулері, ауылдық желілерде болатын арнаның саны да есептелген.

Жобада еңбекті қорғау және өміртіршіліктің күйсіздігі мәселелері қаралды, еңбек етуге жасалған жағдайларын бағалау есебі, қорғану шаралары жасалып көрсетілген.

Сондай-ақ қаржы экономикалық тұрғыдан мәселелер қаралды, қашалықты осы технологияны ендіру тиімді болады және қанша мерзімде ақталады, деген сұрақтар анықталды.

Аннотация

В предлагаемом дипломном проекте разработаны вопросы: модернизация телекоммуникационной сети Тарбагатайского районного отдела телекоммуникаций с. Акжар на электронную АТС типа SI-2000 фирмы «ISKRATEL».

В дипломном проекте кроме базовых расчетов, приводятся альтернативные расчеты нагрузки, числа каналов, которые приемлемы для сельских сетей.

В проекте рассматривались вопросы охраны труда и безопасности жизнедеятельности, приведен расчет оценки условий труда, разработка мер защиты.

Также рассмотрены вопросы финансово-экономического плана, насколько внедрение этой технологии выгодно и в какие сроки она окупиться.

Abstract

In the proposed thesis project developed issues: modernization of telecommunication network of Tarbagatay rajonnogo of the Department of telecommunications Akzhar village on the electronic type PBX of SI-2000 of the company "ISKRATEL".

The thesis project in addition to basic calculations, provides alternative load calculations, the number of channels that are acceptable to rural networks.

The project addressed issues of labor protection and life safety, the calculation of the assessment of working conditions, development of protection measures.

The meeting also discussed issues of financial-economic plan, how the introduction of this technology is beneficial and in what time frame it to pay off.

Содержание

Введение	8
1. Обзор сельской телефонной сети	9
1.1 Анализ существующей телефонной сети Тарбагатайского района	9
1.2 Модернизация существующих сельских АТС	10
1.3 Стратегия цифровизации с заменой старой ЦС	12
1.4 Традиционное построение СТС. Интерфейсы и протоколы сигнализации сельских АТС	14
1.5 Обзор развития средств связи	19
1.6 Требования к сельским АТС	20
1.7 Цифровизация СТС	21
1.8 Использование многоканальная система цифрового уплотнения	25
1.9 Подключение к Интернету через телефонную сеть	26
1.10 Цель проекта	28
1.11 Постановка задач	28
2 Проектирование телефонной сети Тарбагатайского РУТ ВК ОДТ	29
2.1 Выбор наиболее оптимальной цифровых оборудовании АТС	30
2.2 Характеристика системы SI-2000	31
2.3 Системы SI2000 на сельской местности	32
2.4 Размещение оборудования	40
3 Расчет интенсивности телефонных нагрузок	44
3.1 Определение структурного состава абонентов ЦС и ОС	44
3.2 Определение нагрузки в узловых районах	45
3.3 Определение нагрузки на пучок ЗСЛ к АМТС от абонентов каждой ОС	46
3.4 Определение нагрузки, входящие к абонентам ОС и УС:	46
3.5 Определим нагрузки к абонентам ОС и УС, поступающие по пучку СЛМ от АМТС	46
3.6 Определим внутривыделенную нагрузку ЦС	46
3.7 Определим нагрузку, исходящую от абонентов ЦС на все остальные АТС сети	47
3.8 Определим нагрузку, входящую на ЦС от всех остальных АТС сети:	47
3.9 Определим нагрузку к спецслужбам:	47
3.10 Определим суммарную нагрузку на пучок ЗСЛ к АМТС от абонентов всех станций, имеющих выход на АМТС	47
3.11 Определим общую входящую междугороднюю нагрузку ко всем АТС сети:	47
3.12 Расчет числа ИКМ линий	47
3.13 Расчет объема оборудования и его размещение	49
4 Определение пропускной способности	52
4.1 Метод определения живучести сетей телекоммуникаций	61
4.3 Расчет уширения импульсов ВОЛС	65

4.4 Надежность линий и каналов передачи	70
5 Безопасность жизнедеятельности	72
5.1 Общие сведения	73
5.2 Краткая характеристика физико-географических и климатических условий и фонового загрязнения района расположения	75
5.3 Охрана атмосферного воздуха	76
5.4 Обоснование полноты и достоверности данных и расчет выбросов вредных веществ в атмосферу	77
5.6 Категории опасности предприятия	82
6 Бизнес план	83
6.1 Цель проекта	83
6.2 Услуги	83
6.3 Финансовый план	84
6.4 Расчет показателей экономической эффективности	89
Заключение	91
Список литературы	92

Введение

Сельские телефонные сети (СТС) предназначены для обеспечения телефонной связью населения райцентра и населенных пунктов принадлежащих данному району.

На сельских телефонных сетях применяются, как правило, автоматические телефонные станции малой емкости (до 200 номеров) и значительно реже станции средней емкости (до 2000 номеров). Выбор станции той или иной емкости зависит от типа населенных пунктов, преобладающих в данной сельской местности, а также от структуры, преимущественно станции емкостью 100/2000 в основном используются для телефонной связи в районном центре.

Сельские телефонные сети различают по двум способам построения:

- а) Радиальный — одноступенчатая схема построения сети;
- б) Радиально-узловой — двухступенчатая схема построения сети.

По назначению и месту расположения телефонные станции (СТС) делятся на следующие виды: центральная станция (ЦС), узловая станция (УС) и оконечная станция (ОС). Центральная станция располагается в райцентре и одновременно является телефонной станцией самого районного центра, в ЦС включаются оконечные станции непосредственно — при одноступенчатой схеме построения сети, либо через узловую станцию — при двухступенчатой схеме построения сети. Также в сельских районах с большими площадями и вытянутой конфигурации редко, но все же применяется трехступенчатое построение сети: ОС включается в ЦС через две транзитные станции — узловую станцию (УС) и промежуточную станцию (ПС). Однако трехступенчатые направления связи на СТС не предусматриваются, так как на таких направлениях увеличивается суммарное станционное затухание, удлиняется время установления соединения и при применении аппаратуры уплотнения увеличивается затухание и это приводит к неэкономическому использованию комплектов аппаратуры

1 Обзор сельской телефонной сети

1.1 Анализ существующей телефонной сети Тарбагатайского района

Телефонная сеть на Акжарском производственном участке, Тарбагатайского района. Структурная схема организации телефонной связи Акжарского района приведена на рисунке 1.1.

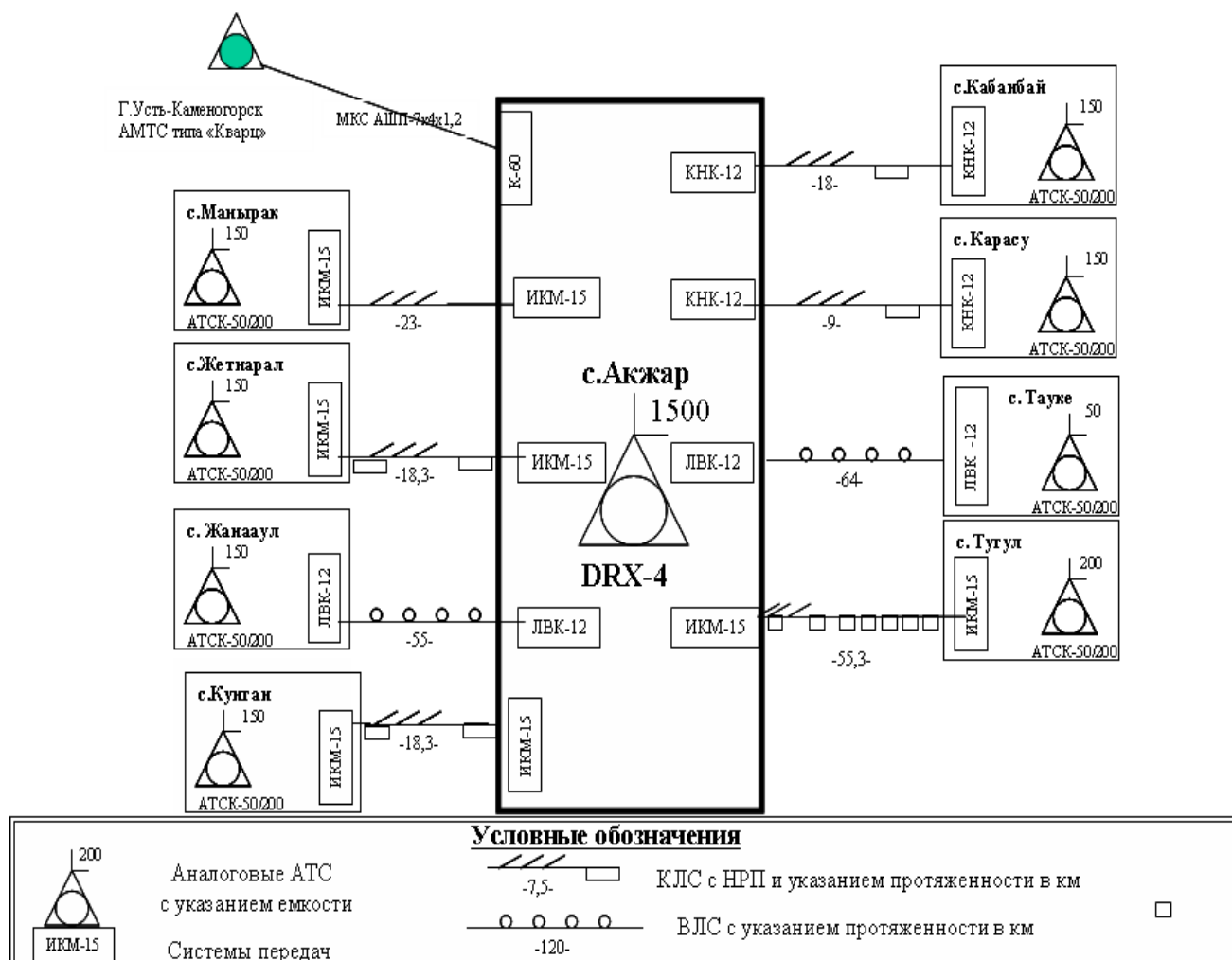
В настоящее время на сети Акжарского производства действуют аналоговые оборудования координатной системы типа АТСК - 100/2000, две станций, одна в селе Акжар, другая в посёлке Тугул и АТСК - 50/200, семь станций, которые задействованы в остальных отделениях производства.

Общая монтированная ёмкость сети Акжарского производства составляет 2400 номера, задействованная ёмкость-2191 номера, при этом:

– селе Акжар монтированная 1500 номеров, задействована все 1500 номеров;

- пос. Тугул монтированная - 200, задействована - 200 номеров;
- с. Жана-аул монтированная - 150, задействована - 138 номеров;
- с. Манырак монтированная - 100, задействована - 71 номера;
- с. Жеты арал монтированная - 100, задействована - 80 номеров;
- с. Куйган монтированная - 150, задействована - 110 номеров;
- с. Карасу монтированная - 200, задействована - 160 номеров;
- с. Тауке монтированная - 50, задействована - 27 номеров;
- с. Кабанбай монтированная - 150, задействована - 135 номеров.

Существующая сеть телекоммуникаций на Акжарском производстве построена по "узловому методу". Междугородняя связь осуществляется через АМТС типа "Кварц" через аппаратуру уплотнения К-60. Связь между центральной станцией с.Акжар и оконечными станциями осуществляется с применением системы передачи типа КНК-12, КНК-6, ИКМ-15 и ЛВК-12. На сети Акжарского производственного участка принята пятизначная нумерация абонентских линий и двузначная нумерация спецслужбы.



Структурная схема организации связи Тарбагатайского РУТ ВК ОДТ (с. Акжар)

Рисунок 1.1 - Структурная схема организации связи Тарбагатайского РУТ ВК ОДТ (с. Акжар)

1.2 Модернизация существующих сельских АТС

На основании проведенных исследований и анализа тенденций развития сетей телефонной связи в сельской местности ведущих стран мира и Казахстана представляется возможным сделать следующие выводы:

- дальнейшее развитие телефонной связи в сельской местности будет экономичным только при внедрении цифровых АТС с распределенной емкостью, т. е. при сосредоточении в оконечных АТС одновременно функций передачи и распределения;
- применение АТС с распределенной емкостью позволит ускорить внедрение информатизации и тем самым повысить интеллектуальный уровень и жизнедеятельность сельского населения удаленных населенных пунктов.

Модернизация существующих сельских АТС (САТС) проводится с целью улучшения качества связи при минимальных капитальных вложениях и сводится, в основном, к замене наименее надежного оборудования. Кроме того производится замена аналоговых систем передачи на цифровые, в

результате чего межстанционный обмен осуществляется по каналам ИКМ-30 или ИКМ-15, вводится автоматический учёт стоимости соединений (АПУС), оборудования диагностики САТС, внедряется или заменяется аппаратура автоматического определения номера (АОН).

Однако модернизация существующих С АТС не решает таких важных проблем, как увеличение номерной емкости и внедрение новых видов услуг традиционных (местная и междугородняя телефонная связь, экстренные, заказные и информационно-справочные службы, ДВО, услуги ISDN) и порожденных новыми технологиями (передача данных, доступ в Интернет). Для решения этих проблем необходимо внедрения нового поколения цифровых АТС, а также построение сети абонентского доступа и высокоскоростных первичных сетей.

Рассмотрим основные этапы цифровизаций СТС.

Первый этап.

В начале 90-х годов прошлого столетия на существующих телефонных сетях – началось внедрение цифровых САТС. В связи с тем, что цифровая САТС должна обеспечивать взаимодействие со всеми существующими на СТС типами телефонных станций, а также с организованными на территории сельского района ведомственными и коммерческими сетями (которые как правило включаются в СТС на правах УПАТС), к ней предъявляются требования наличия значительного набора интерфейсов и протоколов сигнализации используемых на телефонной сети общего пользования.

Выбор системы сигнализации для взаимодействия вновь устанавливаемых САТС с другими станциями определяется реальной проектной программой той СТС, на который устанавливалось цифровая САТС.

Телефонная связь имеет большое народнохозяйственное значение. Она позволяет организациям и частным лицам работать более эффективно. К телефонным сетям предъявляются качественно новые требования, такие как передача по телефонным линиям не только речи, но и данных, текстов, изображений; повышение достоверности и скорости передачи информации.

Всем этим требованиям удовлетворяют цифровые коммутационные системы, которые предоставляют универсальные услуги множеству различного рода пользователей.

Повышение качества телефонной связи и предоставления абонентам дополнительных услуг, технических, производственных, организационных и других факторов.

В Казахстане отечественная промышленность не производит соответствующего оборудования, поэтому Министерство транспорта и коммуникаций делает ставку на зарубежные разработки.

Наиболее активно действующим на казахстанском рынке телекоммуникаций фирмами являются ALCATEL, Lusent Technologies, NETAS, SIEMENS и другие. Несмотря на сходство основных параметров предлагаемого оборудования, имеются существенные различия по

программному обеспечению и элементной базе.

Министерство транспорта и коммуникаций Республики Казахстан рекомендует операторам ограничиться установкой коммутационного оборудования типов: S-12 (ALCATEL), 5-ESS (Lusent Technologies), DRX-4 (NETAS), EWSD(SIEMENS).

Целью данного проекта является замена всех существующих аналоговых станций на цифровые и создание оптимальной схемы организации связи и цифровой транспортной среды для передачи информации.

Это может быть обусловлено как применением морально устаревших аналоговых систем передачи (АСП), позволяющих организовать только один выделенный сигнальный канал, так и используемый комплектами соединительных линии. Например, сигнализация индивидуальным кодом, уже многие десятилетия считающаяся не перспективной, подлежащая замене и отсутствующая в РД по ОГСТФС, до сих пор наиболее распространённая на СТС.

Станционные комплекты кода по 2ВСК двусторонних универсальных СЛ разрабатывались в своё время для сельских станций типа АТСК-50/200

АТСК-50/200м и АТСК-100/2000 и позволяли им взаимодействовать между собой и со станциями следующих поколений.

1.3 Стратегия цифровизации с заменой старой ЦС

Цифровизация "сверху" предполагает в первую очередь замену ЦС и создание наложенной цифровой сети (а в перспективе и сети ОКС-7) в рамках СТС. Данный вариант может быть реализован как демонтажем старой электромеханической ЦС, так и переводом аналоговой ЦС в ранг УС. Для этого необходимо осуществить ввод новой цифровой ЦС существующей цифровой УС, если она удовлетворяет всем требованиям (по емкости с учетом перспективы развития, набору протоколов сигнализации) и имеет сертификат соответствия, разрешающий ее использование в качестве ЦС. В качестве временного варианта допускается одновременная работа двух ЦС: подлежащей демонтажу и вновь вводимой.

В случае перевода бывшей аналоговой ЦС в ранг УС не возникает необходимости поддержки вновь вводимой цифровой ЦС значительно перечня интерфейсов и протоколов межстанционной сигнализации существующей аналого-цифровой сети. Все функции взаимодействия с существующей сетью (согласование интерфейсов и протоколов межстанционной сигнализации) ложатся на бывшую ЦС (теперь УС), которая взаимодействует с вновь вводимой цифровой ЦС по цифровым СЛ (2048 кбит/с) с линейной сигнализацией по 2ВСК.

Мультисервисный сетевой узел создается путем доработки и комплектации решениями от российских партнеров на базе готового продукта компании Hewlett-Packard OpenCall Media Platform (OCMP). Эта платформа- изделие компьютерной телефонии класса национального оператора. Мультисервисный сетевой узел (МСУ) может выступать в роли сельско-пригородного узла новых

услуг на 2 тыс. телефонных каналов (с расширением емкости в последующих версиях).

Кроме функций сельско-пригородного узла, МСУ также обеспечивает:

- функции коммутатора SSP интеллектуальной сети (ИС) (для доступа к SCP и федеральным услугам по протоколам ISUP-R и .INAP-R);
- функции сельской АТС для абонентов включенных через абонентские выносы, в том числе услуги Интернет-телефонии (в том числе SIP-сервер для предоставления новых IP услуг версии 2003 г.);
- функции инфоцентра (Cal-center) для предоставления услуг регионального уровня всем абонентам (посредством DTMF-сигнализации или общения с телефонистом).

Рассмотрим текущую перспективную версии мультисервисного сетевого узла. Текущая версия создается на базе HP OpenCall Media Platform с добавлением программного обеспечения услуг для российского рынка, включая услуги федеральной ИС (по протоколу INAP-R) и услуги регионального уровня (сервисная телефонная карта, инфоцентр и др.). Перспективная версия относится к сетям нового поколения NGN и состоит нескольких этапов:

- добавление SIP-сервера в состав ОСМР и включение абонентского выноса с SIP-сигнализацией;
- добавление стека протоколов SIGTRAN и модернизации сети SS7;
- введение новых услуг IP-сети Unified Communications, Presence, Instant Messaging, а также средств VoiceXML и других услуг.

Компания HP поставляет платформу OpenCall, имеющую три области применения: интеллектуальные сети, IP-телефонию и компьютерную телефонию. Платформа компьютерной телефонии, называемая HP OpenCall Media Platform имеет два полезных свойства, которые могут послужить объединению российских разработчиков: стандартные интерфейсы в части комплектации оборудования и открытые интерфейсы программирования. Платформа ОСМР имеет три выхода:

- стык ТфОП через SDH-кольцо по тракту STM-1(на скорости 155Мбит/с);
- стык сигнализации SS7 с ТфОП;
- выход в Интернет.

Внутренняя шина данных H.100 позволяет проводить быструю интеграцию внешних DSP-устройств для поддержки различных функций (факс, протоколы SIP, H.323, MGCP).

Платформа ОСМР предоставляет удобную среду программирования приложений с использованием открытых интерфейсов Call Control API на базе виртуальной машины Java. Это архитектура базируется на стандарте ECTF S.410. В архитектуре платформы ОСМП заложены возможности конвергенции сетей ТфОП, мобильных сетей и сетей пакетной коммутации.

Подключение абонентских выносов. Преимущество систем передачи микроэлектроники позволяют в будущем отказаться от сельских АТС в их прежнем виде. На селе достаточно размещать абонентские выносы. Традиционный способ включения сельских абонентов состоит в установке

абонентских выносов (например, трех выносов общей емкости 180 номеров) на тракте ИКМ-30. Канал сигнализации 16-я временная позиция в системе ИКМ-30 - используется для передачи сигнальных посылок по сигнализации 2ВСК. Экономическая задача региональных операторов связи заключается в разработке соответствующих управленческих функций по определению потребностей пользователей в информационных услугах на ближайшие 5-7 лет и их внедрении в соответствии со складывающимися экономическими условиями. Решая экономическую задачу телефонизации сельской местности, следует обратить особое внимание на несовершенство отдельных технических решений организации связи, затрудняющих предоставление сельским товаропроизводителям и населению услуг связи.

Как показал анализ модернизации СТС, в ряде регионов нет даже плана развития сети (расширения зоны обслуживания, сервисных требований, способов распределения абонентов, предполагаемого роста графиков и др.) на ближайшие пять-семь лет. А технически фактор играет доминирующую роль в улучшении экономических показателей развития и эксплуатации СТС.

Недооценка или недопонимание важности разработки технологии и развития сети на перспективу и агро технико-экономического обоснование не позволяет экономично проводить телефонизацию в сельской местности. Применение традиционных технологий телефонизации со структурой центральная – узловая - оконечная АТС (даже при использовании цифровых АТС) не может обеспечить безубыточную эксплуатацию сетей связи при телефонной плотности.

1.4 Традиционное построение СТС. Интерфейсы и протоколы сигнализации сельских АТС

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

- центральная станция (ЦС), устанавливаемая в районном центре и выполняющая одновременно функции телефонной станции райцентра и транзитного узла СТС;
- узловая станция (УС), использующаяся только при радиально-узловом построении сети и устанавливаемая в любых населенных пунктах сельского района;
- оконечная станция (ОС), устанавливаемая в любых населенных пунктах сельского района.

САТС должна обеспечивать взаимодействие со всеми существующими на САТС типами телефонных станций, а также с организованными на территории сельского района ведомственными и коммерческими сетями, которые включаются в СТС, как правило, на правах УПАТС. В связи с этим к САТС предъявляются требования наличия значительного набора интерфейсов и протоколов сигнализации, принятых на ТфОП приведены в таблицах 1.1 и 1.2. Выбор системы сигнализации для взаимодействия вновь устанавливаемой АТС с другими

станциями определяется в основном в реальной проектной прагматикой той СТС, на которой будет устанавливаться цифровая САТС.

Таблица 1.1 - Интерфейсы абонентского доступа САТС

Тип интерфейса	Тип сигнализации
Цифровой: -V1 V3 (2048 кбит/с) V5 (2048 кбит/с)	DSS-1 DSS-1 DSS-1 или ГфОП
Аналоговый: 1 уГ	сигнализация по аналоговой абонентской линии

Таблица 1.2 - Межстанционная сигнализация САТС

Тип сигнализации	Примечание
ОКС -7(МТР,13иР)	Обязательный тип
Линейные сигналы: по 2ВСК односторонних СЛ по 2ВСК двусторонних ун"иверс -по 1ВСК "индуктивным кодом" -по 1ВСК кодом "Норка" батареиным способом по физическим 3- проводным СЛ на частоте 2600 Гц	Необязательные типы: с раздельным использованием для местных и междугородных соединений только на участках местной сети: ОС-ЦС,ОС-УС,УС-ЦС для взаимодействия с аналоговыми АТС только на участке внутризоновой сети АМТС - ЦС/УСП

К сельским АТС, используемым в качестве ЦС, УСП, дополнительно предъявляются требования по взаимодействию с АМТС по заказным и междугородным соединительным линиям внутризоновой сети, а также с информационно-справочными, заказными и экстренными службами сельского административного района. Это может потребовать наличия дополнительных интерфейсов и протоколов сигнализации (линейной - на частоте 2600 Гц по цифровым или физическим четырехпроводным ЗСЛ, СЛМ, по трехпроводным физическим СЛ; регистровой -многочастотным кодом методом «импульсный пакет»). В связи с тем, что на СТС до сих пор сохраняется необходимость полуавтоматической связи. ЦС должна обеспечить возможность взаимодействия с МТС райцентра.

УПАТС с функциями ISDN к опорной АТС, но неприемлема, например. Для подключения ОС или УС хотя емкость ОС часто даже меньше емкости малых УАТС. Эти ограничения вызваны следующим:

- при входящем соединении невозможно можно обеспечить приоритет междугородного соединения, установленного телефонисткой, над местным согласно вышеописанным требованиям;
- при установлении исходящего соединения от абонента в сообщении возможно передача номера вызывающего абонента, но не предусмотрена передача

категории, что не позволит определить тип абонентской линии на право выхода абонента на автоматическую зонную. Междугородную и международную сети.

Перспективная сельская сеть предполагает:

- использование цифровых АТС большей, чем в настоящее время. Емкости в сочетании с необслуживаемыми абонентскими выносами;
- расширение сети абонентского доступа с широким использованием как проводного, так и беспроводного доступа;
- по возможности переход от радиально узловых к радиальной структуре телефонной сети с включением ОС и оборудования абонентского доступа преимущественно ЦС с организацией новых и расширением существующих поперечной связей между ОС.

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

Система для организаций абонентского радиодоступа в труднодоступных районах и в сельской местности. Перечислим основные требования к системам абонентского радиодоступа для сельской местности и задачи, решение которых они должны обеспечивать:

- организация качественной и устойчивой связи на больших территориях с низкой плотностью населения (от одного до пяти чел/км) в сетях, обслуживающих от 30 до 240 абонентов;
- вынос базовых станций (БС) по кабельным каналам связи на расстояние до 20 км;
- организация в районных центрах небольших зон локальной мобильности;
- вынос абонентского оборудования на расстояние до 10 км от БС;
- возможность удаленного управления и мониторинга аппаратуры доступа из регионального центра;
- возможность модульного наращивания систем;
- обеспечение передачи данных со скоростью 32 бит/с для организации доступа в Интернет и использования приложений телемедицины;
- низкая стоимость оборудования при небольших эксплуатационных затратах.

Для обеспечения устойчивой и качественной передачи малых объемов трафика на больших территориях с низкой плотностью населения можно использовать системное построение, объединяющее контроллер БС, который формирует один поток E1, направляемый к опорной АТС (тип сигнализации EDSS1 или V5.2), малоканальные БС (4-6 каналов) и радиорепитеры.

1.4.1 Абонентские выносы. Широкое применение на СТС должны найти абонентские выносы. Абонентские выносы (рисунок 1.2) иной системы, нежели САТС (опорная станция), подключаются, как и любое оборудование сети абонентского доступа, с использованием упоминавшихся выше

стандартных интерфейсов и протоколов сигнализации. Абонентские выносы при этом должны иметь сертификат соответствия.

«Собственные» абонентские выносы могут подключаться к опорной АТС с использованием «внутрифирменных» протоколов сигнализации, в этом случае данное оборудование является неотъемлемой частью АТС и может использоваться только с данной станцией.

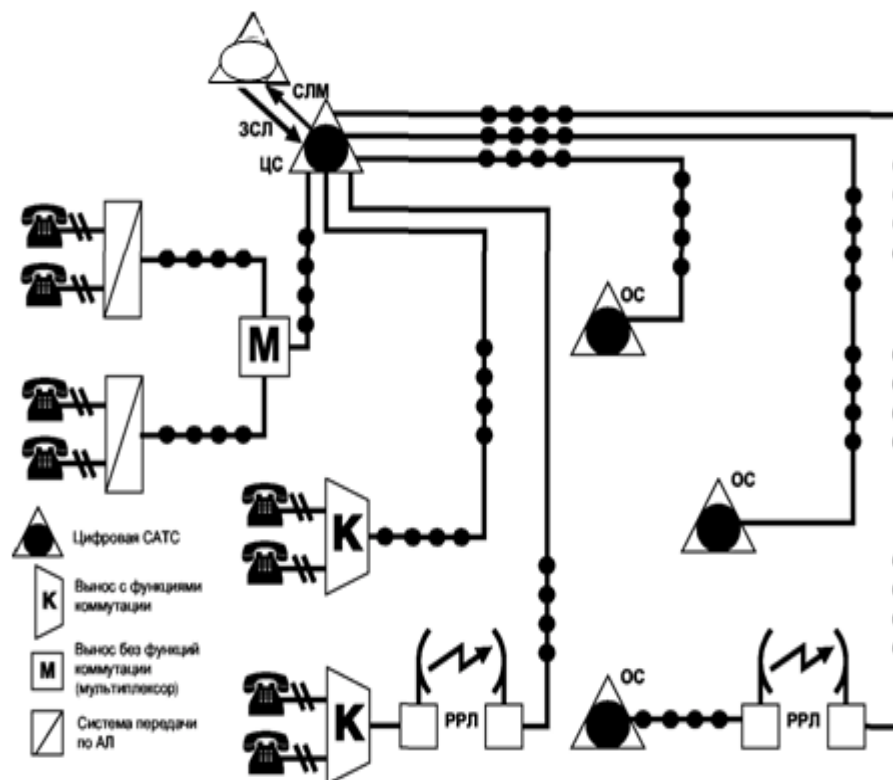


Рисунок 1.2 – Перспективная СТС

1.4.2 DECT как средство телефонизации села. В развитых странах радиодоступ широко используется в сельской местности, когда требуется установка новых телефонов или предоставление абонентам новых услуг связи при отсутствии абонентских линий или невозможности увеличения пропускной способности сети. Выбор технологий и стандартов радиодоступа - один из важнейших вопросов при организации радиотелефонной связи на селе и в особенности на территориях с низкой плотностью населения.

На СТС могут использоваться аналоговые и цифровые радиальные радиосистемы (емкостью от 100 до 600 номеров), радиосистемы технологий DECT, NMT-450, GSM, WLL-CDMA РРК-3/5.0 и др. Все эти системы (кроме CDMA) должны быть приспособлены для организации мобильной связи, поскольку потребность в ней составляет 1,2 – 1,8 % от общего количества телефонов, а к 2010 г. она увеличится до шести процентов. Технологии WLL-CDMA РРК-3/5 будут применяться только на ведомственных сетях АПК.

Раньше одной из серьезных причин, препятствующих широкому развитию телефонизации малых населенных пунктов, являлось

несовершенство технических средств и технологий. В настоящее время одним из вариантов успешного решения проблемы «последней мили» в сетях общего пользования в мире является внедрение оборудования стандарта DECT, поэтому сосредоточимся на международных стандартах DECT и

СТ–2, получивших всеобщее признание в мире и принятых на вооружение многими производителями оборудования беспроводного доступа. Оборудование стандартов DECT и СТ–2 нашло широкое применение в системах абонентского радиодоступа [4].

Основное достоинство технологии DECT состоит в возможности обслуживания территорий с плотностью трафика 100 эрл/км^2 . Одна станция DECT обеспечивает до 60 каналов доступа, что при одного процента отказов соответствует 400 – 480 абонентам. Сети беспроводного доступа в сельской или пригородной зоне для сетей DECT и СТ – 2 с радиусами ячеек пять и 10 км соответственно. При зоне охвата $40 \times 40 \text{ км}$ и радиуса одной ячейки пять км оператору необходимо установить 16 базовых станции и организовать 16 СЛ к центральному контроллеру системы или АТС обслуживаемой зоне.

Перечислим основные требования к системам абонентского радиодоступа для сельской местности и задачи, решение которых они должны обеспечивать:

- организация качественной и устойчивой связи на больших территориях с низкой плотностью населения (от $1 - 5 \text{ чел/км}^2$) в сетях, обслуживающих от 30 до 240 абонентов;
- вынос базовых станций (БС) по кабельным каналам связи на расстояние до 20 км;
- организация в районных центрах небольших зон локальной мобильности;
- вынос абонентского оборудования на расстояние до 10 км от БС;
- возможность удаленного управления и мониторинга аппаратуры доступа из регионального центра;

1.4.3 Системы транковой связи. Принцип транковой связи позволяет значительно повысить эффективность использования частотного спектра и ресурсов связи в целом. В основе принципа транковой связи лежит совместное использование ограниченного числа каналов большим количеством пользователей. Пользователи транковых систем не имеют закрепленных за собой каналов, а пользуются всеми свободными в данный момент, ресурсами системы, занимая определенный канал только на время сеанса связи. Пользователь радиостанции осуществляет запрос канала простым нажатием тангенты, и контроллер системы назначает любой свободный в данный момент голосовой канал. После отпущения тангенты, что означает завершение сеанса, канал освобождается для любого другого пользователя системы. Таким образом, возможность использования малого числа каналов большим количеством пользователей основывается на

положении, что частота запросов связи отдельного пользователя низкая, равно как и низка в вероятность случая запроса связи большим количеством пользователей в один и тот же момент времени.

1.5 Обзор развития средств связи

На сегодняшний день в сельской местности уровень телефонизации в два с половиной и три с половиной раза ниже, чем в городе. В первую очередь это объясняется убыточностью сельской телефонной связи (СТС), основными причинами которой являются: удаленность части абонентов от АТС, в результате чего затраты на ее эксплуатацию и развитие в три и семь раз превышают среднегодовые доходы; малочисленность абонентских групп; сложность прогнозирования роста емкости в населенных пунктах.

Телефонизация сельской местности так же затруднена из-за несовершенства отдельных технических решений организации связи. Технический фактор играет доминирующую роль в улучшении экономических показателей развития и эксплуатации СТС [1-5].

В большей части СТС должна строиться с использованием оконечных цифровых АТС с распределенной емкостью, имеющих центральный блок (ЦБ) и выносные абонентские модули (ВАМ) емкостью от 16 до 90 номеров, подключенные к ЦБ с помощью однопарных, одночетверочных кабелей или РРЛ по радиальной или кольцевой схеме при скорости передачи от 160 до 2048 кбит/с (см. рисунок 1.2). В таких АТС одновременно осуществляется функции передачи и распределения. В ЦБ и ВАМ могут включаться средства абонентского радиодоступа и малоканальная аппаратура передачи для увеличения пропускной способности действующих и строящихся абонентских линий. Большой объем ввода средств радиодоступа и его применение для удаленных абонентских групп или одиночных абонентов позволит избежать больших затрат на строительство кабельных линий и резко сократить сроки ввода телефонов для жителей сел. На СТС могут использоваться аналоговые и цифровые радиальные радиосистемы (емкостью от 100 до 600 номеров), радиосистемы технологий DECT, NMT-450, GSM, WLL-CDMA РРК-3/5.0 и др. (кроме CDMA) должны быть приспособлены для организации мобильной связи.

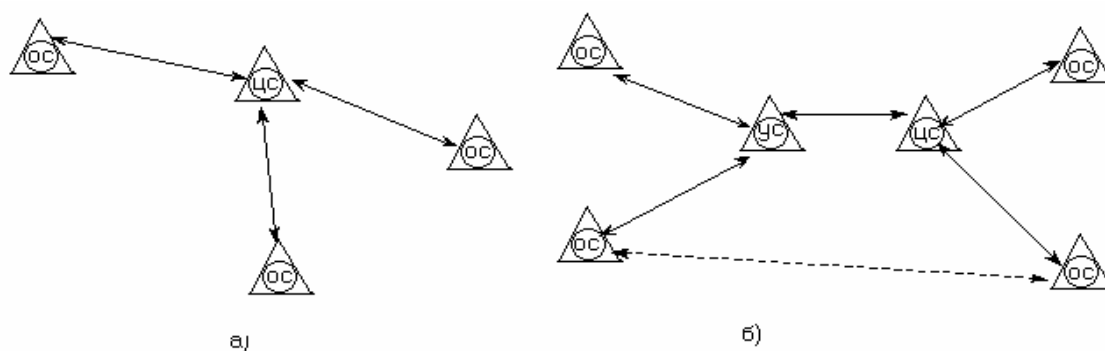


Рисунок 1.3 – Схемы построения сельских телефонных сетей

ЦБ обеспечивает установление оконечных и транзитных соединений между абонентами местной (сельской) телефонной сети. Через ЦБ

осуществляется связь абонентов сельского района с МТС, АМТС и спецслужбами райцентра. В зависимости от емкости ГТС райцентра в качестве ЦС использовались станции сельского (при емкости ГТС до два - четыре тыс. номеров) или городского (при емкости ГТС свыше четыре - 20 тыс. номеров) типа.

Через УС осуществляется установление следующих соединений: окончных и транзитных между абонентами ОС, ОС и ЦС, а также выход ОС и УС к АМТС.

1.6 Требования к сельским АТС

1.6.1 В соответствии с требованиями ВСС Казахстана САТС должна обеспечивать возможность включения:

- телефонных аппаратов, как индивидуального пользования, так и учреждений или предприятий (максимальная нагрузка
- 0,15 Эрл/АЛ), малых АТС, подключаемых к станции на правах абонента;
- таксофонов местной и междугородной связи, а также связи с платными службами сервиса;
- районных переговорных пунктов с серийным поиском по входящей связи;
- устройств передачи данных, для которых соединение устанавливается по телефонному алгоритму;
- окончной цифровой установки ISDN;
- линий прямых абонентов (абонентские удлинители).

1.6.2 Принципы модернизации сельских транспортных сетей

Транспортная сеть играет роль фундамента всей телекоммуникационной сети. Она обеспечивает ресурсами (каналами и трактами) большинство коммутируемых сетей.

В сельской местности модернизация транспортных сетей осуществляется по тем же принципам, которые характерны для городов.

Основной вариант – построения колец с использованием современной среды передачи сигналов, которая уплотняется цифровыми системами, входящими в так называемое семейство синхронной иерархии. Модель транспортной сети, основанной на кольцевых структурах, приведена на рисунке 1.4.

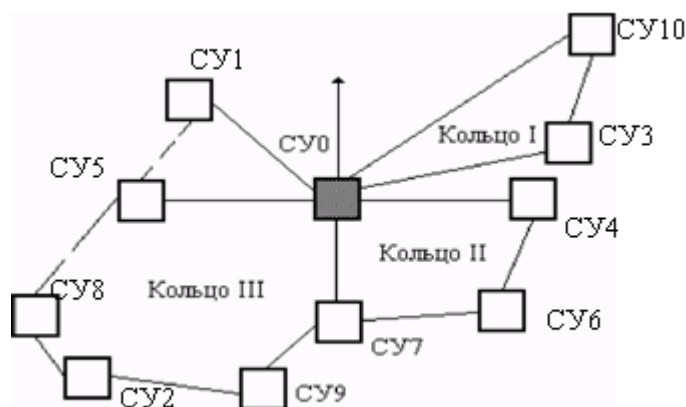


Рисунок 1.4 – Структура сельской транспортной сети

В помещении (кроссе) каждой сельской АТС расположен комплекс оборудования, образующий сетевой узел (СУ). Он является основным элементом транспортной сети, обеспечивающим ее надежное и качественное функционирование.

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

В связи с тем, что на СТС до сих пор сохраняется необходимость полуавтоматической связи, ЦС должна обеспечивать возможность взаимодействия с МТС райцентра. Сейчас существующие МТС райцентра целесообразно модернизировать, на электронное оборудование рабочих мест телефонистов, входящее в состав ЦС или поставляемое отдельно и подключающееся к ЦС по тракту ИКМ.

1.7 Цифровизация СТС

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

Сегодняшнее состояние отечественной сельской первичной сети характеризуется:

- дороговизной и дефицитом линий и каналов;

- повсеместным использованием морально устаревших цифровых систем передачи (ЦСП) с нестандартными скоростями (например, ИКМ-12, ИКМ-15) и аналоговых систем передачи (АСП);

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

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

2048 Кбит/с.

Перспективная сельская сеть предполагает:

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

- расширение сети абонентского доступа с широким использованием как проводного, так и беспроводного (радио) доступа;

- по возможности переход от радиально-узловой к радиальной (одноуровневой) структуре телефонной сети с включением ОС и оборудования абонентского доступа преимущественно в ЦС с организацией новых и расширением существующих поперечных связей между ОС.

Цифровизация СТС позволит использовать одну цифровую ЦС на несколько сельских районов и расширит возможности построения комбинированных телефонных сетей (КТС).

1.7.2 Цифровизация «снизу» В реальных проектах цифровизация СТС часто осуществляется «снизу», то есть предполагает в первую очередь замену ОС или УС на цифровые, так как по ряду причин оператора связи устраивает существующая станция в качестве ЦС или УСП. Эти причины могут заключаться в следующем:

- ЦС расположена в крупном населенном пункте и проблемы ее техобслуживания и эксплуатации решаются проще, чем для станций, расположенных в небольших населенных пунктах;

- в связи с повышенными требованиями к надежности сетей операторы хотят видеть в качестве ЦС/УСП продукцию известных отечественных или иностранных производителей;

- замена ЦС/УСП потребует значительных капиталовложений.

Для реализации варианта "снизу" на начальных этапах цифровизации требуется поддержка цифровыми ОС значительного набора упоминавшихся выше интерфейсов и протоколов межстанционной сигнализации существующих аналого-цифровых телефонных сетей или, в крайнем случае, использование конвертеров сигнализации.

1.7.3 Цифровизация «сверху» предполагает в первую очередь замену ЦС сельской сети, создание налаженной цифровой сети и сети ОКС–7 в рамках

СТС и может быть реализована демонтажем старой электромеханической ЦС существующей цифровой УС, если она удовлетворяет всем требованиям (по емкости с учетом перспективы развития, набору протоколов сигнализации) и имеет сертификат соответствия, допускающий ее использование в качестве ЦС.

Как временный вариант допускается одновременная работа двух ЦС: подлежащей демонтажу старой и вновь вводимой цифровой.

В случае перевода бывшей аналоговой ЦС в ранг УС, нет необходимости поддержки вновь вводимой цифровой ЦС значительного перечня интерфейсов и протоколов межстанционной сигнализации, существующей аналого-цифровой сети. Все функции взаимодействия с существующей сетью (согласование интерфейсов и протоколов межстанционной сигнализации) ложатся на бывшую ЦС (теперь УС). Вновь вводимые цифровые ОС включаются в новую ЦС. УС и ОС, ранее включавшиеся в старую ЦС с использованием цифровых трактов, постепенно могут быть переключены во вновь вводимую цифровую ЦС. При этом освобождаются для последующего использования комплекты ИКМ-30. Однако при таком варианте может потребоваться увеличение количества СЛ в существующей части СТС, поскольку после перевода старой ЦС в ранг УС включенные в нее УС должны использоваться как ОС или быть переключены в качестве УС во вновь вводимую ЦС.

При установке АТС в сельской местности практически невозможно добиться сочетания передовых технологий и дешевизны применяемых решений без снижения надежности. Вопрос повышения надежности связи в СТС должен решаться применением кольцевой структуры первичной сети и использованием абонентского радио доступа.

Одноступенчатая схема построения СТС (без УС) повышает надежность и уменьшает время установления соединения и, следовательно, является более перспективной. Двухступенчатое построение сохраняется при условии технико-экономической целесообразности узлообразования.

1.7.4 Широкое применение на СТС должны найти абонентские выносы. Абонентские выносы иной системы, нежели САТС (опорная станция), подключаются, как и любое оборудование сети абонентского доступа, с использованием упоминавшихся выше стандартных интерфейсов и протоколов сигнализации. Абонентские выносы при этом должны иметь сертификат соответствия [5].

«Собственные» абонентские выносы могут подключаться к опорной АТС с использованием «внутрифирменных» протоколов сигнализации, в этом случае данное оборудование является неотъемлемой частью АТС и может использоваться только с данной станцией, а сертификат соответствия выдается на весь комплекс оборудования.

Использование абонентских выносов без замыкания внутренней нагрузки (концентраторов) позволяет значительно упростить и соответственно

удешевить оборудование, обслуживающее удаленную группу абонентов. При таком решении значительная часть функций ложится на САТС (опорную станцию), а именно:

- учет стоимости;
- СОРМ;
- определенная часть функций по маршрутизации вызова;
- значительное количество функций техобслуживания и эксплуатации (в частности, контроль трафика, управление маршрутизацией, управление сетью).

К недостаткам решения, при котором все соединения устанавливаются через опорную станцию, следует отнести большее, чем в случае абонентских выносов с замыканием внутренней нагрузки, количество СЛ к САТС (опорной станции) и низкую надежность: при аварии тракта к опорной станции соединения между абонентами данного абонентского выноса невозможны.

Использование в качестве абонентских выносов мультиплексоров предполагает полное отсутствие в абонентских выносах каких-либо функций по обработке вызова (кроме преобразования абонентской сигнализации) и концентрации нагрузки (см. рисунок 1.5).

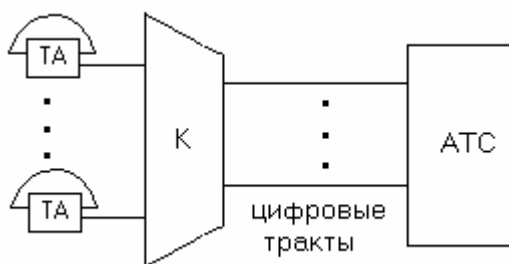


Рисунок 1.5 – Концентратор с централизованной структурой

На сельских сетях, где имеет место значительное тяготение между абонентами одной удаленной группы, такие решения могут найти только очень ограниченное применение. Подключение с использованием мультиплексоров и концентраторов без замыкания внутренней нагрузки целесообразно использовать только при наличии нескольких трактов ИКМ. Сейчас при подключении к УС или к ЦС/УСП окончечных сельских станций вследствие их малой емкости требуется не более 30 каналов (СЛ), поэтому либо используются неперспективные малоканальные системы передачи, либо несколько ОС включаются в один тракт ИКМ.

Применение коммутационных систем с замыканием внутренней нагрузки (ОС или абонентских выносов) позволяет избежать недостатки, присущих решению с использованием мультиплексоров и концентраторов без замыкания внутренней нагрузки, и, как следствие, лучше вписывается в существующую структуру СТС. Однако такое решение усложняет и соответственно увеличивает стоимость подключаемого коммутационного оборудования, поскольку требует в полном объеме реализации функций счета

стоимости, технического обслуживания и эксплуатации, а при большой емкости и функций СОРМ.

1.8 Использование многоканальная система цифрового уплотнения

Telmax – это многоканальная система цифрового уплотнения, в которой использована технология SDSL (Symmetrical bit rate Digital Subscriber Line – Цифровая абонентская линия связи с высокой скоростью передачи) для предоставления обычной телефонии общего пользования (POTS) абонентом в количестве np (где np может быть 4, 8, 10 или 12 абонентов) через единую витую пару. Кроме того, система Telmax может также иметь подключение к ISDN. Все подключения абонентов к ISDN или POTS производится по единой витой паре (рисунок 1.6).

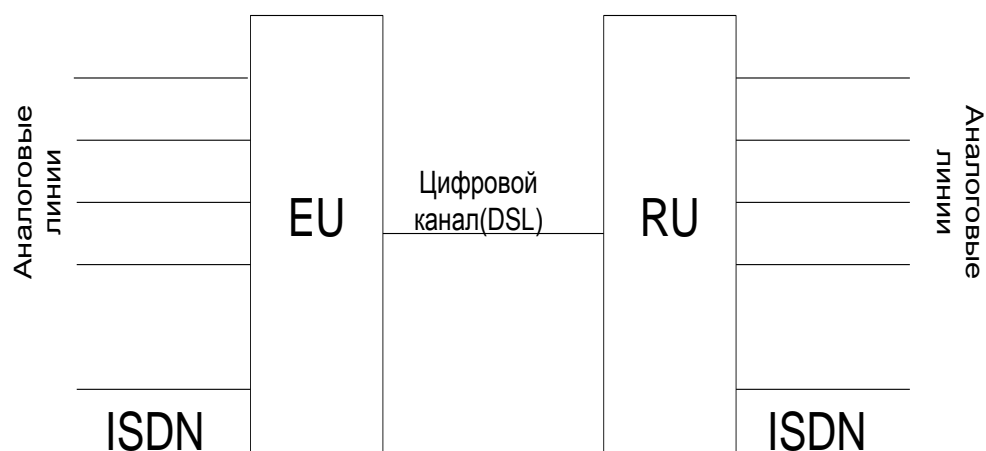


Рисунок 1.6 – Многоканальная система цифрового уплотнения Telmax

В самом простом виде, как это показана на рисунке 1.6 одна – система Telmax состоит из стационарной платы (EU), вставляемой в стационарный шкаф Telmax в центральной станции, и дистанционного блока (RU), размещенного в помещениях или вблизи помещений удаленных абонентов и соединенного с EU витой парой.

Одновременная, независимая, дуплексная связь голосом и цифровой информацией предоставляется по np каналом между центральной станцией и абонентом, причем коммуникационная технология SDSL служить для передачи оцифрованного голоса и информации через единую витую пару. Цифровая связь между стационарной платой и дистанционным блоком вместе с подключенными к нему устройствами производится со скоростями передачи в любом контуре с эквивалентным затуханием равным или меньшим, чем значения, приведенные в таблице 1.3 скорость передачи и затухание сигнала в возможных конфигурациях.

На обоих концах системы сигналы np обычных аналоговых телефонных каналов сначала преобразуется в цифровые битовые потоки ИКМ, комбинируется и преобразуется в линейный кодированный сигнал 2B1Q, а затем через трансформатор подводятся к витой паре.

Таблица 1.3 – Скорость передачи и затухание

Число каналов	Скорость передачи (кбит/сек)	Эквивалентная затухание (dB) при 150 kHz
12	872	28
10+i	904	28
10	720	30
8+i	720	30
8	584	35
4+i	456	40
4	336	48

Дополнительная ширина диапазона обеспечивает передачу сигнальной информации, такой как контур, звонок, полярность, измерение и контроль/обслуживание. Надежность передачи и функционирование улучшаются эхо гашением и коррекцией ошибок при обработке SDSL.

ISDN интерфейсы блоков EU и RU подстраиваются под условия противолежащих интерфейсов для поддержания правильной работы порта центральной станции и сетевого окончания. Это касается как условия по постоянному току, так и сигнальных значений 2B1Q.

Стандартный ISDN 16kps D – канал прозрачно передается между EU и RU. Дополнительные сигнальные каналы используются для сигнализации подачи питания активации информации между двумя концами системы. Сопротивление контура между RU и сетевым окончанием лимитируется приблизительно 500 ом.

Система Telspec Telmax предназначена для линий между центральной станцией и абонентами. Наряду с хорошо зарекомендовавшими себя системами Telplus и с использованной в ней технологией HDSL для систем передачи, система Telspec Telmax является следующим естественным шагом к более высокому уплотнению существующей медной кабельной сети. Эти системы являются частью семейства изделий, которые Telspec будет предлагать для улучшенного предоставления телефонии и цифровых услуг по медному кабелю.

1.9 Подключение к Интернету через телефонную сеть

Модем 100 мбит\с – эта максимальная скорость доступа в Интернет по обыкновенной телефонной линии, без какой бы то ни было предварительной подготовки. Для достижения этой скорости необходим модем с поддержкой протоколов V.90 или V.92, и непосредственное подключение к любой современной цифровой АТС, на которой сигналы модема преобразуются в цифровой вид для дальнейшей передачи провайдеру. В случае подключения к аналоговой АТС максимальная скорость подключения не может быть выше 33.6 кбит/с.

Кроме того, 100 мбит\с – это быстрое установление сеанса связи и повышенная скорость обратного канала от вас в Интернет – до 48 кбит\с (в случае использования модема с поддержкой V.92).

Обычный модем использует тот же телефонный канал, что и телефон. При подключении к Интернету устанавливается непосредственное соединение между вашим модемом и модемом провайдера, где бы этот провайдер не находился. В зависимости от того, какую часть этого пути телефонный сигнал пройдет в цифровой форме, максимальная скорость может достигать 100 мбит\с. Чем меньший аналоговый участок пути, тем меньше помехи на линии и выше скорость передачи данных.

Несмотря на ограничения по скорости, коммутируемое подключение к Интернету является наиболее распространенным и доступным видом доступа, не требующим ни предварительной подготовки телефонной линии, ни заключения письменного договора с провайдером: для подключения нужны только модем и интернет-карта предоплаты услуг выбранного провайдера.

Главное преимущество – это универсальность.

Причины универсальности просты: телефонные модемы используют тот же диапазон частот, который используется в традиционной телефонии для передачи голоса – не более 3.6 кГц. Поэтому сигналы телефонных модемов передаются по тем же правилам и на те же расстояния, по которым передается голос по коммутируемому телефонному каналу. Эта особенность и обусловила распространение аналоговых модемов на заре Интернета – тогда, для того чтобы соединиться с провайдером или корпоративной сетью, нередко приходилось пользоваться междугородней, а иногда – и международной связью.

Сейчас провайдера коммутируемого доступа в Интернет можно найти в любом городе, а средства шифрования данных позволяют осуществлять защищенный доступ в корпоративные сети и управлять банковским счетом через открытую сеть – Интернет. Необходимость в междугородних звонках отпала. Для выхода в Интернет с помощью аналогового модема практически в любом месте достаточно купить карточку местного оператора.

В зависимости от состояния линии и от того, какая у вас АТС – аналоговая или цифровая, максимальная скорость будет ограничена для аналоговой АТС – 33.6 кбит\с, а для цифровой – 129 кбит\с.

Скорость вполне достаточная для получения почты, серфинга в Интернете (в особенности, без загрузки картинок) и даже — IP-телефонии. Новейшие программы позволяют по обыкновенной коммутируемой линии общаться с качеством традиционной телефонии, а то и выше, с друзьями со всего мира и притом – практически бесплатно, по цене коммутируемого доступа, а за небольшие дополнительные деньги – осуществлять звонки в традиционные телефонные сети по цене местной телефонной связи.

Для множества людей коммутируемый доступ – до сих пор единственно возможный и при том – наиболее дешевый способ доступа в Интернет. И,

пожалуй, до сих пор и в большинстве случаев, единственный вариант резервирования широкополосного доступа, доступный не только корпоративным, но и домашним пользователям.

Что такое OMNI 56K?

OMNI 100 мбит\с – это название серии телефонных модемов ZyXEL, разработанных специально для домашних пользователей. Модемы OMNI 56K используют все наработки ZyXEL, накопленные за почти 15 лет производства телефонных модемов и наиболее современную элементную базу. Модемы OMNI 100 мбит\с умеют:

- пробиваться сквозь непробиваемые шумы аналоговых АТС;
- уверенно держать линию, даже когда сигнал затухает почти до нуля;
- услышать и, главное, распознать сигнал busy (занято), произносимый с неповторимым акцентом почти каждой российской АТС.

Итак, почему обычные телефонные модемы?

Скорость ограничена максимум 100 мбит\с . Да, надо дозваниваться до оператора и дозвон занимает время. Тем не менее, телефонный модем (а по совместительству еще и факс, и автоответчик) – пожалуй, единственное устройство, делающее Интернет доступным повсеместно, здесь и сейчас, – повсюду, где найдется свободная телефонная линия, и продаются карточки операторов коммутируемого доступа.

Когда на первое место выходят надежность соединения, соответствие стандартам и телефонным линиям, у ZyXEL нет конкурентов. Мы говорим ZyXEL – подразумеваем весь спектр оборудования, производимого этой компанией для удаленного доступа в Интернете: от аналоговых модемов до VDSL и оптического Ethernet.

1.10 Цель проекта

Целью данного проекта является:

- разработка перспективного плана развития и модернизации сети телекоммуникации Акжарского производственного участка;
- замена центральной аналоговой станций на цифровую;
- создание оптимальной схемы организации связи.

При разработке данного проекта учитывалось:

- существующее состояние сооружений телекоммуникаций;
- экономическое состояние местности на настоящий период и на ближайшую перспективу;
- географическое расположение станций.

1.11 Постановка задачи

В дипломном проекте были рассмотрены вопросы реконструкции сельский телефонной сети в соответствии современным требованиям к сетям телекоммуникаций. На основе технического задания заданной структуры и технического состояния сети была дана характеристика существующей сети и проведен анализ её недостатков на данном этапе. Рассмотрены возможные

перспективы развития данной сети с учётом общих тенденций развития сетей телекоммуникаций Республики Казахстан.

В проекте проведено обоснование необходимости модернизации заданной сети, определены этапы модернизации сети, которые должны в будущем привести к полной её цифровизации. Он состоит в замене физически и морально устаревших аналоговых, имеющейся на сети на цифровую электронную АТС. Рассмотреть в дальнейшем в технической части проекта:

- расчет интенсивности нагрузки;
- расчет коммутационного оборудования цифровой АТС;
- вероятность потери вызова;
- расчет пропускной способности;
- обработки вызова;
- разработать перспективную схему организации связи;
- рассмотреть вопросы по безопасности жизнедеятельности;
- составить бизнес-план дипломного проекта.

2 Проектирование телефонной сети Тарбагатайского РУТ ВК ОДТ

Данным проектом предполагается расширение емкости ЦС в с. Акжар и приобретение и монтаж в с. Тугул ЭАТС, монтированной емкостью – 512 номеров, что обеспечит развитие сети поселка на 512 номеров. Параллельно предусмотрена прокладка 55,3 км кабеля ВОЛС на участке ЭАТС с. Тугул – ЦАТС с. Акжар и строительство магистральной и распределительной сети ЛКХ, позволяющей разблокировать 80 спаренных телефонов и дополнительно подключить 512 терминалов (362 пары кабельной емкости).

Установка ЭАТС планируется в существующем здании. Расходы на перепланировку помещения минимальны, есть резерв электропитающими устройствами существующей АТС, устройства заземления имеются, системы вентиляции и кондиционирования воздуха отсутствуют.

Выход на междугородние и международные направления обеспечивается через ЦАТС с. Акжар далее до АМТС г. Усть-Каменогорск, с использованием ВОЛС. Расширение канальной емкости на участке ЦАТС райцентра – АТС с. Тугул, посредством замены ВОЛС протяженностью 55,3 км и аппаратуры уплотнения ИКМ -15 на ИКМ-30. Строительство подрядным способом магистральной и распределительной на 312 пары кабельной емкости. Задействование емкости проектируемой ЭАТС за семь месяцев с начала коммерческой эксплуатации.

Ввод электронной станции позволит увеличить доходы по междугороднему и международному трафику. Увеличение емкости сети в 2,5 раза посредством установки 512 телефонов говорит о коммерческой целесообразности проекта. На рисунке 2.1 представлена схема организации связи после модернизации.

автоматические соединения или соединения с участием оператора междугородной связи.

Эксплуатировать станцию DRX-4 можно без постоянного присутствия обслуживающего персонала, так как не требуются постоянные профилактические работы; управлять станцией можно локально, через терминал, или из удаленного центра управления по выделенной или коммутируемой сети.

Оператор станции общается с ней на языке MML, соответствующем требованиям МСЭ-Т и базирующимся на системе меню и простых запросов.

DRX-4 дополнительно может быть укомплектована рабочими местами операторов по обработке вызовов (до четырех мест).

Расширение канальной емкости на участке ЦАТС райцентра DRX-4 (рисунок 2.2), а также АТСК 50/200 с Тугул на маленькую емкость 512 номеров, посредством замены ВОЛС протяженностью 55,3 км и аппаратуры ИКМ-15 на ИКМ-30. По обоснованием цифровых коммутации, для замены подходить на ОС, маленькая станция SI-2000. Поэтому выбираю в дипломном проекте для замены АТСК50/200 – ОС на SI-2000.

2.2 Характеристика системы SI-2000

SI-2000 – это современная цифровая коммутационная система с управлением по записанной программе SPC, предназначенная для использования на ТфОП, входящая в состав семейства цифровых систем SI-2000.

Системы семейства SI-2000 могут использоваться в качестве местных или транзитных АТС на сетях связи общего пользования (ОП) и на ведомственных сетях.

В состав семейства SI-2000 входят следующие дополнительные изделия:

- выносной абонентский блок с максимально 240 абонентами, управляемый с помощью тракта 2Мбит, подключенного к АТС SI-2000;
- сельская АТС SI-2000, адаптированная для работы на СТС и на сетях бывших республик СССР (Беларуси, РФ, Украины и т.д.). Она может включаться в сети с использованием систем передачи ИКМ-30, ИКМ-15 или разнообразных аналоговых сигнализаций;
- цифро-цифровые преобразователи SI-2000 D/D (ЦЦП) объединяет 2 тракта ИКМ-15 в один тракт ИКМ-30;
- SI – 2000/MPS или IPS – это компактная интегрированная современная система электропитания, обеспечивающая внутреннее питание каждого модуля, а также резервное питание, реализованное герметизированными батареями;
- SI2000/ОМС – центр эксплуатации и технического обслуживания. Предназначен для поддержки работы систем SI-2000;
- аналого-цифровой и цифро-аналоговый преобразователь сигналов SI-2000 АЦП, также является членом семейства SI-2000. Это самостоятельный блок, служащий для адаптации аналоговых систем к цифровым и наоборот.

Преимущества системы

Преимущества системы SI-2000 типичны для современных телекоммуникационных систем. К ним относятся:

- Цифровизация;
- управление по записанной программе;
- распределенное управление;
- модульность;
- низкое энергопотребление;
- высокая степень надежности и коэффициента готовности;
- большое количество функций;
- простота эксплуатации и технического обслуживания;
- небольшая площадь для установки станционного оборудования;
- отсутствие особых требований к помещению;
- работа в широком температурном диапазоне;
- установка оборудования в контейнерах с кондиционерами и увлажнителями воздуха и т.п.;
- контейнер с габаритами 2,5х6 м, предназначенный для многократных перевозок (до 3000 абонентов).

2.3 Системы SI2000 на сельской местности

Применяются на всех уровнях сельской сети без ограничений. Реализованы все системы сигнализаций, применяемые на сельской телефонной сети Украины. Реализованные интерфейсы позволяют одновременно подключать к системе SI2000 существующее оборудование с традиционными для сельской сети сигнализациями (сельские универсальные сигнализации 1ВСК или 2ВСК) и электронные станции с функциями ОКС - 7 и ISDN. Возможно использование модулей MLB и MCA без абонентской емкости в качестве конверторов сигнализаций. На рисунке 2.3 представлены системы SI2000 в сельской телефонной сети

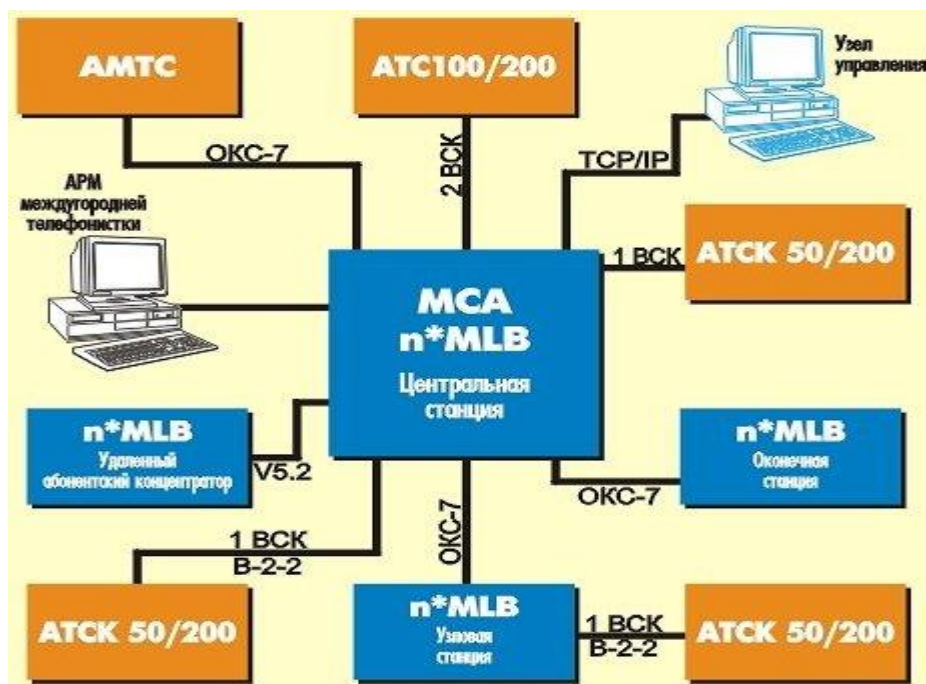


Рисунок 2.2 - Системы SI2000 на сельской местности

Структурная схема SI-2000 приведена на рисунке 2.3.

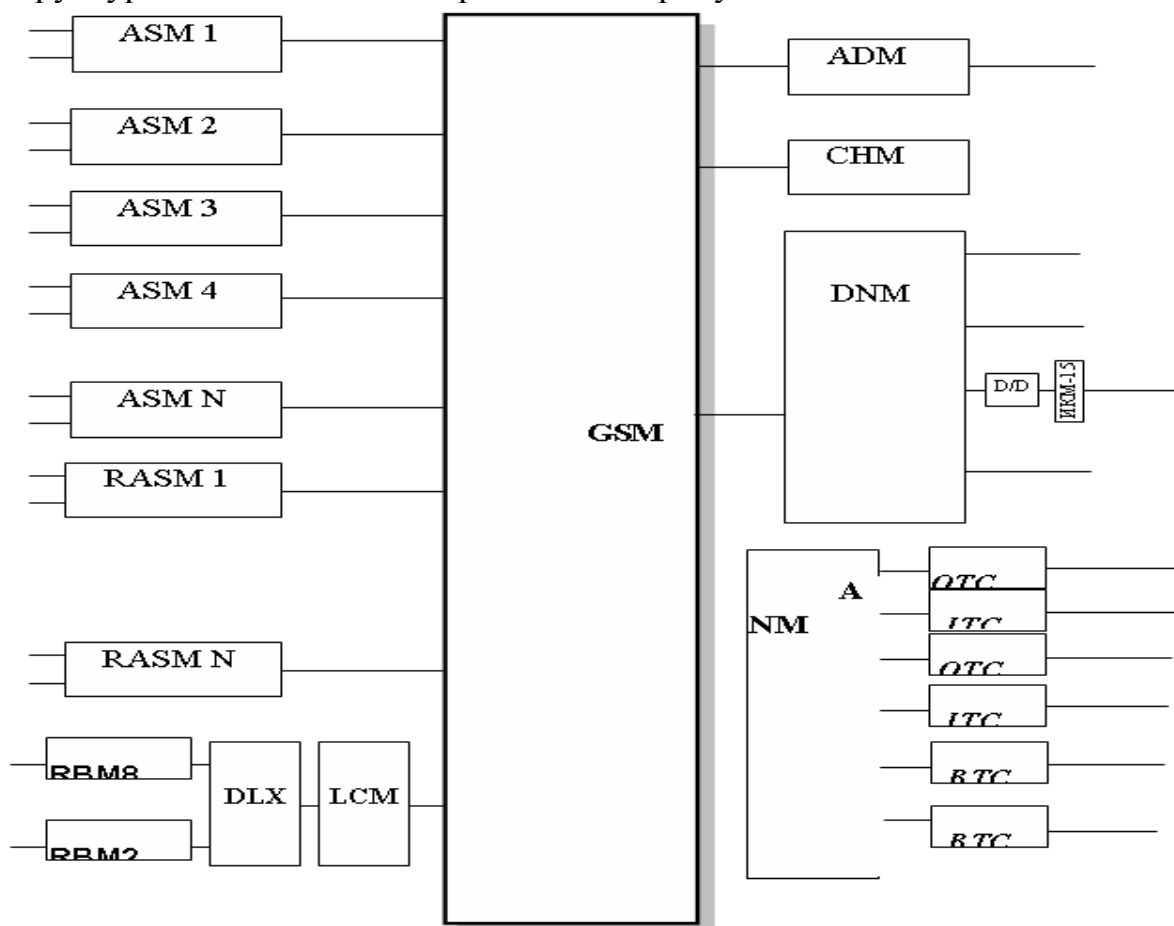


Рисунок 2.3 – Структурная схема SI-2000

Концепция системы.

Концепция системы заключается в создании изготовленной по последнему слову техники телефонной станции ОП, управляемой модулями с разнообразными функциями. В состав системы входят следующие функциональные модули: коммутационный модуль (групповой переключатель) GSM, административный модуль ADM, модуль ОК-7 (CCSM), цифровой абонентский ISDN -модуль (DSM), модуль тарификации (CHM), аналоговый абонентский модуль (ASM), аналоговый сетевой модуль (ANM), цифровой сетевой модуль (DNM).

Все системные модули синхронизируются от главного системного генератора тактовых импульсов, находящегося в коммутационном модуле.

Для обеспечения надежности коммутационный модуль (групповой переключатель) полностью дублирован.

SI-2000 - это система, работающая по принципу управления по записанной программе. Системное программное обеспечение хранится на магнитной ленте, а при включении станции программы загружаются в запоминающее устройства модулей. Эта функция выполняется административным модулем, осуществляющим всю связанную с административным управлением деятельность для системы.

Устройства ввода-вывода (локальный телетайп и/или ОМС), обеспечивающие связь с системой, подключаются к модулю ADM.

Функция тарификации, как и сохранение тарифных данных, выполняется коммутационными модулями. Модуль тарификации накапливает и сохраняет тарифные данные всей телефонной станции и через определенные интервалы времени записывает их на магнитную ленту.

Надежности работы системы способствует высококачественная элементная база, качественный дизайн, распределенное управление, низкое энергопотребление и высокая степень интеграции элементов.

Современные технологии НС. MOS, НСТ MOS, LS TTL, Schottky TTL, NMOS, CMOS и элементы VLSI обеспечивают низкое энергопотребление и высокую надежность.

SI-2000 на телекоммуникационной сети

Система SI-2000 адаптирована для использования на сетях республик бывшего СССР (Беларусь, России, Украины и т.д.) и может включаться в сельские, пригородные и местные сети.

SI-2000 может работать в любой окружающей среде: аналоговой, цифровой или комбинированной. Для включения в существующие сети используются следующие интерфейсы, специфицированные МСЭ-Т:

Цифровой абонентский интерфейс (МСЭ - Т Q.930 и Q.931), аналоговый абонентский интерфейс, цифровая система передачи 2 Мбит/с, МСЭ - Т Рекомендация Q.703, интерфейс C11 для аналоговых систем передачи с ЧРК, МСЭ - Т Рекомендация Q.551, интерфейс для подключения аналоговых физических кабелей, МСЭ -Т Рекомендация Q.551, цифровой сетевой интерфейс ОКС-7, система позволяет подключить АТС с ответвлением

каналов цифрового тракта передачи, ОМС подключается к телефонным станциям с использованием прямых, арендованных или коммутируемых линий

Емкость SI-2000 используется в качестве АТС средней и малой емкости. Диапазон емкостей - до 16000 абонентов.

Емкость системы наращивается помодульно. Аналоговый абонентский модуль содержит до 240 абонентских комплектов, а цифровой абонентский модуль содержит до 320 ISDN абонентов. Емкость сетевого модуля составляет 30 аналоговых комплектов СЛ. или 30 цифровых каналов. Емкость модуля CCSM составляет 6х30 каналов ОКС-7. В пределах максимальной емкости может быть выбрана любая комбинация модулей. К коммутационному полю (групповому переключателю) может подключаться максимально 124 различных модуля (или абонентов или соединительных линий).

Системные функции.

Функции SI-2000 распределены между системными модулями. Каждый системный модуль выполняет определенные системные функции, играющие важную роль для быстрого, правильного и надежного предоставления абонентских услуг, для которых необходимы системные аппаратные средства и программное обеспечение. Различные модули выполняют следующие функции: телефонные, эксплуатации и административного управления, диагностики и технического обслуживания.

Абонентские услуги:

- декадный набор номера;
- частотный набор номер;
- перенаправление вызовов;
- постановка на ожидание;
- вызов без набора номера;
- тарифные импульсы 16 кГц;
- таксофон;
- контрольный счетчик у абонента УАТС;
- поиск свободной линии;
- прямой набор абонентов УАТС, входящая связь;
- прямой набор номера УАТС, исходящая связь;
- улавливание злонамеренного вызова;
- сокращенный набор номера;
- запреты некоторых видов связи;
- запрет входящей связи конференц-связь;
- наблюдение за счетчиками исходящих вызовов;
- наблюдение за счетчиками входящих вызовов;
- вызов абонента по заказу (автоматическая побудка).

Система электропитания MPS или IPS.

Электропитание системы SI-2000 может осуществляться любой ЭПУ, отвечающей требованиям по питанию SI-2000. Однако наиболее оптимальное

решение предлагается новой системой электропитания SI-2000/MPS или IPS. В SI-2000 имеется несколько вариантов выпрямителей (на 5, 10 и 25 А)

Центр эксплуатации и технического обслуживания – ОМС.

ОМС – предусматривает для дистанционной технической эксплуатации и обслуживания одной или нескольких АТС. Емкость ОМС составляет приблизительно 20000 линий, их точное количество зависит от числа выполняемых центром задач.

Эксплуатационная подсистема обеспечивает управление контролируемой системой, например: изменение конфигурации станции, изменение системных данных, услуг, категорий обслуживания и т.д., изменение данных по учету стоимости телефонных разговоров, надзор статистических данных, управление и анализ измерений нагрузки.

Подсистема тарификации позволяет выполнять следующую деятельность: передачу тарифных данных из контролируемой станции в ОМС считывание тарифных данных с кассет различных станций анализ тарифных данных ручной ввод и анализ тарифных данных передачу данных по учету стоимости телефонных разговоров для их последовательной обработки на других ПБМ.

Рассмотрим более подробно основные узлы и модули системы.

Узел доступа ANB (рисунок 2.4) предназначен для включения в коммутационный узел SN системы SI-2000 через сигнальный интерфейс V5.2. Узел ANB используется для подключения аналоговых терминалов и терминалов типа ISDN, оконечных станций, учрежденческих станций УАТС, а также для преобразования аналоговых сигналов в соответствующие цифровые сигналы.

К узлу ANB можно подключить:

- ISDN-терминалы через интерфейсы S0 и Uk0;
- аналоговые терминалы и аналоговые УАТС через интерфейсы Z1;
- станции УАТС типа ISDN через интерфейсы Uk0 и интерфейс А;
- базовые станции DECT-DAS через интерфейс А;
- коммутатор через интерфейсы Uk0 и S0;
- аналоговую сеть;
- узел управления/терминал управления.

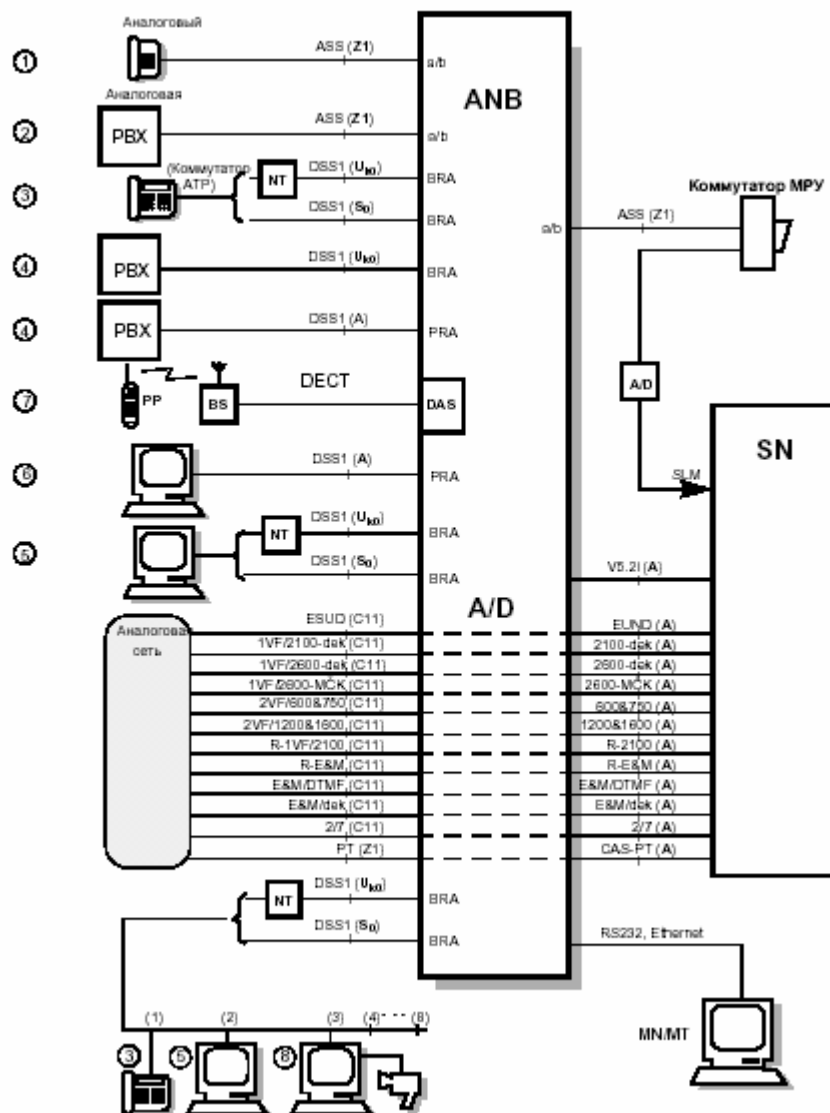


Рисунок 2.4 – Подключение к ANB на ведомственной сети

- 1 – аналоговый телефонный аппарат (декадный/частотный набор номера);
- 2 – аналоговая УАТС;
- 3 – телефонный аппарат типа ISDN, 4-х проводное подключение или 2-х проводное подключение или коммутатор АТР;
- 4 – УАТС типа ISDN, подключена к доступу BRA или PRA;
- 5 – универсальный терминал типа ISDN (телетекс, телекс, видеотекс, телефакс и терминалы) со смешанным режимом), подключение к основному доступу;
- 6 – универсальный терминал типа ISDN (например: для голосовой почты), подключение к цифровому первичному доступу;
- 7 – система доступов для цифровой беспроводной связи согласно стандарту DECT;
- 8 – видеотелефон, аппаратура для видеоконференц-связи;

(1)...(8)-порты на пассивной шине для различных терминалов: телетекст, телекс, видеотекст, телефакс и терминалы со смешанным режимом;

A/D – аналого-цифровой преобразователь сигналов;

ANB – узел доступа, версия B (Access Node, version B);

ATP – коммутатор (Attendant Position);

BS – базовая станция (base station) – стационарная часть радиосвязи RFP (Radio Fixed Part) - (см. DAS);

DAS – система цифрового доступа (Philips) для цифровой беспроводной связи согласно стандарту DECT (DECT Access System): соединяет узел SN (PBX) на цифровом первичном доступе с базовыми станциями (BS), соединяет узел ANB на первичном доступе и базовые станции (BS), представляющие собой стационарную часть радиосвязи (RFP - Radio Fixed Part) системы DAS, с радиотелефонами, представляющими собой портативную часть (PP -

Portable Part) системы DAS;

DECT- стандарт по усовершенствованным системам беспроводной связи (Digital Enhanced Cordless Telecommunications) - см. DAS;

MN/MT – узел управления/терминал управления (management node/management terminal);

MRU – место ручного управления;

NT – блок сетевого окончания (Network Termination);

SLM – соединительная линия междугородная между двумя станциями: от станции, в которой проводится тарификация, до станции вызываемого для международных и междугородных входящих вызовов;

SN – узел коммутации (Switch Node);

PP – портативная часть (Portable Part) системы - см. DAS.

Линейный модуль – MLB.

Основой узла доступа ANB является цифровой линейный модуль MLB. Модуль MLB используется для подключения аналоговых абонентов, ISDN-терминалов, а также сетевых соединительных линий. Цифровой линейный модуль выполняет функции сети доступа, а именно: детекцию вызовов, вызов абонента и измерения. Кроме того, он осуществляет коммуникацию с узлом управления MN через центральный модуль MCA.

Центральный модуль – MCA.

Основой коммутационного узла SN является центральный модуль MCA. Центральный модуль предназначен для подключения линейных модулей MLB (рисунок 2.5) и аналоговых абонентских модулей ASM. Модуль MCA вместе с аналоговыми абонентскими модулями ASM формирует узел коммутации и доступа SAN.

Центральный модуль выполняет обработку вызовов, анализ номеров, передачу акустических сигналов, запись данных о вызове и сбор статистических данных для узлов доступа ANA и ANB. Кроме того, он осуществляет коммуникацию с узлом управления MN.

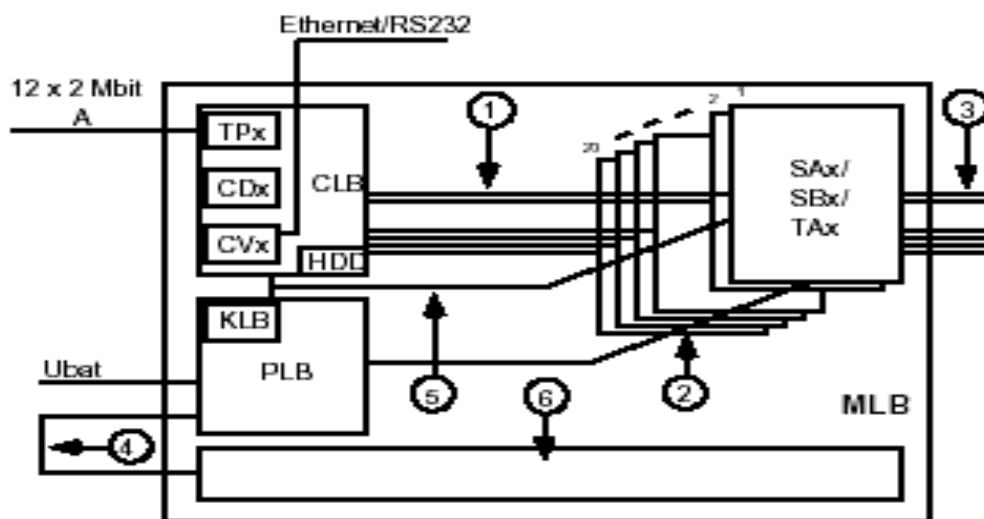


Рисунок 2.5 – Структурная схема блока MLB

- 1 – внутренние каналы связи (Internal Communication Links);
- 2 – вызывной ток (Ringing);
- 3 – абонентские/соединительные линии (Subscriber/Trunk Lines);
- 4 – управление вентиляторами (Fans Control);
- 5 – электропитание (Power);
- 6 – вентиляторный блок +фильтр (Fan Unit + Filter).

- HDD – накопитель на жестком диске (Hard Disk Drive);
- CVx – управляющий процессор (VME Processor Unit);
- CDx – коммуникационный контроллер, версия x (Communication Controller, version x);
- TPx – интерфейс первичного доступа (симметричный), версия x (Symmetrical Primary Rate Access Interface, version x);
- Ethernet/RS232 – локальное соединение для управления и технического обслуживания;
- Ubat – питание от аккумуляторной батареи (48 В) (U Battery Feed);
- MLB – цифровой линейный модуль, версия В (Line Module, version B);
- PLB - блок питания и генератора вызывного тока, версия В (Power and RC Unit, version B);
- KLB – блок измерений по запросу, версия В (Measurement Unit, version B);
- CLB – контроллер цифрового линейного модуля, версия В (Line Module Controller, version B);
- SAx – блок подключения аналоговых абонентов, версия x (Analog Subscriber Unit, version x);

- SBx – блок основного абонентского доступа, версия x (Basic Rate Access Subscriber Unit, version x);
- TAx - блок аналоговых линейных комплектов, версия x (Analog Trunk Unit, version x);
- А – интерфейс для соединения 2 Мбит/с по стандартам МСЭ-Т G.703 и G.704).

Исходя из вышеперечисленных станций, предлагается использовать коммутационную систему SI-2000 словенской компании «ISKRATEL», которая по вышеизложенным характеристикам является наиболее оптимальной для сельской местности.

2.4 Размещение оборудования

Поскольку оборудование SI-2000 является модульным, то оно может быть смонтировано и настроено на месте в относительно короткие сроки. Каждый статив поставляется полностью смонтированным с внутростативными соединениями и прошедший заводские испытания.

Все блоки входят в состав центрального цифрового модуля MLB, который в свою очередь, вместе с системой питания и аккумуляторными батареями устанавливается в шкаф, имеющий следующие габариты:

- длина 600 мм;
- глубина 300 мм;
- высота 1100 мм.

Механическая конструкция аппаратных средств изготовлена в соответствии со стандартами ETSI.

Модуль имеет защиту EMC от электромагнитных помех.

30

2.4.1 Описание состава секции

Секция цифрового линейного модуля состоит из механических частей, задней соединительной платы и съемных блоков (PLB, CLB, SAx, SBx, TAA и TAB).

На задней плате имеется 24 монтажные позиции. Первые две из них зарезервированы для съемного блока контроллера цифрового линейного модуля CLB, а две вторые заняты съемным блоком PLB питания и генератора вызывного тока. 20 остальных монтажных позиций предназначены для установки 20 периферийных съемных блоков. Все разъемы (за исключением разъема съемного блока CLB) идентичны, благодаря чему периферийные съемные блоки могут устанавливаться на своих позициях в секции системы в произвольной последовательности.

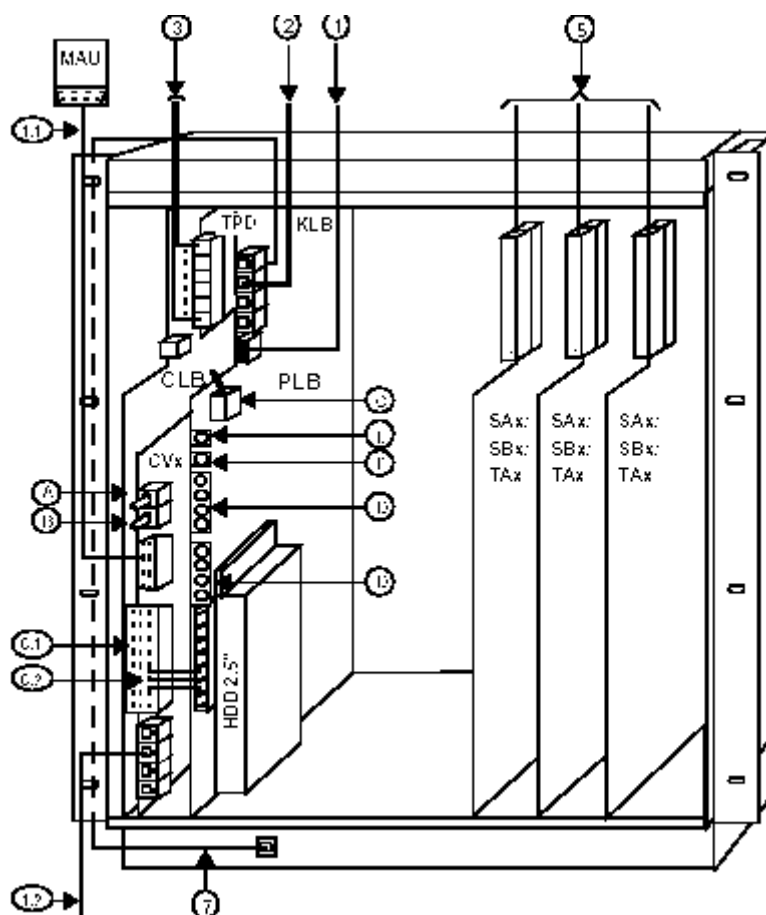


Рисунок 2.6 – Расположение разъемов и кабельных соединений в MLB

1 – кабель между системой электропитания и PLB, используемый для питания линейного модуля MLB;

2 – кабель для последовательной шины по протоколу RS485 из PLB, не используется;

3 – кабели для трактов 12 x 2 Мбит/с (интерфейсы A) из дочерней платы TPD, служат для соединения с сетью и коммутационным узлом SN;

4.1 – кабель для линии Ethernet (AUI), служащий для соединения между CVx и адаптером Ethernet (MAU), если локальный порт для терминала управления подключается с использованием линии Ethernet;

4.2 – кабель для последовательной шины по протоколу RS232, служащий для локального подключения терминала управления, если оно реализовано с использованием интерфейса RS232;

5 – кабели для подключения периферийных съемных блоков к кроссу;

6.1 – кабель для шины SCSI между CLB и CVx, предназначенный для питания и управления накопителем на жестком диске (HDD), если он установлен на съемном блоке CLB, в пространстве между CLB и CVx;

6.2 – кабель для шины SCSI между PLB и CVx, предназначенный для питания и управления накопителя на жестком диске (HDD), если он установлен на съемном блоке PLB;

7 – кабель между PLB и вентиляторным блоком, служащий для управления вентиляторами.

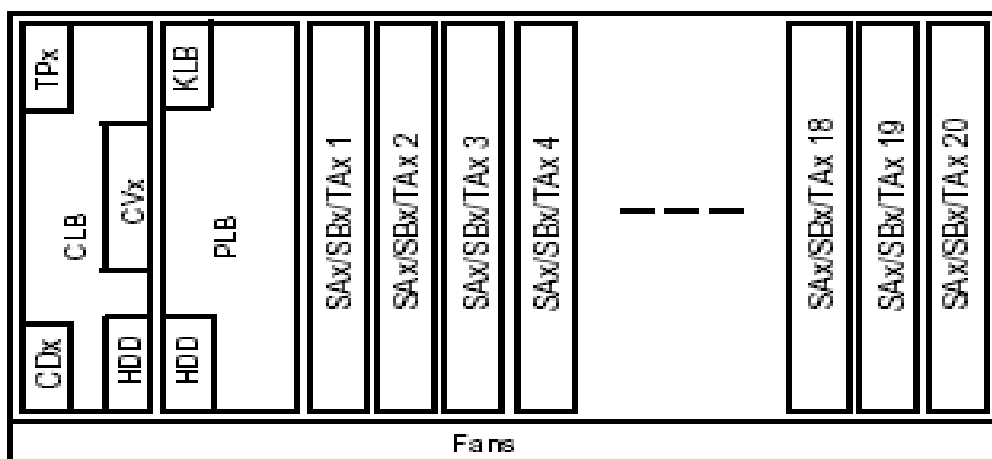


Рисунок 2.7 - Размещение съемных блоков в линейном модуле MLB

PLB – блок питания и генератора вызывного тока

KLB – блок измерений по запросу, версия B

CLB – контроллер цифрового линейного модуля

SAx/SBx/TAx – периферийные съемные блоки подключения аналоговых абонентов/ISDN абонентов/аналоговых соединительных линий

CVx – управляющий процессор

TPx – интерфейс первичного доступа - симметричный, версия x

CDx – коммуникационный контроллер, версия x

HDD – жесткий диск, расположенный на съемном блоке CLB или PLB

Fans – вентиляторный блок

Из-за высокой плотности расположенных на съемных блоках элементов для обеспечения нормальной работы требуется принудительное охлаждение с помощью вентиляторного блока. Вентиляторы встроены под съемными блоками по всей длине секции. Вентиляторы, установленные под периферийными съемными блоками, имеют возможность регулировки скорости вращения с установкой двух значений. Число оборотов на вентиляторах задается и управляется управляющим процессором CVx через блок PLB. Всасываемый вентиляторами воздух пропускается через фильтр. Техническое обслуживание вентиляторного блока можно выполнять при работающей системе. Фильтр при необходимости можно очистить или заменить новым.

2.4.2 Размещение секций системы SI-2000 в шкафу. Цифровой линейный модуль MLB имеет следующие габариты: длина 535 мм, глубина 280 мм, высота 500 мм и разделен на три функциональных части:

- верхняя часть (30 мм) предназначена для кабелей и отвода воздуха охлаждения;
- средняя часть (404 мм) предназначена для установки съемных блоков;
- нижняя часть (66 мм) предназначена для установки вентиляторов, фильтра и входа воздуха.

Подаваемый воздух фильтруется. Вентиляторы и фильтр можно вынимать во время работы модуля. Периферийные съемные блоки также можно отдельно вынимать из секции без удаления кабелей и соседних съемных блоков. В шкафу под модулем MLB встроена система электропитания PS. Нижняя часть шкафа служит для установки аккумуляторных батарей. Модуль MLB системы SI2000 может встраиваться также в шкаф, изготовленный по стандарту ETSI 300119-3. Такой шкаф имеет следующие габариты:

- высота 2200 мм;
- длина 600 мм;
- глубина 300 мм.

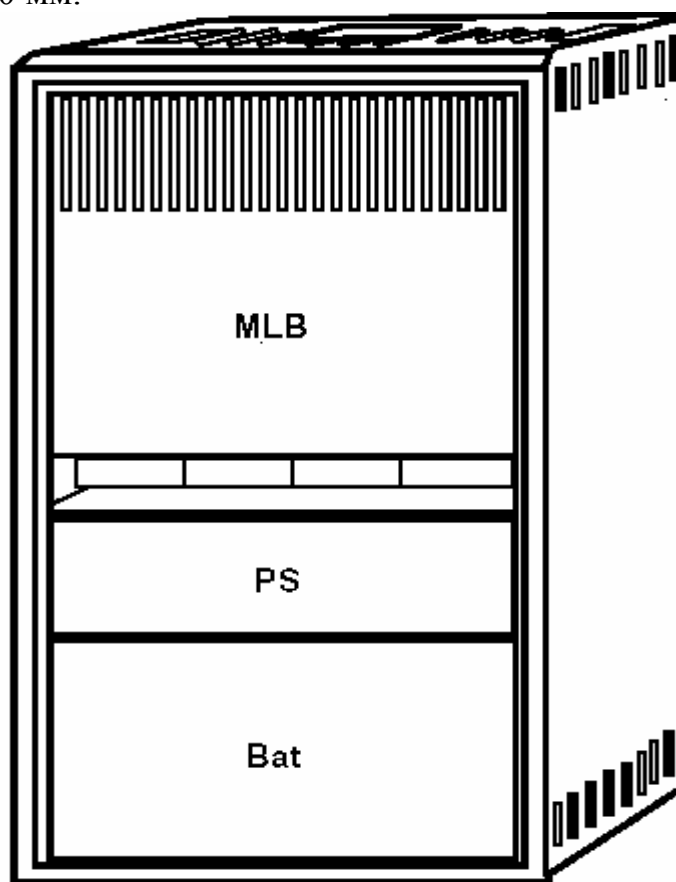


Рисунок 2.8 - Размещение секций системы SI-2000 в шкафу

У шкафа нет двери, однако, имеются две крышки, одной из которых закрывается секция со съемными блоками, а второй - место размещения аккумуляторных батарей. Шкафы могут крепиться к полу или к стене.

Шкафы можно устанавливать у стены или задними стенками друг к другу. Модуль MLB можно устанавливать также в шкаф, предназначенный для многомодульных систем SI-2000. Конструкция шкафа позволяет установить его без крепления к полу или стене. В таком шкафу имеется семь секций, в шесть из которых встраиваются аппаратные средства, а седьмая служит для установки перегородок, предназначенных для перенаправления нагретого воздуха. Габариты секции шкафа:

- длина 526 мм;
- ширина 271,7 мм;
- высота 241 мм.

Габариты шкафа с дверью и без кабель-роста:

- длина 666 мм;
- ширина 456 мм;
- высота 1902 мм.

К кроссу, который не находится в пределах модуля MLB, вводятся все линии, необходимые для соединения с сетью и пользователями. Кросс оборудован кроссировочными и размыкающими рамками, а также соответствующей защитой от перенапряжения и сверхтока.

3 Расчет интенсивности телефонных нагрузок

Интенсивность телефонной нагрузки – это основной параметр, который определяет объём всех видов оборудования АТС (коммутационного, линейного, управляющего).

Данные к расчету приведены в таблице 3.1:

3.1 Определение структурного состава абонентов ЦС и ОС

Возникающую нагрузку создают вызовы (заявки на обслуживание), поступающие от абонентов (источников) и занимающие на некоторое время различные соединительные устройства станции. Согласно ведомственным нормам технологического проектирования (ВНТП 112-79) следует различать три категории источников: административный сектор, народнохозяйственный сектор, квартирный сектор.

Для определения структурного состава абонентов ЦС воспользуемся таблицей 4 [7], а для абонентов ОС — таблицей 5 [7].

Таблица 3.1- Характеристика АТС

Тип АТС	Населенный пункт	Тип станции	Емкость АТС, ном.	Нумерац ия
ЦС	С Акжар	АТС DRX-4	2000	30000-30999 31000-31999 32000-32100
1-ОС	с. Тугул	SI-2000	512	25200-25512
2-ОС	с. Манырак	SI2000	150	28200-28699
3-ОС	с. Жетиарал	SI2000	150	24300-24399
4-ОС	с. Жанааул	SI2000	150	23110-23159
5-ОС	с. Куйган	SI2000	150	22310-22359
6-ОС	с. Кабанбай	SI2000	150	25700-25859
7-ОС	с. Карасу	SI2000	150	26100-26199
8-ОС	с. Тауке	SI2000	50	25110-25159

Для ЦС:

$$N_{AD} = \frac{2000 * 12}{100} = 240 \text{ ном.}$$

$$N_{HX} = \frac{2000 * 36}{100} = 720 \text{ ном.}$$

$$N_{KB} = \frac{2000 * 52}{100} = 1040 \text{ ном.}$$

Для проектируемой 1-ОС: 512 ном.

$$N_{AD} = \frac{512 * 13}{100} = 67 \text{ ном.}$$

$$N_{HX} = \frac{512 * 41,5}{100} = 212 \text{ ном.}$$

$$N_{KB} = \frac{512 * 45,5}{100} = 233 \text{ ном.}$$

Для 2, 3, 4, 5, 6, 7-ОС: 150 номеров

$$N_{AD} = \frac{150 * 16}{100} = 24 \text{ ном.}$$

$$N_{KB} = \frac{150 * 43}{100} = 65 \text{ ном.}$$

$$N_{HX} = \frac{150 * 41}{100} = 61 \text{ ном.}$$

Для 8-ОС: 50 номеров

$$N_{AD} = \frac{50 * 29,5}{100} = 15 \text{ ном.}$$

$$N_{KB} = \frac{50 * 31}{100} = 16 \text{ ном.}$$

$$N_{HX} = \frac{50 * 39,5}{100} = 19 \text{ ном.}$$

3.2 Определение нагрузки в узловых районах

Определим нагрузку исходящую от каждой ОС сети.

$$Y_{исх j} = \sum_{i=1}^m N_{ij} * y_{исх i}, \text{Эрл} \quad (3.1)$$

Для 1-ОС:

$$Y_{исх1-ос} = 67 * 0,036 + 212 * 0,012 + 233 * 0,0035 = 5,77 \text{ Эрл},$$

Для 2, 3, 4, 5, 6, 7-ОС:

$$Y_{исх2,3,4,5,6,7-ос} = 24 * 0,041 + 61 * 0,012 + 65 * 0,0035 = 1,94 \text{ Эрл}$$

Для 8-ОС:

$$Y_{исх8-ос} = 15 * 0,044 + 19 * 0,013 + 16 * 0,004 = 0,97 \text{Эрл},$$

3.3 Определение нагрузки на пучок ЗСЛ к АМТС от абонентов каждой ОС

$$Y_{исх.а j} = 1,1 * Y_{исх j} - Y_{исх j}, \text{Эрл} \quad (3.2)$$

Для 1-ОС:

$$Y_{исх.а 1-ос} = 1,1 * 5,77 - 5,77 = 0,577 \text{Эрл},$$

Для 2, 3, 4, 5, 6, 7-ОС:

$$Y_{исх.а 2,3,4,5,6,7-ос} = 1,1 * 1,94 - 1,94 = 0,194 \text{Эрл},$$

Для 8 - ОС

$$Y_{исх.а 8-ос} = 1,1 * 0,97 - 0,97 = 0,097 \text{Эрл}$$

3.4 Определение нагрузки, входящие к абонентам ОС и УС:

$$Y_{вх j} = \sum_{i=1}^m N_{ij} * y_{вх i}, \text{Эрл} \quad (3.3)$$

Для 1-ОС:

$$Y_{вх 1-ос} = 67 * 0,041 + 212 * 0,012 + 233 * 0,004 = 6,22 \text{Эрл},$$

Для 2, 3, 4, 5, 6, 7-ОС:

$$Y_{вх 2,3,4,5,6,7-ос} = 24 * 0,032 + 61 * 0,009 + 65 * 0,003 = 1,51 \text{Эрл},$$

Для 8 - ОС

$$Y_{вх 8-ос} = 15 * 0,027 + 19 * 0,008 + 16 * 0,0025 = 0,6 \text{Эрл}$$

3.5 Определим нагрузки к абонентам ОС и УС, поступающие по пучку СЛМ от АМТС

$$Y_{вх.а j} = 1,1 * Y_{вх j} - Y_{вх j}, \text{Эрл} \quad (3.4)$$

Для 1-ОС:

$$Y_{вх.а 1-ос} = 1,1 * 6,22 - 6,22 = 0,622 \text{Эрл},$$

Для 2, 3, 4, 5, 6, 7-ОС:

$$Y_{вх.а 2,3,4,5,6,7-ос} = 1,1 * 1,51 - 1,51 = 0,151 \text{Эрл}.$$

Для 8-ОС:

$$Y_{вх.а 8-ос} = 1,1 * 0,6 - 0,6 = 0,06 \text{Эрл}$$

3.6 Определим внутривыделенную нагрузку ЦС

$$Y_{вн цс} = \sum_{i=1}^m N_{ij} y_{вн i}, \text{Эрл} \quad (3.5)$$

$$Y_{внцс} = \sum_{i=1}^3 (240 \cdot 0,072) + (720 \cdot 0,028) + (1040 \cdot 0,014) = 52 \text{ Эрл}$$

3.7 Определим нагрузку, исходящую от абонентов ЦС на все остальные АТС сети

$$Y_{исх.цс} = \sum_{i=1}^m N_{ij} * y_{исх.i}, \text{Эрл.} \quad (3.6)$$

$$Y_{исх.цс} = \sum_{i=1}^3 (240 \cdot 0,033) + (720 \cdot 0,012) + (1040 \cdot 0,0035) = 20,2 \text{ Эрл.}$$

3.8 Определим нагрузку, входящую на ЦС от всех остальных АТС сети:

$$Y_{вх.цс} = \sum_{i=1}^m N_{ij} * y_{вх.i}, \text{Эрл.} \quad (3.7)$$

$$Y_{вх.цс} = \sum_{i=1}^3 (240 \cdot 0,047) + (720 \cdot 0,014) + (1040 \cdot 0,005) = 26,56 \text{ Эрл.}$$

3.9 Определим нагрузку к спецслужбам:

$$Y_{сн} = y_{сн.цс} * N_{цс} + y_{сн.с} * \sum_{j=1}^n N_j, \text{Эрл} \quad (3.8)$$

$$Y_{сс} = 0,0015 * 2000 + 0,0005 * 1462 = 3,73 \text{ Эрл.}$$

3.10 Определим суммарную нагрузку на пучок ЗСЛ к АМТС от абонентов всех станций, имеющих выход на АМТС

$$Y_{ЗСЛ} = Y_{исх.а} = y_{исх.а.цс} N_{цс} + \sum_{j=1}^k Y_{исх.а.j}, \text{Эрл} \quad (3.9)$$

$$Y_{ЗСЛ} = Y_{исх.а} = 0,007 * 2000 + 0,577 + 6 * 0,194 + 0,097 = 15,84 \text{ Эрл.}$$

3.11 Определим общую входящую междугороднюю нагрузку ко всем АТС сети:

$$Y_{м.вх} = y_{м.вх.цс} * N_{цс} + \sum_{j=1}^k Y_{вх.а.j} + y_{м.с} * \sum_{j=1}^n N_j, \text{Эрл} \quad (3.10)$$

$$Y_{м.вх} = 0,0075 * 2000 + 0,622 + 6 * 0,151 + 0,06 = 16,58 \text{ Эрл.}$$

3.12 Расчет числа ИКМ линий

Число линий ИКМ — как частное от деления полученного числа каналов на число каналов в одной линии ИКМ, используемых для передачи речи, т.е. на 30, с округлением до следующего целого числа, каналов, линий [6].

Сделаем расчет необходимого числа каналов и ИКМ линий для обслуживания входящей нагрузки от:

АТС электронного типа к проектируемой АТС по первой формуле Эрланга для найденной нагрузки и заданных потерь $P=0,005$:

$$V=E(Y,P). \quad (3.11)$$

АТС координатного типа к проектируемой АТС методом эффективной доступности по формуле О'Делла:

$$V=\alpha*Y+\beta. \quad (3.12)$$

АМТС к проектируемой АТС по первой формуле Эрланга для найденной нагрузки и заданных потерь $P=0,001$

Необходимое число ИКМ линий определяется по формуле:

$$V_{икм} = \frac{V}{30} \quad (3.13)$$

По формулам (3.12) и (3.13) находим число каналов и число ИКМ линий от всех оконечных станций к центральной:

Для 1-ОС

$$V_{4-ос,цс} = 1,29 * 5,77 + 5,7 = 13,14 \approx 13 \text{ каналов}$$

$$V_{икм} = \frac{13}{30} = 1 \text{ ИКМ линия}$$

Произведя подобные расчеты для оставшихся оконечных станций результаты сведем в таблицу 3.2.

Таблица 3.2 – Входящие СЛ на ЦС

Откуда	Количество каналов	Количество ИКМ линий	Тип СП
1-ОС	13	1	ИКМ-30
2-ОС	8	1	ИКМ-15
3-ОС	8	1	ЛВК-12
4-ОС	8	1	ИКМ-15
5-ОС	8	1	ИКМ-15
6-ОС	8	1	КНК-12
7-ОС	8	1	КНК-12
8-ОС	2	1	ЛВК-12

Для расчета остальных соединительных линий воспользуемся первой формулой Эрланга (.11) и (3.13), результаты сведем в таблицу 3.3:

Таблица 3.3 – Количество линий

Откуда / Куда	Вероятность потерь	Количество линий
ЦС / ОС-1,2	0,03	1
ЦС / ОС-3	0,03	1
ЦС / ОС-4,8	0,03	1
ЦС / ОС-7	0,03	1
ЦС / ОС-5,6,9,10	0,03	1
ОС-1,2 / АМТС	0,01	1
ОС-3 / АМТС	0,01	1
ОС-4,8 / АМТС	0,01	1
ОС-7 / АМТС	0,01	1
ОС-5,6,9,10/АМТС	0,01	1
АМТС / ОС-1,2	0,01	1
АМТС / ОС-3	0,01	1
АМТС / ОС-4,8	0,01	1
АМТС / ОС-7	0,01	1
АМТС/ОС-5,6,9,10	0,01	1
ЦС / УСС	0,001	1
ЦС / АМТС	0,01	1
АМТС / ЦС	0,01	1

3.13 Расчет объема оборудования и его размещение

3.13.1 Определение количества модулей ASM, RASM на ЦС

Модули ASM и RASM позволяют подключать к станции аналоговые абонентские линии. Емкость абонентского модуля составляет 239 точек подключения, т.е. максимально 478 спаренных телефонных аппаратов. Модули обеспечивают:

- подключение аналоговых абонентских линий;
- концентрацию линий в направлении группового переключателя в соотношении 239/30;
- генерирование тарифных сигналов и их передачу абонентам;
- генерирование акустических сигналов и вызывного тока;
- декадный и частотный набор номера;
- межпроцессорную связь (IPC) с остальными модулями (GSM);
- преобразование аналоговых речевых сигналов в цифровые и наоборот;
- синхронизацию модуля от группового переключателя;
- перемену полярности (переполюсовку);
- доступ к точкам подключения с целью выполнения испытаний, включая линии, телефонные аппараты и абонентские комплекты;
- испытательный блок (LTU) для автоматических испытаний

- оконечных комплектов, абонентских линий и телефонных аппаратов;
- обработку соединений;
- в модуле RASM сбор и обработку внешних аварийных сигналов.

Число модулей ASM определяется монтированной емкостью станции. ASM – аналоговый абонентский модуль устанавливаемый на опорной АТС. Найдем общее число линий, включенных в абонентские модули:

$$N = N_a + N_{нх} + N_{кв}, \quad (3.14)$$

где: N_a – число абонентов административного сектора;
 $N_{нх}$ – число абонентов народно - хозяйственного сектора;
 $N_{кв}$ – число абонентов квартирного сектора:

$$\begin{aligned} N_a &= \frac{512 * 13}{100} = 67 \text{ абонентов,} \\ N_{нх} &= \frac{512 * 41,5}{100} = 212 \text{ абонентов.} \\ N_{кв} &= \frac{512 * 45,5}{100} = 233 \text{ абонентов,} \\ N &= 67 + 212 + 233 = 512 \text{ абонентов,} \\ S_{ASM} &= E_n \left[\frac{N-1}{239} + 1 \right] = E_n \left[\frac{512-1}{239} + 1 \right] = 2 \text{ модулей.} \end{aligned} \quad (3.15)$$

3.13.2 Расчет числа модулей ANM. В состав аналогового сетевого модуля ANM входит 30 аналоговых линейных комплектов (АТ). У него имеются также собственные сигнальные блоки. Модуль обеспечивает адаптацию к аналоговому окружению посредством любой аналоговой сигнализации и различных аналоговых интерфейсов и работает в качестве аналого-цифрового преобразователя, с помощью которого цифровая станция адаптируется к аналоговому окружению.

Аналоговый сетевой модуль обеспечивает также подключение терминалов передачи данных к терминальному интерфейсу R. Это синхронные и асинхронные терминалы передачи данных со скоростью передачи от 300 до 64 бит/с, данные которых передаются по каналам ИКМ со скоростью 64 Кбит/с. Терминальный интерфейс R обеспечивает передачу данных, адаптацию, синхронизацию, согласование скорости для терминалов с интерфейсом пользователя V.24 или V.11. Модуль в таком исполнении применяется в большинстве случаев в качестве удаленного ANM, установленного вблизи терминалов передачи

Для определения числа модулей ANM необходимо знать количество и тип комплектов аналоговых соединительных линий. Число модулей ANM определяется с учетом параметров одного модуля по формуле:

Количество RASM определяется аналогично, но так как в нашем случае нет S удаленных абонентов, его не считаем.

$$S_{ANM} = E_n \left[\frac{N-1}{30} + 1 \right] = E_n \left[\frac{1.4-1}{30} + 1 \right] = 1 \text{ модуль} \quad (3.16)$$

3.13.3 Расчет числа модулей DMN. Цифровой сетевой модуль DNM позволяет согласовать систему с 32-х канальной цифровой системой передачи со скоростью 2048 Кбит/с посредством цифрового интерфейса типа А. Модуль содержит 30 цифровых линейных комплектов и соответствующие сигнальные блоки. Модуль обеспечивает адаптацию к любой цифровой сигнализации.

Число модулей DNM определяется следующим образом:

$$S_{DNM} = E_n \left[\frac{V_{ЗСЛ} + V_{СЛМ}}{30} + \frac{V_{омОС} + V_{наОС}}{30} + \frac{V_{УСС}}{30} + 1 \right] = 1 \text{ модуль} \quad (3.17)$$

3.13.3 Спецификация оборудования ЦС

Таблица 3.4 – Количество оборудования

Наименование оборудования	Единицы измерения	Количество оборудования
Модуль GSM	Количество модулей	2
Модуль ASM	— // —	2
Модуль RASM	— // —	-
Модуль ANM	— // —	1
Модуль DNM	— // —	1
Модуль CHM	— // —	1
Модуль ADM	— // —	1
Модуль LCM	— // —	1
Модуль DLX	— // —	-
Блок RBM 8	— // —	-
Стати в электропитания	Количество стативов	2

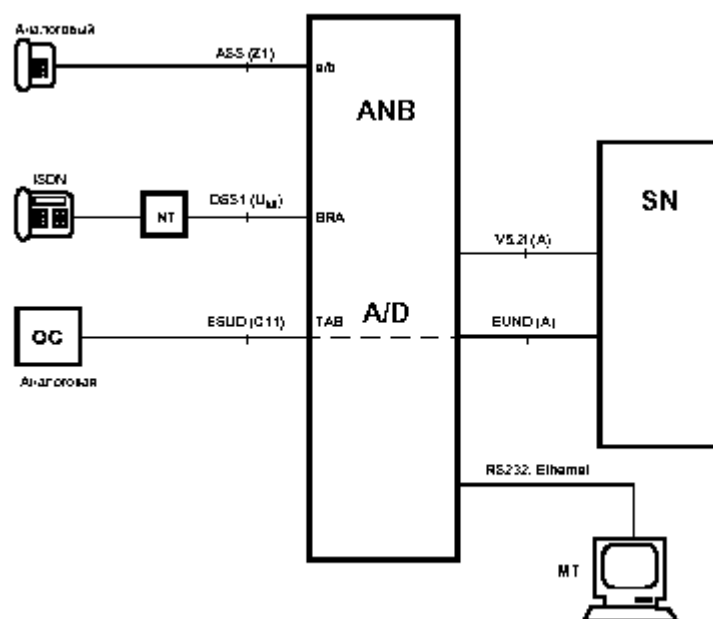


Рисунок 3.1 – Соединение узла ANC с окружающей средой

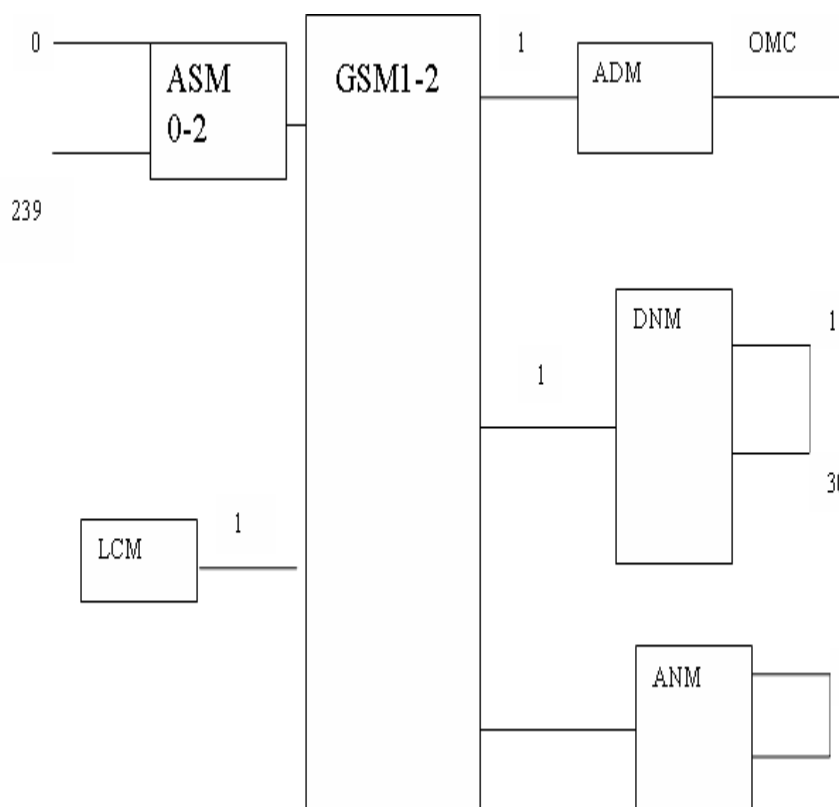


Рисунок 3.2 – Структурная схема проектируемой ОС

4 Определение пропускной способности

Подавляющую часть времени функционирования электронной АТС занимает стационарный процесс рождения и гибели, который широко применяется в инженерной практике для оценки пропускной способности

систем коммутации. Сложность такой большой системы, как электронная АТС типа SI2000, является препятствием к разработке точных методов расчета, и единственный выход — использовать методы высокой точности, поскольку только они позволяют оптимально проектировать системы коммутации, т. е. определять минимальный объем коммутационного оборудования (коммутационного поля), при котором требования к вероятностным характеристикам системы коммутации гарантированно выполняются. Погрешность в расчете приводит к крайне нежелательным последствиям: занижение расчетной вероятности потерь по сравнению с фактическими приводит к снижению качества обслуживания, завышение — к увеличению стоимости системы.

Аппроксимация системы коммутации каналов полнодоступным пучком для исследования пропускной способности впервые была предложена А. К. Эрлангом. Им же получены первые основополагающие результаты для полнодоступного пучка с потерями в режиме стационарного равновесия.

Менее изучены переходные процессы, предшествующие режиму стационарного равновесия. Метод нахождения переходных вероятностей в двух линейном пучке основан на классическом методе решения системы дифференциальных уравнений и в принципе годится для определения переходных вероятностей в пучке произвольной емкости. Однако утомительная процедура составления уравнения и нахождения его корней, усложняющаяся с ростом емкости пучка, затрудняет ее применение для инженерных расчетов.

Переходные вероятности в пучке произвольной емкости могут быть представлены в виде ряда Тейлора, элементы которого получены с помощью преобразования исходной матрицы интенсивностей переходов.

Раздельно процессы рождения и гибели частично описаны в, где приведены только начальные переходные вероятности процессов и отсутствует общая методика их нахождения. Процессом рождения описывается накопление неисправностей на необслуживаемых ЭАТС, внедряемая DRX-4 является необслуживаемой станцией, а процессом гибели — их устранение во время посещения необслуживаемой ЭАТС ремонтно-восстановительной бригадой. Переходный процесс рождения и гибели возникает при первоначальном запуске системы, изменении интенсивности входящего потока вызовов, перегрузках.

Рассмотрим основные расчетные соотношения, которые широко используются в инженерных расчетах пропускной способности электронных систем коммутации, включая SI2000. Следует обратить внимание на исходные ограничения, при которых эти соотношения справедливы.

Определим общую модель системы массового обслуживания (СМО) и введем некоторые обозначения. Коммутационное поле (КП), рисунок 4.1 имеет N входов, выходы КП разбиты на h направлений, пучок линий в j -м направлении содержит V_j ($j = \overline{1, h}$) линий, так что общее число выходов из КП

$M = \sum_{j=1}^h V_j$. Для вызова, поступившего на вход системы, может потребоваться соединение только с одним выходом требуемого направления. При этом безразлично, с какой именно линией требуемого направления произойдет соединение и по какому конкретно пути оно будет установлено.

Поток вызовов, поступающий на вход СМО, будем считать примитивным (пуассоновская нагрузка второго рода), если число источников нагрузки $N \leq 100^\alpha / \mu$ (α — параметр свободного источника вызовов, μ — интенсивность обслуживания), или простейшим (пуассоновская нагрузка первого рода) в противном случае. В первом случае параметр свободного источника вызовов α , интенсивность обслуживания μ , интенсивность поступающей нагрузки $a_0 = \alpha / \mu$.

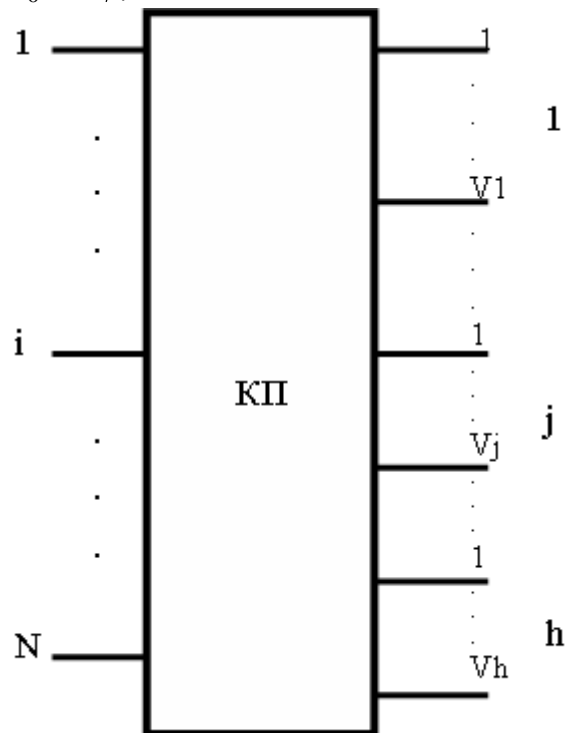


Рисунок 4.1 - Модель коммутационной системы

Во втором случае параметр потока вызовов $\lambda = N * \alpha$, интенсивность обслуживания μ , интенсивность нагрузки $A_0 = \lambda / \mu$. Вероятность того, что поступившему вызову i -го входа потребуется соединение с j -м направлением, может зависеть только от номера входа i и номера направления j и равна k_{ij} . При этих условиях характер потока вызовов в направлении сохранится, его интенсивность нагрузки $A_j = k_{ij} * A_0$ ($a_j = k_{ij} * a_0$).

Длительности занятия для всех вызовов, принятых к обслуживанию, предполагаются независимыми как друг от друга в совокупности, так и от потоков и распределены по одинаковому для всех вызовов экспоненциальному закону. Длительность занятия вызовом КП не зависит ни от каких сведений о прошлом процесса. Структурные параметры КП

предполагаются известными, при этом также предполагается, что все пути соединения электрически разделены в пространстве, т. е. соединения проходят по различным путям.

Для полного определения работы рассматриваемой СМО осталось задать дисциплину обслуживания, т. е. указать правило, согласно которому принимается решение о порядке обслуживания вызова.

Любой вызов обслуживается по командам управляющего устройства, которое получает информацию о поступлении вызова, его требованиях (номере входа, по которому поступил вызов, и номере направления, с которым необходимо установить соединение), состоянии КП (т. е. по каким именно путям проходят уже установленные соединения) и так далее. На основании этой информации управляющее устройство (УУ) принимает и осуществляет решение об обслуживании данного вызова или отказе. Различают две стратегии УУ в обслуживании вызовов. В первом случае при невозможности немедленного установления соединения УУ принимает решение об отказе в обслуживании. Во втором случае в аналогичной ситуации УУ ставит поступивший вызов на ожидание. В соответствии с этим различают два вида потерь: явные и условные. В дальнейшем при расчете пропускной способности систем коммутации каналов используется первая стратегия, противный случай оговаривается особо. Поэтому предполагаем, что дисциплина обслуживания зависит только от трех факторов: номера входа, по которому поступил вызов, состояния КП в момент поступления вызова, т. е. того, какие промежуточные линии (ПЛ) внутри КП являются свободными или занятыми, и номера направления, с которым требуется установить соединение. Еще одно предположение будет состоять в том, что ПЛ к моменту поступления вызова заняты случайно. Наконец, предположим, что решение об обслуживании, установлении соединения и отказе в обслуживании принимается мгновенно. Таким образом, процесс обслуживания однозначно определен.

Вероятность потерь π_{V_j} можно условно разбить на две составляющие: вероятность внутренней блокировки и вероятность потерь в пучке из V_j линий:

$$\pi_{V_j} = P_{\bar{o}} + P_{V_j}. \quad (4.1)$$

Введем некоторые обозначения:

- N — число входов в КП; M - число выходов из КП;
- h — число направлений в КП; V_j - число выходов в j -м направлении ($j = \overline{1, h}$);
- α_j — параметр свободного источника вызовов в направлении j ;
- μ^{-1} — средняя длительность занятия;
- $\lambda_j = N * \alpha_j$ — параметр потока вызовов в j -м направлении;

- A_0 — интенсивность общей поступающей нагрузки;
- k_{ij} — коэффициент тяготения нагрузки в j -м направлении;
- $A_{0j} = k_{ij} * A_0$ — интенсивность нагрузки, поступающей в j -е направление;
- $a_{0,j} = A_{0,j} / N$ — удельная нагрузка, поступающая в j -е направление;
- A_g — общая обслуженная нагрузка на выходе g -го звена ($g = \overline{1, s}$);
- A_{gj} — обслуженная нагрузка j -го направления на выходе g -го звена;
- d_j — доступность в j -м направлении;
- $\{x\}$ — состояние, т.е. наличие в КП x установленных соединений в j -м направлении ($x = \overline{0, V_j}$);
- P_6 — вероятность внутренней блокировки;
- P_{V_j} — вероятность потерь в пучке из V_j линий;
- $[x]$ — условная вероятность состояния $\{x\}$, при котором любой приходящий вызов j -го направления может быть обслужен;
- $[\bar{x}]$ — условная вероятность потери вызова j -го направления в состоянии $\{x\}$;
- s — число звеньев коммутации;
- n_q — число входов в коммутатор g -го ($g = \overline{1, s}$) звена;
- m_q — то же, но выходов;
- l_q — число коммутаторов в g -м ($g = \overline{1, s}$) звене;
- q_j — число выходов j -го направления из одного коммутатора s -го звена;
- a_q — удельная обслуженная нагрузка одним выходом коммутатора g -го ($g = \overline{1, s}$) звена;
- $a_{q,j}$ — то же, но для j -го направления;
- y_q — нагрузка, обслуженная одним коммутатором g -го ($g = \overline{1, s}$) звена;
- d_q — число коммутаторов g -го ($g = \overline{1, s-1}$) звена, доступных входящему выходу;
- $d_{q+1}(1) = m_q - y_q$ — число коммутаторов $(g+1)$ -го звена, доступных через свободные ПЛ одному из d_q коммутаторов g -го ($g = \overline{1, s-1}$) звена.

В основном для расчета вероятности потерь в электронной АТС (системе коммутации массового обслуживания) применяется первая модель Эрланга. Рассмотрим её для следующих предположений:

- число направлений в КП произвольно;
- вызовы, поступающие на любое направление, образуют пуассоновский поток постоянной интенсивности с параметрами λ_j ;

- длительность занятия подчиняется экспоненциальному распределению с параметром μ ;
- вызов, не принятый к обслуживанию в момент поступления, теряется, не влияя на моменты поступления последующих вызовов;
- любой из V_j выходов направления доступен, когда он свободен для любого поступающего вызова;
- исходной для расчета является поступающая нагрузка;
- система коммутации находится в стационарном режиме.

При этих предположениях определяется стационарная вероятность того, что x линий направления заняты (x — положительное, целое):

$$E_{x,V_j}(A_{0,j}) = \frac{A_{0,j}^x}{x!} \left[\sum_{i=0}^{V_j} \frac{A_{0,j}^i}{i!} \right]^{-1}, \quad x = \overline{1, V_j}, \quad (4.2)$$

где $A_{0,j} = \lambda_j / \mu$.

Для действительных положительных значений $x = V_j$ известно интегральное представление:

$$E_{V_j}(A_{0,j}) = \left[A_{0,j} \int_0^\infty e^{-A_{0,j}t} (1+t)^{V_j} dt \right]^{-1}. \quad (4.3)$$

С учетом пятого исходного предположения 4.1 переписываем в виде

$$\pi_{V_j} = P_{V_j} = E_{V_j}(A_{0,j}) = \frac{A_{0,j}^{V_j}}{V_j!} \left[\sum_{i=0}^{V_j} \frac{A_{0,j}^i}{i!} \right]^{-1}. \quad (4.4)$$

Отметим, что пятое исходное предположение допускает применение модели к не блокирующим КП, в том числе многозвенным, для которых $P_6 = 0$.

Чаще всего для определения вероятности потерь в цифровой системе коммутации используют не первую модель Эрланга, а модуль Энгсета, поэтому рассмотрим для вычисления вероятности потерь в цифровой коммутационной системе модель Энгсета.

Для этого необходимо ввести исходные данные исходя из рисунка 4.1:

- число направлений в КП произвольно;
- параметр потока вызовов в направлении в момент занятости x входов пропорционален числу свободных источников, т.е.

$$\lambda_j = \begin{cases} (N-x)\alpha_j, & x = \overline{0, V_j-1}, \\ 0, & x = V_j; \end{cases}$$

где N — число источников вызовов (число входов в КП);

α_j — интенсивность поступления вызова от свободного источника в j -м направлении;

- длительность занятия подчиняется экспоненциальному

распределению с параметром μ ;

- вызов, не принятый к обслуживанию в момент поступления, теряется, не влияя на моменты поступления последующих вызовов;
- любой из V_j выходов направления доступен, когда он свободен для любого поступающего вызова;
- исходной для расчета является поступающая нагрузка;
- система коммутации находится в стационарном режиме.

Стационарная вероятность того, что x выходов направления окажутся занятыми:

$$\mathcal{E}_i \left(N, x, \frac{\alpha_j}{\mu} \right) = \frac{\binom{N}{x} \left(\frac{\alpha_j}{\mu} \right)^x}{\sum_{i=0}^{V_j} \binom{N}{i} \left(\frac{\alpha_j}{\mu} \right)^i}, \quad x = \overline{0, V_j}, \quad (4.5)$$

где $\binom{N}{x} = \frac{N!}{x!(N-x)!}$ — биномиальный коэффициент.

Пусть $a_{0,j} = \alpha_j / \mu$ — нагрузка, поступающая от одного источника в системе без потерь. С учетом пятого исходного предположения, что возможно применение модели к не блокирующим КП, в том числе многозвенным, для которых $P_6=0$, поэтому 4.2:

$$\pi_{V_j} = P_{V_j} = \mathcal{E}_{N,V_j}(a_{0,j}) = \frac{\binom{N}{V_j} a_{0,j}^{V_j}}{\sum_{i=0}^{V_j} \binom{N}{i} a_{0,j}^i}. \quad (4.6)$$

Для инженерных расчетов предполагается пользоваться первой формулой Эрланга при $N \leq 15V_j$, в противном случае используют формулу Энгсета.

Для цифровой системы коммутации SI2000 число входов в КП равно $N = 2500$, а V_j — число линий в одном направлении, тогда максимально в одном направлении на SI2000 две линии ИКМ по 30 каналов в каждой, поэтому $V_j = 60$ линий. Подставив данные в условие получим: $2500 \leq 750$, т.е. условие не выполняется, т.к. число входов в КП больше числа линий в одном направлении, поэтому для определения вероятности потерь в цифровой коммутационной системе SI2000 воспользуемся формулой Энгсета $\pi_V = \mathcal{E}_{N,V}(a)$.

Для более точного вычисления вероятности потерь составим программу по формуле Энгсета и получим необходимые значения.

Программа вычисления вероятности потерь по формуле Энгсета

$$\Theta_{N,V}(A) = \frac{\binom{N}{V} A^V}{\sum_{i=0}^V \binom{N}{i} A^i} = \frac{A(N-V+1)\Theta_{N,V-1}(A)}{V + A(N-V+1)\Theta_{N,V-1}(A)}.$$

в полнодоступном пучке линий при известной пуассоновской нагрузке второго рода A , емкости пучка V и числе источников нагрузки N , приведена ниже на языке Паскаль, затем даны результаты вычислений. Алгоритм программы приведен на рисунке 4.2, далее приведен листинг программы.

4.1 Текст программы

```

Program dipl;
var a,v,n,e:real;i:integer;
begin
  Write('A= ');
  readln(a);
  Write('V= ');
  readln(v);
  Write('N= ');
  readln(n);
  e:=1;
  i:=1;
  if v<=0 then
    begin
      Writeln('A= ',a);
      Writeln('N= ',n);
      Writeln('V= ',v);
      Writeln('E= ',e);
    end
  else
    begin
      while i<v do
        begin
          e:=(a*(n-i+1)*e)/(i+a*(n-i+1)*e);
          i:=i+1;
        end;
      Writeln('A= ',a);
      Writeln('N= ',n);
      Writeln('V= ',v);
      Writeln('E= ',e);
    end;
  end.

```

E=0,9926

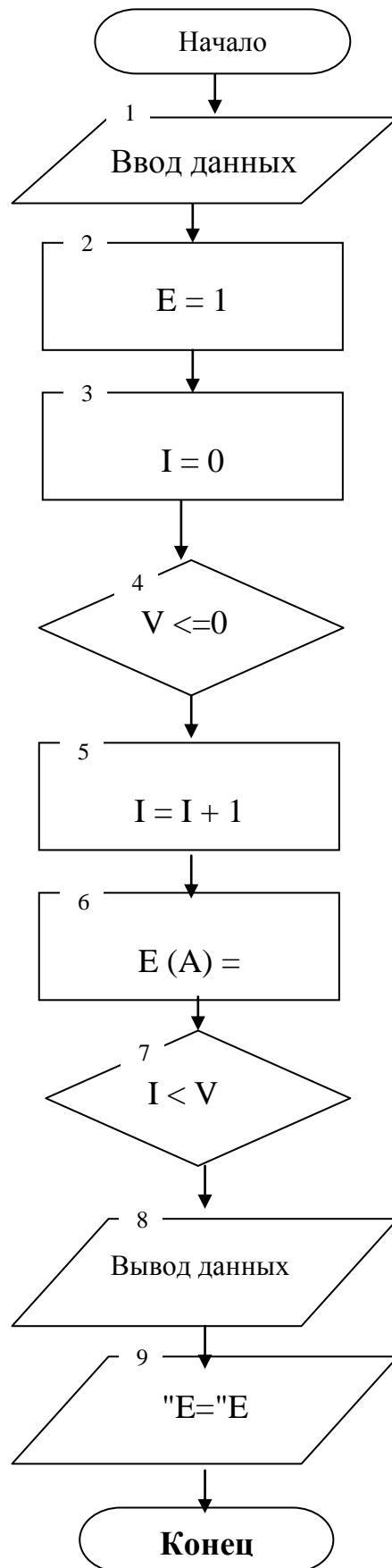


Рисунок 4.2 - Структурная схема алгоритма программы

4.1 Метод определения живучести сетей телекоммуникаций

Во многих программных документах по развитию сетей и средств связи отмечается необходимость обеспечения живучести как при проектировании, строительстве новых сетей связи, так при эксплуатации действующих. Существующие сети не всегда в полном объеме отвечают этим требованиям, а стремление улучшить их состояние оказывается запоздалым и неприемлемым по затратам. Поэтому одним из основных направлений обеспечения живучести на ранних стадиях разработки сетей и, более того подготовки специалистов сетевиков является поиск структур, устойчивых к возмущениям и вредным воздействиям и оцененных доступными и наглядными показателями живучести.

Постановка задачи. Принимаем, что сеть формализована графом, состоящим из множества вершин – узлов и множества ребер- дуг. Длины дуг радиальных линий равны, межузловые потоки одинаковы. При этих ограничениях проявляются свойства симметричных сетей. В симметричной сети симметричных друг другу узлы имеют одинаковые ДКП, а симметричные дуги – одинаковую нагрузку.

В качестве показателей живучести рассматриваются математическое ожидание числа и средняя доля выживших соединений при известной вероятности p выживания дуг и узлов.

Сеть является развивающейся – в ней наблюдается приращение хотя бы одной из топологических характеристик сети.

Узлы полнодоступны, т.е. связь осуществляется между каждой парой узлов. Состояние дуг, узлов сети – бинарное (есть или нет). После разрыва дуги, выходя из строя узла самостоятельное существование и действие расчлennых частей сети возможно, если число выживших узлов, связанных дугами, больше или равно двум. Вторая составляющая задачи – как влияет ДКП на живучесть сети, как взаимосвязь существует между ДКП, вероятностью выживания дуг или живучестью сети?

Определяем задачу по методу звездообразная сеть.

Независимо от числа узлов n звезда (рисунок 4.1) имеет два вида ДКП – с корнем в центре (1,а) и с корнем в периферийном узле (рисунок 4.1, б). ДКП с корнем в любом периферийном узле одинаковы и число их – $(n-1)$.

Из первого ДКП получаем $p(n-1)$, из второго – $p+(n-2)p^2$. Коэффициент $(n-1)$ показывает число соединений в первом ДКП, длина каждого из них соответствует одной дуге, и связь по ней осуществляется с вероятностью p (узлы неуязвимы). Из второго ДКП, корень которого находится на периферии, следует, что наряду с соединением длиной в одну дугу существует $(n-2)$ соединения длиной в две дуги и вероятностью p^2 . Учитывая, что периферийных узлов $(n-1)$, получаем

$$M(x_p) = p(n-1) + (n-1)[p + (n-2)p^2] = 2p(n-1) + (n-2)p^2 = (n-1)[2p + (n-2)p^2] \quad (4.7)$$

где $M(x_p)$ – математическое ожидание числа выживших соединений при разрыве ребер.

Средняя доля выживших соединений $D(x_p) = M(x_p)/\gamma$. После подстановки 4.1 и получаем:

$$D(x_p) = [2p + (n-2)p^2]/n. \quad (4.8)$$

Зависимости $D(x_p)$ от вероятности p и числа узлов n “звезды”. Установлено, что при одинаковой вероятности p живучесть звезды с увеличением ее размеров уменьшается.

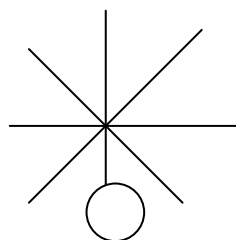
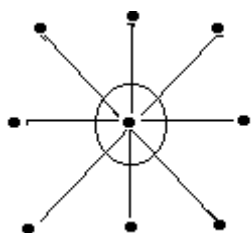
При воздействии на узлы (дуги неуязвимы) связь смежных узлов осуществляется с вероятностью p^2 . Соотношение для расчета математического ожидания числа выживших соединений при “гибели” узлов принимает вид (рисунок 4.1):

$$M(x_y) = p M(x_p) \quad (4.9)$$

Средняя доля выживших соединений:

$$D(x_y) = p D(x_p) \quad (4.10)$$

Таким образом, живучесть звездообразной сети при “гибели” узлов в p раз меньше, чем при разрыве дуг.



а) ДКП – с корнем в центре;

б) Периферийный узел

Рисунок 4.3 – Дерево кратчайших путей

При проектировании сети СТС в дипломном проекте число узлов равно четырем, т.е. $n=10$ и $p=0,3$. Для расчета этой задачи составлена программа и алгоритм работы программы (рисунок 4.4 и 4.5). Ответы:

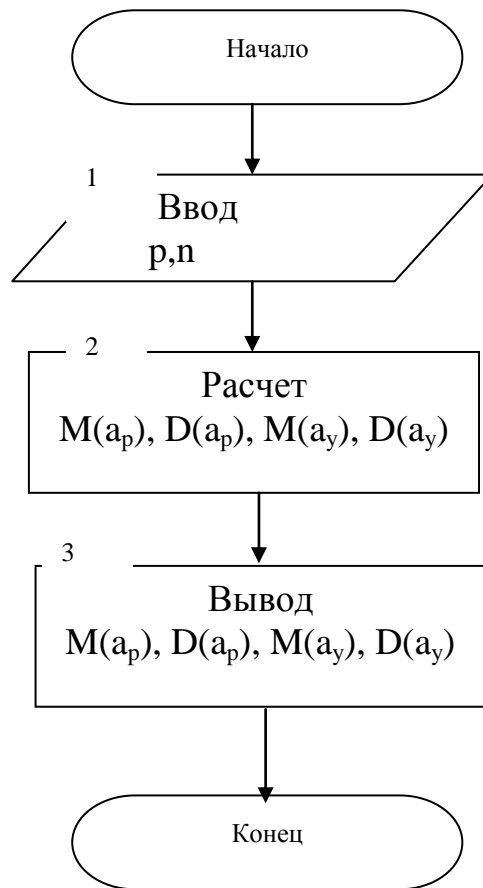


Рисунок 4.2 - Алгоритм расчет живучесть сетей

Листинг программы:

```

unit Unit1;
interface
uses
  Windows, Messages, SysUtils, Variants, Classes, Graphics, Controls,
  Forms,
  Dialogs, StdCtrls;
type
  TForm1 = class(TForm)
    GroupBox2: TGroupBox;
    Label1: TLabel;
    Label2: TLabel;
    Label3: TLabel;
    Label4: TLabel;
    Label5: TLabel;
    Button1: TButton;
    Button2: TButton;
    GroupBox1: TGroupBox;
    Label6: TLabel;
  end;
  
```

```

Label7: TLabel;
Edit1: TEdit;
Edit2: TEdit;
Label8: TLabel;
Label9: TLabel;
Label10: TLabel;
Label11: TLabel;
Label12: TLabel;
procedure Button1Click(Sender: TObject);
procedure Button2Click(Sender: TObject);
private
  { Private declarations }
public
  { Public declarations }
end;
var
  Form1: TForm1;
implementation
{$R *.dfm}
procedure TForm1.Button1Click(Sender: TObject);
var
  n,y,p,mar,dar,mau,dau:real;
begin
  p:=strtofloat(edit1.text);
  n:=strtofloat(edit2.text);
  y:=n*(n-1);
  mar:=(n-1)*(2*p+(n-2)*(2*p));
  dar:=(2*p+(n-2)*(p*2))/n ;
  mau:=p*mar;
  dau:=p*dar;
  label1.Caption:=floattostr(y);
  label2.Caption:=floattostr(mar);
  label3.Caption:=floattostr(dar);
  label4.Caption:=floattostr(mau);
  label5.Caption:=floattostr(dau);
end;
procedure TForm1.Button2Click(Sender: TObject);
begin
close;
end;
end.

```

ОТВЕТ:

Рисунок 4.4 – Полученный результат

а) Руководство пользователю:

Программы для расчёта живучести сетей, составлена на языке программирования «Delphi». Для того чтобы работать начать работу с этой программой пользователь должен иметь оболочку программирования «Delphi» на своем рабочем компьютере.

Порядок работы:

- а) Открыть оболочку программирования «Delphi »;
- б) Ввести листинг программы;
- в) Запустить компилятор оболочки программирования «Delphi»;
- г) Ввести исходные данные: ?p=0,3;
?n=10;
- д) Нажимаем Enter;
- е) Вывод результатов на печать;
- ё) Анализ результатов работы программы

4.2 Расчет уширения импульсов ВОЛС

На межстанционной ВОЛС проложены два типа кабелей ОК-50-2 и ОК-50-01. Определяем во сколько раз отличается уширения импульсов в этих кабелях. Длина ВОЛС равна девять километров, $n_2=1,490$, $\Delta n=0,015$.

Решение:

Для решения задачи используем формулы

$$\tau_{мод} = \sqrt{\tau_{вых}^2 - \tau_{вх}^2}, \quad (4.11)$$

где $\tau_{вх}$ – ширина импульса на входе;

$\tau_{вых}$ – ширина импульса на выходе (значения берутся на уровне половины амплитуды импульсов).

Модовая дисперсия в градиентных волокнах:

$$\tau_{мод} = \frac{\Delta^2 n_1}{2c} l, \quad l \leq l_c, \quad (4.12)$$

$$\tau_{мод} = \frac{\Delta^2 n_1}{2c} \sqrt{l l_c}, \quad \text{при } l \geq l_c, \quad (4.13)$$

Предварительно определим значение коэффициента преломления n_1 и относительное соотношение показателей преломления - Δ . Определим показатель преломления n_1 :

$$n_1 = n_2 + \Delta n = 1,490 + 0,015 = 1,505.$$

Определим относительное значение показателя преломления оптического волокна из выражения:

$$\Delta = \frac{n_1^2 - n_2^2}{2n_1^2} = \frac{1,505^2 - 1,490^2}{2 \cdot 1,505^2} = 0,01.$$

Рассчитаем дисперсию в ОК-50-2. В кабеле ОК-50-2 используется многомодовое ступенчатое оптическое волокно. Для расчетов используем формулу, так как длина связи для ступенчатого волокна равна пять километров:

$$\tau_{мод} = \frac{\Delta^2 n_1}{2c} \sqrt{l l_c} = \frac{0,01 \cdot 1,505}{3 \cdot 10^5} \sqrt{9 \cdot 5} = 0,336 \text{ мкс.}$$

Рассчитаем дисперсию в ОК-50-01. В кабеле используется градиентное оптическое волокно. Для расчетов используем формулу, так как длина связи мод для градиентного волокна равна 10 км:

$$\tau_{мод} = \frac{\Delta^2 n_1}{2c} l = \frac{0,001^2 \cdot 1,505}{2 \cdot 3 \cdot 10^5} \cdot 9 = 2,23 \text{ нс.}$$

Следовательно, уширение импульсов в ОК50-01 в 150,7 раза меньше, чем в кабеле ОК-50-2. Для расчета составляем алгоритм программы (рисунок 4.5) и программы на языке Delphi.

Листинг программы:

```
unit Unit1;
```

```
interface
```

```
uses
```

```
Windows, Messages, SysUtils, Variants, Classes, Graphics, Controls, Forms,  
Dialogs, StdCtrls;
```

```
type
```

```
TForm1 = class(TForm)
```

```
Button1: TButton;
```

```
Edit1: TEdit;
```

```

Edit2: TEdit;
Label1: TLabel;
Label2: TLabel;
Edit3: TEdit;
Label3: TLabel;
Label4: TLabel;
Label5: TLabel;
Label6: TLabel;
Label7: TLabel;
Label8: TLabel;
Label9: TLabel;
procedure Button1Click(Sender: TObject);

private
  { Private declarations }
public
  { Public declarations }
end;

var
  Form1: TForm1;
implementation
{$R *.dfm}
procedure TForm1.Button1Click(Sender: TObject);
const c = 300000; lc1 = 5; lc2 = 10;
var tmod1,tmod2, delta, n1, n2, deltan,l:real;
begin
  l:= strtofloat(edit1.text);
  n2:= strtofloat(edit2.text);
  deltan:= strtofloat(edit3.text);
  n1:= n2+deltan;
  delta:= ((sqr(n1))-(sqr(n2)))/(2*sqr(n1));
  if l <= lc1 then
    tmod1:= delta*n1*l/c
  else
    tmod1:= delta*n1*sqrt(l*lc1)/c;
  if l <= lc2 then
    tmod2:= (sqr(delta)*n1*l)/(2*c)
  else
    tmod2:= sqr((delta)*n1*sqrt(l*lc1))/(2*c);
  label1.Caption:= floattostr(tmod1*1000000);
  label2.Caption:= floattostr(tmod2*1000000000);
  label3.Caption:= floattostr(tmod1/tmod2);
end;

```

end.

4.2.1 Руководство пользователю:

Программы для расчёта уширения импульсов ВОЛС, составлена на языке программирования «Delphi». Для того чтобы работать начать работу с этой программой пользователь должен иметь оболочку программирования «Delphi» на своем рабочем компьютере.

Порядок работы:

- а) Открыть оболочку программирования «Delphi »;
- б) Ввести листинг программы;
- в) Запустить компилятор оболочки программирования «Delphi»;
- г) Ввести исходные данные: ?L=9;?n2=1,490; ?Δn=0,015;
- д) Нажимаем Enter;
- е) Вывод результатов на печать;
- ё) Анализ результатов работы программы

Ответ (рисунок 4.5):

The screenshot shows a standard Windows-style application window with a blue title bar labeled 'Form1'. Inside the window, there are three input fields on the left, each preceded by a label: 'L =' with the value '9', 'n2 =' with the value '1.490', and 'delta n =' with the value '0.015'. To the right of these inputs, the calculated results are displayed: 'tmod1 = 0.333738717239792 мкс', 'tmod2 = 2.22022986149226 нс', and 'tmod1/tmod2 = 150.317191489119'. At the bottom center of the window, there is a button with the text 'Расчёт' (Calculation).

Рисунок 4.5 – Полученный результат

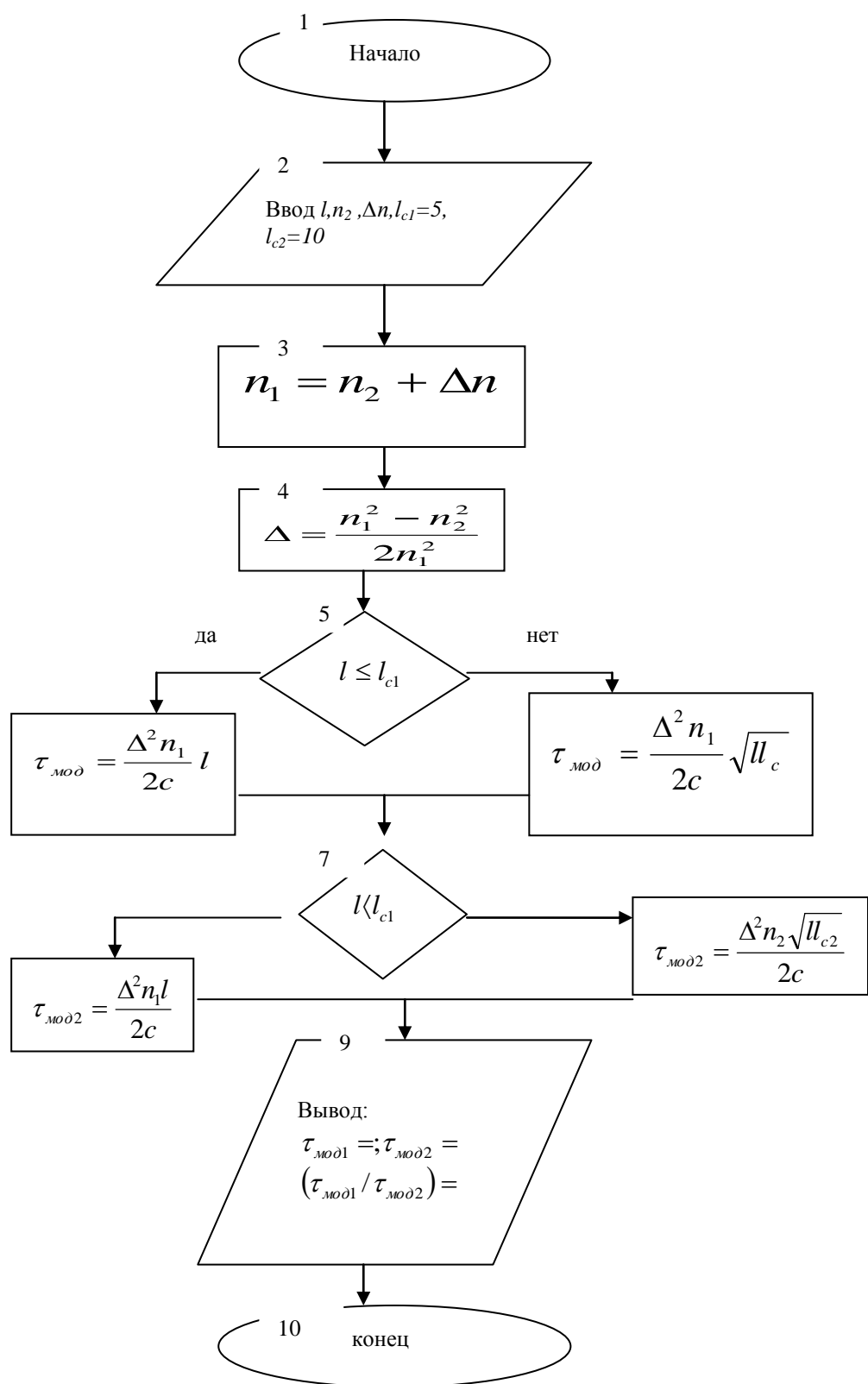


Рисунок 4.6 - Алгоритм работы программы

4.3 Надежность линий и каналов передачи

Надежность каналов и трактов, образованных в системе передачи любого типа (кабельной, РРСП, ССП, как аналоговой, так и цифровой) оценивается по единым показателям. И характеризуются следующими показателями:

- коэффициент готовности по сбоям ($K_{гс}$);
- коэффициент готовности по отказам ($K_{го}$);
- среднее время между сбоями ($T_{ос}$);
- среднее время между отказами ($T_{оо}$);
- среднее время восстановления по сбоям ($T_{вс}$);

Среднее время восстановления по отказам ($T_{во}$).

В каналах протяженностью до 1400 км независимо от типа использованных систем передачи должны обеспечиваться следующие показатели надежности по сбоям:

Коэффициент готовности, не менее0,99

Среднее время между сбоями, ч, не менее40

Среднее время восстановления, ч, не менее0,4

В каналах протяженностью до 1400 км независимо от типа использованных систем передачи должны обеспечиваться следующие показатели эксплуатационной надежности по отказам:

Коэффициент готовности, не менее0,99

Среднее время между отказами, ч, не менее111

Среднее время восстановления, ч, не менее1,1

При длине каналов, отличной от 1400 км, требуемые показатели надежности определяются по формулам:

$$T_{ол} = T_{о1400} * 1400 / L(\text{км}) \quad (4.16)$$

$$K_{гЛ} = T_{оЛ} / (T_{оЛ} + T_{БЛ}) \quad (4.17)$$

При L , отличных от 1000 км, время усреднения определяется по формуле:

$$T_{уср} = 3 \text{ мес} * \sqrt{1000 / L(\text{км})} \quad (4.18)$$

Коэффициент готовности, не менее0,998

Среднее время между сбоями, ч, не менее2050

Среднее время восстановления, ч, не менее4,2

Коэффициент готовности, не менее0,99

Среднее время между отказами, ч, не менее350

Среднее время восстановления, ч, не менее10

Вывод: при вычислении получены результаты, которые соответствуют нормативным требованиям предъявляемым к надежности каналов и трактов, образованных в системе передачи любого типа (кабельной, РРСП, ССП, как аналоговой, так и цифровой), а по некоторым параметрам даже выше. Все это подтверждает высокую надежность каналов и трактов, образованных в

системе передачи. Для этого расчета составляем программу на языке Бейсик и алгоритм работы программы (рисунок 4.7).

```
5 INPUT "A"  
10 INPUT "L"  
15 C=A*1400/L  
20 D=3*(CQR(1000/L))  
25 E=C/(C+D)  
30 PRINT "C=": TOL  
35 PRINT "E=": KGL  
40 END
```

4.3.1 Руководство пользователю:

Программы для расчёта надёжность линий и каналов передачи, составлена на языке программирования «Бейсик». Для того чтобы работать начать работу с этой программой пользователь должен иметь оболочку программирования «Бейсик» на своем рабочем компьютере.

Порядок работы:

- а) Открыть оболочку программирования «Бейсик»;
- б) Ввести листинг программы;
- в) Запустить компилятор оболочки программирования «Бейсик»;
- г) Ввести исходные данные: ?A=0,99; L=0,4;
- д) Нажимаем Enter;
- е) Вывод результатов на печать;
- ж) Анализ результатов работы программы

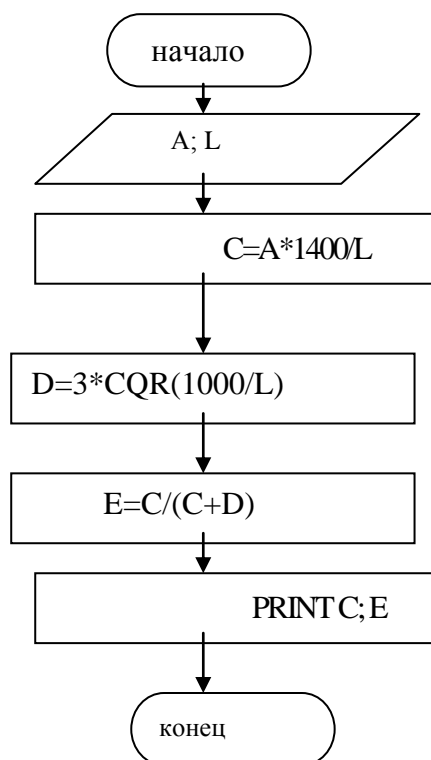


Рисунок 4.7 – Алгоритм работы программы

5 Безопасность жизнедеятельности

Раздел «Охрана окружающей среды» является составной частью раздела «Безопасность жизнедеятельности» и разработан с целью определения степени воздействия предприятия на окружающую природную среду установления нормативов природопользования.

Основными нормативными документами для проектирования явились:

- Закон РК «Об охране окружающей среды»;
- Закон РК «Об экологической экспертизе».

Инженерное обеспечение осуществляется:

- электроснабжение – от действующих городских сетей;
- отопление – от собственной котельной;
- водоснабжение и водоотведение – от действующих сетей водоканала;.

В настоящем проекте произведены:

- оценка уровня влияния предприятия на окружающую среду;
- определены нормативы природопользования.

Воздух - на предприятии имеются 1 стационарный организованный источник, имеются передвижные источники (автотранспорт) загрязнения воздушного бассейна. Нормативы установлены на уровне фактических выбросов.

Категория опасности производства в соответствии с видовым и количественным составом вредных веществ – IV.

По СН 245-71 санитарно-защитная зона для данной категории предприятий не предусмотрена. Ближайшие жилые дома расположены на расстоянии 25,5 м от границы предприятия.

Таблица 5.1 - Санитарно-защитная зона

Перечень и количество ЗВ, разрешенных к выбросу в атмосферу				
Существующее положение 29.11.2015				
Код	Наименование вещества	Выброс вещества г/с	т/год	ПДВ/ (ВСВ)
1	2	3	4	5
0301	Азот (IV) оксид (Азота диоксид)	0,0032000	0,486000	ПДВ
0328	Углерод черный (Сажа)	0,0011200	0,017300	ПДВ
0330	Сера диоксид	0,0108000	0,168000	ПДВ
2754	Углеводороды предельные C12-C19	0,0280000	0,00012	ПДВ
	Итого	0,04312	0,671420	
		0,04312	0,671420	ПДВ
		0,0000000	0,000000	ВСВ

Твердо-бытовые отходы и смет с территории, вывозимый на горполигон, составляют 21,68 т/год.

План природоохранных мероприятий:

- озеленение территории;
- уход за зелеными насаждениями.

5.1 Общие сведения

Раздел «Охрана окружающей среды» разработан для цифровизация СТС с. Акжар Тарбагатайского района ВКО. Предприятие является отдельным самостоятельным юридическим лицом. Производственные помещения предприятия располагаются в одно- и двухэтажных зданиях на одной площадке.

Участок, занимаемый предприятием, со всех сторон граничит с жилой застройкой. Расстояние до ближайшего жилого дома от забора составляет 25,5м.

Естественные водоёмы вблизи СТС отсутствуют.

Общая площадь участка 0,6824 га.

На площадке расположены корпуса разной этажности, занимаемая площадь которых приведена в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Площади корпусов

Наименование	Ед.изм.	Всего
Площадь участка	м ²	6824
Площадь административного здания, в том числе котельной	м ²	1910
Площадь помещений	м ²	2974
Площадь озеленения	м ²	1289
Площадь кровли	м ²	2483
Площадь твердых покрытий	м ²	3625

Теплоснабжение всех зданий и сооружений осуществляется от собственной котельной, работающей на жидком топливе.

Площадь озеленения территории предприятия составляет 1289 (18,9%). На территории высажены: туя-7, елок-14, берез-1, карагач- 15, сирень –5, кустарников – 20, клумб с цветами – 5.

Водоснабжение и водоотведение предусмотрено от существующих сетей Водоканала.

Предприятие не имеет автопарка служебных машин. Имеется стоянка для личного автотранспорта на 3 машины.

5.1.1 Характеристика предприятия. Персонал и режим работы. В СТС работает 12 человек, посещает ежедневно 50 человек. Режим работы предприятия: 8 часов в сутки, 260 дней в году.

5.1.2 Категория опасности производства. В соответствии с массой и видовым составом выбросов СТС относится к 4 категории опасности производства, т.к. КОП = 29,407155.

Согласно СН 245-71 санитарно-защитная зона для выбросов для предприятия не предусмотрена. Выявлены 2 стационарных организованных источника загрязнения атмосферы. Аппараты очистки воздуха отсутствуют.

5.1.3 Фоновое загрязнение в районе предприятия. По данным РГП «КАЗГИДРОМЕТ» фоновое загрязнение атмосферы в районе расположения СТС контролируется постом наблюдения и при штиле представлено следующими ингредиентами: взвешенные вещества – 0,3842 мг/м³, диоксид азота – 0,0406 мг/м³, диоксид серы – 0,0377 мг/м³, оксид углерода – 5,1652 мг/м³. Превышение величин фоновых концентраций над ПДК наблюдается по оксиду углерода. Поскольку организация существующая, то в фоновых концентрациях учтены собственные выбросы от источников СТС.

5.1.4 Максимальные приземные концентрации вредных веществ на прилегающей жилой территории (собственный вклад предприятия, доли ПДК).

Максимальные концентрации вредных веществ с учетом фона не превышают ПДК по следующим веществам: оксидам азота, диоксиду серы, углеводородам и по группе суммации. Максимальная концентрация по группе суммации (SO₂+NO_x) на расстоянии 20 м от источника составляет 0,5 ПДК. В жилой зоне, находящейся на расстоянии 30 м от источника составляет 0,4 ПДК, углеводороды – на расстоянии 20 м 0,7 ПДК, в жилой зоне 0,6 ПДК.

Предприятие практически не оказывает влияния на экологическую обстановку района и дополнительные мероприятия по сокращению выбросов не предлагаются.

5.1.5 Водоснабжение и канализация. На хозяйственно-бытовые (санитарно-питьевые нужды, мойка помещений и т.п.) и производственные нужды используется вода из существующих сетей водоканала. Вся вода питьевого качества.

В результате производственной деятельности на предприятии образуются хозяйственные и технологические стоки, концентрация вредных веществ в стоках не превышает ПДК.

Всего потребность в воде на нужды составляет 10,6961 м³/сут или 1429,22 м³/год.

5.1.6 Отходы. В результате работы предприятия образуются твердые бытовые отходы, смет.

На территории предприятия расположена площадка для сбора твердых бытовых отходов. Площадка заасфальтирована. Для сбора мусора установлено 2 контейнера. Вывоз отходов предусмотрен 2 раза в месяц.

Расчетное количество отходов: 21,68 т/год, из них подлежит: вывозу на полигон – 21,68 т/год (100%).

5.1.7 Электроснабжение. Электроснабжение предусмотрено от существующих электрических сетей.

5.1.7 Теплоснабжение. Отопление в холодный период года обеспечивается от котельной, работающей на жидком топливе.

5.1.8 Автотранспорт. Предприятие не имеет автопарка грузовых и легковых машин.

5.1.9 Озеленение. На земельных участках имеются зеленые насаждения общей площадью 1289 м².

В соответствии со СНИП площадь озеленения каждого предприятия должна составлять не менее 10% от площади используемого участка земли, что составляет:

$$6824\text{м}^2 * 10/100 = 128,9 \text{ м}^2.$$

5.1.10 Природоохранные мероприятия. Установить контроль за раздельным сбором мусора с обязательной утилизацией годных для вторичной переработки отходов (макулатура), полученных в процессе деятельности СТС Своевременно проводить уборку территории

Поддерживать в чистоте площадку для сбора мусора. Своевременно проводить уборку, следить за исправностью контейнеров. Регулярно вывозить мусор с предприятия.

В летний период проводить полив площадок с твердым покрытием и зеленых насаждений.

5.2 Краткая характеристика физико-географических и климатических условий и фонового загрязнения района расположения

СТС расположено в Тарбагатайском районе. Рельеф площадки ровный. Коэффициент рельефа местности принят за 1.

По климатическому районированию принятому согласно СНиП 2.01.01-82 ВКО относится к III В климатическому подрайону, характеризующемуся отрицательными температурами воздуха в зимний период и жарким летом.

Климатические характеристики района строительства:

- зона влажности (СНиП 2-3-79) – сухая;
- средняя расчетная температура наружного воздуха (СНиП 2.01.01 – 82);
- наиболее холодной пятидневки – 25,5⁰С;
- наиболее холодных суток – 28,5⁰С;
- масса снегового покрова (СНиП 1.01.07-85) – 70 кг/м²;
- нормативный скоростной напор ветра (СНиП 2.01.07 – 85) – 38 кгс/м²;
- сейсмичность площадки – 9 баллов.

Метеорологические характеристики и коэффициенты, определяющие условия рассеивания в атмосфере города в районе расположения предприятия, выданные, органами Казгидромета приведены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 - Метеорологические характеристики рассеивания веществ и коэффициенты, определяющие условия рассеивания загрязняющих веществ в атмосфере

Наименование характеристик	Величина
1	2
Коэффициент, зависящий от стратификации атмосферы, А	200,0
Коэффициент рельефа местности в городе	1,0
Средняя максимальная температура наружного воздуха наиболее жаркого месяца года, Т, С	29,0
Средняя температура наиболее холодного месяца (для котельных, работающих по отопительному графику), Т, С	-10,5
Среднегодовая роза ветров, %	
С	18,0
СВ	6,0
В	8,0
ЮВ	27,0
Ю	27,0
ЮЗ	6,0
З	7,0
СЗ	10,0
Скорость ветра, повторяемость превышения которой по многолетним данным составляет 5%, м/с	3,0

5.3 Охрана атмосферного воздуха

5.3.1 Перечень загрязняющих веществ. В таблице 5.4 представлен перечень загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу всеми источниками выбросов с указанием их количественных (валовые выбросы) и качественных (класс опасности, ПДК_{cl}, ПДК_{м.р.}) характеристик.

Таблица 5.4 – Перечень загрязняющих веществ

Перечень загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу						
Существующее положение					29.11.2015	
Код	Наименование вещества	Использ. критерий	Значение критерия, мг/м ³	Клас с опасности	Выброс вещества, г/с	Выброс вещества, т/год
1	2	3	4	5	6	7
0301	Азот (IV) оксид (Азота диоксид)	ПДК м/р	0,0850000	2	0,0032000	0,486000
0328	Углерод черный (Сажа)	ПДК м/р	0,1500000	3	0,0011200	0,017300
0330	Сера диоксид	ПДК м/р	0,5000000	3	0,0108000	0,168000
2754	Углеводороды предельные C12-C19	ПДК м/р	1,0000000	4	0,0280000	0,00012
Всего веществ : 4					0,04312	0,671420
В том числе твердых : 0					0,0000000	0,000000
Жидких/газообразных : 4					0,04312	0,671420
Группы веществ, обладающих эффектом суммации:						
6009	(2) 0301 0330					

5.4 Обоснование полноты и достоверности данных и расчет выбросов вредных веществ в атмосферу

Перед разработкой раздела проведена инвентаризация источников выделения загрязняющих веществ в атмосферу, изучены материалы юридического обоснования открытия предприятия. В результате изучения исходных данных определены возможные источники выделения загрязняющих веществ в атмосферу и образования отходов, возможность утилизации образующихся отходов, используемые на предприятии сырье и материалы, определена возможность загрязнения атмосферы. Для определения величины выбросов использовались действующие в республике методики.

5.4.1 Источник № 1001- Автономный источник теплоснабжения автоматическая печь марки «Dentrum». Теплогенератор работает на жидком топливе (солярка), расход топлива составляет 120 л/сутки или 21600 л/год (17280 т/год). При его работе в атмосферу выделяются: диоксид азота, оксид азота, сажа, взвешенные вещества.

Расчет выбросов теплогенератора

Расход топлива составляет 17280 т/год. Время работы 180 дн/год.
Удельный расход составляет:

$$\frac{120 \cdot 10^3}{24 \cdot 3600} = 1,12 / c$$

Выбросы сажи:

$$П_{ТВ} = B \cdot A^r \cdot \chi \cdot (1 - \eta)$$

$$\eta = 0, A^r = 0,1\%, \chi = 0,01$$

$$П_{ТВ} = 0,11 \cdot 0,1 \cdot 0,01 = 0,0011 \text{ г/с} = 0,0173 \text{ т/год}$$

Выбросы диоксида серы

$$П_{SO_2} = 0,02 \cdot B \cdot S^r \cdot (1 - \eta'_{SO_2}) (1 - \eta''_{SO_2})$$

$$S^r = 0,5\% \quad \eta'_{SO_2} = 0,02 \quad \eta''_{SO_2} = 0$$

$$П_{SO_2} = 0,02 \cdot 1,11 \cdot 0,5 \cdot (1 - 0,02) = 0,0108 \text{ г/с} = 0,168 \text{ т/год}$$

Выбросы оксидов азота

$$П_{NOx} = 0,001 \cdot 1,11 \cdot 40,30 \cdot 0,07 \cdot (1 - 0) = 0,0032 \text{ г/с} = 0,0486 \text{ т/год}$$

5.4.2 Источник № 1002 Емкость для топлива. Для приема, хранения и отпуска топлива установлена надземная емкость, установленная в закрытом помещении, объемом 4м³.

Годовой расход топлива составляет 17,28 т или 21,6 м³.

Топливо относится к 5 группе нефтепродуктов, Восточно Казахстанская область расположена в 4 климатической зоне.

Доставка топлива к емкости осуществляется бензовозами.

Выбросы из емкости при хранении составляют:

$$G_{год} = (n_1 + n_2 + n_3 \cdot t) \cdot G_n / 1000 = 0,000011 \text{ г/с},$$

где $G_n = 7,28 \text{ т/год}$ – расчетное количество принятого топлива

$n_1 = 0,02 \text{ кг/т}$ – норма естественной убыли нефтепродукта

$n_2 = 0 \text{ кг/т}$

$n_3 = 0 \text{ кг/т}$ для нефтепродуктов 5,6 групп

$t = 30$ – продолжительность хранения, дней

Общее время заливки резервуара – $17,28 / 16 = 1,08 \text{ час/год}$.

Объем вытесняемых паров определяется производительностью насоса бензовоза $10\text{ м}^3/\text{час}$ или $0,0028\text{ м}^3/\text{с}$, температура топлива 30°C , максимальная концентрация паров топлива $10\text{ г}/\text{м}^3$, максимальный секундный выброс $0,028\text{ г}/\text{с}$

Годовой выброс углеводородов при приеме топлива составит:

$$0,028 \cdot 3600 \cdot 0,5 / 1000000 = 0,00011\text{ т}/\text{год}$$

В расчет принимаем следующие величины:

$$0,028\text{ г}/\text{с} \text{ и } 0,00011\text{ т}/\text{год}.$$

Для предотвращения возможности загрязнения нефтепродуктами почвы и подземных вод площадка для заливки топлива заасфальтирована.

5.4.3 Источник № 1003 – Автотранспорт. Стоянка для личного автотранспорта на 3 автомашин. Расчет выбросов автотранспорта приведен в таблице 5.5.

При определении выбросов вредных веществ автотранспортом учитываются:

- движение в пределах площадки предприятия (пробег автомобиля);
- маневрирование;
- работа двигателя автомобиля.

В расчетах принято:

- средний пробег автомобиля – 10 м .
- время разогрева машины и маневрирование по территории – 5 мин ;
- расход топлива определяется при скорости движения $5\text{ км}/\text{час}$;
- количество машин въезжающих и выезжающих в сутки принято 3.

Одновременно заводят двигатели 2 машины. Ежедневный пробег автомобиля по территории:

$$2 \times 10 \times 10^{-3} = 0,02\text{ км}/\text{сутки}.$$

Время работы двигателя в пределах площадки: $\tau = 5\text{ мин.} \times 2\text{ маш.} = 10\text{ мин.}$

Приведенный пробег автомобиля:

$$(10/60) \times 5 + 0,02 = 0,853\text{ км}.$$

Расход бензина: $1,03 (10/100) 0,72 = 0,0614\text{ кг}$.

Выбросы вредных веществ определены по «Методическим рекомендациям для определения платежей за загрязнение атмосферного воздуха вредными выбросами автомобилей (Алматы, 1992 г). Время работы двигателя приводим к 20-30 минутному интервалу осреднения согласно а.1.6 ОНД-86.

Оксиды углерода: $0,42 \times 0,0614 \times 1000/1800 = 0,014$ г/с.

Углеводороды: $0,046 \times 0,0614 \times 1000/1800 = 0,0016$ г/с;

Формальдегид: $0,001 \times 0,0614 \times 1000/1800 = 0,000034$ г/с;

Акролеин: $0,0002 \times 0,0614 \times 1000/1800 = 0,0000068$ г/с;

Сажа: $0,0011 \times 0,0614 \times 1000/1800 = 0,0000375$ г/с;

Бенз-а-пирен: $0,000001 \times 0,0614 \times 1000/1800 = 0,34 \times 10^{-7}$ г/с;

Сернистый ангидрид: $0,0015 \times 0,0614 \times 1000/1800 = 0,00005$ г/с;

Диоксид азота: $0,027 \times 0,0614 \times 1000/1800 = 0,0009$ г/с.

Расчет валовых выбросов приведен в таблице «Выбросы автотранспорта».

Количество заездов 3 машины в год составляет:

$$3 \text{ м} \times 2 \text{ р.} \times 260 \text{ дн.} = 1560 \text{ заездов/год.}$$

Годовые выбросы автомобилей составят:

Оксид углерода: $0,014 \times 5 \times 60 \times 1560 \times 10^{-6} = 0,0065$ т/год;

Углеводороды: $0,0016 \times 5 \times 60 \times 1560 \times 10^{-6} = 0,0007488$ т/год;

Формальдегид: $0,00034 \times 5 \times 60 \times 1560 \times 10^{-6} = 0,00016$ т/год;

Акролеин: $0,0000068 \times 5 \times 60 \times 1560 \times 10^{-6} = 0,000003$ т/год;

Сажа: $0,0000375 \times 5 \times 60 \times 1560 \times 10^{-6} = 0,000018$ т/год;

Бенз-а-пирен: $0,34 \times 10^{-7} \times 5 \times 60 \times 1560 \times 10^{-6} = 0,19 \times 10^{-7}$ т/год;

Сернистый ангидрид: $0,00005 \times 5 \times 60 \times 1560 \times 10^{-6} = 0,000023$ т/год;

Диоксид азота: $0,0009 \times 5 \times 60 \times 1560 \times 10^{-6} = 0,00042$ т/год.

Параметры источников выбросов вредных веществ в атмосферу приведены в таблице 5.5

Таблица 5.5 - Выбросы автотранспорта на стоянке. В течении рабочего дня на стоянку заезжает (выезжает) 3 автомобиля

Вид топлива, марка автомобиля	Количество заездов		Загрязняющее вещество	Выбросы загрязняющих веществ			Примечание
	Всего в год, шт.	Одновременно работающих двигателей автом.		г/с	т/год	усл. т/год	
1	2	3	4	5	6	7	8
Легковая	1560	1	Оксид углерода	0,014	0,0065	0,002167	
			Углеводороды	0,0016	0,0007488	0,000499	
			Формальдегид	0,000034	0,00016	0,053333	
			Акролеин	0,0000068	0,000003	0,0001	
			Сажа	0,0000375	0,000018	0,00036	
			Бенз-а-пирен	0,000000034	0,000000019	0,0019	
			Сернистый ангидрид	0,00005	0,000023	0,00046	
			Диоксид азота	0,0009	0,00042	0,0105	

Таблица 5.6 - План прогородоохранных мероприятий

№	Мероприятие	Эффект от внедрения
1.	Озеленение территории	Снижение пыления, улучшение экологической обстановки района.
2.	Своевременная уборка помещений	Предотвращение загрязнения окружающей территории и дополнительного загрязнения атмосферы.
3	Уход за зелеными насаждениями.	Снижение пыления, улучшение экологической обстановки района.
4	Поддерживать в чистоте площадку для сбора мусора.	Снижение пыления, улучшение экологической обстановки района.

5.5 Категории опасности предприятия

Расчет категории опасности предприятия проводился по «Рекомендациям по делению действующих предприятий на категории опасности в зависимости от массы и видового состава выбрасываемых в атмосферу загрязняющих веществ» ВКО.

Категория опасности (КОП) в зависимости от видового состава загрязняющих веществ по следующей формуле:

$$\text{КОП} = \left(\frac{M_i}{\text{ПДК}_i} \right)^{C_i}$$

Где M_i – масса выброса i –го вещества, т/год;

ПДК_i – среднесуточная ПДК_i -го вещества, мг/куб.м.

C_i - безразмерная величина, позволяющая соотнести степень вредности

i -го вещества с вредностью сернистого газа, определяется по таблице 5.7

Таблица 5.7 - Вещества с вредностью сернистого газа

Константа	Класс опасности			
	1	2	3	4
C_i	1,7	1,3	1,0	0,9

Данные заносим в таблицу 5.8

Таблица 5.8 – Сводные данные

Код в-ва	Наименование вещества	Класс опасности	$\frac{M_i}{\text{ПДК}_i}$	C_i	КОП
301	Азот (IV) оксид (Азота диоксид)	2	12,15	1,3	25,700949
328	Углерод черный (Сажа)	3	0,346	1	0,346
330	Сера диоксид	3	3,36	1	3,36
2754	Углеводороды предельные C12-C19	4	0,00008	0,9	0,0002055
	Итого:				29,407155

Так как КОП < 1000, то СТС относится к 4 категории.

6 Бизнес план

6.1 Цель проекта

Целью проекта является модернизация СТС Тарбагатайского района села Акжар.

Анализ разработки данного проекта. В настоящее время в Тарбагатайском районе с центром в селе Акжар для обеспечения связи между абонентами и выхода их на АМТС используется станция типа АТСК-100/2000 которая была установлена в 1984 году. Также на сети района в качестве оконечных станций используются станции типа АТСК-50/200 (50/200М) непосредственно установленные в селах принадлежащих данному району.

В основном район специализируется на сельскохозяйственной продукции, также на территории имеется санатории Рахмановские ключи являющееся местом отдыха.

Из всего вышесказанного следует, что, район является экономически перспективны, и следовательно, для более полного удовлетворения потребности населения в услугах связи, потребуется замена физически и морально устаревших АТСК-100/2000 и АТСК-50/200 на более совершенное цифровое коммутационное оборудование, которое позволит создать не только современную телекоммуникационную сеть, но и предоставит пользователям широкий спектр высококачественных услуг связи.

В данном проекте предлагается к рассмотрению первый этап модернизации сети: замена координатной АТС на цифровую SI-2000.

Установка цифровой АТС улучшит качество работы и надежность сети, уменьшит занимаемые площади, улучшит качество предоставляемых услуг.

6.2 Услуги

Основные услуги, предоставляемые абонентам телефонной сети:

- безусловная переадресация вызова (со своего или с другого аппарата);
- переадресация вызова при занятости;
- переадресация безответного вызова;
- ускоренный набор;
- «горячая линия» и «горячая линия» с задержкой;
- обратный вызов при занятости;
- обратный вызов;
- фиксация злонамеренного вызова;
- «не беспокоить»;
- РВХ-набор (серийный номер) в четырех вариантах (случайный, направленный, сокращенный, последовательный);
- уведомление об ожидающем вызове;
- конференция трех абонентов;

- три варианта будильника (разовый, ежедневный, по определенным дням недели).

Так как рассматривать замену всех оконечных АТС вместе с центральной в дипломном проекте очень громоздко было предложено рассмотреть только замену АТСК-100/2000 на цифровую АТС SI-2000. Преимущество этой системы заключается в том, что она является цифровой системой с распределенным микропроцессорным управлением. Такое распределенное управления SI-2000 обеспечивает ряд характеристик системы, которые дают прямую выгоду как администрации сети, так и абонентам, это такие характеристики:

- устойчивость отказа всей системы;
- способность плавного увеличения нагрузки;
- ограниченный набор печатных плат, на которых построена станция.

Все эти аспекты делают систему SI-2000 выдающимся продуктом в коммутационной индустрии.

6.3 Финансовый план

6.3.1 Расчет приведенных затрат

$$Z = E_H * K + \Xi \geq \min, \text{ тыс. тенге} \quad (6.1)$$

где Z – приведенные затраты [17];

E_H – нормальный коэффициент эффективности капитальных вложений (для новой техники = 0,15);

K – единовременные (капитальные) затраты в создании производственных фондов, тенге;

Ξ – годовые эксплуатационные расходы, тенге/год;

6.3.2 Расчет капитальных затрат

Общие капитальные вложения:

$$\sum K = C + K_{TP} + K_{МОНТ.} + K_{ПЛ.} + K_{ЗАП.ЧАСТИ}, \text{ тыс. тенге} \quad (6.2)$$

где C – цена системы,

K_{TP} – стоимость перевозки к месту эксплуатации,

$K_{МОНТ.}$ – стоимость монтаж системы на месте эксплуатации;

$K_{ПЛ.}$ – стоимость занимаемой системой площади здания;

$K_{ЗАП.ЧАСТИ}$ – стоимость запаса занимаемых частей, хранящихся у потребителей системы;

$$C = 359671.9, \text{ у.е.}$$

Умножим полученный результат на стоимость одного доллара, который в настоящее время составляет 335 тенге за один доллар и получим:

$$Ц=120490,1, \text{ тыс.тенге.}$$

Стоимость перевозки оборудования к месту эксплуатации составляет 5% от стоимости оборудования:

$$K_{TP} = \frac{5 \cdot Ц}{100}, \text{ тыс. тенге.} \quad (6.3)$$

$$K_{TP.} = \frac{5 \cdot 120490,1}{100} = 6024,5 \text{ тыс. тенге.}$$

Стоимость монтажа системы составляет 8% от стоимости оборудования:

$$K_{МОНТ} = \frac{8 \cdot Ц}{100}, \text{ тыс. тенге} \quad (6.4)$$

$$K_{МОНТ} = \frac{8 \cdot 120490,1}{100} = 9639,21 \text{ тыс. тенге.}$$

Стоимостями $K_{ПЛ}$ и $K_{ЗАП.ЧАСТИ}$ можно пренебречь, так как они незначительны.

Следовательно, по формуле (6.2) находим общие капитальные затраты на систему:

$$\sum K = 120490,1 + 6024,5 + 9639,21 = 136153,81 \text{ тыс. тенге.}$$

6.3.3 Расчет эксплуатационных расходов

Расчет годовых эксплуатационных расходов на содержание оборудования производится по формуле [18]:

$$\sum Э = ФОТ + O_C + M + Э + A + K + H, \text{ тыс. тенге.} \quad (6.5)$$

где, ФОТ – фонд оплаты труда (основная и дополнительная заработная плата персонала, обслуживающего объекты связи);

O_C – отчисления, социальный налог (20% от ФОТ);

M – материальные затраты и запасные части (расходы на запасные части и текущий ремонт составляют 0,5% от капитальных вложений);

$Э$ – электроэнергия для производственных нужд;

А – амортизационные отчисления;
 К – кредиты, (в нашем случае кредиты не используются);
 Н – накладные расходы (прочие производственные и транспортные расходы), 75% от себестоимости.

6.3.4 Расчет фонда оплаты труда. Для вычисления фонда оплаты труда необходимо, привести штат обслуживающего персонала, таблица 6.2.

Минимальный расчетный показатель заработной платы, Z_{Π} составляет 919 тенге. Фонд оплаты труда определяется как сумма оплаты труда всех работников за год:

$$T = 12 \times \sum_{i=1}^{\Pi} (a_{iC} \times \pi_{iC}), \text{ тыс. тенге.} \quad (6.6)$$

где a_{iC} – месячная заработная плата одного работника определенной квалификации;
 π_{iC} – станционный персонал, определяемый по. Типовым штатам станционного персонала;
 12 – количество месяцев в году;

Таблица 6.2 – Обслуживающий персонал

Должность	Количество	Зарплата, тыс. тенге
Дневной инженер	1	45000 тенге
Сменный оператор	4	30000 тенге

Основная заработная плата работников за год определяется по формуле (6.6):

$$Z_{\Pi.ОСН.} = ((30000 \cdot 4) + 45000) \cdot 12 = 1980 \text{ тыс. тенге.}$$

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

$$Z_{\Pi.ДОП.} = \frac{30 \cdot Z_{\Pi.ОСН.}}{100}, \text{ тыс. тенге.} \quad (6.7)$$

$$Z_{\Pi.ДОП.} = \frac{30 \cdot 1980000}{100} = 594 \text{ тыс. тенге.}$$

Таким образом, фонд оплаты труда вычисляется по формуле:

$$\Phi OT = Z_{\Pi.ОСН.} + Z_{\Pi.ДОП.}, \text{ тыс. тенге} \quad (6.8)$$

$$\Phi OT = 1980000 + 594000 = 2574 \text{ тыс. тенге.}$$

6.3.5 Расчет отчисления в фонд социального страхования

Отчисления в фонд социального страхования берутся в размере 20% от фонда оплаты труда:

$$O_c = \frac{20 \cdot \Phi OT}{100}, \text{ тыс. тенге.} \quad (6.9)$$

$$O_c = \frac{20 \cdot 2574000}{100} = 514,8 \text{ тыс. тенге.}$$

6.3.6 Затраты на материалы и запасные части

Затраты на материалы и запасные части составляют 0,5% от капитальных вложений.

$$M = \frac{0.5 \cdot \sum K}{100}, \text{ тыс. тенге.} \quad (6.10)$$

$$M = \frac{0,5 \cdot 136153,81}{100} = 680,77 \text{ тыс. тенге.}$$

6.3.7 Стоимость электроэнергии

Стоимость электроэнергии для производственных нужд рассчитывается по формуле:

$$\mathcal{E}_9 = \frac{2,72 \cdot I \cdot U \cdot 365 \cdot n}{\eta \cdot K_k \cdot 1000}, \text{ тыс.тенге} \quad (6.11)$$

где 15 – стоимость одного киловатт в час 1 кВт/час;

I – потребляемый ток в ЧНН на 1000 номеров для оборудования, I=30А;

U - станционное напряжение, U=48В;

n – число тысячных групп, в нашем случае равное 2,5;

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

K_k – коэффициент концентрации, K_k=0,11;

365 – количество дней в году.

$$\mathcal{E}_9 = \frac{15 \cdot 30 \cdot 48 \cdot 365 \cdot 2.5}{0,65 \cdot 0,11 \cdot 1000} = 275,66 \text{ тыс. тенге.}$$

6.3.8 Амортизационные отчисления

Амортизационные отчисления определяются на основе капитальных вложений и норм амортизационных отчислений.

$$A = H_{a,i} \cdot \Phi, \text{ тыс. тенге.} \quad (6.12)$$

где, $H_{a,i}$ – норма амортизационных отчислений от среднегодовой стоимости основных производственных фондов, для отрасли связи (15-20%), кроме компьютерной техники;

Φ – среднегодовая стоимость основных фондов (капитальных вложений);

$$A = 0,15 \cdot 136153,81 = 20423,07 \text{ тыс. тенге.}$$

По формуле (6.5) рассчитываем эксплуатационные расходы:

$$\sum \Xi = \Phi OT + O_c + M + \Xi + A \text{ тыс. тенге.}$$

$$\Xi = 2574,0 + 514,800 + 680,770 + 275,66 + 20423,07 = 24468,3 \text{ тыс. тенге.}$$

По формуле (6.1) рассчитываем приведенные затраты:

$$З = E_n \cdot K + \Xi = 0,15 \cdot 136153,81 + 24468,3 = 44891,37 \text{ тыс. тенге.}$$

6.3.9 Расчет суммы доходов

Доходы от основной деятельности – доходы получаемые предприятием связи за весь объем реализованных услуг.

Расчет доходов произведем по среднедоходной таксе:

$$D_o = \sum_{i=1}^n q_{исх,пл} \cdot \tau_{T_i} \quad (6.13)$$

где n – номенклатура услуг;

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

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

Расчет доходов включает:

Среднедоходная такса по абонентской плате 370 тенге.

Абонентская плата для юридических лиц 950 тенге, абонентская плата для физических лиц занимающихся предпринимательской деятельностью 586 тенге.

По Тарбагатайскому РУТ всего абонентов квартирного сектора 1500 номеров, 1071 абонентов занимающихся предпринимательской деятельностью, 250 юридические лица.

По междугородним, международным разговорам одна минута в среднем 15 тенге. По фактическим данным трафик на один телефонный аппарат по

Тарбагатайскому РУТ составляет 71,4 минуты, тогда $(1500+1071+250) \cdot 71,4 = 201419$ минуты.

$$D_o = 12 \cdot ((1500 \cdot 370) + (1071 \cdot 586) + (250 \cdot 950) + (201419 \cdot 15)) = 77466,97 \text{ тыс.тенге}$$

6.4 Расчет показателей экономической эффективности

При развитии, расширении и реконструкции предприятий связи рассчитываются следующие показатели экономической эффективности.

Прибыль предприятия.

$$\Pi = D_o - \text{З}, \text{ тыс.тенге},$$

$$\Pi = 77466,97 - 44891,37 = 32575,6 \text{ тыс.тенге},$$

Коэффициент общей (абсолютной) - экономической эффективности капитальных вложений.

$$E_a = \frac{D_o - \text{З}}{K} = \frac{\Pi}{K} \quad (6.14)$$

где D_o – доходы от основной деятельности;

З – эксплуатационные расходы;

K – капитальные затраты;

Π – чистый доход;

$$E_a = \frac{77466,97 - 44891,37}{56087236,09} = \frac{32575,6}{136153,81} = 0,24$$

$$E_a = 0,24$$

Срок окупаемости капитальных вложений – срок возвратности средств, является показателем обратным общей (абсолютной) экономической эффективности:

$$T = \frac{1}{E_a}, \text{ год} \quad (6.15)$$

$$T = \frac{1}{0,24} = 4,17 \text{ года}$$

В настоящее время отсутствуют единые директивно установленные нормы эффективности.

В каждом конкретном случае операторы в праве сами устанавливать нормы. Нормативный (плановый) коэффициент сравнительной экономической эффективности чаще всего принимается в размере 0,2 что

соответствует сроку окупаемости пять лет и является наиболее распространенным в международной практике.

Срок окупаемости меньше $T_H=5$ лет, значит разрабатываемый проект экономически выгоден. В таблице 6.3 приведен бизнес-эффект от внедрения цифровой АТСЭ в районном центре с использованием цифрового оборудования системы SI-2000.

Таблица 6.3 – Бизнес-эффект от внедрения SI-2000 в селе Акжар Тарбагатайского района ВКО.

Экономические показатели	Значения
Капитальные затраты, тыс. тенге.	136153,81
Эксплуатационные расходы, тыс.тенге.	44891,37
Штат работников, человек	5
Прибыль, тыс. тенге.	32577,6
Абсолютная экономическая эффективность, %	0,24
Срок окупаемости, год	4,17

Заключение

Целью данного отчета является - показать на примере преимущества новой технологии связи: ее гибкость, универсальность и большой срок службы.

В данном дипломном проекте сделан анализ существующей телекоммуникационной сети Тарбагатайского района. Рассмотрены основные направления и пути развития отрасли телекоммуникации в Республики Казахстан.

Разработан план модернизации АТСК-100/2000 на цифровую СИ-2000 в село Акжар здания Тарбагатайского РУТ.

Внедрение новой технологии позволило создать оптимальную схему организации связи, значительно повышающую качество предоставляемых услуг в здании РУТ.

Для решения поставленной задачи дипломного проекта по внедрению цифровой коммутационной станции была предложена для применения система СИ-2000 фирмы «ISKRATEL». Использование новой системы коммутации позволит улучшить качество и надежность телефонной связи.

Произведенные расчеты в дипломном проекте показывают, что внедрение новой станции связано с довольно большим объемом вычислительной работы, также при расчете необходимо было учитывать существующую организацию связи на сельской сети, а также с перспективой развития данной сети. Наиболее важными разделами являются: обоснование данного проекта, расчет и распределение нагрузки на сети, расчет необходимого объема оборудования, а также обеспечение безопасности жизнедеятельности и составление бизнес-плана для данного проекта.

Для реализации проекта потребуются большие капитальные затраты, эксплуатационные расходы: затраты на электроэнергию, на материалы и запасные части, на зарплату работникам, на нормы амортизационных отчислений, но при эксплуатации цифровой системы коммутации расходы окупятся за три года три месяца. При этом доходы будут увеличиваться по мере увеличения абонентов.

Это позволит решить задачу о полном удовлетворении потребностей населения Тарбагатайского района в целом в предоставлении услуг качественной и надежной связи с другими городами Казахстана.

Список литературы

1. Жепич Д. «ISKRATEL» Новый способ телефонизации села:SI2000 ведет в NGN // Электросвязь.- 2005.- №8с.47-48.
2. Баркун М.А., Ходасевич О.Р. Цифровые системы синхронной коммутации.- М.: Эко-Трендз, 2001.-184с
3. Попова А.Г., Пшеничников А.П., Степанова И.В. Зарубежные системы автоматической коммутации. Учебное пособие/ МИС.- М.,1991. -78с.
4. Гольшко А.В., Дронов Д.В. Мультисервисное решение для московского пользователя //Электросвязь.- 1999.- №4.
- 5 Гольдштейн Б.С. О развитии коммутационной техники связи// Вестник связи.- 2002.- №7.с.43-45
6. Кучерявый А.Е., Гильченко Л.З. Принцип модернизации телефонной сети общего пользования //Электросвязь. – 2002.- №2.-с. 29-32.
7. Максимов Г.З., Пшеничников А.П., Харитонов Е.Н. Проектирование станционных сооружений сельских телефонных сетей. Учебное пособие для вузов. – М.: Радио и связь, 1989. –238 с.
8. Буланов А.В., Буланова Т.А., Слепова Г.Л. Основы проектирования электронных АТС типа АТСЭ 200: Учебное пособие/ МИС: – М.,1988.–63с.
9. Цифровая коммутационная система DRX – 4: Учебное пособие для вузов / В.Г. Карташевский, Л.Н. Сутягина, А.Ю. Староквашев – М.: Радио и связь,2001. – 108с.
10. Докучаев В. А., Карпенко В. Г., Красавина З. А.. Основы построения АТСЭ типа SI-2000./Учебное пособие/.:МТУСИ – М., 2000.
11. Корнышев Ю.Н., Фань Г.Л. Теория распределения информации: Учебное пособие для вузов. – М.: Радио и связь, 1985. –184 с., ил.
12. Аваков Р., Шилов О.С., Исаев В.И. Основы автоматической коммутации – М.: Радио и связь, 1981г.
13. Баркун И.Ф. Цифровые автоматические станции – М.: Высшая школа, 1990г. – 139 с.
14. Болгов И.Ф., Гаун Т.И., Соболев О.А., Танько А.В. – Электронно-цифровые системы коммутации – М.: Радио и связь, 1985г. – 127с.
15. Ведомственные нормы технологического проектирования. Станции городских и сельских телефонных сетей. Минсвязи СССР. – М., 1988г.
16. Охрана труда на предприятиях связи: Учебник для вузов/ Под ред.Н.И. Баклашова. – М.: Радио и связь, 1985.–280 с., ил.
27. 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.
19. Коньшин С.В., Кондратович ФС КР 10352-1910-У-е-001-2014-32с.