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
Чежимбаева К.С.
(ученая степень, звание, Ф.И.О.)
_____ «____» _____**20___г.**
(подпись)

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

На тему: Модернизация СТС Карабалыкского района Костанайской области

Специальность 5В071900 – Радиотехника, электроника и телекоммуникации
Выполнил(а) Ахметжан А.Р РЭУ-13В
(Фамилия и инициалы) группа
Научный руководитель Шариков С.Х нач. отд. тех поддержки сервисов ДКП АО „Казахтелеком"
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание, подпись)

Консультанты:
по экономической части: Тузелбаев Б.И. к.т.н. доцент
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
_____ «26» 05 2016г.
(подпись)

по безопасности жизнедеятельности:
к.т.н, доц. Абикенова А.А
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
_____ «27» 05 2016г.
(подпись)

по применению вычислительной техники:
доцент АУЭС Гармашова Ю.М
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
_____ «06» 06 2016 г.
(подпись)

по технической части: Шариков С.Х.
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
_____ «06» 06 2016 г.
(подпись)

Нормоконтролер: доцент АУЭС Гармашова Ю.М.
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
_____ «06» 06 2016 г.
(подпись)

Рецензент: спец. менеджер РДТ „Алмателеком" Оразбай А.Б.
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
_____ «06» 06 2016 г.
(подпись)

Алматы 2016 г.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество

АЛМАТИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ

Факультет Радиотехники и связи
Специальность 5В071900 – Радиотехника, электроника и телекоммуникации
Кафедра Инфокоммуникационных технологий

ЗАДАНИЕ
на выполнение дипломного проекта

Студент Ахметжан Ділбек Рауымұлы
(фамилия, имя, отчество)

Тема проекта Модернизация СТС Карабалыкского района Костанайской области.

утверждена приказом ректора № 49 от «8» апреля 2016 г.
Срок сдачи законченной работы «25» май 2016 г.
Исходные данные к проекту требуемые параметры результатов проектирования (исследования) и исходные данные объекта
Входящая международная нагрузка, поступающая к каждой абонентской линии УС и ОС.
$Y_{вх.а} = Y_{исх.а} = 0,0015$ Эрл.
Расчетная входящая международная нагрузка к абонентам УС: $Y_{вх.м} = 0,0075$ Эрл.
$Y_{мо}$ и $Y_{м.с}$ - средняя международная нагрузка для одного абонента УС и сельских станций.
$Y_{мо} = 0,004$ Эрл $Y_{м.с} = 0,0015$ Эрл.
Перечень подлежащих разработке дипломного проекта вопросов или краткое содержание дипломного проекта:
Введение
1 Пути развития СТС
2 Анализ существующих АТС-7 и выбор направлений
3 Расчет и распределение нагрузки
4 Безопасность жизнедеятельности.
5 Бизнес-план
Заключение
Список литературы.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

1. Существующая схема организации сети
2. Структура системы ST-2000
3. Структура модуля GSM
4. Соединение узла SN с окружающей средой
5. Планируемая схема организации сетей
6. Расчет нагрузки
7. Определение количество модулей
8. График зависимости нормированной задержки
9. БМД
10. Бизнес-план.

Рекомендуемая основная литература

1. Мельников К.П. Гольштейн Л.М, Николаев Н.В Пути развития сельских телефонных сетей.
2. Основы проектирования электронных АТС при АТС-200 - А.В. Бурлаков, Т.А. Бурлакова, Г.А Слепева
3. Башарин Г.П Таблицы вероятностей и средних квадратических отклонений потерь на полнодоступном пучке линий.
4. Крамер. Г.К Математические методы статистики.

Консультанты по проекту с указанием относящихся к ним разделов

Раздел	Консультант	Сроки	Подпись
Экономика	Тузенбаев Б.И.	25.06.16	
БНД	Аникеева А.А	25.04-27.05.16	
ВТ	Гармашова Ю.М	06.06.16	
НК	Гармашова Ю.М	06.06.16	
Техн. ч	Шарипов С.Ж	10.12.15-23.05.16	

Г Р А Ф И К
подготовки дипломного проекта

№ п/п	Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления руководителю	Примечание
	Введение	14.12.15	выпол
1	Пути развития СТС	11.01.16	выпол
1.1	Принципы построения СТС	20.01.16	выпол
2	Анализ существующих	2.02.16	выпол
	АТС и выбор наиболее		
2.2	Анализ существующих	15.02.16	выпол
	электронных АТС		
2.3	Выбор АТС	4.03.16	выпол
2.4	Характеристика SI-2000	18.03.16	выпол
3	Расчет и распределение	25.03.16	выпол
	нагрузки		
3.1	Расчет интенсивности телефон-	29.03.16	выпол
	ной нагрузки		
3.2	Расчет соединительных линий	01.04.16	выпол
3.3	Выбор методов расчета	4.04.16	выпол
3.4	Расчет исходящих соедини-	11.04.16	выпол
	тельных линий.		
3.5	Расчет входящих соеди-	18.04.16	выпол
	нительных линий.		
3.6	Определение количества	25.04.16	выпол
	модулей ASM, RASM на УС		
3.7	Расчет числа модулей AN M	3.05.16	выпол
3.9	Оценка требуемого числа	12.05.16	выпол
	каналов и вероятности		
	потери вызов.		
4	Безопасность жизнедеятельности	19.05.16	выпол
5	Бизнес план	20.05.16	выпол
	Заключение	25.05.16	выпол

Дата выдачи задания «7» декабря 2015 г.

Заведующий кафедрой _____ к.т.н., доцент Чежимбаева К.С.
(подпись) (Фамилия и инициалы)

Руководитель _____ Мартиров С.Х
(подпись) (Фамилия и инициалы)

Задание принял к исполнению
студент _____ Ахметжан Д.Р
(подпись) (Фамилия и инициалы)

Аннотация

В предлагаемом дипломном проекте разработаны вопросы реконструкции центральной АТСК Карабалыкского района, на основе замены координатной станции на электронную АТС типа SI – 2000, фирмы IskraTEL (Словения) и Искра Урал Тек (Екатеринбург). В дипломном проекте кроме базовых расчетов, приводятся расчеты нагрузки, числа каналов, которые приемлемы для сельских сетей.

Представлено технико-экономическое обоснование, разработан бизнес – план, проанализирована эффективность использования станции и рассмотрены вопросы обеспечения безопасности жизнедеятельности на предприятии связи.

Abstract

In the offered degree project questions of reconstruction of the central ATSK of Karabalyksky district, on the basis of replacement of coordinate station by electronic automatic telephone exchange like SI – 2000, IskraTEL firms (Slovenia) and the Spark the Urals of Tek (Yekaterinburg) are developed. In the degree project except basic calculations, calculations of loading, number of channels which are acceptable for rural networks are given.

The feasibility study is submitted, business – the plan is developed, efficiency of use of station is analysed and questions of safety of activity on telecommunications agency are considered.

Аңдатпа

Бұл ұсынылған дипломдың жобада Қарабалык ауданының орталық АТСК реконструкциясының сұрақтары координаттың станцияның Iskra TEL (Словения) фирмасынның SI-2000 типті электрлік АТС-не аупсу негізінде жасалған. Дипломдық жобада базалық есептеуден басқа жүктеменің есептеулері, аулдық желілерде болатын каналдың саны да есептелген.

Бұл жерде технико-экономикалық негіздеуі келтірілген, бизнес-жоспар жасалған, станцияның тиімділікті қолдануы анализденген және байланыс мекемесідегі адам өмірінің қауіпсіздігін қамтамасыз ету сұрақтары қарастырылған.

Содержание

Введение 8
1 Пути развития СТС 10
1.1 Принципы построения СТС 10
1.2 Связь станций СТС между собой 10
1.3 Линейные сооружения и системы передачи 10
1.4 Строительство и расширение СТС 12
1.5 Выбор системы нумерации 12
1.6 Состояние и перспективы развития кабелей связи 12
1.7 Организация на СТС междугородной связи 14
1.8 Характеристика телефонной сети Карабалыкского РУТ 16
1.9 Перспектива развития 16
1.10 Постановка задачи 17
2 Анализ существующих АТСЭ и выбор надлежащей 18
2.1 Нумерационный план Карабалыкского РУТ 18
2.2 Анализ существующих электронных АТС 19
2.3 Выбор АТСЭ 23
2.4 Характеристика SI – 2000 24
2.5 Групповой переключатель GSM 39
2.6 Концентрация нагрузки 32
2.7 Соединение с окружающей средой 33
2.8 Дополнительное оборудование 36
2.9 Сигнализация на сети 36
3 Расчет и распределение нагрузки 40
3.1 Расчет интенсивности телефонной нагрузки 40
3.2 Расчет соединительных линий 47
3.3 Выбор методов расчета 47
3.4 Расчет исходящих соединительных линий 49
3.5 Расчет входящих соединительных линий 50
3.6 Определение количества модулей ASM, RASM на ЦС 53
3.7 Расчет числа модулей ANM 54
3.8 Расчет числа модулей DMN 54
3.9 Оценка требуемого числа каналов и вероятности потери вызов 55
4 Безопасность жизнедеятельности 68
4.1 Анализ условий труда 68
4.2 Обеспечение электробезопасности в автозале 71
4.3 Проектирование вентиляции в автозале 75
5 Бизнес – план 80
5.1 Цель проекта 80
5.2 Резюме 80
5.3 План объема услуг 80

5.4 Рынок 81
5.5 Маркетинг 81
5.6 Стадии развития 81
5.7 План производства 82
5.8 Менеджмент 82
5.9 Капитальные вложения 83
5.10 Расчет доходов 86
Заключение 89
Список литературы 90
Приложение А Справка проверки на предмет плагиата
Приложение Б Электронная версия ДП и демонстрационные материалы
Приложение В Раздаточные материалы (формат А4-12 листов)

Введение

На пороге нового века именно связь и информатика становятся ключевыми технологиями и именно они будут определять развитие общества в начале третьего тысячелетия.

В настоящее время сеть телекоммуникаций Республики Казахстан характеризуется сосредоточением устаревшего аналогового (декадно-шагового, координатного) оборудования, что влечет за собой большое количество отказов в соединении, низкое качество связи, возможность предоставления только базовых услуг связи (местную, междугородную, международную связь). Доля электронных систем составляет всего 20% от общей сети.

Подобная система организации телекоммуникационной сети сегодня в XXI веке не способна обеспечить качественный и надежный информационный обмен.

Стратегической задачей развития национальной телекоммуникационно–информационной инфраструктуры является обеспечение казахстанского общества средствами и услугами связи высокого качества в необходимом объеме и по доступным ценам. Учитывая огромный неудовлетворенный спрос на услуги электросвязи, а также использование в основном аналоговых систем передачи и коммутации, предусматривается переход на принципиально новые технологии и построение цифровой сети, оснащенной цифровыми автоматическими коммутационными станциями, цифровыми системами передачи, волоконно-оптическими кабелями связи, цифровыми радиорелейными системами связи. Это позволит создать высококачественные цифровые сети связи, сети передачи данных, высокоскоростные системы факсимильной связи, системы получения информации из банков данных, системы обработки сообщений и системы подвижной связи, обеспечивающие как речевой, так и документальный обмен.

Стратегическими направлениями отрасли определены:

- цифровизация процессов формирования, обработки, коммутации и передачи сигналов электросвязи, поэтапное строительство цифровых сетей с последующей заменой ими аналоговых;
- переход к структуре и системе интегрального обслуживания и значительное расширение номенклатуры услуг связи и информатизации;
- формирование интеллектуальных сетей массового обслуживания для быстрого, эффективного и экономного предоставления услуг пользователям, переход к услугам мультимедиа, т.е. объединение и отображение в одном терминале нескольких видов информации.

Цифровые системы коммутации с программным управлением в наибольшей мере соответствуют указанным требованиям. Обеспечивая самые современные виды услуг связи, они по сравнению с традиционными аналоговыми системами надежнее благодаря отсутствию механических частей компактнее и экономичнее с точки зрения электропитания, а также проще в

техническом обслуживании, что особенно важно при постоянной нехватке квалифицированного персонала в сельской местности. Однако относительно высокая стоимость собственного процессора для управления станции при ее малой емкости резко и непропорционально увеличивает удельные затраты на одного абонента.

На основании опыта ведущих зарубежных фирм, продукция которых уже в течение длительного времени эксплуатируется в различных странах мира, можно выделить основные направления, позволяющие снизить затраты на разборку и сократить сроки внедрения сельских цифровых АТС:

- модернизацию существующих цифровых учрежденческих станций с учетом дополнительных требований сельской телефонной связи;

разработку упрощенного варианта существующей цифровой системы

- коммутации специально для использования в качестве сельской АТС;
- создание семейства АТС с распределенным управлением, универсальная и гибкая архитектура которого позволяет перекрыть широкий диапазон применений, включая сельскую телефонную связь.

Высокая надежность коммутационного оборудования и аппаратуры систем передачи приобретает определяющее значение для снижения эксплуатационных расходов, а также для обеспечения устойчивой связи с удаленными и изолированными населенными пунктами.

Хорошо развитая связь в сельской местности – это фактор не только улучшения коммунально-бытовых и социально-культурных условий Жизни деревень, поселков районного подчинения, районных центров, но и прежде всего повышения эффективности сельскохозяйственного производства, поднятия уровня им, снижения трудозатрат, закрепления кадров на селе.

Развитие связи на селе в условиях научно-технического процесса включает создание и внедрение новой аппаратуры и кабелей, усовершенствование систем передачи и коммутации, использование проектов строительства объектов связи, улучшение методов эксплуатации сетей, оптимизацию их построения.

Проблемы развития СТС определяются, в частности, низкой плотностью населения в сельской местности (большим разбросом этого показателя по регионам) и сравнительно с ГТС высоким уровнем удельных капитальных затрат. Это вызывает необходимость применения на СТС таких технических средств и решений, как концентраторы, спаренное включение аппаратов, системы радиосвязи с многократным использованием выделенного диапазона частот, применение систем передачи.

Осуществление намеченных мероприятий даст значительный рост емкости СТС, позволит решить основные задачи по удовлетворению спроса на услуги связи. Работа связистам предстоит напряженная, и успех ее во многом определяется согласованностью действий специалистов всех уровней и на всех участках – от разработки до эксплуатации.

1 Пути развития сельских телефонных сетей

1.1 Принципы построения СТС

Как известно, телефонная сеть (СТС) может строиться по как по радиальному принципу с одноступенчатой схемой построения СТС, так и по радиально-узловому с одно- или двухступенчатой схемой. Одноступенчатая схема предпочтительнее двухступенчатой, поскольку при одноступенчатом построении СТС упрощается станционное оборудование, повышается надежность связи и ускоряется процесс установления соединений. Двухступенчатое построение СТС допустимо лишь в отдельных случаях, при явном его технико-экономическом преимуществе.

1.2 Связь станций СТС между собой

Связь станций между собой может осуществляться по односторонним, двусторонним, раздельным или общим для местной и междугородной связи (универсальным) СЛ (соединительные линии). С целью повышения надежности связи, увеличения пропускной способности СЛ, лучшего использования коммутационного оборудования и борьбы с перегрузками следует применять так называемые поперечные направления связи между ОС (оконечная станция) и УС (узловая станция) и обходные направления через ЦС (центральная станция), УС и ОС.

1.3 Линейные сооружения и системы передачи

Линейные сооружения и системы передачи оказывают существенное влияние на качество и надежность связи в сельской местности, а также на технико-экономические показатели СТС.

Предусматривается комплексное использование линейных сооружений для осуществления не только телефонной связи сети ОГСТфС (Общегосударственная система автоматизированной телефонной связи), но и внутрипроизводственной и диспетчерской связи, передачи программ проводного вещания, факсимильной связи, передачи данных, а также передачи телеинформации.

В состав линейных сооружений [1] СТС входят линии абонентской и межстанционной связи. В результате проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ определена номенклатура кабелей для СТС. В качестве линий межстанционной связи предусматривается использовать одно- или двухчетверочные, а также многопарные кабели с полиэтиленовой оболочкой и изоляцией для прокладки в различных условиях: в грунтах различных категорий, включая подверженные растрескиванию и промерзанию; в районах, зараженных грызунами; в кабельной канализации; для подвески на опорах. Это кабели из медной или алюмомедной проволки. Часть из них с гидрофобным заполнителем, предотвращающим распространение влаги внутри кабеля при повреждении оболочки.

Для разных условий используются различные виды брони: легкая стальная броня для районов, зараженных грызунами, броня из стальных лент для грунтов всех категорий.

На межстанционных участках получат дальнейшее развитие радиорелейные линии связи. Предусматривается использование воздушных линий связи из стальных и биметаллических проводов диаметром 3 и 4 мм, подвешиваемых на опорах.

На сети АЛ (абонентская линия) будут применяться кабельные линии из многопарных кабелей с медными жилами диаметром 0,32; 0,4; 0,5 и 0,7 мм, прокладываемых в кабельной канализации при каблировании телефонных сетей райцентров и поселков городского типа. Для непосредственной прокладки в грунте предназначены малопарные абонентские кабели с биметаллическими жилами и однопарные кабели с медными жилами диаметром 0,9 и 1,2 мм, используемые для ответвлений от многопарных кабелей и для связи с абонентскими пунктами.

Найдут применение и воздушные линии с цепями из стальных проводов диаметром 2,5; 3 и 4 мм, а также радиоканалы (для удаленных абонентов). Большие расстояния между сельскими АТС (автоматическая телефонная станция) обусловливают использование длинных СЛ. В качестве СЛ на СТС применяются как физические линии, так и каналы аналоговых и цифровых систем передачи. На воздушных линиях связи с цепями из стальных и биметаллических проводов рекомендуется применять находящиеся в эксплуатации аналоговые системы передачи с частотным разделение каналов (ЧРК) В-2, В-2-2, ВО-3-4, В-3-3с, ВО-12-3, ВО-12-Е2, а также их модификации, по мере освоения их выпуска промышленностью.

При применении этих систем следует учитывать, что каналы тональной частоты (ТЧ) могут использоваться в аппаратуре В-2 и В-2-2 только для телефонной связи, а в аппаратуре В-3-3с, ВО-3-4 и ВО-12-3 (ВО-12-Е2) – как для телефонной связи, так и для проводного вещания при замене двух (или трех в аппаратуре ВО-12-3) каналов ТЧ одним каналом вещания, а для тонального телеграфирования (ТТ) – при замене канала ТЧ одним каналом ТТ.

На межстанционных линиях СТС с кабелями четверочной конструкции рекомендуется применять главным образом цифровые системы передачи с временным разделением каналов (ВРК) ИКМ-15 (импульсно-кодовая модуляция), “Зона-15”, и ИКМ-30, а также системы с ЧРК КНК-12. Аппаратура “Зона-15” и ИКМ-30 обеспечивает возможность выделения групп и отдельных каналов и трансляцию их в цифровой форме без переприема по ТЧ, что позволяет более экономично строить СТС.

Допускается использовать находящиеся в эксплуатации и снятые с производства аналоговую систему передачи КНК-6Т и цифровые ИКМ-12М и ИКМ-12*3 (“Зона”).

При применении систем передачи на кабельных линиях следует учитывать, что каналы ТЧ, кроме как для телефонной связи. Могут использоваться для проводного вещания, факсимильной связи и ТТ.

На радиорелейных линиях рекомендуется применять системы с ИКМ “Радан-2”. Допускается использование находящихся в эксплуатации систем “Контейнер”, “Радан”, “Электроника-М”.

1.4 Строительство и расширение СТС

При строительстве и расширении СТС рассчитывается объем коммутационого и линейного оборудования, необходимый для обслуживания прогнозируемой нагрузки. При этом необходимо предусмотреть возможность периодических измерений этой нагрузки.

Важным вопросом при строительстве новых или расширении существующих СТС является соблюдение установленных электрических норм и распределение затухания по участкам разговорного тракта на сельских и комбинированных телефонных сетях при местной связи. Такие нормы установлены для всевозможных вариантов построения этих сетей, при использовании на них указанных выше систем коммутации, каналов передачи и физических цепей.

1.5 Выбор системы нумерации

Выбор системы нумерации при развитии СТС проводится при соблюдении следующих требований: все абоненты СТС охватываются единой пятизначной системой нумерацией; использование сокращенной (двух- и трехзначной) нумерации допускается лишь при связи абонентов данного ОС или УС, а также отдельных узловых районов; возможность пользования автоматической междугородней связью предоставляется абоненту СТС, имеющему право выхода на сеть общего пользования, для чего обеспечивается выход на АМТС зоны по заказно-соединительным линиям (ЗСЛ) связь с экстренными службами райцентра предоставляется всем без исключения абонентам СТС.

Однако при выборе нумерации следует учитывать технические возможности различных типов АТС, используемых на селе. В связи с этим на СТС могут применяться следующие системы нумерации: открытая нумерация без индекса выхода; закрытая пятизначная нумерация; открытая нумерация с индексом выхода. Первые две системы нумерации являются перспективными. Они могут использоваться при наличии на сети района станций типов АТСК-100/2000, АТСК, АТСКУ, АТСК-50/200 (М), “Исток” и ”Квант”. На находящихся в эксплуатации оконечных станциях типов АТСК-40/80, АТС-100/500 (М), АТСК-50/200 может применяться только открытая система нумерации с индексом выхода.

1.6 Состояние и перспективы развития кабелей сельской связи

Успешное функционирование в сельской местности телефонных сетей общего пользования, внутрипроизводственной и диспетчерской телефонной

связи невозможно без высококачественных кабеле связи, специально предназначенных для этих целей. Развитие кабелей сельской электросвязи идет в направлении, общем для развития всех кабелей связи, - повышения их эффективности и надежности. Под этим подразумевается: снижение металлоемкости кабелей, расширение диапазона передаваемых частот, увеличение числа каналов и дальности передачи, улучшение электрических характеристик [1].

На сельских телефонных сетях эксплуатируется 55% кабельных и 45% воздушных линий связи. Сети межстанционных связей сегодня строятся, в основном, на базе одночетверочных кабелей типа КСПП, предназначенных для передачи сигналов в диапазоне частот до 700 кГц. Кабельной промышленностью, в соответствии с ОСТ 16.0.505.002-78Е, выпускаются одночетверочные кабели типов КСПП 1*4*1,2 и КСПП 1*4*0,9 для прокладки в грунт в районах, не зараженных грызунами, и в телефонной канализации, а также КСППБ 1*4*1,2 со стальной лентой, расположенной поверх экрана, для защиты от повреждения грызунами.

С целью повышения эксплуатационной надежности на базе конструкции кабели КСПП разработаны и серийно выпускаются герметизированные одночетверочные кабели типа КСПЗП. Они отличаются от КСПП наличием гидрофобного компаунда, заполняющего свободное пространство под поясной изоляцией и предотвращающего распространение влаги вдоль сердечника. Эксплуатация линий из герметизированных кабелей КСПЗП показала высокую надежность и стабильность их электрических характеристик.

По результатам статистической оценки повреждаемости линий из одночетверочных кабелей установлено, что после пятилетнего срока эксплуатации плотность повреждений на среднюю длину линии 20 километров составляла: для кабелей КСПП – 0,803; КСПЗП – 0,646; КСППБ – 0,47; КСПЗПБ – 0,42.

Абонентские кабели сети в сельской местности строятся, как правило, на основе малопарных кабелей типа ТПП с медными жилами 0,4 и 0,5 мм, емкостью 10 – 100 пар. Линии из кабелей ТПП не ставятся под избыточное воздушное давление, поэтому обладают низкой эксплуатационной надежностью: плотность повреждений достигает нескольких десятков повреждений на 100 км линий в год.

Сельские сети электросвязи будут развиваться на базе высоконадежных кабелей, обеспечивающих выполнение электрических норм ЕАСС. Для соединительных линий, в основном, будут использоваться одночетверочные герметизированные кабели КСПЗПу 1*4*0,9 и КСПЗПБу 1*4*0,9 с унифицированными электрическими характеристиками. Конструктивно этот кабель отличается от стандартного КСПЗП 1*4*0,9 утолщенной изоляцией жил (0,95 мм), что обеспечивает параметры передачи, идентичные параметром кабеля КСПЗП 1*4*1,2.

Основными кабелями для развития абонентских линий станут малопарные кабели емкостью 10 – 100 пар с медными жилами диаметра 0,32; 0,4 и 0,5; 0,7 мм с гидрофобным заполнением. Это кабели типа ТПП (ТУ 16.505.691 – 82).

Техническими условиями регламентированы следующие электрические характеристики кабеля: сопротивление токопроводящих жил при постоянном токе – не более 46 Ом/км; рабочая емкость – не более 50 нФ/км; электрическое сопротивление изоляции жил – не менее 5000 МОм/км; испытательные напряжения при переменном токе частотой 50 Гц между жилами – 1000 В, между жилами и экраном – 500 В; электрические сопротивления изоляции оболочки – не менее 5000 Ом/км; коэффициент затухания на частоте 800 Гц – 0,7 дБ/км; волновое сопротивление 640 Ом; переходное затухание между цепями 85 – 120 дБ на строительную длину.

Для одиночных и удаленных абонентов на СТС будут использоваться одночетврочные кабели с медными жилами типа ПРППМ 2*0,9 (ТУ 16.505.755 – 80). Электрические характеристики кабеля: сопротивление жил – 28,4 Ом/км, электрическая емкость – не более 51 нФ/км, сопротивление изоляции жил – не менее 6000 МОм/км, рабочее напряжение – не менее 380 В; коэффициент затухания и волновое сопротивление на частоте 800 Гц – 0,68 дБ/км и 448 Ом.

1.7 Организация на СТС междугородней связи

На СТС, строящихся по радиально-узловому принципу, междугородная связь осуществляется через центральную станцию, обычно расположенную в райцентре и выполняющую одновременно функции транзитного узла СТС [1]. Особенностью СТС является использование для межстанционной связи пучков соединительных линий (СЛ), общих для местной и междугородней связи. Поэтому СЛ сельских сетей должны удовлетворять жестким нормам по затуханию разговорного тракта, установленным для междугородней связи. При этом, как правило, выполняется и норма затухания разговорного тракта для местной связи.

В соответствии с установленными нормами затухания участка тракта от телефонного аппарата абонента (ТА) до МТС (АМТС) не должно превышать 9,5 дБ на частоте 800 Гц. Учитывая, что затухание абонентской линии (АЛ) составляет 4,5 дБ, а станционных устройств центральных (ЦС), узловых (УС) и оконечных (ОС) станций – 0 дБ при четырехпроводном транзите и 1 дБ при двухпроводном транзите и при оконечной связи суммарное затухание СЛ не должно превышать 2 - 4 дБ в зависимости от схемы организации связи на участке ТА – МТС (АМТС).

В случаях местной связи в пределах СТС при отсутствии четырехпроводного транзита каналов на ЦС, обусловленном использованием каналов с нулевым остаточным затуханием для связи от МТС РЦ, что затухание

разговорного тракта при местной связи в пределах СТС по схеме ТА – ОС – УС – ЦС – УС – ОС – ТА согласно рисунку 1.1 (а, б) составит соответственно 26 и 32 дБ при норме 28 дБ, т.е. в варианте схемы (рисунок 1.1, б) невыполнима. Если бы на ЦС был сохранен четырехпроводный транзит каналов, то в рассмотренных случаях оно составило бы соответственно 18 и 24 дБ (рисунок 1.1, в, г), т.е. значительно меньше нормы.

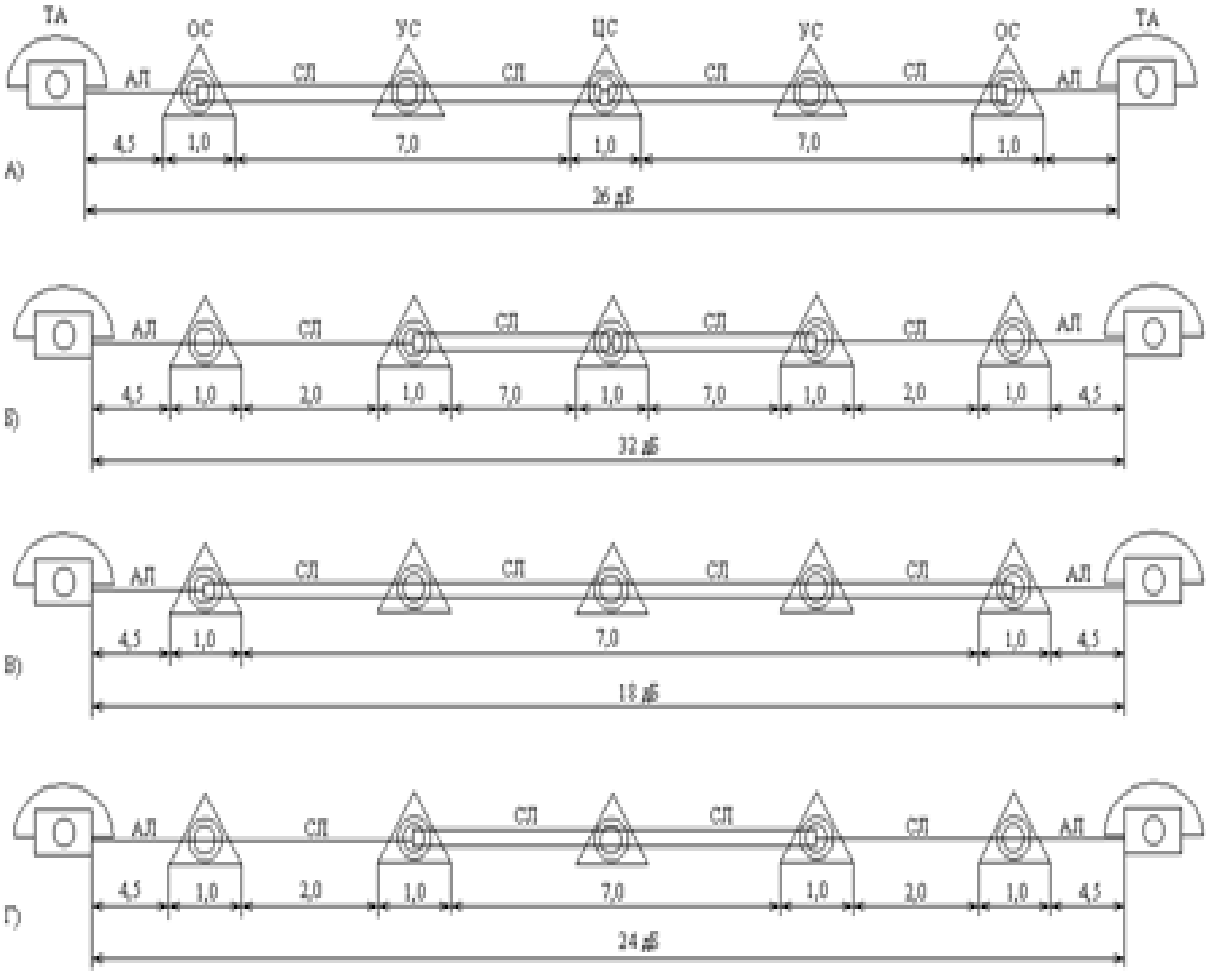


Рисунок 1.1 - Затухание разговорного тракта при местной связи

Из вышеизложенного следует, что проблема обеспечения нормы затухания разговорного тракта на СТС при связи через МТС райцентра не нашла удовлетворительного решения и в еще большей степени усложнилась в условиях внедрения автоматической междугородней связи по зоновому принципу.

Анализ недостатков существующих решений приводит к следующим выводам: при широком использовании на СТС координатного и квазиэлектронного оборудования выполнение норм затухания может быть обеспечено при сохранении на ЦС и УС четырехпроводного транзита каналов передачи как при местных, так и при междугородных соединениях и

использовании для всех видов соединений на ЦС каналов передачи только с остаточным затуханием 7 дБ. Тогда без особых затруднений выполняются нормы затухания при местной связи (рисунок 1.1, в, г) и при междугородной связи через АМТС.

1.8 Характеристика телефонной сети Карабалыкского районного узла телекоммуникаций

Настоящий проект рассматривает вопросы модернизации существующей сети телекоммуникаций Карабалыкского РУТ Костанайской Областной Дирекции Телекоммуникаций (ОДТ).

В районном центре Карабалык функционирует телефонная станция типа АТСК (центральная) - 100/2000, установленная в 1976 году, монтированная емкость – 1500 номеров, задействованная – 1392, и АТСК (оконечная) – 100/2000, Установленная в 1996 году, монтированная емкость – 1500 номеров, задействованная – 548 номеров. АТСК оснащена аппаратурой АОН для выхода на междугороднюю зоновую сеть. Телефонная сеть построена по шкафной системе с элементами прямого питания. Кабели магистральной сети расположены в телефонной канализации, кабели распределительной сети проложены по опорам связи.

Основной целью проекта является замена АТСК 100/2000 в поселке Карабалык на электронную станцию с целью увеличения монтированной емкости, повышения качества предоставляемых услуг и снижения текущих расходов.

Станции являются центральными станциями (ЦС), в которые включены 17 сельских станций. Схема организации связи Карабалыкского РУТ построена по радиально-узловому принципу, показана на рисунке 1.2. Существующие связи райцентр - село организованы по кабельным и воздушным линиям с применением аппаратуры уплотнения типа: KNK 12, TN 12, ВЗ – ЗС, ИКМ 15/30, ВО 12 – 3, LVK 12, КАМА, KNK 6.

1.9 Перспектива развития

Улучшение экономической ситуации в Казахстане и странах ближнего зарубежья привело к оживлению производства, к развитию малого и среднего бизнеса.

Существующая сеть района Карабалык морально устарела, и нет возможности предоставить современные услуги связи. Оборудование АТС типа АТСК 100/2000 физически изношено, дальнейшая эксплуатация затруднена из-за отсутствия запасных частей и больших эксплуатационных затрат, нет возможности автоматизации проверок и эксплуатации, введения современных дополнительных услуг, не хватает станционной и распределительной емкости сети. Возникает необходимость в замене оборудования АТСК на современную цифровую станцию и развитии линейно-кабельного хозяйства районного центра, которая позволит повысить качество обслуживания местных жителей.

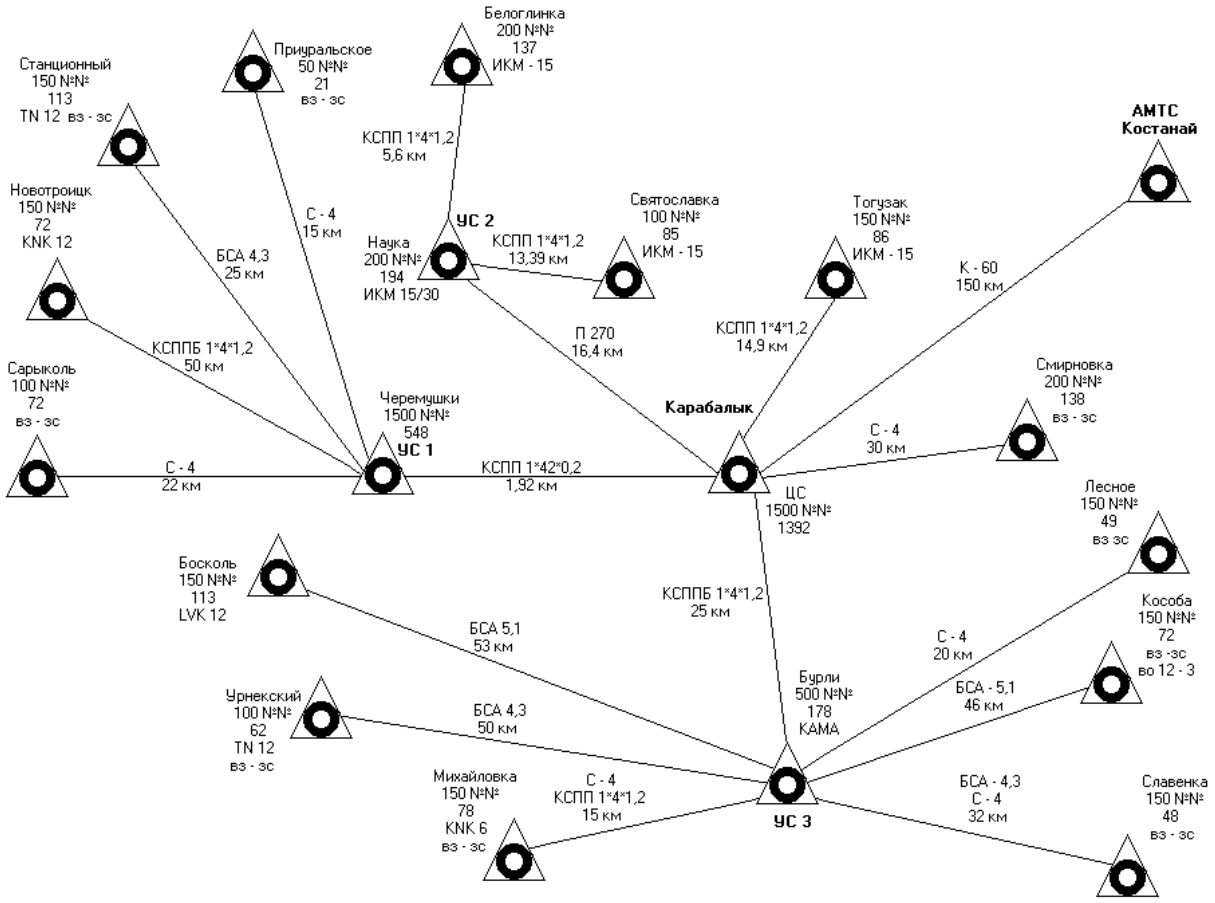


Рисунок 1.2 - Существующая схема организации связи Карабалыкского РУТ

1.10 Постановка задачи

Задачей дипломного проекта является реконструкция центральной АТСК Карабалыкского района, на основе замены координатной АТС на электронную типа SI – 2000.

Для осуществления реконструкции АТСК необходимо решить следующие задачи:

- замена центральной и оконечной станции на цифровую;
- на соединительных линиях центральной и оконечной станциях выполнить замену систем передач;
- произвести расчет и распределение нагрузки с учетом перспективы развития;
- рассчитать необходимое количество оборудования;
- рассмотреть вопросы безопасности жизнедеятельности при эксплуатации станции;
- составить бизнес-план на внедрение данного проекта и рассчитать ожидаемый экономический эффект от внедрения новой станции.

2 Анализ существующих АТСЭ и выбор надлежащей

2.1 Нумерационный план Карабалыкского РУТ

Нумерация абонентских линий СТС (сельская телефонная станция) должна удовлетворять следующим требованиям:

- коэффициент использования нумерации на ближайший этап развития сети должен приниматься 0,3…0,4, а на перспективу – 0,6;
- любые соединения от ЦС (центральная станция) к абонентам других станций своей СТС должны осуществляться на основе информации о пяти знаках номера вызываемого абонента. Это необходимо для согласования нумерации на СТС с нумерацией на междугородной и зоновых телефонных сетях;
- любому абоненту сельской сети должна быть представлена возможность связи с экстренными и справочно-информационными службами районного центра и выхода на АМТС (автоматическая междугородняя телефонная станция) по ЗСЛ (заказно-соединительные линии).

На сельских телефонных сетях могут применяться закрытая система нумерации и открытая система нумерации двух типов : с индексом выхода и без индекса выхода. На телефонной сети Карабалыкского РУТ применяется закрытая система нумерации.

При закрытой нумерации как внутристанционные, и межстанционные соединения в пределах СТС осуществляются набором пятизначного номера линии вызываемого абонента xxxxx. Вызов экстренных и справочно-информационных служб производится набором сокращенных двух- или трехзначных номеров 0x (x), а зоновая и междугородная автоматическая связь – набором индекса выхода на АМТС (восьмерка) и после прослушивания акустического сигнала – набором внутризонового индекса (двойка) и семизначного зонового номера abxxxxx или десятизначного междугородного номера ABCabxxxxx. По этим соображениям пятизначный номер не может начинаться с нуля и восьмерки, а номерная емкость СТС при закрытой нумерации не может превышать восьмидесяти тысяч номеров. Данные нумерации Карабалыкского РУТ приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Нумерация Карабалыкского РУТ

Наименование РУТ	Наименование населенного пункта	Индекс станции или нумерация	Тип станции	Год уста-новки
Карабалыкский РУТ	Бурли	27yxx y=1,2,3,4,5,	АТСК100/2000	1992
Карабалыкский РУТ	Белоглиновка	23yxx y=7,8	АТСК 50/200	1982
Карабалыкский РУТ	Бускуль	26yxx y=5,6	АТСК 50/200	1977
Карабалыкский РУТ	Лесное	25yxx y=1,2	АТСК 50/200м	1979
Карабалыкский РУТ	Кособа	25yxx y=3,4	АТСК 50/200	1977
Карабалык-ский РУТ	Михайловка	26yxx y=3,4	АТСК 50/200	1979
Карабалыкский РУТ	Н-Троицк	23yxx y=1,2	АТСК 50/200	1980
Карабалыкский РУТ	Победа	24yxx y=3	АТСК 50/200	1978
Карабалык-ский РУТ	Сарыколь	25yxx y=8	АТСК 50/200	1987
Карабалыкский РУТ	Славянка	24yxx y7,8	АТСК 50/200	1978
Карабалыкский РУТ	Смирновка	26yxx y=7,8	АТСК 50/200	1982
Карабалыкский РУТ	Станционное	23yxx y=3,4	АТСК 50/200	1978
Карабалыкский РУТ	Тогузак	26yxx y=1,2	АТСК 50/200	1980
Карабалыкский РУТ	Урнек	24yxx y=5	АТСК 50/200	1979
Карабалыкский РУТ	Наука	23yxx y=5,6	АТСК 50/200	1982
Карабалыкский РУТ	Приуральское	23yxx y=0	АТСК 50/200	1980
Карабалык-ский РУТ	Святославка	24yxx y=1	АТСК 50/200	1994

2.2 Анализ существующих электронных АТС

Мир вступает в век информации. С наступлением века информации растет необходимость в более широких сетях связи, которые создают инфраструктуру для века информации. Наиболее важными факторами, необходимыми для создания эффективных телекоммуникационных сетей, являются продвинутая коммуникация и технологии передачи.

При проектировании цифровых сетей связи интеграции служб следует учесть, что существуют различные требования к виду связи, услугам, вероятным временным характеристикам. Благодаря широкому внедрению цифровых АТС заметно снизились трудовые затраты на изготовление электронного коммутационного оборудования за счет автоматизации процесса их изготовления и настройки, уменьшились габаритные размеры и повысилась надёжность оборудования за счёт использования элементной базы высокого уровня интеграции. Также уменьшились объёмы работ при монтаже и настройке электронного оборудования в объектах связи, существенно сократился штат обслуживающего персонала за счет полной автоматизации контроля функционирования оборудования и создания необслуживаемых станций. Значительно уменьшились металлоемкость конструкции станций, сократились площади, необходимые для установки цифрового коммутационного оборудования, а также повысилось качество передачи и коммутации. Были введены вспомогательные и дополнительные виды обслуживания абонентов. С внедрением цифровых АТС стало возможным создание на их базе интегрированных сетей связи, которые могли бы позволить обеспечить внедрение различных видов и служб электросвязи на единой методологической и технической основе.

2.2.1 Коммутационная система S-12 используется на всех уровнях в иерархии сети: как местная станция, как национальная транзитная или международная станция. Некоторые части системы не изменяются в разных применениях. Для удовлетворения требований специфичного применения оснновная структура дополняетс я разными комбинациями подсистем. Станция может предоставлять абонентам самые различные услуги.

Основные технические характеристики коммутационной системы S-12:

- количество абонентских линий до 200000;
- количество соединительных линий до 60000;
- пропускная способность 30000 Эрл;
- количество попыток вызовов в ЧНН до 2000000;
- ёмкость выносных концентраторов до 2048 АЛ и до 480 СЛ;
- электропитание от минус 48 В до минус 51 В.

S-12 состоит из двух основных частей: коммутационного оборудования для коммутации телефонных вызовов и вычислительной машины для управления коммутационным оборудованием. Следует заметить, что коммутационное оборудование имеет свои программы, хранящиеся в

вычислительной машине, но принадлежащие коммутационному оборудованию.

Работа, выполняемая станцией, состоит из:

– установленного порядка часто проводимого просмотра (сканирования) оборудования с целью обнаружения изменения состояний аппаратных средств;

– сложного анализа и диагностики, требующих большой ёмкости вычислительных работ и большого количества данных.

В связи с этим в станции предусмотрено два типа процессоров для управления системой: центральный процессор и большое число региональных процессоров, которые обслуживаются соответственно центральным и региональным программным обеспечением. Такая конфигурация обеспечивает простую модификацию ёмкости станции увеличением или уменьшением числа региональных процессоров (до предела ёмкости центрального процессора).

В коммутационной системе S-12 используется различное оборудование доступа, которое позволяет строить сети с достаточной гибкостью. К этому оборудованию относится следующее:

- удалённый абонентский мультиплексор;
- оптико-волоконная сеть;
- радиосеть;
- беспроводная телефонная система.

Сегодня цифровая АТС S-12 может применяться:

– на телефонных сетях;
– на сетях ISDN;
– на мобильных сетях;
– в частных виртуальных сетях.

При этом использование S-12 на мобильных сетях является одним из наиболее интересных применений коммутационной системы, поскольку АТС поддерживает все основные мировые стандарты аналоговой и цифровой мобильной связи.

2.2.2 Коммутационная система М-200 разработана в России. Коммутационная система М-200 позволяет строить местные или транзитные (узловые) АТС большой и средней емкости.

Общие технические характеристики действующих систем **М-200**.

Телефонные станции:

– количество абонентских линий до 250 000;
– количество соединительных линий до 60 000;
– коммутационная способность до 25 200 Эрл.

Сельские телефонные станции:

– количество абонентских линий до 7500.

Телефонные станции в контейнерном исполнении:

– количество абонентских линий на один контейнер до 6 000.

Цифровой абонентский блок:

– количество абонентских линий до 950.

Коммутационная система:

– количество цифровых коммутаторов до 300 на станцию.

Рабочее напряжение минус 48 В или минус 60 В постоянного тока.

Аппаратное обеспечение станции представляет собой отельные физические блоки. Аппаратные средства подразделяются на подсистемы. Пять основных подсистем составляют основу конфигурации М-200. К ним относятся:

– цифровой абонентский блок;

– линейная группа;

– коммутационное поле;

– мультисервисная платформа, включающая управляющее устройство сети сигнализации по общему каналу, модуль технического обслуживания и эксплуатации и блок для взаимодействия с сетями пакетной коммутации;

– блок координационного процессора.

Программное обеспечение организовано с ориентацией на выполнение определенных задач соответственно подсистемам EWSD. Внутри подсистемы программное обеспечение имеет функциональную структуру. Операционная система состоит из программ, приближенных к аппаратным средствам и являющихся обычно одинаковыми для всех коммутационных станций. Программы пользователя зависят от конкретного проекта и варьируются в зависимости от конфигурации станции.

2.2.3 Система SI-2000 производится фирмой IskraTEL (Словения), а также совместным предприятием ИскраУралТек (Екатеринбург). Станции системы SI-2000 обеспечивают все основные телефонные функции (местные, исходящие, входящие и транзитные соединения), а также большое количество дополнительных услуг (абонентская линия с декадным/частотным набором, повторение последнего набранного номера, запрет исходящей/входящей связи, конференцсвязь, определение злонамеренного вызова, перенаправление вызова, вызов абонента по заказу и др.).

Сети связи (особенно местные) большей частью являются все еще аналоговыми, поэтому осуществить быстрый переход на цифровые системы передачи практически невозможно. В телефонных станциях SI-2000 наряду с цифровыми линейными комплектами присутствуют и аналоговые, что позволяет гибко решать вопросы стыковки с аналоговыми соединительными линиями. На базе системы SI-2000 можно организовать надежную связь на всех уровнях от сельской станции до АМТС средней емкости, а также в учрежденческих и ведомственных сетях.

Изделия семейства включают в себя два типа станций:

– SI-2000/224 - многомодульная АТС;

– SI-2000/214 - экономичная одномодульная АТС.

Основные характеристики системы:

– максимальная емкость до 40000 абонентских линий;

– максимальная емкость узловой станции - до 7000 аналоговых или цифровых соединительных линий;

– 512 направлений (число линий в направлении от 1 до 7000);

– тракт 2 Мбит/с может быть разбит на несколько направлений (до 30);

– в одном направлении могут быть исходящие, входящие и двухсторонние каналы, а также каналы с различными системами сигнализации;

– общая пропускная способность системы - 5000 Эрл;

– производительность - до 200000 вызовов в ЧНН;

– потребляемая мощность - 0.5...0.7 Вт на АЛ;

– возможность включения ISDN абонентов;

– электропитание: - 48 В постоянного тока (при использовании IPS/MPS - 230/380 В переменного тока);

– условия эксплуатации: температура от плюс 5 до плюс 40° градусов, влажность от 20 до 80 %.

2.3 Выбор АТСЭ

Из рассмотренных выше цифровых АТС: AXE–10, EWSD и SI-2000 предлагается использовать для замены оборудования АТСК цифровую систему SI-2000 фирмы Iskra TEL.

Выбор типа проектируемой АТС произведен на следующих основаниях:

а) SI-2000 является экономичной станцией, занимает мало места, на требует большого количества обслуживающего персонала, при всем этом станция обеспечивает все основные и дополнительные услуги электронной АТС. На существующем этапе экономического состояния страны применение станции оправдано. В дальнейшем, если появится необходимость в увеличении ёмкости проектируемой АТС, станция может быть доукомплектована необходимым оборудованием и превращена в АТС большей ёмкости без прерывания обслуживания абонентов;

б) SI-2000 имеет распределённую систему управления в отличие от выше описанных станций, которые имеют центральное управляющее устройство. Аппаратные средства в системе размещены в модулях различных типов. Каждый модуль выполняет задания, характеризующие его функцию, а модулем управляет собственный процессор. Модули взаимосвязаны посредством межмодульных трактов, которые обеспечивают работу станции в целом. Процесс коммутации происходит непосредственно в модуле. Все управляющие устройства соединяются между собой при установлении соединения по тем же коммутационным путям, по которым проходят речевые сигналы, поэтому нет необходимости соединять управляющие устройства сложной системой шин;

в) коммутацию всех путей осуществляет модульное цифровое коммутационное поле, построение которого исключает внутренние блокировки. При выходе из строя управляющего устройства любого модуля его функции берут на себя управляющие устройства других модулей, поэтому

выход из строя всей ЭАТС по вине оборудования управления в принципе невозможен;

г) наращивание ёмкости или изменение конфигурации станции можно производить без кардинального изменения программного обеспечения станции, которое тоже строится по модульному принципу. В случае изменений в программном обеспечении добавляются или изымаются соответствующие программные модули. Все функции управления необходимые для коммутации распределяются по многим микропроцессорам;

д) техобслуживание станции осуществляется по пользовательскому интерфейсу с помощью персонального компьютера и принтера. Программные ошибки и аппаратные отказы автоматически анализируются и локализуются, вызывая мероприятия защиты. Выдаются акустические и оптические аварийные сообщения. Для всех проверок имеются диагностические программы, позволяющие с нужной точностью определить повреждение;

е) станция предоставляет абонентам массу дополнительных услуг. Кроме того, SI-2000 может коммутировать цифровые потоки между модемами персональных компьютеров, электронную почту, сигналы передачи данных.

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

2.4 Характеристики SI-2000

Системы SI-2000 являются многомодульными, программно управляемыми с распределенным управлением и многослойной структурой [2].

Аппаратные средства в системе размещены в модулях различных типов. Каждый модуль выполняет задания, характеризующие его функцию, а модулем управляет собственный процессор. Модули взаимосвязаны посредством межмодульных трактов, которые обеспечивают работу станции в целом. Эти тракты централизованы в групповом переключателе, в некоторых случаях эта централизация является только функциональной, а не физической.

Каждый модуль состоит из нескольких съемных блоков. Некоторые являются общими для различных типов модулей системы SI-2000, а остальные характерны для определенного модуля. Модули одного типа оборудованы однотипными съемными блоками.

Распределенное управление означает, что в системе нет центрального процессора, управляющего всеми точками подключения и функциями станции. Каждый модуль - это самостоятельный блок, управляемый собственным процессором, связанный с остальными модулями посредством точно определенных интерфейсов. Процессор управляет модулем по предварительно записанной программе. Большинство модулей системы являются функционально идентичными и предназначены, прежде всего, для упрощения управления и наращивания емкости и функциональности. Такая структура позволяет управлять большими системами посредством процессорных блоков малой производительности.

В состав SI-2000 входят следующие основные функциональные узлы (рисунок 2.2):

– GSM (Group Switch Module) - групповой переключатель,
– ADM (Administration Module) - административный модуль,
– CHM (Charging Module) - тарифный модуль,
– (R)ASM ((Remote) Analog Subscriber Module) - (удаленный) аналоговый абонентский модуль,
– LCM (Line Concentrator Module) - модуль абонентских концентраторов,
– (R)ANM ((Remote)Analog Network Module) - (удаленный) аналоговый сетевой модуль,
– DNM (Digital Network Module) - цифровой сетевой модуль,
– CCSM/DSM - модуль ОКС № 7 / ISDN.

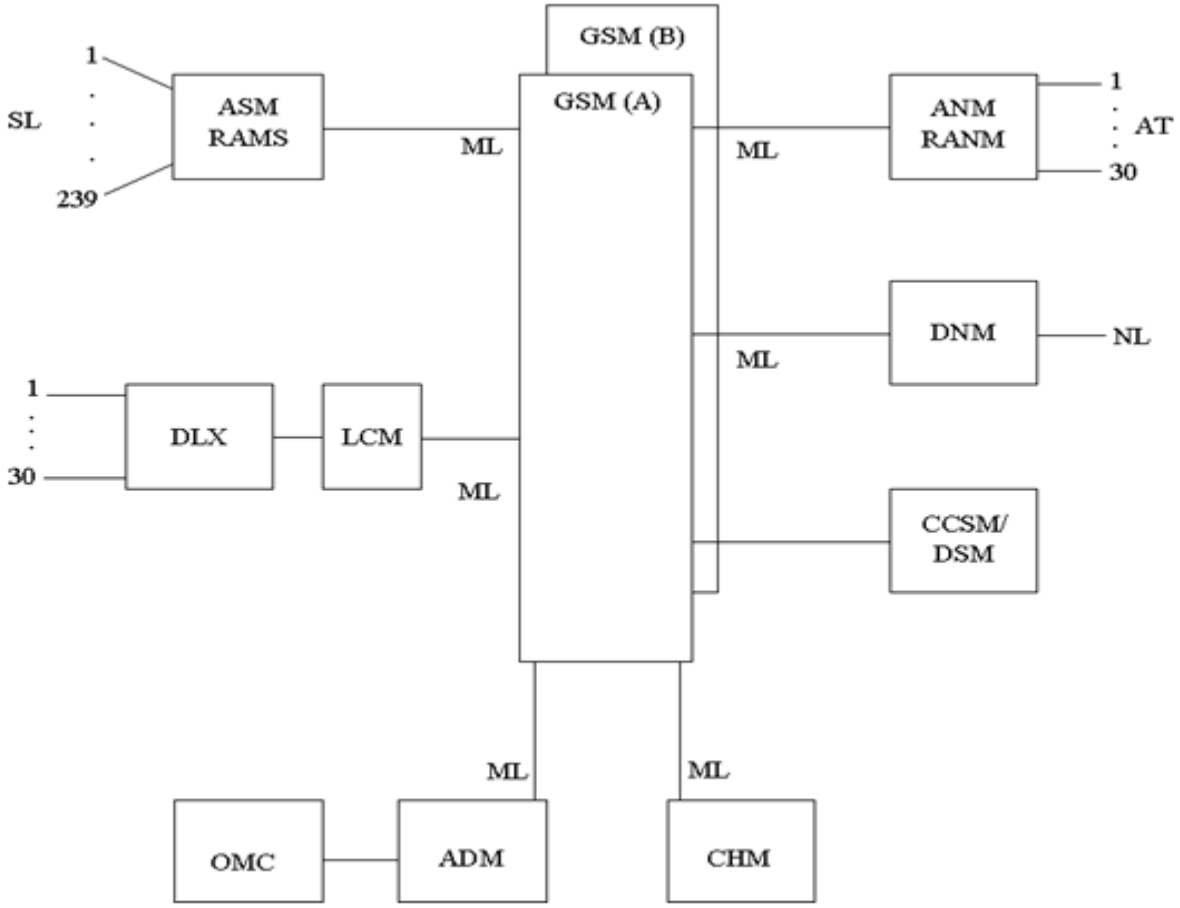


Рисунок 2.1 – Структура системы SI-2000

Кроме того, в состав системы входят следующие модули: центра эксплуатации и техобслуживания (OMC), интегрированной системы электропитания (IPS и MPS).

Групповой переключатель GSM обеспечивает коммутацию разговорных каналов максимально 124 коммутационных модулей, которые можно

подключить к нему. Каждый коммутационный модуль подключается к GSM посредством ИКМ линии (ML). GSM обеспечивает коммутацию 4096 каналов во временном пространстве, причем 3720 из них являются разговорными. Для обеспечения надежной работы групповой переключатель является дублированным.

В групповом переключателе имеется главный генератор тактовых частот станции, от которого синхронизируются все модули системы. Главный тактовый генератор станции можно синхронизировать от генератора тактовых сигналов станции высшего уровня или от эталонного внешнего источника высокой стабильности.

Основной функцией административного модуля (ADM) является загрузка программы с магнитной ленты в запоминающее устройство модулей и административное управление всей станцией. Кроме своей основной функции административный модуль может выполнять также функцию тарифного модуля на станциях емкостью приблизительно до 2000 абонентов. В этом случае тарифный модуль CHM не нужен, причем аппаратные средства модуля ADM не изменяются.

Программное обеспечение модуля ADM всегда содержит функции административного и тарифного модулей. Во время инициализации модуль ADM проверяет конфигурацию станции и в том числе - наличие тарифного модуля. Если тарифного модуля нет, модуль ADM автоматически берет на себя выполнение его функций.

Тарифный модуль CHM обеспечивает хранение тарифных данных системы. Функции учета стоимости разговоров выполняются в разговорных модулях, в которых хранятся также тарифные данные .этих модулей. В тарифном модуле хранятся показания тарифных счетчиков всей станции, которые через определенные временные интервалы записываются для хранения на магнитную ленту. Таким образом, тарифные данные хранятся в запоминающих устройствах разговорных модулей, в ЗУ тарифного модуля и на магнитной ленте.

Модули ASM и RASM позволяют подключать к станции аналоговые абонентские линии. Емкость абонентского модуля составляет 239 точек подключения, т.е. индивидуальных телефонных аппаратов или 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.

Блок-схема аппаратных средств абонентского модуля показана на рисунке 2.2.

Процессор в блоке SCC управляет периферийными комплектами и распознает изменения их состояний посредством интерфейсов PIN и SIN. Периферийная шина с блока PIN соединяет между собой съемные блоки SIN, ADC, UPI, LTU и RTG, а процессор посредством этой шины управляет перечисленными съемными блоками и контролирует их работу.

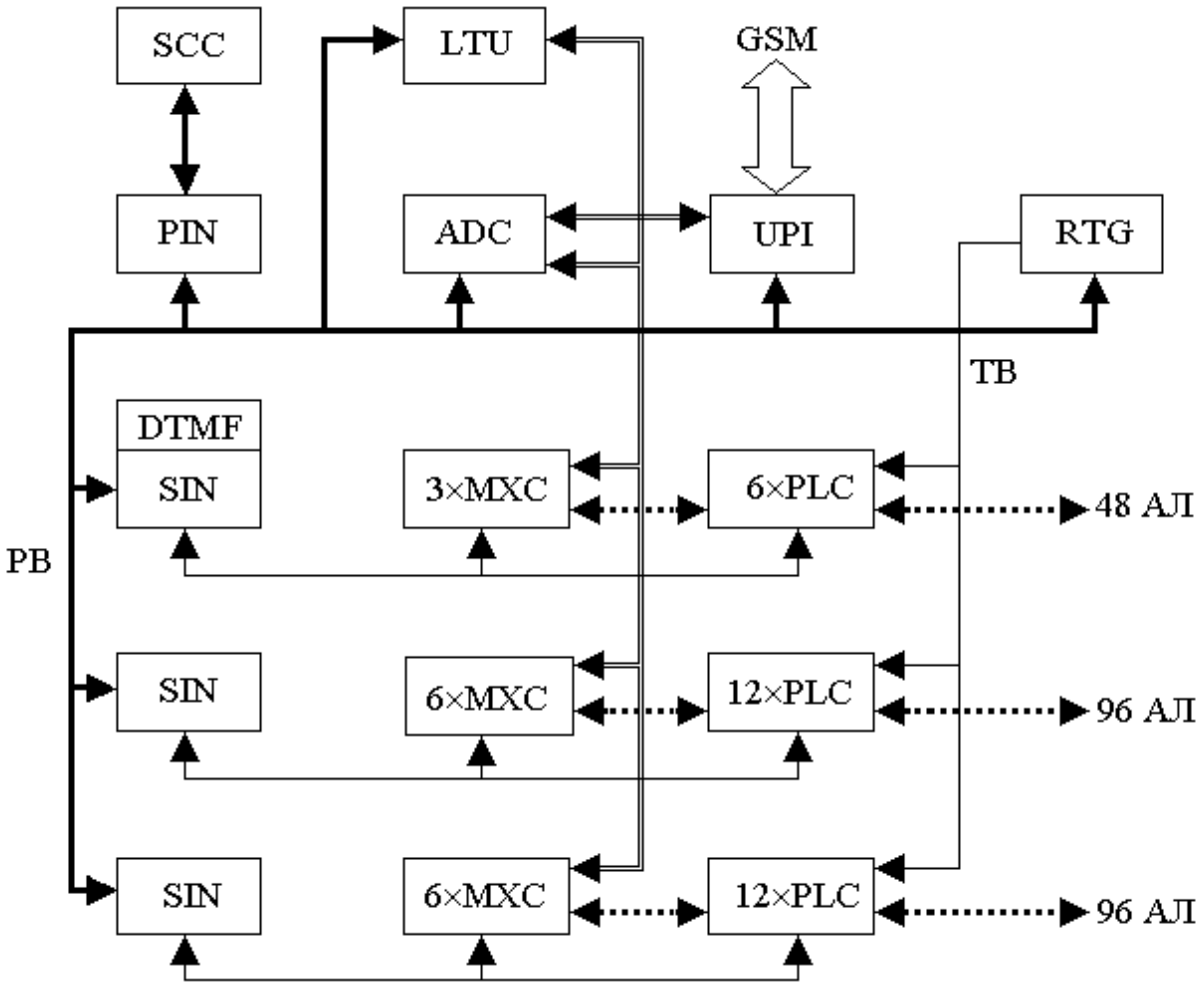


Рисунок 2.2 - Блок – схема модулей ASM (RASM)

Интерфейс SIN обеспечивает в каждой секции абонентского модуля распознавание данных для своей секции. Интерфейс S1N распознает все

данные, поступающие от процессора и предназначенные для периферийных съемных блоков MXC (блок пространственно-временного коммутатора) или PLC (блок линейного комплекта) в данной секции, и передает эти данные, преобразованные в соответствующую форму, на шину секции. Процессор через шину секции управляет коммутационными точками на съемных блоках MXC, а также выполняет управление и считывание функций абонентских комплектов на блоке PLC. На интерфейсе SIN (только в центральной секции) имеются, в качестве самостоятельных функциональных единиц, приемники и передатчик сигналов частотного набора номера DTMF с соответствующими коммутационными точками, обеспечивающими их соединение с коммутационным полем посредством вертикалей. Разговорные пути с абонентского комплекта на съемном блоке PLC физически соединены с горизонталями коммутационного поля на съемном блоке MXC так, что блок MXC обеспечивает подключение двух блоков PLC. Коммутационное поле абонентского модуля является аналоговым. Процессор управляет соединением в модуле программным способом, посредством управления коммутационными точками между горизонталью и вертикалью коммутационного поля. Вертикали коммутационного поля всех съемных блоков MXC в модуле соединены между собой и подключены к съемному блоку ADC, на котором выполняется аналого-цифровое преобразование речевого сигнала.

Все речевые сигналы, преобразованные в цифровую форму и размещенные во временные канальные интервалы, передаются по 30 разговорным каналам ИКМ через коммуникационный интерфейс UPI к групповому переключателю в модуле GSM. Между модулем ASM и GSM дополнительно передается синхросигнал в нулевом КИ и данные межпроцессорной связи (IPC) в 16-ом канале. Данное взаимодействие обеспечивают схемы на съемном блоке UPI, управление и контроль работы которого выполняет процессор модуля.

Доступ акустических сигналов к абонентским комплектам обеспечивают две сигнальные шины, которые при помощи аналоговых переключателей на абонентском комплекте подключаются к горизонталям коммутационного поля. Вызывной ток распределяется по шине для доступа к абонентским комплектам через вызывной переключатель. Вызывной ток и акустические сигналы генерируются на съемном блоке RTG.

Модуль абонентских концентраторов (LCM) выполняет функции аналогового абонентского модуля для максимально 240 абонентских линий (SL). К LCM физически подключается цифровой абонентский концентратор DLX (Digital Lines Multiplexer), к которому в свою очередь подключаются до 30 удаленных базовых мультиплексоров RBM (Remote Basic Multiplexer). Блок RBM обеспечивает подключение до восьми абонентских линий. Для этих абонентских линий все данные, изменения, статистические данные, техническое обслуживание, учет стоимости разговоров и диагностика

выполняется в модуле LCM, так как функционально эти абонентские линии идентичны всем остальным линиям на станции.

Функционально модуль LCM идентичен модулю ACM, поскольку для всех возможных 240 абонентов (подключенных через модуль DLX) обеспечиваются все абонентские услуги, что и в модуле ACM.

В состав аналогового сетевого модуля ANM входит 30 аналоговых линейных комплектов (AT). 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

Сетевой и абонентский модули можно подключить к станции также в качестве удаленных модулей. Количество удаленных модулей не ограничено.

Цифровой сетевой модуль DNM позволяет согласовать систему с 32-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.

Модуль сигнализации ОКС .N°7/ISDN (CCSM/DSM) подключается к групповому переключателю SI-2000. Максимальная емкость одного модуля составляет 320 ISDN абонентов (2B+D) и 6 каналов ОКС №7.

Все модули станции соединены с групповыми переключателями GSM (A) и GSM (B) через тракты 2048 Кбит/с (ML), идентичные внешним цифровым трактам 2048 Кбит/с. По этим трактам осуществляется также синхронизация.

2.5 Групповой переключатель GSM

Групповой переключатель является одним из центральных модулей системы SI-2000 и выполняет несколько функций, важнейшими из которых являются временная коммутация ИКМ каналов и синхронизация [2]. Из-за этих функций, чрезвычайно важных для системы, от модуля требуется большая надежность работы, поэтому в нем предусмотрено дублирование всех важных блоков, отказ которых вызвал бы отказ станции в целом (рисунок 2.3).

Групповой переключатель состоит из двух одинаковых частей с различными идентификационными номерами. Обе части группового переключателя вместе образуют функционально одно целое, однако работать можно и с одной частью. В этом случае дублированная часть группового переключателя отсутствует и при отказе действующей части произойдет отказ всей станции. Дублирование группового переключателя выполнено так, что по отношению к остальным модулям обе части работают полностью независимо друг от друга, и для модулей дублирование группового переключателя незаметна.

Модули соединены с групповым переключателем посредством межмодульных трактов, подключенных к обеим частям группового переключателя. Межмодульный тракт ML представляет собой обычную систему передачи 2048 Кбит/с, соответствующую рекомендациям МККТТ, допускающую фазовую асинхронность порядка 125 мкс без потери информации. К одному блоку MLI подключается восемь межмодульных трактов, а для каждой части группового переключателя получается 16 блоков MLI. Межмодульный тракт на блоке MLI вначале поступает на линейную схему LC, где выполняется фазовая синхронизация для синхронной внутренней шины. Линейная схема выполняет также все функции контроля межмодульного тракта.

Синхронный тракт затем подключается к интерфейсу, где в нулевой канал вставляются данные, полученные от контроллеров HDLC (на рисунке 2.4 не показаны). После вставки выполняется преобразование восьми последовательных каналов 2048 Кбит/с в один последовательный канал 16384 Кбит/с. Аналогичная процедура выполняется в обоих направлениях передачи.

Затем каналы ИКМ со всех блоков MLI идут на коммутационное поле, носящее в системе название TS (time switch). Емкость коммутационного поля составляет 4096 КИ. Предварительно поступающие на TS сигналы подвергаются последовательно-параллельному преобразованию в блоке SPS. Кроме коммутации каналов ИКМ, коммутационное поле обеспечивает также установление конференцсвязи. Коммутационным полем управляет процессор, располагающийся в блоке SCC, через интерфейс ID и периферийную шину на блоке SSI. Коммутационное поле получает тактовые частоты из синхронизационного блока, а затем передает их блокам MLI по трактам синхронизации.

Синхронизационная часть содержит также цепь измерения частоты источников эталонной тактовой частоты в отношении к тактовой частоте сети и коррекции этой тактовой частоты в случае холостого хода станции в течение суток (блок SFM).

Кроме вышеперечисленных функций блок SSI также генерирует аварийные сигналы и выполняет контроль за устройствами электропитания.

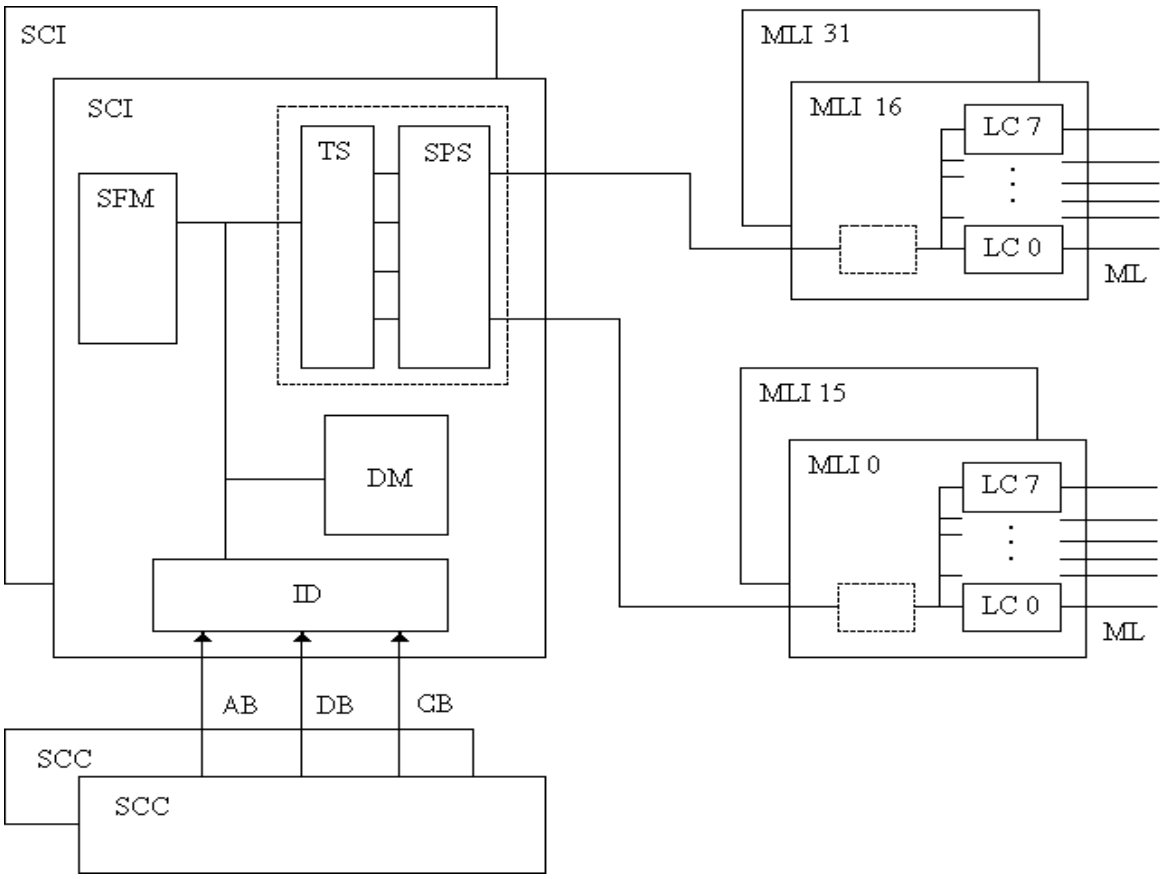
Основной тактовый сигнал, от которого синхронизируется станция, если она работает на цифровой сети, поступает на станцию по цифровым

соединительным трактам NL (рисунок 2.3). Выбор соединительного тракта, который будет использоваться для синхронизации, зависит от построения сети, на которой работает станция.

Синхронизирующий сигнал в цифровых сетевых модулях выделяется из соединительного сетевого тракта и по отдельным путям поступает в групповой переключатель, который выполняет централизованную функцию синхронизации с сетью. Процессы, выполняемые в данном блоке, обеспечивают контроль за синхронизацией, а также выполняют все предписанные процедуры выбора источника и исправления эффектов передачи, как например, «дрожание» и «блуждание».

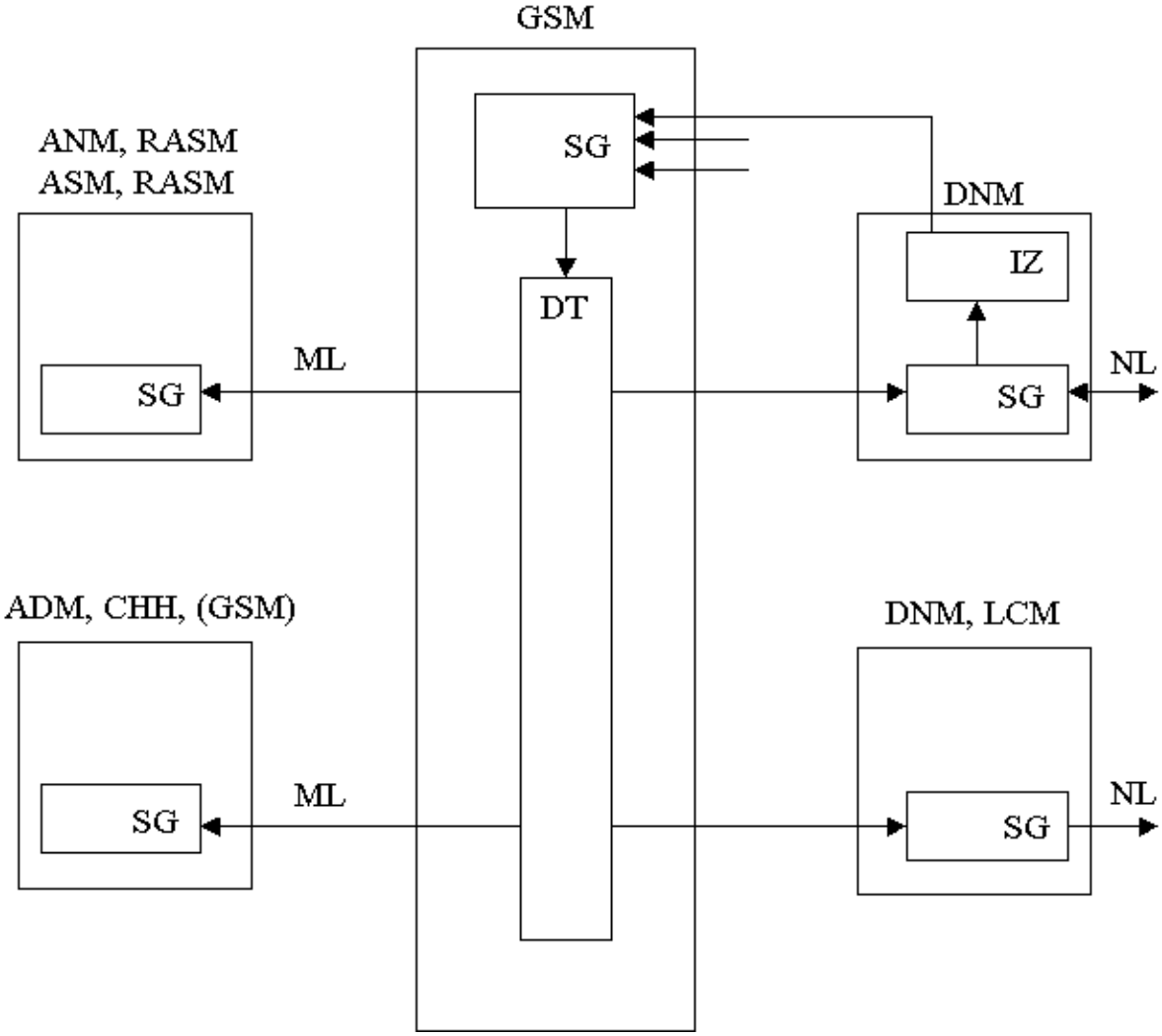
Синхронизирующий сигнал или собственный тактовый сигнал (в случае аналоговой окружающей среды) дальше распределяется в форме синхронизационного кода через систему распределения по межмодульным трактам до отдельных модулей системы. Там выполняется восстановление всех тактовых импульсов, необходимых для работы модуля, а также обеспечивается контроль и резервирование источника синхронизации отдельного модуля.

Через модули DNM тактовый сигнал возвращается в сеть, и от него синхронизируются остальные станции.



AB – адресная шина; DB – шина данных; CB – шина управления; DM – динамическое ЗУ; ID – интерфейс процессора.

Рисунок 2.3 - Структура модуля GSM (коммутационная часть)



SG – синхронизация и генерирование тактовых сигналов; IZ – выделение такта в модуле DNM; NL – сетевой тракт; DT – распределение синхрони- зационного кода; ML – межмодульный тракт.

Рисунок 2.4 - Синхронизация и распределение тактового сигнала

2.6 Концентрация нагрузки

Для экономически эффективного подключения абонентов сельских сетей в системе SI-2000 предназначен цифровой абонентский концентратор DLX. В результате большой рассредоточенности абонентов в сельских сетях инвестиции на одну АЛ чрезвычайно высоки. Применение модуля DLX решает проблему довольно эффективно, так как к одной абонентской линии можно подключить до восьми абонентов. Способ связи между DLX и другими модулями АТС цифровой и поэтому менее чувствительный к помехам по сравнению с существующими аналоговыми способами передачи [2].

Соединение модуля DLX с абонентской стороной до удаленного блока RBM (Remote Basic Multiplexser) также является цифровым посредством интерфейса «U».

Модуль DLX на станции подключается к модулю LCM посредством 30 каналов ИКМ с общеканальной сигнализацией CCS, содержащей также сообщения технического обслуживания и диагностические сообщения. Между модулями используется протокол DSS1 в соответствии с рекомендациями МККТТ Q.921, Q.931. Скорость передачи составляет 2 Мбит/с. Модуль DLX обеспечивает подключение максимально 240 абонентов.

Блок RBM устанавливается вблизи абонентов. Имеется три возможных типа этого блока. Блок RBM-2V предназначен для двух аналоговых абонентов, RBM-4V - для четырех аналоговых абонентов, а RBM-8V - для восьми аналоговых абонентов. В последнем случае из восьми абонентов одновременно активными могут быть максимально четыре.

При полной оборудованности модуля DLX имеется до 240 аналоговых точек подключения при использовании блока RBM-8V. Здесь выполняется первая ступень концентрации (с восьмой на четвертую), а вторая ступень концентрации со 120 на 30 выполняется в модуле DLX. Электропитание блоков RBM обеспечивается модулем DLX.

2.7 Соединение с окружающей средой

Цифровая АТС SI-2000 обеспечивает взаимодействие практически с любыми типами АТС, применяющимися на сетях связи, используя для этого следующие виды интерфейсов:

а) Аналоговая абонентская линия (интерфейс Zi). Интерфейс Z - это двухпроводный аналоговый интерфейс, используемый для подключения аналоговых абонентских линий к телефонной станции. Через интерфейс Z питается телефонный аппарат абонента и проводится обмен сигналами между телефонным аппаратом абонента и станцией.

б) Аналоговое соединение через систему передачи (интерфейс C11). Интерфейс C11 является четырехпроводным аналоговым интерфейсом, обеспечивающим соединение цифровой станции с аналоговым канальным оборудованием систем передачи с частотным разделением каналов.

Основные функции интерфейса: аналого-цифровое преобразование; прием/передача сигналов; установка уровней; мультиплексирование.

Характеристики интерфейса соответствуют рекомендации МККТТ Q.551.

в) Аналоговое соединение по физическим линиям (интерфейс C22). Интерфейс C22 - это аналоговый интерфейс, обеспечивающий возможность взаимодействия станций по физическим линиям с использованием тональной частоты. Спецификация характеристик передачи интерфейса «C22» приведена в рекомендациях МККТТ Q.552. Используемые сигнальные характеристики зависят от страны, а возможные варианты приведены в рекомендациях МККТТ Q.552 и Q.553.

Основные функции интерфейса: аналого-цифровое преобразование; прием/передача сигналов; преобразование сигнала с четырехпроводной на двухпроводную передачу и обратно; установка уровней; мультиплексирование.

г) Цифровое соединение с сетью на скорости 2 Мбит/с (интерфейс А). Интерфейс А обеспечивает цифровое соединение для соединения цифровой станции с другими цифровыми станциями и аппаратурой передачи ИКМ на уровне первичного цифрового сигнального потока со скоростью 2048 Кбит/с. Соединение выполнено на коаксиальных кабелях с импедансом 75 Ом или на симметричных парах с импедансом 120 Ом.

Общие характеристики интерфейса А:

– скорость передачи 2048 Кбит/с; код HDB3;
– вставка/выделение сигналов;
– синхронизация цикла и сверхцикла.

Цифровой интерфейс А системы SI-2000 предоставляет дополнительно следующие возможности:

– последовательное (многоточечное) подключение большого количества станций к одному тракту 2048 Кбит/с;
– выделение каналов 64 Кбит/с из тракта 2048 Кбит/с.

Цифровой интерфейс А системы SI-2000 обеспечивает также подключение нескольких станций к одному тракту 2048 Кбит/с. Внутри станции, а именно в цифровом сетевом модуле, имеется возможность разделить тракт на несколько направлений. Все станции, подключенные к данному тракту, последовательно соединяются между собой таким образом, что приемная и передаточная точка подключения тракта 2048 Кбит/с подключаются к разным станциям. Все станции в таком кольце должны быть оснащены устройством ответвления каналов системы ИКМ-30. SI-2000/224 также обеспечивает на интерфейсе А замыкание неиспользованных каналов с помощью съемного блока UPI. Система SI-2000/224 принимает и обрабатывает информацию в использованных каналах, а неиспользованные каналы замыкает (функция loop-back) и передает смежной станции в кольце. В общем случае доступно 30 разговорных каналов, которые распределяются между станциями. В зависимости от распределения каналов между станциями они могут быть соединены одним трактом 2048 Кбит/с кольцеобразным или звездообразным способом. Замыкание каналов возможно только по парам.

Ответвлением каналов системы ИКМ-30 можно управлять с помощью административных процедур.

Преимущество последовательного подключения нескольких станций к одному тракту оказывается в том, что можно сэкономить при подключениях и на регенераторах, а в вышестоящей станции - использовать только одну точку подключения тракта 2048 Кбит/с для подключения нескольких станций с небольшим графиком. Целесообразным является подключение к одному тракту именно таких станций, так как каждая последовательно подключенная к тракту станция может использовать число каналов меньшее чем 30.

д) Цифровое соединение с цифровой УПАТС на скорости 2 Мбит/с (интерфейс V3). Интерфейс V3 - это цифровой интерфейс для соединения учрежденческих АТС с цифровой станцией ГАТС посредством путей передачи со скоростью 2048 Кбит/с.

На настоящем этапе интерфейс V3 S1-2000 не построен по принципам ЦСИО (ISDN).

Интерфейс V3 по электрическим требованиям соответствует рекомендации МККТТ G.703. УПАТС подключается к ГАТС таким же способом, что и оконечная станция. Обмен сигналами выполняется через соединительную линию.

Предусмотрен цифровой тракт от сети общего пользования к цифровой УПАТС по принципу прямого набора номера абонентов УПАТС.

Тот же тракт 2048 Кбит/с можно использовать для прямого набора абонентами УПАТС номеров в сети общего пользования, так что в некоторых случаях аналоговые связи в сторону УПАТС не нужны. В этом случае все исходящие из УПАТС соединения тарифицируются ГАТС станцией таким же образом, что и местные абоненты.

Кроме 30-канального тракта от одной УПАТС к цифровой ГАТС предусмотрена также возможность соединения нескольких станций УПАТС посредством одного и того же тракта со скоростью 2048 Кбит/с. Это последовательное подключение станций аналогично рассмотренному выше для интерфейса А.

е) Тракт передачи данных - терминальный интерфейс R. Терминальный интерфейс R обеспечивает подключение синхронных и асинхронных терминалов передачи данных, с небольшими скоростями (300-19200 бит/с) к цифровым ИКМ-каналам на скорости 64 Кбит/с. Данный интерфейс используется при передаче данных по арендованным каналам 64 Кбит/с в 30-канальном цифровом ИКМ-тракте в сети передачи данных или телефонной сети.

Терминальный интерфейс R соответствует рекомендациям ECMA 102, МККТТ 1.461 (X.30) и1.463 (V.110).

Интерфейс включает протоколы передачи данных, адаптации скорости, а также сборки/разборки циклов, предусмотренными для обмена между терминалами типа V.24, X.20 или V.11, X.21 и B-каналом 64 Кбит/с в ISDN.

Порт пользователя можно программным способом приспособить к синхронному или асинхронному режиму работы и разным скоростям передачи:

– синхронный режим работы, бит/с: 600, 1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 64000;

– асинхронный режим работы, бит/с : 50 - 600, 1200, 2400, 4800, 9600, 19200.

– порты пользователя имеют две возможности настройки: МККТТ V.24 (RS232); МККТТ V.11 (RS422).

Порт пользователя - это 15-полюсный соединитель CANNON со стандартным размещением выводов.

Интерфейс R обеспечивает мультиплексирование сигналов пользователей в канал 64 Кбит/с. Разные возможности мультиплексирования на канал зависят от настроенных скоростей пользовательских интерфейсов передачи данных. Функция передачи данных настраивается при помощи программного обеспечения.

Терминальный интерфейс позволяет несколько видов взаимосвязи:

– нормальная (двухточечная) взаимосвязь (point to point);

– многоточечная взаимосвязь (point to multipoint);

– многоточечная взаимосвязь для главных вычислительных машин (multi-point/HOST),

– многоточечная взаимосвязь для терминалов (multipoint/terminal). Основные функции интерфейса:

– преобразование скорости:

– асинхронное/синхронное преобразование,

– приспособление малой скорости к скорости передачи 64 Кбит/с.

– синхронизация терминальных адаптеров;

– мультиплексирование сигналов пользовательских терминалов;

– эмуляция многоточечной взаимосвязи через модемы.

2.8 Дополнительное оборудование

Кроме описанных выше модулей совместно с коммутационной системой SI-2000 могут использоваться:

– SI-2000/814 - аналого-цифровой и цифро-аналоговый преобразователь сигнализации. Преобразователь сигнализации предназначен для адаптации аналоговых соединений к цифровым и наоборот;

– Sl-2000/315 - аппаратура передачи данных. Может использоваться как самостоятельное оборудование или может быть включена в коммутационную систему SI-2000. Аппаратура обеспечивает построение отдельной локальной сети передачи данных или непосредственное включение в СПД общего пользования, работающую по протоколу X.25;

– SI-2000/400 - центр эксплуатации и технического обслуживания. Поддерживает эксплуатацию и техническое обслуживание станций семейства SI-2000. Как правило, включает оборудование терминала эксплуатации и технического обслуживания.

2.9 Сигнализация на сети

Узел коммутации SN системы SI – 2000 предназначен для включения в цифровую сеть типа ISDN, цифровую сеть типа не-ISDN, а также в аналоговую сеть. Соединение с сетью осуществляется с помощью различных цифровых и аналоговых сигнализаций. Узел используется в качестве:

– автономной учрежденческой телефонной станции с соединительными линиями с сетью общего пользования;

– телефонной станции ведомственной сети для соединения с сетью общего пользования.

На рисунке 2.5 приведены возможные виды подключения на абонентской и сетевой сторонах. Отдельные интерфейсы узла SN позволяют устанавливать соединения цифровым и аналоговым способом. К узлу SN можно подключить:

– аналоговые терминалы;
– терминалы ISDN;
– системы доступа для пользователей с радиотелефонами системы беспроводной связи;
– терминалы типа не-ISDN (персональные компьютеры, мониторы, модемы, не являющиеся типа ISDN) через соответствующие терминальные адаптеры;
– аналоговую телекоммуникационную сеть;
– цифровую телекоммуникационную сеть типа ISDN;
– цифровую телекоммуникационную сеть типа не-ISDN.

2.9.1 Элементы сети (рисунок 2.5):

– 1 – аналоговый телефонный аппарат (с декадным или частотным набором номера);
– ASM – аналоговый абонентский модуль (analog subscriber module);
– MN/MT – узел управления/ терминал управления;
– MRU – место ручного управления;
– NT – блок сетевого окончания;
– SL – соединительная линия между двумя станциями для местных исходящих и входящих вызовов;
– SLM – соединительная линия междугородная между двумя станциями: от станции, в которой проводится тарификация, до станции вызываемого для международных и междугородных входящих вызовов;
– SL/ZSL – комбинированная линия между двумя станциями для местных и междугородных исходящих вызовов;
– SN – узел коммутации;
– PP – портативная часть системы;
– PT – комлект соединения с сетью ТфОП;
– ZSL – заказно-соединительная линия между двумя станциями: от станции вызывающего до станции, в которой проводится тарификация международных и междугородних исходящих вызовов.

2.9.2 Интерфейсы (рисунок 2.5):

– Z1 – двухпроводный аналоговый интерфейс на абонентской стороне и на сетевой стороне (комплект соединения с ТфОМ – Рт);
– S_0 – интерфейс пользователь – сеть для основного доступа для четырехпроводного подключения в двух вариантах.

2.9.3 Доступы. Каждый доступ определяется типом интерфейса и типом сигнализации. На рисунке 2.5 обозначены следующие доступы:

– a/b – двухпроводное подключение к узлу SN;

– BRA – цифровой основной доступ: пропускная способность 2B+D каналов, сигнализация DSS1, двухпроводное или четырехпроводное подключение;

– PRA – цифровой первичный доступ: пропускная способность 30B+D каналов, сигнализация DSS1, четырехпроводное подключение.

Доступы на схеме узла SN, не имеющие отдельного обозначения, различаются в типах сигнализаций и интерфейсов, например:

– PT (Z1) – доступ, на котором на интерфейсе Z1 используется сигнализация PT (комплект соединения с сетью ТфОП), для двухпроводного соединения с интерфейсом Z1 (абонентский комплект) смежного узла.

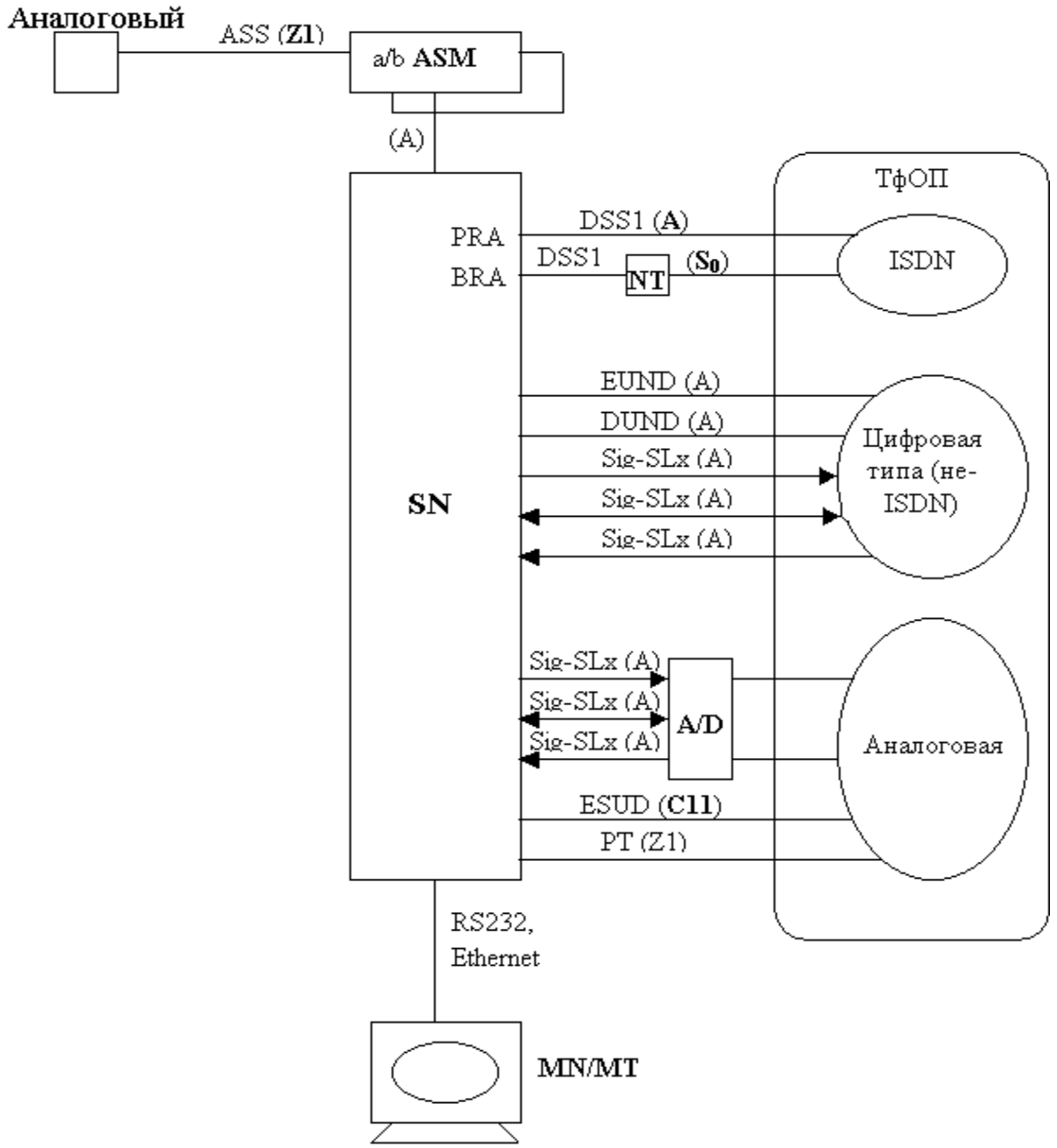


Рисунок 2.5 – Соединение узла SN с окружающей средой

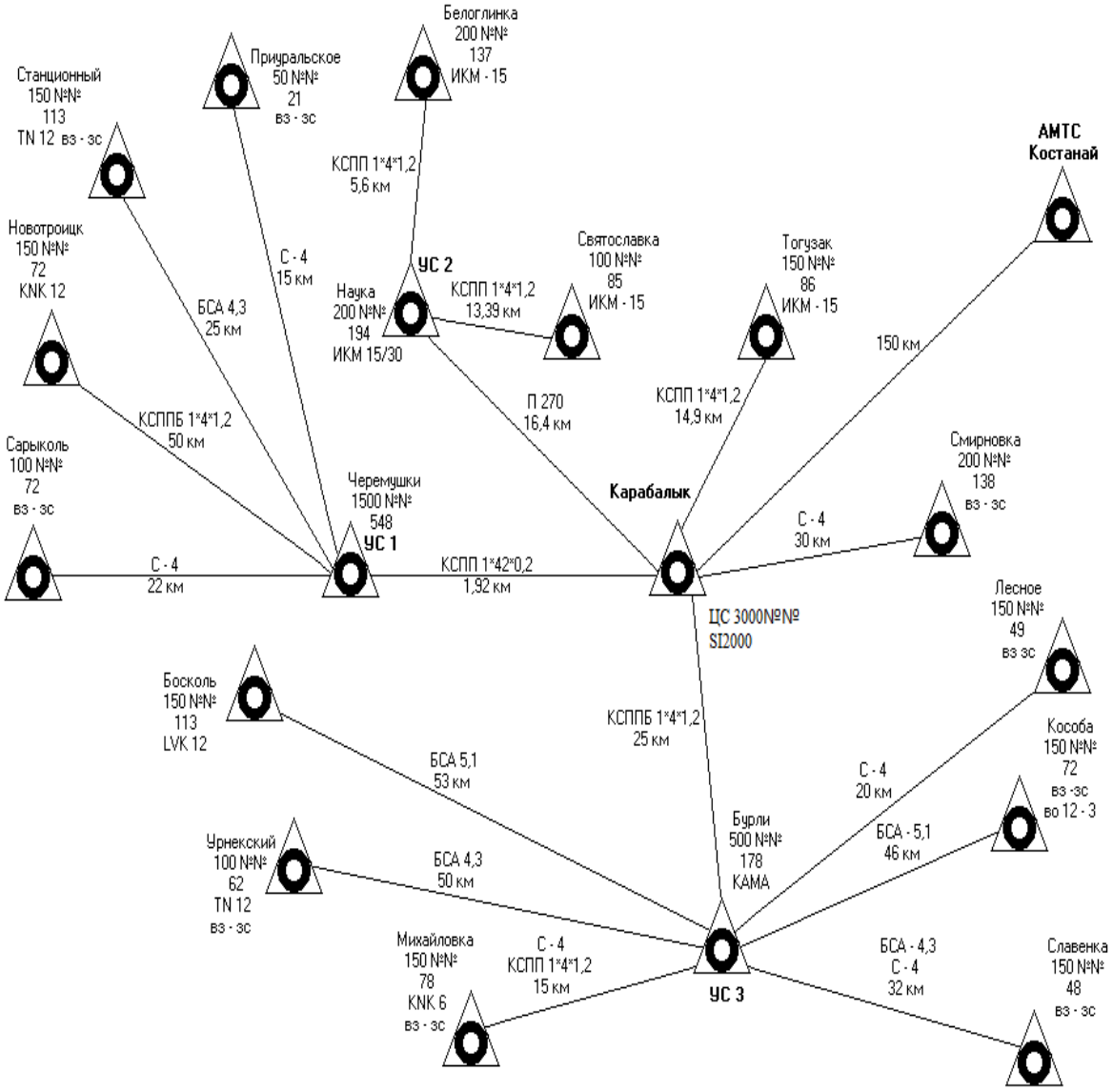


Рисунок 2.6 – Проектируемая схема сети

3 Расчет и распределение нагрузки

3.1 Расчет интенсивности телефонной нагрузки

Задана сеть, содержащая АТС, сведения о которых представлены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 - Исходные данные о станциях сети

Условный номер узлового района k	Условный номер АТС	Тип АТС	Система оборудования	Емкость АТС, номеров	Число обслуживаемых	
					хозяйств	пунктов
1	1	УС1	К100/2000	1500	2	2
	2	ОС	К50/200	100	1	1
	3	ОС	К50/200	150	1	1
	4	ОС	К50/200	150	1	2
	5	ОС	К50/200	50	1	1
2	6	УС2	К50/200	200	1	1
	7	ОС	К50/200	200	1	1
	8	ОС	К50/200	100	1	2
3	9	УС3	К100/2000	500	2	2
	10	ОС	К50/200	150	1	1
	11	ОС	К50/200	100	1	1
	12	ОС	К50/200	150	1	1
	13	ОС	К50/200	150	1	1
	14	ОС	К50/200	150	1	2
	15	ОС	К50/200	150	1	1
0	0	ЦС	К100/2000	1500	-	-
	16	ОС	К50/200	150	2	2
	17	ОС	К50/200	200	1	1

Проектируется ЦС типа SI – 2000 емкостью 3000 номеров. По данным таблиц определяем ожидаемый структурный состав абонентов всех АТС сети [3]. Используя данные таблиц 3.1 и формулы:

$$Y_{исх.j} = \sum_{i=1}^{m} N_{ij} У_{исх.i}, \tag{3.1}$$

где N_{ij} - число абонентов i – й категории на j – й ОС;

m – число категорий абонентов (m=3 при отсутствии таксофонов в m=4 при их наличии);

$У_{сх.i}$ - удельная исходящая внешняя нагрузка от абонента i–й категории.

$$Y_{исх.0} = \sum_{i=1}^{3} (1500 \cdot 0{,}034) + (1500 \cdot 0{,}012) + (1500 \cdot 0{,}0035) = 74{,}25 \ Эрл,$$

Аналогично:

$$Y_{исх.9} = 26{,}25 \quad Эрл,$$

$$Y_{исх.6,7,17} = 11{,}1 \quad Эрл,$$

$$Y_{исх.3,4,10,12,13,14,15,16} = 8{,}475 \quad Эрл,$$

$$Y_{исх.2,8,11} = 5{,}75 \quad Эрл,$$

$$Y_{исх.5} = 3{,}05 \quad Эрл.$$

Аналогично определяем нагрузку, входящую от абонентов OC_j

$$Y_{вхj} = \sum_{i=1}^{m} N_{ij} У_{вхi}, \tag{3.2}$$

где $У_{вхi}$ - удельная входящая внешняя нагрузка к абонентам i-й категории.

Используя формулы (3.3) и (3.4), определяем суммарные исходящие и входящие внешние нагрузки для всех УР и ЦС.

$$Y_{исхk} = \sum_{j=1}^{n} Y_{исхjk}; Y_{вхk} = \sum_{j=1}^{n} Y_{вхjk}, \tag{3.3}$$

Для центрального района

$$Y_{исх0} = \sum_{j=1}^{n} Y_{исхj_0}; Y_{вх0} = \sum_{j=1}^{n} Y_{вхj0}, \tag{3.4}$$

при этом в состав нагрузок $Y_{исх0}$ и $Y_{вх0}$ не входят нагрузки $Y_{исх00}$ и $Y_{вх00}$, создаваемые абонентами ЦС.

$$Y_{исх0} = \sum_{j=1}^{17} 11{,}1 + 8{,}475 = 19{,}575 \quad Эрл,$$

$$Y_{исх1} = 100 \quad Эрл,$$

$$Y_{исх2} = 27{,}95 \quad Эрл,$$

$$Y_{исх3} = 74{,}375 \quad Эрл,$$

Аналогично:

$$Y_{вх0} = \sum_{j=16}^{17} 6{,}6 + 14{,}6 = 21{,}2 \quad Эрл,$$

$$Y_{вх1} = 116{,}725 \quad Эрл,$$

$$Y_{вх2} = 33{,}35 \quad Эрл,$$

$$Y_{вх3} = 64{,}65 \quad Эрл.$$

Задаемся коэффициентом тяготения внутриузловой $n_{11} = n_{22} = n_{33} = 1$, а также межузловой связей $n_{10} = n_{20} = n_{30} = 0{,}25; n_{12} = n_{21} = n_{13} = 0{,}15; n_{32} = n_{23} = n_{31} = 0{,}15$ и, используя формулу (3.5) определяем внутриузловые нагрузки.

$$Y_{kk} = \frac{Y_{исхk} \cdot Y_{вхk} \cdot n_{kk}}{Y_{вх00} + \sum_{l=1}^{m} Y_{вхд} n_{kl}}, \tag{3.5}$$

где m – число УР

$$Y_{11} = \frac{Y_{исх1} \cdot Y_{вх1} \cdot n_{11}}{Y_{вх00} + Y_{вх0} \cdot n_{10} + Y_{вх1} \cdot n_{11} + Y_{вх2} \cdot n_{12} + Y_{вх3} \cdot n_{13}} =$$

$$= \frac{100 \cdot 116{,}725 \cdot 1}{97{,}5 + 21{,}2 \cdot 0{,}25 + 116{,}72 + 33{,}35 \cdot 0{,}15 + 64{,}65 \cdot 0{,}15} = 49{,}84 \quad Эрл,$$

$$Y_{22} = 5{,}71 \quad Эрл,$$

$$Y_{33} = 25{,}31 \quad Эрл.$$

Используя формулу (3.6), находим нагрузки местной связи между УС и ЦС:

$$Y_{k_0} = Y_{исхk} - Y_{kk}, \tag{3.6}$$

$$Y_{10} = 100 - 49{,}84 \quad Эрл,$$

$$Y_{01} = 66{,}89 \quad Эрл,$$

$$Y_{20} = 22{,}24 \quad Эрл,$$

$$Y_{02} = 27{,}64 \quad Эрл,$$

$$Y_{30} = 49{,}07 \quad Эрл,$$

$$Y_{03} = 39{,}34 \quad Эрл.$$

Нагрузка от узловых станций на пучок ЗСЛ (заказно-соединительные линии) к АМТС принимается равной 10% исходящей внешней нагрузки соответствующего УР [3]. Следовательно:

$$Y_{10a} = 0{,}1 \cdot Y_{исх1} = 0{,}1 \cdot 100 = 10 \quad Эрл,$$

$$Y_{20a} = 2{,}795 \quad Эрл,$$

$$Y_{30a} = 7{,}438 \quad Эрл,$$

Нагрузка к узловым станциям, поступающая по пучку СЛМ от АМТС, принимается равной 10% входящей нагрузки соответствующего узлового района. Следовательно:

$$Y_{01a} = 0{,}1 \cdot Y_{вх1} = 0{,}1 \cdot 116{,}725 = 11{,}67 \quad Эрл,$$

$$Y_{02a} = 3{,}34 \quad Эрл,$$

$$Y_{03a} = 6{,}47 \quad Эрл.$$

В последнее время в междугородней связи страны происходит качественное изменение: осуществляется интенсивный переход на автоматический способ установления междугородних сообщений путем внедрения автоматических телефонных станций (АМТС).

Входящую на станцию по междугородным соединительным линиям (СЛМ) нагрузку принимают равной исходящей по ЗСЛ нагрузке Услм=Узсл.

Поскольку для обслуживания междугородней связи не предусмотрены отдельные пучки внутристанционных соединительных путей, то при расчете числа обслуживающих внутристанционных ИКМ линий необходимо к местной нагрузке прибавить междугородную нагрузку.

Входящую междугородную нагрузку, поступающую к каждой абонентской линии УС и ОС, можно принять равной исходящей, т.е. $y_{вх.а} = y_{исх.а} = 0{,}0015 Эрл$. Расчетная входящая междугородняя нагрузка к абонентам ЦС не должна превышать: $y_{вх.м} = 0{,}0075 Эрл$ на один индивидуальный аппарат.

Находим входящую (исходящую) междугородную нагрузку от АМТС райцентра, поступающую по входящим (исходящим) каналам:

$$Y_{вх.м.г.} = Y_{исх.м.г.} = \sum_{j=1}^{m} N_{ij} У_{вхi}, \tag{3.7}$$

$$Y_{исх0,1} = 1500 \cdot 0{,}0015 = 2{,}25 \quad Эрл,$$

$$Y_{исх9} = 0{,}75 \quad Эрл,$$

$$Y_{исх6,7,17} = 0{,}3 \quad Эрл,$$

$$Y_{исх3,4,10,12,13,14,15,16} = 0{,}225 \quad Эрл,$$

$$Y_{исх5} = 0{,}075 \quad Эрл,$$

$$Y_{исх2,8,11} = 0{,}15 \quad Эрл.$$

Так как принято, что все станции получат возможность связи с АМТС, увеличится входящая междугородная нагрузка:

$$Y_{м.вх} = У_{м.вх0} \cdot N_0 + \sum_{j=1}^{17} Y_{вх.aj} + \sum_{j=1}^{17} N_j \ , \tag{3.8}$$

$$Y_{м.вх} = 25{,}96 \quad Эрл,$$

До автоматизации междугородней связи от АМТС поступала нагрузка, равная согласно формуле (3.9).

$$Y_{MTC} = У_{м0} \cdot N_0 + У_{м.с} \sum_{j=1}^{n} N_j \,, \qquad (3.9)$$

где $У_{м0}$ и $У_{м.с}$ - средние междугородние нагрузки для одного абонента ЦС и сельских станций (при отсутствии статистических данных можно принять $У_{м0} = 0{,}004$ и $У_{м.с} = 0{,}0015 Эрл$);

n – общее число станций сети, не считая ЦС;

N_0 и N_j - емкости ЦС и ОС.

$$Y_{MTC} = 0{,}004 \cdot 1500 + 0{,}0015 \cdot 4150 = 12{,}23 \quad Эрл,$$

Следовательно, по пучку СЛМ от АМТС будет поступать нагрузка:

$$Y_{вх.а} = Y_{слм} = Y_{м.вх} - Y_{мтс} = 25{,}96 - 12{,}23 = 13{,}73 \quad Эрл, \qquad (3.10)$$

Из этой нагрузки к абонентам ЦС поступит:

$$Y_{вх.а_0} = Y_{вх.а} - \sum_{j=1}^{17} Y_{вх..aj} = 13{,}37 - 8{,}475 = 5{,}26 \quad Эрл. \qquad (3.11)$$

Дополнительно рассчитываем внутристанционную нагрузку:

$$Y_{вн.j} = \sum_{i=1}^{m} N_{ij} \cdot У_{вн.i} \,, \qquad (3.12)$$

$$Y_{вн.0,1} = 165 \quad Эрл,$$

$$Y_{вн.3,4,10,12,13,14,15,16} = 10{,}05 \quad Эрл,$$

$$Y_{вн.9} = 46 \quad Эрл,$$

$$Y_{вн.6,7,17} = 14{,}6 \quad Эрл,$$

$$Y_{вн.2,8,11} = 6{,}2 \quad Эрл.$$

Междугородняя нагрузка к УС1, УС2, УС3:

$$Y_{м.вх1} = \sum_{j=1}^{5} Y_{вх.aj} + У_{м.с} \sum_{j=1}^{5} N_j = 2{,}93 + 2{,}93 = 5{,}86 \quad Эрл,$$

$$Y_{м.вх2} = 1{,}5 \quad Эрл,$$

$$Y_{м.вх3} = 4{,}05 \quad Эрл.$$

Нагрузку к спецслужбам рассчитываем по формуле:

$$Y_{сп} = У_{сп0} \cdot N_0 + У_{сп.с} \sum_{j=1}^{n} N_j \,, \tag{3.13}$$

где $У_{сп0}$ - средняя нагрузка к спецслужбам от одного абонента ЦС;

$У_{сп.с}$ - средняя нагрузка к спецслужбам от остальных станций.

При отсутствии статистических данных можно принять $У_{сп0} = 0{,}0015$ и $У_{сп.с} = 0{,}0005 \quad Эрл$.

$$Y_{сп} = 2{,}25 + 2{,}075 = 4{,}325 \quad Эрл.$$

Нагрузка на пучок ЗСЛ к АМТС:

$$Y_{ЗСЛ} = Y_{исх.a_0} + \sum_{j=1}^{17} Y_{исх.aj} \,, \tag{3.14}$$

$$Y_{ЗСЛ} = 2{,}25 + 8{,}475 = 10{,}73 \quad Эрл,$$

Международная нагрузка рассчитывается по формуле:

$$Y_{исх0,1} = 1500 \cdot 0{,}006 = 9 \quad Эрл,$$

$$Y_{исх9} = 3 \quad Эрл,$$

$$Y_{исх6,7,17} = 1{,}2 \quad Эрл,$$

$$Y_{исх3,4,10,12,13,14,15,16} = 0{,}9 \quad Эрл,$$

$$Y_{исх5} = 0{,}3 \quad Эрл,$$

$$Y_{исх2,8,11} = 0{,}6 \quad Эрл.$$

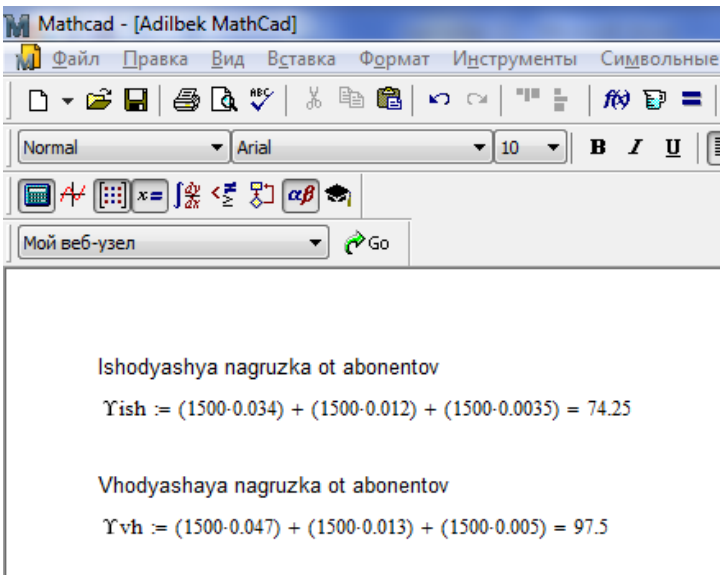


Рисунок 3.1 – Расчет нагрузки в программе Matchad

3.2 Расчет соединительных линий

На сети Карабалыкского района, в двух поселках, стоит аппаратура ИКМ – 15. Эта система передачи предназначена для организации соединительных линий между сельскими АТС по кабелям типа КСПП или ВТСП и позволяет получить 15 каналов ТЧ, до трех сигнальных каналов на каждый телефонный канал, один канал вещания второго класса вместо двух каналов ТЧ и четыре 100-бодных телеграфных канала. Система ИКМ – 15 обеспечивает передачу цифрового сигнала по линии со скоростью 1024 кбит/с. Два таких сигнала с помощью оборудования ВГ - 15×2 могут быть объединены в общий цифровой поток со скоростью передачи 2048 кбит/с [4]. Таким образом обеспечивается возможность совместной работы на сети системы передачи ИКМ - 15 с ИКМ – 30. Это означает, что ИКМ – 15 может стыковаться с проектируемой АТСЭ типа SI – 2000 Аппаратура ИКМ – 15 практически не используется на сети. Поэтому в расчете соединительных линий число каналов в одной линии ИКМ, используемых для передачи речи, равно 30 каналам.

3.3 Выбор методов расчета

Порядок и расчеты нагрузок АТС рассмотрены в разделе 4. Общая норма потерь от абонента до абонента задается технологическими нормами. Потери из-за недостатка каналов должны быть практически равны нулю.

Необходимо, чтобы суммарная средняя удельная нагрузка одного абонента (исходящая и входящая, местная и междугородная) не превышала 0,15 Эрл, а так же необходимо обеспечить равномерное распределение абонентских линий с большей удельной нагрузкой по различным абонентским модулям [5].

Если окажется, что средняя удельная нагрузка больше 0,15 Эрл, то надо уменьшить число абонентских линий.

Найдём среднюю удельную нагрузку на одного абонента $Y_{ср}$, Эрл, разделив общую нагрузку проектируемой станции на её ёмкость.

$$Y_{ср} = \frac{Y_{исх} + Y_{вх}}{N_c}, \tag{3.15}$$

$$Y_{ср} = \frac{74 + 97{,}5}{3000} = 0{,}06 \quad Эрл.$$

Полученное значение 0,06 Эрл значительно меньше допустимой величины, равной 0,15 Эрл. Значит, уменьшать ёмкости абонентских модулей не требуется.

Подсчитаем количество вызовов, поступающих в час наибольшей нагрузки (ЧНН) на коммутаторы доступа проектируемой станции С, по формуле:

$$C = \frac{3600}{tвв}\left(\sum_i Y_{исх} + Y_{АМТС} + \frac{1}{\varphi_k}\cdot\sum_k Y_{к,п}\right), \tag{3.16}$$

где $\sum_к Y_{к,п}$ - это сумма нагрузок от всех координатных и электронных станций (за исключением проектируемой);

$t_{вх}$ - это среднее время занятия .

$$t_{вх} = \frac{3600 \cdot Y_0}{N_{нх}\cdot C_{нх} + N_{кв}\cdot C_{кв}} = 914{,}06 \ сек, \tag{3.17}$$

$$C = \frac{3600}{914{,}06}\left(221{,}19 + 12{,}23 + \frac{1}{0{,}88}\cdot(245{,}93\right) = 2021 \quad вызовов.$$

Полученное число вызовов меньше допустимой величины, значит уменьшать ёмкость проектируемой АТС не требуется.

Теперь сделаем расчёт числа различных соединительных устройств, необходимых для реализации всей поступающей нагрузки с заданным качеством обслуживания. Необходимое число трактов передачи найдём по первой формуле Эрланга для найдённых нагрузок и заданных потерь:

- $P_{АТС,АТС}$=5%, $P_{АТС,АМТС}$=1%, $P_{АТС,УСС}$=1%;
- $P_{АТС,АТС}$=5%, $P_{АМТС,АТС}$=1%.

Так как внутристанционные и исходящие пути линий и пути всех устройств управления АТСЭ полнодоступны, то число линий или приборов в

этих пучках определяется по таблицам первой формулы Эрланга [5].

Число каналов от координатных АТС к АТСЭ может быть рассчитано по методу эффективной доступности.

3.4 Расчет исходящих соединительных линий

Необходимое число трактов передачи находится по первой формуле Эрланга для найденной нагрузки и заданных потерь P = 0,0001.

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.

Рассчитаем число исходящих каналов от АТСЭ:

$$V = E(Y, P), \tag{3.18}$$

$$V_{1,АТСЭ} = E(Y,P)_{1,АТСЭ} = E(74,25;0,005) = 92 \text{ канала},$$

$$V_{ИКМ,1} = 92/30 \approx 4 \text{ ИКМ линий},$$

$$V_{0,9} = E(Y,P)_{0,9} = E(26,25;\ 0,005) = 39 \text{ каналов},$$

$$V_{ИКМ,0,9} = 39/30 \approx 2 \text{ ИКМ линии},$$

$$V_{0,6} = E(Y,P)_{0,6} = E(11,1;\ 0,005) = 20 \text{ каналов},$$

$$V_{ИКМ,0,6} = 20/30 \approx 1 \text{ ИКМ линия},$$

Аналогично: $V_{ИКМ,0,6} = V_{ИКМ,0,7} = V_{ИКМ,0,17}$

$$V_{0,3} = E(Y,P)_{0,3} = E(8,475;\ 0,005) = 16 \text{ каналов},$$

$$V_{ИКМ,0,3} = 16/30 \approx 1 \text{ ИКМ линии},$$

Аналогично: $V_{ИКМ,0,3} = V_{ИКМ,0,4} = V_{ИКМ,0,10} = V_{ИКМ,0,12} = V_{ИКМ,0,13} = V_{ИКМ,0,14} = V_{ИКМ,0,15} = V_{ИКМ,0,16.}$

$$V_{0,2,8,11} = E(Y,P)_{0,2,8,11} = E(5,75;\ 0,005) = 13 \text{ каналов},$$

$$V_{ИКМ,0,2,8,11} = 13/30 \approx 1 \text{ ИКМ линия},$$

$$V_{0,5} = E(Y,P)_{0,5} = E(3,05;\ 0,005) = 9 \text{ каналов},$$

$$V_{ИКМ,0,5} = 9/30 \approx 1 \text{ ИКМ линия},$$

$$V_{0,АМТС} = E(Y,P)_{0,АМТС} = E(12,23;\ 0,001) = 24 \text{ каналов},$$

$$V_{ИКМ,0,АМТС} = 24/30 \approx 1 \text{ ИКМ линия},$$

$$V_{УСС} = E(Y,P)_{0,УСС} = E(4{,}325;\ 0{,}005) = 11 \text{ каналов},$$

$$V_{ИКМ,0,УСС} = 11/30 \approx 1 \text{ ИКМ линия},$$

$$V_{0,ЗСЛ} = E(Y,P)_{0,ЗСЛ} = E(10{,}73;\ 0{,}001) = 25 \text{ каналов},$$

$$V_{ИКМ,0,ЗСЛ} = 25/30 \approx 1 \text{ ИКМ линия},$$

$$V_{0,СЛМ} = E(Y,P)_{0,СЛМ} = E(13{,}73;\ 0{,}001) = 29 \text{ каналов},$$

$$V_{ИКМ,0,СЛМ} = 29/30 \approx 1 \text{ ИКМ линия}$$

3.5 Расчет входящих соединительных линий

Теперь сделаем расчет необходимого числа каналов для обслуживания исходящей нагрузки от АТСК к проектируемой АТСЭ методом эффективной доступности [5], решив следующую систему уравнений.

$$\left.\begin{aligned} Д_Э &= Д_{\min} + \theta\left(\overline{Д} - Д_{\min}\right) \\ Д_{\min} &= g\left(m_A - n_A + 1\right) \\ \overline{Д} &= g\left(m_A - вт_A\right) = g\left(m_A - an_A\right) \end{aligned}\right\} \qquad (3.19)$$

Доступность рекомендуется принять g = 2. Интенсивность нагрузок на вход блока можно принимать в пределах a = 0,5 - 0,7 Эрл.

Принимая g = 2 ,найдем из второго уравнения минимальную доступность блока.

$$Дmin=2(20 - 13{,}33+1)=15{,}34,$$

Допустим, что интенсивность нагрузки на вход блока равна a = 0,65 Эрл. Тогда из третьего равенства системы определим математическое ожидание доступности (среднюю доступность):

$$\bar{Д} = 2(20 - 0{,}65 \cdot 13{,}33) = 22{,}67,$$

Наконец, из первого равенства рассматриваемой системы уравнений находим эффективную доступность. Эмпирический коэффициент θ принимается равным 0,75.

$$Д_Э = 15{,}34 + 0{,}75(22{,}67 - 15{,}34) = 20{,}84,$$

Зная Дэ и норму потерь Р, число каналов в направлении определяется по формуле О'Делла:

$$V = \alpha Y + \beta, \qquad (3.20)$$

$$V_{0,1} = \alpha Y_{0.1} + \beta = 1{,}29 \cdot 97{,}5 + 5{,}7 = 131 \text{ канал},$$

Для Дэ = 20,84 и Р = 0,005 имеем α=1,29 и β=5,7.

$$V_{ИКМ,0,1} = \frac{131}{30} = 5 \text{ ИКМ линии},$$

Расчет остальных аналогичен:

$$V_{0.9} = \alpha Y_{0.9} + \beta = 1{,}29 \cdot 27{,}5 + 5{,}7 = 42 \text{ канала},$$

$$V_{ИКМ,0,9} = \frac{42}{30} = 2 \text{ ИКМ линии},$$

$$V_{0,6} = V_{0,7} = V_{0,17} = \alpha Y_{0,6} + \beta = 1{,}29 \cdot 14{,}6 + 5{,}7 = 25 \text{ каналов},$$

$$V_{ИКМ,0,6} = \frac{25}{30} = 1 \text{ ИКМ линия},$$

Аналогично:

$$V_{0,3\,6} = V_{0,4} = V_{0,10} = V_{0,12} = V_{0,13} = V_{0,14} = V_{0,15} = V_{0,1}.$$

$$V_{0,3\,6} = \alpha Y_{0,3} + \beta = 1{,}29 \cdot 6{,}6 + 5{,}7 = 15 \text{ каналов},$$

$$V_{ИКМ,0,3} = \frac{15}{30} = 1 \text{ ИКМ линия},$$

$$V_{0,2} = V_{0,8} = V_{0,11} = \alpha Y_{0,2} + \beta = 1{,}29 \cdot 4{,}15 + 5{,}7 = 12 \text{ каналов},$$

$$V_{ИКМ,0,2} = \frac{12}{30} = 1 \text{ ИКМ линия},$$

$$V_{0,5} = \alpha Y_{0,5} + \beta = 1{,}29 \cdot 1{,}875 + 5{,}7 = 9 \text{ каналов},$$

$$V_{ИКМ,0,5} = \frac{9}{30} = 1 \text{ ИКМ линия},$$

$$V_{0,УСС} = \alpha Y_{0,УСС} + \beta = 1{,}29 \cdot 4{,}32 + 5{,}7 = 12 \text{ каналов},$$

$$V_{ИКМ,0,5} = \frac{12}{30} = 1 \text{ ИКМ линия},$$

$$V_{0,ЗСЛ} = \alpha Y_{0,ЗСЛ} + \beta = 1{,}29 \cdot 10{,}73 + 5{,}7 = 20 \text{ каналов},$$

$$V_{ИКМ,0,ЗСЛ} = \frac{20}{30} = 1 \text{ ИКМ линия},$$

$$V_{0,СЛМ} = \alpha Y_{0,СЛМ} + \beta = 1{,}29 \cdot 13{,}73 + 5{,}7 = 24 \text{ каналов},$$

$$V_{ИКМ,0,СЛМ} = \frac{24}{30} = 1 \text{ ИКМ линия},$$

Принимая g = 2 ,найдем из второго уравнения минимальную доступность блока, для АМТС.

$$Дmin = 2(20 – 15 + 1) = 12,$$

Далее допустим, что интенсивность нагрузки на вход блока равна a=0,65 Эрл. Тогда из третьего равенства системы определим математическое ожидание доступности (среднюю доступность):

$$\bar{Д} = 2(20 - 0{,}65 \cdot 15) = 20{,}5,$$

Наконец, из первого равенства рассматриваемой системы уравнений находим эффективную доступность. Эмпирический коэффициент θ принимается равным 0,75.

$$Дэ = 12 + 0{,}75(20{,}5 - 12) = 18{,}37,$$

Зная Дэ и норму потерь Р., число каналов в направлении определяется по формуле О ʻДелла:

$$V_{АМТС,0} = \alpha Y_{АМТС,0} + \beta = 1{,}47 \cdot 12{,}23 + 6{,}3 = 25 \text{ каналов},$$

Величины α и β приведены в приложении 2 [5]. Для Дэ = 18,37 и Р. = 0,001 имеем α = 1,47 и β = 6,3.

$$V_{ИКМ,АМТС,0} = \frac{25}{30} = 1 \text{ ИКМ линия.}$$

3.6 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:

$$N = N_a + N_{нх} + N_к, \qquad (3.21)$$

где: $N_а$ - число абонентов административного сектора;

$N_{нх}$ - число абонентов народно - хозяйственного сектора;

$N_к$ - число абонентов квартирного сектора;

$$N_a = \frac{3000 \cdot 14}{100} = 420 \quad абонентов,$$

$$N_{нх} = \frac{3000 \cdot 14}{100} = 1260 \quad абонентов,$$

$$N_{кв} = \frac{3000 \cdot 44}{100} = 1320 \quad \text{абонентов},$$

$$N = 420 + 1260 + 1320 = 3000 \text{ } \textit{абонентов},$$

$$S_{ASM} = En\left[\frac{N-1}{239}+1\right] = En\left[\frac{3000-1}{239}+1\right] = 14 \text{ } \textit{модулей}. \qquad (3.22)$$

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

3.7 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:

$$S_{ANM} = En\left[\frac{N-1}{30}+1\right] = En\left[\frac{114-1}{30}+1\right] = 5 \text{ } \textit{модулей}. \qquad (3.23)$$

3.8 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:

$$S_{DNM} = En\left[\frac{V_{ЗСЛ} + V_{СЛМ}}{30} + \frac{V_{ОТОС} + V_{НАОс}}{30} + \frac{V_{УСС}}{30} + 1\right] =$$
$$= En\left[\frac{42}{30} + \frac{105}{30} + \frac{16}{30} + 1\right] = 5 \quad \text{модулей.} \tag{3.24}$$

3.9 Оценка требуемого числа каналов и вероятности потери вызова

При подготовке технических предложений и технико-экономических обоснований по телекоммуникационным сетям приходится оценивать требуемые канальные емкости. При этом общепринято использовать формулу Эрланга. Однако вычислительные трудности ее применения привели к тому, что авторитетные отечественные и европейские компании в течении последних десятилетий используют либо эмпирические подходы, основанные на применении достаточно произвольных “коэффициентов загрузки” канальных емкостей (определяющих запас по емкости в дополнение к среднему значению количества требуемых единичных каналов) [9].

Ниже приведен вывод простого выражения для требуемого числа каналов в функции нагрузки. Основан вывод на широко применяемых при моделировании операций методах динамики моментов и оценки гарантированной области попадания (“правило трех сигм” – аналог неравенства Бьенема - Чебышева) [10].

3.9.1 Используемая формула Эрланга. При технико-экономической оценке проектируемых сетей связи важен расчет требуемых емкостей в функции числа абонентов и создаваемой ими нагрузки при заданных характеристиках качества обслуживания. Применительно к системам с коммутацией каналов основной характеристикой является вероятность потери первичного вызова, которая для простейшего потока первичных вызовов совпадает с вероятностью занятости всех выходов в системе, или всех единичных каналов. В телефонных сетях требование к качеству по потерям вызовов обычно нормируется средним числом вызовов, приходящихся на один теряемый.

В классической теории телетрафика [11] оценка вероятности $P_п$ потери вызова традиционно базируется на модели многоканальной системы массового обслуживания с отказами. Размеченный граф состояний такой системы показан на рисунке 6.1. Здесь S_0, S_1,…, $S_п$ – состояния, пронумерованные по числу занятых каналов (S_0 – все каналы свободны; S_1 – занят один канал, остальные свободны; S_n – заняты все n каналы).

Интенсивность поступления заявок:

$$\lambda_{0,1} = \frac{1}{0{,}01} = 100,$$

$$\lambda_9 = 1/0{,}096 = 27{,}77,$$

$$\lambda_{6,7,17} = 16{,}67,$$
$$\lambda_{3,4,10,12,13,14,15,16} = 6{,}67,$$
$$\lambda_{2,8,11} = 0{,}24,$$
$$\lambda_5 = 0{,}53.$$

и интенсивность обслуживания:

$$\mu = 1/t_c,$$
$$\mu_{0,1} = \frac{1}{0{,}013} = 76{,}92,$$
$$\mu_9 = 26{,}32,$$
$$\mu_{6,7,17} = 11{,}11,$$
$$\mu_{3,4,10,12,13,14,15,16} = 8{,}55,$$
$$\mu_{2,8,11} = 5{,}75,$$
$$\mu_5 = 3{,}05.$$

выражаются через средний интервал $T_з$ (между поступлениями заявок) и среднее время t_c обслуживания. Для оценки Pn используется формула *B* Эрланга, или первая формула Эрланга для системы с потерями:

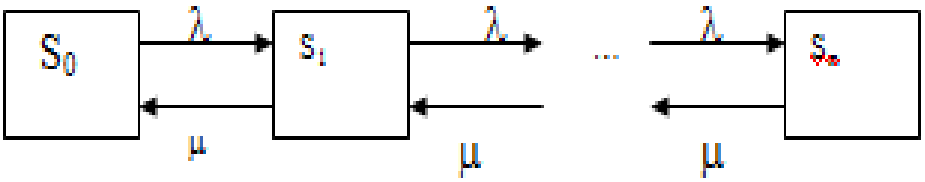


Рисунок 3.1 – Состояние системы

$$P_П = \left(R^П \ /n!\right) \Big/ \sum_{j=1}^{n} R^j / j!,$$

где R=λ/μ - приведенная интенсивность поступления заявок на обслуживание.

Если t_c, T_3 выражены в часах, то R= t_c/ T_3 может интерпретироваться как телефонная нагрузка в эрлангах.

Определенные неудобства оперирования с факториалами (особенно при больших значениях n) заставляют для определения P_n или необходимого n при заданном числе N абонентов и фиксированном P_n пользоваться таблицами E_n(R), рекуррентной формулой:

$$E_n(R) = F[E_{n-1}(R), n].$$

Либо приближением Стирлинга, практически приводящим к вычислению частного от деления близких табличных значений интеграла Лапласса.

3.9.2 Новая формула для числа каналов. Метод динамики моментов базируется на тех же исходных линейных дифференциальных уравнениях теории непрерывных марковских цепей, описывающих изменение вероятностей дискретных состояний в непрерывном времени, что и формула *B* Эрланга. Метод предусматриваемых агрегирование состояний однородных и независимых элементов системы на основании того, что среднее число E_i элементов, находящихся в i-м состоянии, есть произведение общего числа элементов $N\left(\sum E_i = N\right)$ на вероятность p_i пребывания в состояние i.

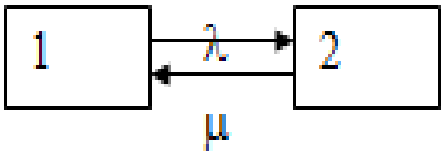


Рисунок 3.2 – Состояние занятия канала 2 на время сеанса связи

В данном случае элементами системы являются абоненты, каждый из которых может находиться в одном из двух состояний: в пассивном 1 и в состоянии занятия канала 2 на время сеанса связи (рисунок 3.2).

Если λ и μ - интенсивности перехода одного абонента между состояниями 1, 2, то уравнения динамики средних имеют вид:

$$dE_1/dt = -\lambda E_1 + \mu E_2,$$

$$dE_2/dt = \lambda E_1 - \mu E_2,$$

Отсюда для установления режима:

$$dE_1/dt = dE_2/dt = 0,$$

среднее число занятых каналов:

$$E_2 = N\rho(1+\rho),$$

$$E_{2_{0,1}} = 1500 \cdot 1{,}3(1+1{,}3) = 4485 \quad \textit{каналов},$$

$$E_{2_9} = 1091 \quad \textit{канал},$$

$$E_{2_{6,7,17}} = 750 \quad каналов,$$
$$E_{2_3} = 208 \quad каналов,$$

$$E_{2_{2,8,11}} = 4 \quad канала,$$

$$E_{2_5} = 9 \quad каналов,$$

где: $\rho = \lambda / \mu$.

Пусть дискретная случайная величина x_{ij} может принимать только два значения:

– 1, если j-й элемент находится в состоянии i;
– 0, в противном случае.

Ряд распределения имеет для каждого j один и тот же вид [3]:

Таблица 3.2 – Ряд распределения

Значения x_i	0	1
Вероятности	$1-p_i$	p_i

где p_i – вероятность пребывания в состоянии i.

Поэтому дисперсия численности состояния i = 2 есть сумма N одинаковых значений дисперсии величины $x_{ij} = x_i$:

$$D[x_2] = (0 - p_2)^2 (1 - p_2) + (1 - p_2)^2 \ ,$$

$$D_2 = E_2 (1 - E_2 / N) = N\rho (1 + \rho)^2,$$
$$D_{2_{0,1}} = 1500 \cdot 1{,}3 (1 + 1{,}3)^2 = 10316,$$
$$D_{2_9} = 2249,$$
$$D_{2_{6,7,17}} = 1875,$$
$$D_{2_3} = 371,$$
$$D_{2_{2,8,11}} = 4{,}33,$$
$$D_{2_5} = 9{,}95.$$

В соответствии с “правилом трех сигм” практически возможное максимальное значение числа занятых каналов составляет $E_2 + 3\sqrt{D_2}$ (естественно, в предположении о нормальном распределении числа занятых каналов). На этом основании требуемое число N абонентов, каждый из которых создает в ЧНН нагрузку ρ, выражается как:

$$n = \left(N\rho + K\sqrt{N\rho}\right) / (1 + \beta\rho),$$
$$n = \left(1500 \cdot 1{,}3 + 2{,}31\sqrt{1500 \cdot 1{,}3}\right) / (1 + 1{,}3) = 892 \quad канала,$$

$$n_9 = 283 \quad канала,$$

$$n_{6,7,17} = 136 \quad каналов,$$

$$n_3 = 80 \quad каналов,$$

$$n_{2,8,11} = 8 \quad каналов,$$

$$n_5 = 13 \quad каналов,$$

где К равно:

– 2,2 – при допустимости в среднем одного отказа на 70 вызовов;

– 2,31 – для одного отказа в среднем на 100 вызовов.

К – коэффициент допустимости отказа, определяемый как значение аргумента (нормированного средним квадратическим отклонением) при подходящем значении функции нормального распределения. Заметим, что в (6.7) $N\rho$ имеет тот же смысл, что R в.

Для оценки точности формулы можно сравнить результаты вычислений по с таблицами значений требуемого количества каналов $n = n(N, P_n)$, вычисленных по $E_n(R)$ [4]. Такое сопоставление для $\rho = 0{,}05$ (т.е. для нагрузки одного абонента 0,05 Эрл) показало, что даже для небольших значений n (порядка десятков) различие – менее 1%.

3.9.3 Вероятность потери вызова. Для определенных выше (по методу динамики средних) математического ожидания E_2 и дисперсии D_2 и в соответствии с предположением [12] о нормальном распределении случайной численности состояния вероятность отказа $P_{отк}$ можно выразить через интеграл Лапласа:

$$\Phi(y) = \left(1/\sqrt{2\pi}\right)\int_0^y exp\left(-t^2/2\right)dt\,,$$

т.е. вероятность превышения такой случайной величиной значения n, или превышения отклонения от среднего $E_2 = N\rho/(1+p)$ величины $n - E_2$:

$$P_{отк} \approx 1 - 2\Phi\left[n(1+\rho)/\sqrt{N\rho} - \sqrt{N\rho}\right],$$

Подстановка дает $P_{отк} \approx 1 - 2\Phi(K)$. Ошибка

$$\Delta P_{ОТК} = P_{ОТК} - P_{П}\,,$$

где $P_п$ соответствует и определяется только ошибкой Δп, а также ошибкой, связанной с предположением о нормальном распределении численности состояния.

Влияние ошибки Δп на погрешность определения $P_{ОТК}$ по формуле можно оценить из сопоставления с вычислениями по (6.1) при К=2,2…2,31 (т.е. для $P_{ОТК}$ = 0,01…0,014), N ≥ 20 и значениях 0,04 $\leq \rho \leq$ 0,1, характерных для нагрузки, создаваемой в ЧНН средним абонентом квартирного телефона [11]. В частности, $\Delta P_{ОТК}$ ∠0,03P_n для Δn = (0,01…0,015)n и погрешность определения $P_{ОТК}$ из-за ошибки оценки n порядка 1…1,5% составляет менее 3%или по абсолютному значению $\Delta P_{ОТК} \leq$ 0,0004. Следовательно существенной может быть только погрешность, вносимая допущением о нормальном законе распределения.

Расчет основных значений, а именно приведенная интенсивность поступления заявок на обслуживание, оценка вероятности $P_п$ потери вызова, вероятность отказа $P_{отк}$, вероятность ошибки $\Delta P_{ОТК}$, произведем с помощью программы, написанной на языке Delphi 5. Полученный результат представим в виде рисунка 6.5.

3.9.4 Оценка погрешности по сходимости распределений. В соответствии с приведенным выше рядом распределения величины x_{ij} распределение суммы N независимых случайных величин является биноминальным и согласно [10] верна следующая оценка:

$$P\left(\left|n - E2\right| \geq K\sqrt{D_2}\right) \leq 4\Big/\left(9K\right)^2,$$

Пример неравенства приведем для ЦС:

$$P\left(4453 \geq 4{,}8\right) \leq 0{,}009$$

В правой части неравенства отсутствует параметр N,поэтому даже при N∠10 вероятность превышения числом $|n\text{-}E_2|$ величины К$\sqrt{D_2}$ для К=2,2…2,31 и ρ=0,05…0,1 составляет не более 0,042…0,046. С ростом N биноминальное распределение быстро стремится к нормальному. Степень приближения к нормальному распределению определяется близостью величины эксцесса к нулевому значению [10].

На рисунке 3.3 показано (в логарифмических шкалах) изменение максимального значения эксцесса. График соответствует вероятности не менее 0,015 вызова от одного абонента в течение средней длительности разговора. При увеличении N от 10 до 100 величина эксцесса приближается к нулевому значению эксцесса нормального распределения (уменьшается с шести до 0,06), т.е. “островершинность” симметричной кривой плотности биноминального распределения практически исчезает.

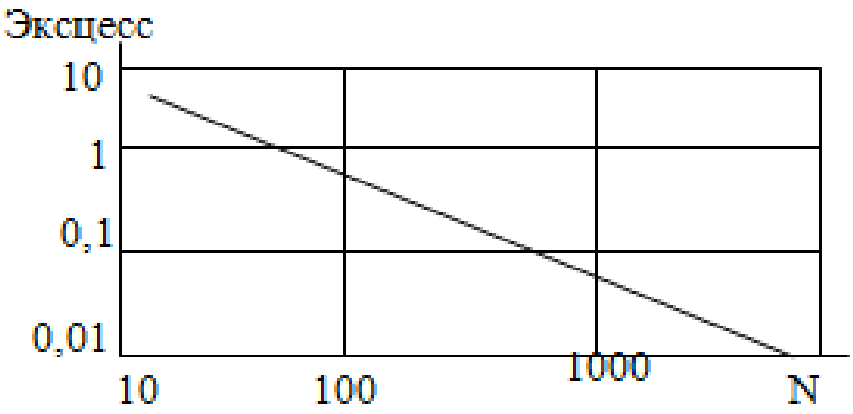


Рисунок 3.3 – Изменение максимального значения эксцесса

Таким образом, как формулу для числа каналов, так и приближенную формулу для вероятности потери вызова можно считать приемлемыми с точностью порядка 1% (причем последнюю для практических случаев, когда рассматриваются тысячи и десятки тысяч абонентов).

Простые формулы, предложенные в статье, позволяют резко снизить трудоемкость вычислений без потери точности.

Таблица 3.3 – Требуемое количество каналов

N	758	939	1122	1307	1494
N по (6.7)	49,6	59,8	69,9	80,0	90,2
N по [4]	50,0	60,0	70,0	80,0	90,0

Программа расчета

```
program Laplace;
uses
  Forms,
  Unit1 in 'Unit1.pas' {Form1};
{$R *.RES}
begin
  Application.Initialize;
  Application.CreateForm(TForm1, Form1);
  Application.Run;
end.
```

Модуль программы расчета для оценки требуемого числа каналов и вероятностей потери вызова

```
unit Unit1;
interface

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

```
type
  TForm1 = class(TForm)
    Edit1: TEdit;
    Edit2: TEdit;
    Edit3: TEdit;
    Label2: TLabel;
    Label3: TLabel;
    Label4: TLabel;
    Edit5: TEdit;
    Label1: TLabel;
    Button1: TButton;
    Edit4: TEdit;
    Label5: TLabel;
    Edit7: TEdit;
    Label7: TLabel;
    Edit8: TEdit;
    Label8: TLabel;
    Edit6: TEdit;
    Label6: TLabel;
    Edit9: TEdit;
    Label9: TLabel;
    procedure Button1Click(Sender: TObject);
  private
    { Private declarations }
  public
    { Public declarations }
  end;
var
  Form1: TForm1;
implementation
{$R *.DFM}
Function Laplace(Y:real):real;
Var
  I:integer;
  Dx:real;
  Fx:real;
Begin
  Fx:=0;
  Dx:=Y/100;
  For I:=0 to 99 do
  Fx:=Fx+Dx*exp(-I*Dx*I*Dx/2);
  Result:=Fx/SQRT(2*3.14);
End;
Function ENR(R:real;N:integer):real;
```

```
Var
I,NF,J:integer;
Pn,Rn:real;
SummAll:Real;
SummRn:real;
SummJn:integer;
Begin
  Rn:=1;
  For I:=1 to N do
  Rn:=Rn*R;
  Nf:=1;
  For I:=1 to N do
  Nf:=Nf*I;
  SummALL:=0;
  For I:=1 to N do
  Begin
    SummRn:=1;
    For j:=1 to I do
    SummRn:=SummRn*R;
    SummJn:=1;
    For j:=1 to I do
    SummJn:=SummJn*J;
    SummAll:=SummAll+(SummRn/SummJn);
  End;
  Result:=ABS(Rn/(Nf*SummAll));
End;

Procedure Calculate;
Var
Nmal,p,K,Potk,Pn:Real;
N:integer;
Tz,Tc:real;
Res,Myu:real;
Num:integer;
Enro:real;
Begin
N:=StrToInt(Form1.Edit1.Text);
K:=StrToFloat(Form1.Edit3.Text);
Tz:=StrToFloat(Form1.Edit5.Text);
Tc:=StrToFloat(Form1.Edit6.Text);
Num:=StrToInt(Form1.Edit9.Text);
Nmal:=(N*p+K*SQRT(N*p))/(1+p);
Potk:=1-2*Laplace(K);
Res:=1/Tz;
```

```
Myu:=1/Tc;
Res:=Res/Myu;
Enro:=ENR(Res,Num);
Form1.Edit2.Text:=FloatToStr(Res);
Form1.Edit4.Text:=FloatToStr(Enro);
Form1.Edit7.Text:=FloatToStr(Potk);
Form1.Edit8.Text:=FloatToStr(Potk-Enro);
End;
procedure TForm1.Button1Click(Sender: TObject);
begin
Calculate;
end;
end.
```

Внешний вид рабочей программы

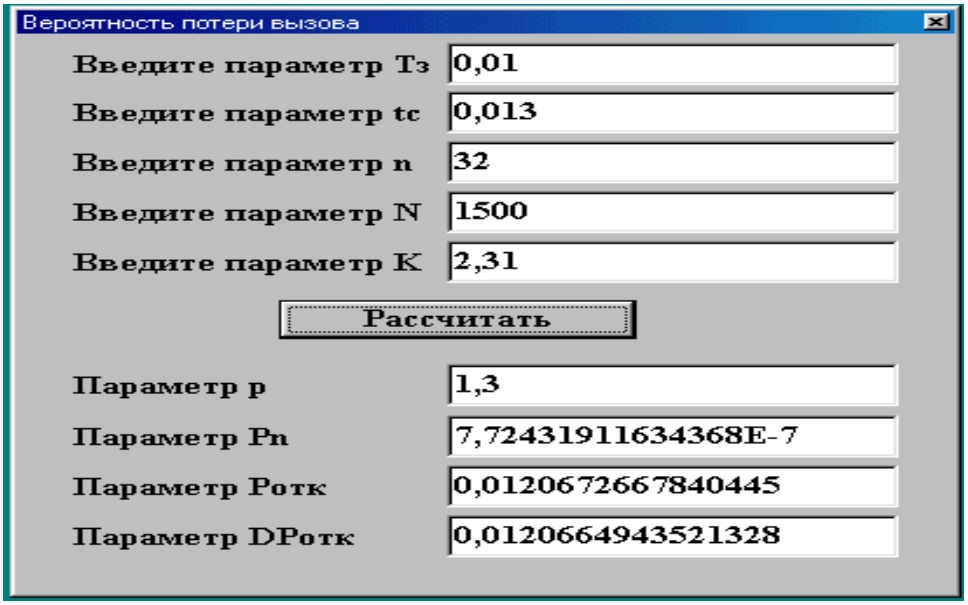


Рисунок 3.4 – Результат программы

3.9.5 Работа станции в условиях ISDN. Основные характеристики системы SI – 2000 включают в себя возможность подключения ISDN абонентов. В структуру станции входит модуль ОКС № 7/ISDN. Модуль сигнализации ОКС № 7/ISDN (CCSM/DSM) подключается к групповому переключателю SI – 2000. Максимальная емкость одного модуля составляет 320 ISDN абонентов (2B+D) и шесть каналов ОКС 7. Отсюда следует, что информации передается не только каналами. Передача информации возможна и пакетами. Приведем пример расчета, задачей которого является:

– альтернативный метод управления обслуживания блокируемых вызовов (нагрузки первого класса - речи);

– альтернативный метод управления обслуживания задерживаемых пакетов (нагрузки второго класса - пакеты).

Рассмотрим систему коммутации с адаптивной коммутацией (с подвижной границей)

$$N=N1+N2,$$

$$N = 13 + 13 = 26 \textit{ интервалов},$$

где N1=N2=13 каналов,

N – число канальных интервалов в цикле,

N1 и N2 – число каналов, выделенных под нагрузку первого (речь) и второго классов (пакеты) соответственно.

Пусть p1=0,1 для поддержания сравнительно низкой величины вероятности блокировки, где p1- коэффициент использования системы для нагрузки первого класса. Построить график зависимости нормированной задержки $T_Ц$ = 124 мкс нагрузки второго класса от коэффициента использования p2 для трех случаев $\alpha = \mu_2 / \mu_1 = 10{,}100 \ и \ 10^4$. μ_1 и μ_2 - интенсивности обслуживания нагрузки первого и второго классов соответственно. Охватите весь диапазон значений p2, включая область перегрузки. Объясните влияние увеличения α на задержку.

Альтернативным методом управления обслуживания блокируемых вызовов (нагрузки первого класса-речи) и задерживаемых пакетов (нагрузки второго класса) является разделение цикла из N канальных интервалов на две части. Одна часть, содержащая N1 канальных интервалов, предназначается для обслуживания вызовов (нагрузки первого класса). Другая часть, содержащая N2=N - N1 канальных интервалов, резервируется для пакетов (нагрузка второго класса). Пакеты могут занимать также любой из N1 канальных интервалов первого класса, если он не используется в рассматриваемый момент времени. Однако при поступлении вызова первого класса он имеет абсолютный приоритет перед нагрузкой второго класса и может при необходимости сбросить пакет, занимающий один из канальных интервалов. Такая стратегия управления называется схемой с подвижной границей.

Схема с подвижной границей впервые была предложена в Цюрихских лабораториях компании IBM. С точки зрения характеристик обслуживания нагрузки второго класса, такая схема обладает явным преимуществом перед схемой с фиксированной границей с таким же резервированием канальных интервалов. Вероятность блокировки нагрузки первого класса в любом случае остается одинаковой. Для пакетов же данных, как можно ожидать, при стратегии с подвижной границей задержка в очереди уменьшается, поскольку пробелы в распределении канальных интервалов для нагрузки первого класса могут быть использованы для передачи большего числа пакетов. Таким

образом, ресурсы средств передачи могут быть использованы более эффективно.

Хотя схема с подвижной границей позволяет ожидать от нее существенного улучшения характеристик задержки для нагрузки первого класса, должны быть приняты и некоторые меры предосторожности. В частности, при попытке использовать канальные интервалы первого класса для улучшения производительности системы по нагрузке второго класса сверх нормальной величины, рассчитанной на N2 канальных интервалов в цикле, могут возникнуть чрезвычайно большие очереди пакетов. Таким образом, при обработке нагрузки второго класса существует область перегрузки. Такое явление возникает в случае, когда продолжительность занятия для нагрузки первого класса значительно больше длительности пакетов и происходит из-за того, что во время продолжительного обслуживания вызова поступают пакеты, переполняющие систему.

Вывод сводится к тому, что с помощью стратегии подвижной границы может быть уменьшена задержка пакетов, но при такой схеме нельзя рассчитывать на увеличение производительности.

Приведем формулы для расчета нормированной задержки для двух случаев:

$$p2 \le 13: \mu_2 \cdot E(T) = \frac{4}{a \cdot (1 + p1) \cdot (2 + p2)} + \frac{p2}{a \cdot (1 + p2)},$$

$$p2 \le 13: \mu_2 \cdot E(T) = \frac{4}{24{,}91 \cdot (1 + 0{,}1) \cdot (2 + 1)} + \frac{1}{24{,}91 \cdot (1 + 1)} = 0{,}068,$$

$$a = N - (p2 + p1(1 - Pв)),$$

$$a = 26 - (1 + 0{,}1 \cdot (1 - 0{,}09)) = 24{,}91,$$

$$p2 > 13: \mu_2 \cdot E(T) = \frac{1}{a}\left[1 + \frac{a}{2 + p2} + \frac{\alpha \cdot (p2 - 1) \cdot p1}{p2 \cdot (1 + p1)^2}\right],$$

$$p2 > 13: \mu_2 \cdot E(T) = \frac{1}{11.91}\left[1 + \frac{11.91}{2 + 14} + \frac{10 \cdot (14 - 1) \cdot 0.1}{14 \cdot (1 + 0.1)^2}\right] = 0{,}2098,$$

$$a = N - p2 - Pв,$$

$$a = 26 - 14 - 0{,}09 = 11{,}91,$$

где

$$Pв = \frac{p1^{N1}/N!}{\sum_{i=0}^{N1} p1^{i}/i!},$$

$$Pв = \frac{0{,}1^{13}/13!}{\sum_{i=0}^{13} 0{,}1^{13}/13!} = 0{,}09.$$

Полученные данные внесем в таблицы.

Для решения поставленной задачи составим программу на Pascal и сравним результаты:

```
Program DSS(input,output);
uses crt;
var  n1,n2,n,i,alpha:integer;
a,per,perem,p1,p2,ver,sum:real;
begin
ClrScr;
p1:=0.1;
n1:=13; n2:=13; n:=n1+n2;
perem:=1; sum:=1;
per:=1;
for i:=1 to n1 do begin
per:=per*p1;
Write('p1^i = ',per:1:10,'   ');
perem:=perem*i;
WriTeLn('i! = ',perem:1:0);
sum:=sum+per/perem;
end;
ver:=(per/perem)/(sum);
writeLn(ver);
alpha:=10 ;
for i:=1 to 13 do begin
p2:=i;
a:=n-(p2+p1*(1-ver));
sum:=4/(a*(1+p1)*(2+p2))+p2/(a*(1+p2));
WriteLn('a= ',a:1:4,'  p2= ',p2:1:3,' result= ',sum:3:4);
end;
for i:=14 to 26 do begin
p2:=i;
a:=n-p2-ver;
sum:=1/a*(1+a/(2+p2)+(alpha*(p2-1)*p1)/(p2*sqr(1+p1)) );
WriteLn('a= ',a:1:4,'  p2= ',p2:1:3,' result= ',sum:3:4);
```

```
end;
readLn;
end.
```

По полученным данным строим графики.

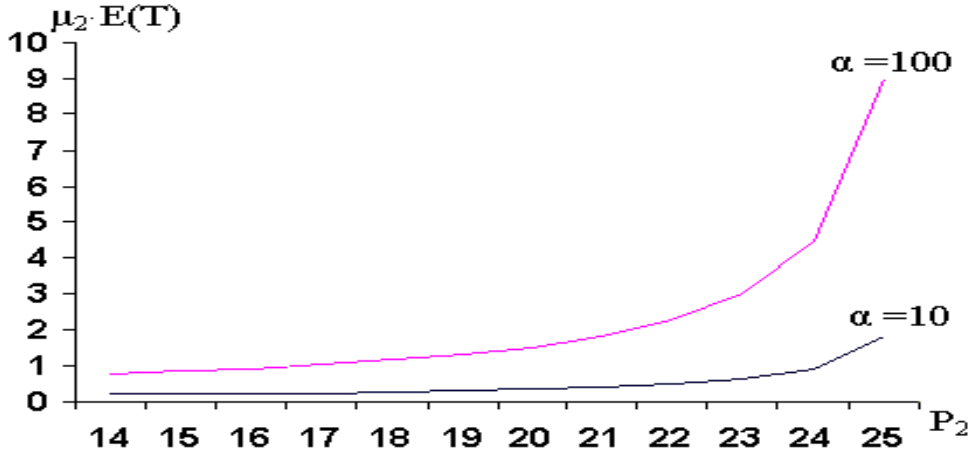


Рисунок 3.5 - График зависимости нормированной задержки от p2 для α=10 и α=100

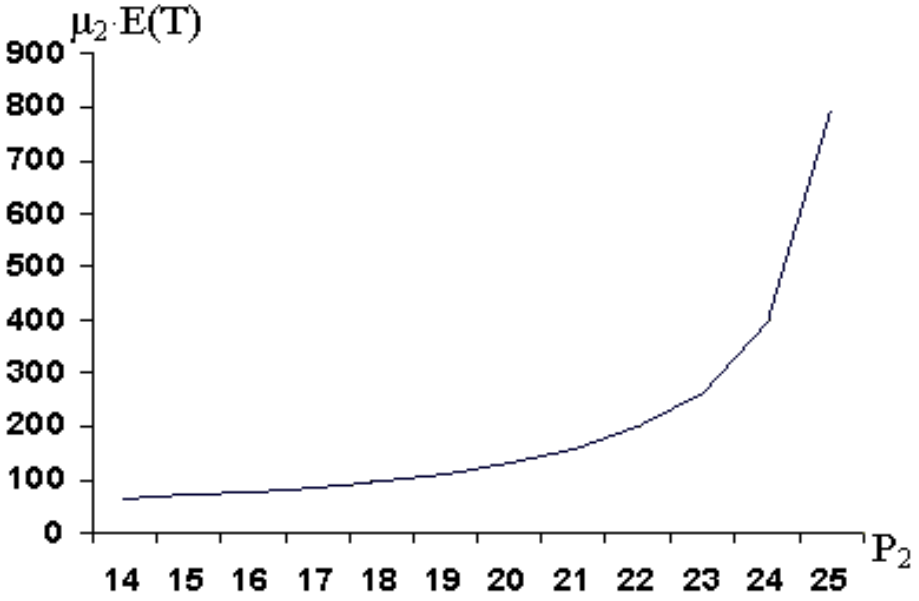


Рисунок 3.6 - График зависимости нормированной задержки от p2 для α=10000

При уменьшении интенсивности обслуживания нагрузки 1-го класса (увеличения длительности обслуживания речи) в области перегрузки (для нагрузки 2-го класса) происходит образование огромных очередей пакетов.

Таблица 3.4 - Значение нормированной задержки до перегрузки

p2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
A	24,9	23,9	22,9	21,9	20,9	19,9	18,9	17,9	16,9	15,9	14,9	13,9	12,9
$\mu_2 \cdot E(T)$	0688	0659	0645	0642	0647	0659	0677	0700	0728	0762	0803	0851	0908

Таблица 3.5 - Значение нормированной задержки в перегрузке

P2	14	15	16	17	18	19	20	21
A	12,0	11,0	10,0	9,0	8,0	7,0	6,0	5,0
$\mu_2 \cdot E(T)$ α=10	0,2098	0,2199	0,2330	0,2502	0,2726	0,3023	0,3430	0,4009
$\mu_2 \cdot E(T)$ α=100	0,7853	0,8510	0,9303	1,0280	1,1507	1,3090	1,5207	0,8177
$\mu_2 \cdot E(T)$ α=10000	64,0970	70,2724	77,6349	86,5895	97,7416	112,0403	131,0661	157,6618

продолжение таблицы 3.5

P_2	22	23	24	25	26
A	4,0	3,0	2,0	1,0	0
$\mu_2 \cdot E(T)$ α=10	0,4889	0,6368	0,9345	1,8304	0
$\mu_2 \cdot E(T)$ α=100	2,2639	3,0084	4,4985	8,9709	0
$\mu_2 \cdot E(T)$ α=10000	197,5118	263,8779	396,5440	794,4255	0

4 Безопасность жизнедеятельности

4.1 Анализ условий труда

Проектируемая сеть будет находиться в здании телефонной станции АТС на первом этаже.

Для обеспечения безопасности обслуживающего персонала проанализируем все возможные факторы, которое влияют на безопасность и жизнедеятельность обслуживающего персонала станции.

На данной станции предусматривается двенадцатичасовой рабочий день в четыре смены для дежурных операторов и восьмичасовой рабочий день для инженерного состава. Общее количество работников восемь человек:

Инженер-начальник станции − 1 человек

Инженер первой категории − 1 человека

Оператор − 4 человека

Общее освещение следует выполнять в виде сплошных или прерывистых линий светильников, расположенных сбоку от рабочих мест, параллельно линии зрения пользователя при рядном расположении ПК. При периметральном расположении компьютеров линии светильников должны находиться ближе к переднему краю, обращенному к оператору.

−для 1 категории работ - через 2 часа от начала рабочей смены и через два часа после обеденного перерыва продолжительностью 15 минут каждый;

−для 2 категории работ - через 2 часа от начала рабочей смены и через 1,5-2,0 часа после обеденного перерыва продолжительностью 15 минут каждый или продолжительностью 10 минут через каждый час работы.

Категории выполняемых работ приведены ниже таблице 4.1.

Таблица 4.1 − Характеристика категории работы

Категории работ	Энергозатраты организма Ккал/час	Характеристика работы
Легкая физическая 1а	Менее 138 (менее 120)	Производится сидя и не требует физического напряжения, работа с компьютером

Таблица 4.2 − Категория работ в зависимости от температуры

Период работы	Категория работы	Температура, C^0	Скорость движение воздуха м/с, не более
Холодный	1а	22−24	0,1
Теплый	1а	23−25	0,1

Оборудование и персонал сети доступа будут находиться в здание АТС, в котором необходимо создать безопасные условия труда на основе проведенного анализа, выполним расчеты: расчет вентиляции (кондиционирование).

4.1.1 Проектирование осветительной установки в автозале. В автозале размещается управляющий комплекс и необходимая часть абонентской ёмкости.

Рациональное освещение рабочего места является одним из важнейших факторов, влияющих на эффективность трудовой деятельности человека, предупреждающих травматизм и профессиональные заболевания. Правильно организованное освещение создает благоприятные условия труда, повышает работоспособность и производительность труда.

Расчет освещенности рабочего места сводится к выбору системы освещения, определению необходимого числа светильников, их типа и размещения. Процесс работы оператора в таких условиях, когда естественное освещение недостаточно или отсутствует. Исходя из этого, рассчитаем параметры искусственного освещения.

Для освещения автозала применим люминесцентные лампы, которые по сравнению с лампами накаливания имеют существенные преимущества:

– по спектральному составу света они близки к дневному,
– естественному освещению;
– обладают более высоким КПД (в 1.5-2 раза выше, чем КПД ламп накаливания);
– обладают повышенной светоотдачей (в три – четыре раза выше, чем у ламп накаливания);
– более длительный срок службы.

Расчет освещения производится для зала площадью 162 м^2, ширина которой 9 м, длина 18 м, высота – 5 м с побеленным потолком, светлыми стенами с не завешенными окнами. Разряд зрительной работы три (высокой точности). Нормируемая освещенность по таблице 1.2 Е=300 лк. Принимаем систему общего освещения люминесцентными лампами второй группы ЛД мощностью 40 Вт, световой поток $Ф_л$=2340 лм., таблице 2.2 [ ]. Коэффициенты отражения потолка, стен, пола - $\rho_{пот}$=70%; $\rho_{ст}$=50%; $\rho_{пол}$=30%. Для расчета воспользуемся методом коэффициента использования.

Определим h высоту от светильника до рабочей поверхности:

$$h = H - h_c - h_p \tag{4.1}$$

где, H – высота помещения;

h_c – расстояние от светильника до перекрытия;

h_p – высота рабочей поверхности над полом.

Рабочая поверхность находится на высоте 1м от пола, высота свеса ламп – 0.5 м., следовательно:

$$h = 5 - 0.5 - 1 = 3{,}5 \text{м}.$$

Наиболее выгодное расстояния между соседними светильниками определяют, как

$$\alpha = \lambda \cdot h, \text{ м} \tag{4.2}$$

Подставим наши значения в формулу 5.2:

$\alpha = 1.4 \cdot 3{,}5 = 5$ м,

Принимаем два ряда светильников с расстоянием от стен по 0.5 м., между рядами 5м.

Вычислим индекс помещения по формуле 4.3:

$$I = \frac{S}{h \cdot (A + B)} \tag{4.3}$$

где S – площадь помещения, S = 162 м^2;

h – расчетная высота подвеса, h = 3,5 м;

A – ширина помещения, A = 9 м;

B – длина помещения, B = 18 м.

Подставив значения в формулу 4.3 получим:

$$I = \frac{162}{3{,}5 \cdot (9 + 18)} = 1{,}7$$

Для определения количества светильников определим световой поток, падающий на поверхность по формуле 5.5:

$$F = \frac{E \cdot K_З \cdot S \cdot Z}{N \cdot \eta} \tag{4.4}$$

где F – рассчитываемый световой поток, лм;

E – нормированная минимальная освещенность, Лк;

S – площадь освещаемого помещения м^2;

Z – отношение средней освещенности к минимальной обычно принимается равным 1.1-1.2 , пусть **Z** = 1.1.

$К_З$ – коэффициент запаса, учитывающий уменьшение светового потока лампы в результате загрязнения светильников в процессе эксплуатации. В нашем случае $К_З$=1.5;

η – коэффициент использования, выражается отношением светового потока, падающего на расчетную поверхность, к суммарному потоку всех ламп и исчисляется в долях единицы; зависит от характеристик светильника, размеров помещения, окраски стен и потолка, характеризуемых коэффициентами отражения от стен, потолка и пола. Зная индекс помещения

I=1,7 и $\rho_{пот}$, $\rho_{ст}$, $\rho_{пол}$, по таблице находим коэффициент использования η = 60%;

N – примерное количество ламп.

Преобразуем формулу 4.5 к виду:

$$N = \frac{E \cdot K_3 \cdot S \cdot Z}{F \cdot \eta}, \qquad (4.5)$$

Подставляем в формулу значения и определяем общее количество люминесцентных ламп.

$$N = \frac{300 \cdot 1.5 \cdot 162 \cdot 1.1}{2340 \cdot 0.6} = 52 \text{ шт.}$$

Каждый светильник комплектуется двумя лампами, общее количество светильников – 26 штук. Размещаются светильники в два ряда по тринадцать светильников в каждом ряду. Всего для создания нормируемой освещенности 300 лк необходимо 52 лампы мощностью 40 Вт.

На рисунке 4.1 показано схематическое расположение светильников (вид сверху).

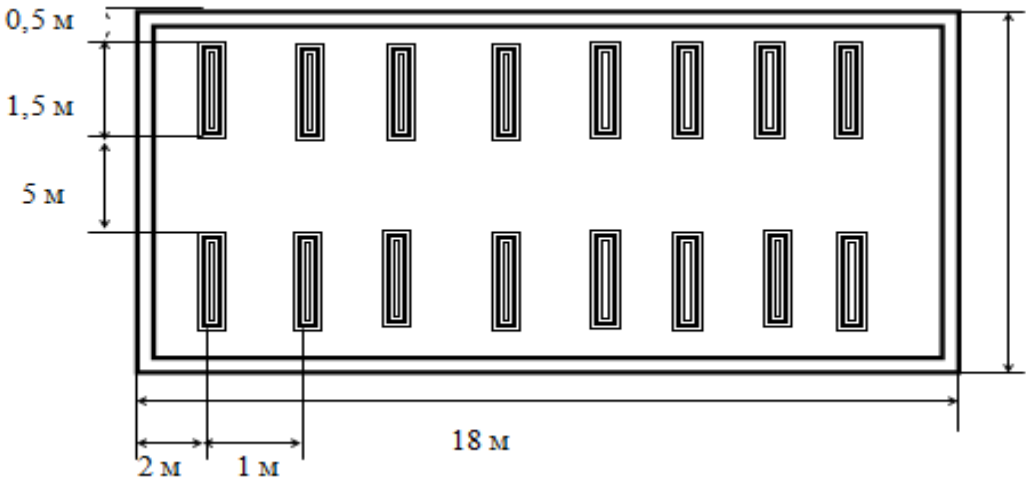


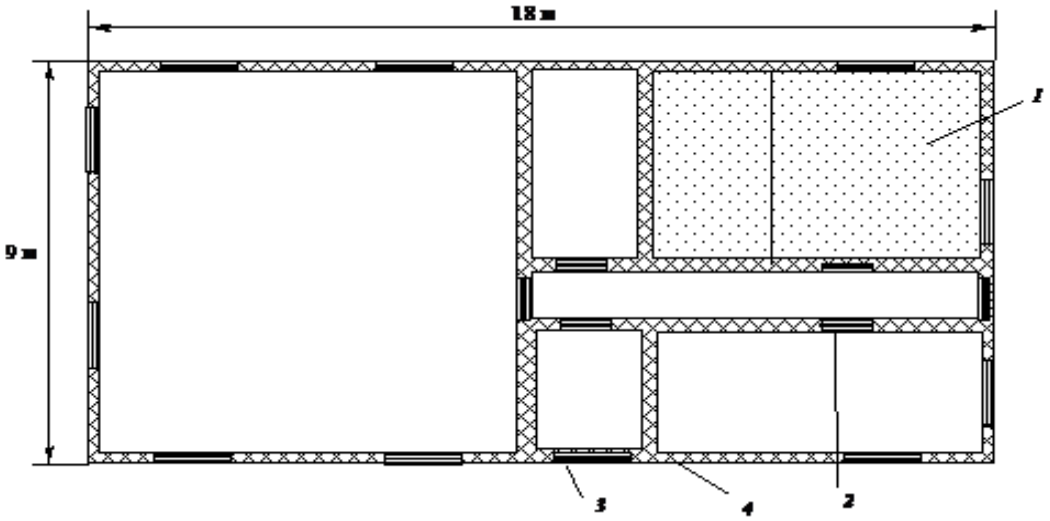
Рисунок 4.1 – План расположения светильников

4.2 Обеспечение электробезопасности в автозале

Автозал относится к помещениям с повышенной опасностью. Персонал автозала подвергается опасности поражения электрическим током вследствие коротких замыканий сети, повреждения изоляции, перегрузок сети и т.д. Поэтому предусматриваем меры защиты.

Оборудование зала питается от сети с изолированной нейтралью напряжением 380/220 В. В такой сети эффективной мерой защиты является заземление.

Выбираем тип заземления – контурный. Автозал имеет следующие размеры: длина -А=18 м, ширина -В=9 м.



1 –помещение зала; 2 – дверь; 3 – окно; 4 – стена

Рисунок 4.2 - План здания

Контур состоит из вертикальных электродов – стальных труб длиной $l_в$ = 3 м, диаметром d = 50 мм, соединенных горизонтальной полосой длиной равной периметру контура:

$$L_2 = P_к = (A+B)\cdot 2 \qquad (4.6)$$

Подставляя значения в формулу 4.7 находим:

$L_2 = P_к = (18+9)\cdot 2 = 54$ м,

В качестве горизонтального электрода применим стальную полосу сечением 40×4 мм. Глубина заложения электродов в землю $t_0 = 0{,}5$м. Удельное сопротивление грунта Р = 80 Ом·м. В качестве естественного заземлителя применяются железобетонная арматура сопротивлением R_C = 20 Ом. Ток замыкания на землю $I_З = 40$ А.

Расчет производим по методу коэффициента использования.

Требуемое сопротивление растеканию заземлителя по ПУЭ:

$$R_З = 125 / I_З, \qquad (4.7)$$

$$R_З = 125 /40 = 3{,}125 \text{ Ом},$$

Требуемое сопротивление неестественного заземлителя:

$$R_{TP} = (R_E \cdot R_З)/(R_E - R_З), \quad (4.8)$$

$$R_{TP} = (20 \cdot 3{,}125)/(20 - 3{,}125) = 3{,}7 \text{ Ом},$$

Число вертикальных электродов:

$$n_в = P_к / a, \quad (4.9)$$

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

Подставляя значения в формулу 5.10, получим:

$$n_в = 54 / 3 = 18 \text{ шт}$$

Определим расчетное удельное сопротивление грунта для вертикальных и горизонтальных электродов:

$$P_{расч.в} = k_C \cdot P, \quad (4.10)$$

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

Подставляя значения в формулу 4.10 получим:

$$P_{расч.в.} = 1{,}4 \cdot 80 = 112 \text{ Ом·м},$$

$$P_{расч.г.} = 2{,}5 \cdot 80 = 200 \text{ Ом·м}.$$

Расчетное сопротивление растеканию электродов – вертикального $R_в$:

$$R_в = \frac{P_{расч.в.}}{2\pi \cdot l_в}\left(\ln\frac{2l_в}{d} + \frac{1}{2}\ln\frac{4t+l}{4t-l}\right), \quad (4.11)$$

$$R_в = \frac{112}{2 \cdot 3{,}14 \cdot 3}\left(\ln\frac{2 \cdot 3}{0{,}5} + \frac{1}{2}\ln\frac{4 \cdot 2 + 3}{4 \cdot 2 - 3}\right) = 30{,}7 \text{Ом}$$

горизонтального электрода $R_г$:

$$R_г = \frac{P_{расч.Г}}{2\pi \cdot L_Г} \cdot \ln\frac{L_Г^2}{dt}, \quad (4.12)$$

$$R_г = \frac{200}{2 \cdot 3{,}14 \cdot 160} \cdot \ln\frac{160^2}{0{,}5 \cdot 0{,}04 \cdot 0{,}5} = 3 \quad \text{Ом}$$

Определим по таблице 3.2 и 3.3 коэффициенты использования вертикального и горизонтального электродов:

$\eta_в$=0,44; $\eta_г$ =0,27

Найдем сопротивление растеканию принятого группового заземлителя:

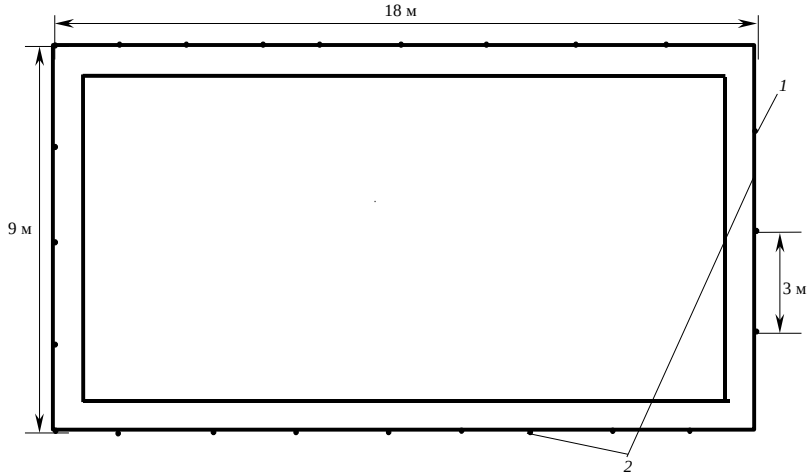
$$R_{гр} =(R_в \cdot R_г)/(R_в \cdot \eta_г + R_г \cdot n_в \cdot \eta_в), \quad (4.13)$$

$$R_{гр} =(30,7 \cdot 3)/(30,7 \cdot 0,27 + 3 \cdot 18 \cdot 0,44) = 2,8 \text{ Ом},$$

Расхождение между требуемым и расчетным сопротивлением заземлителя равно:

$$\Delta R = R_{тр} - R_{гр} = 3,7-2,8 = 0,9 \text{ Ом},$$

На рисунке 4.3 изображена схема расположения заземлителей. Расстояние между заземлителями а = 3 м, количество заземлителей $n_в$ = 18 шт. На рисунке 4.3 показано устройство заземления. В качестве заземляющих проводников принимаем полосовую сталь сечением 48 мм^2.



1 – заземлитель; 2 – магистраль заземления

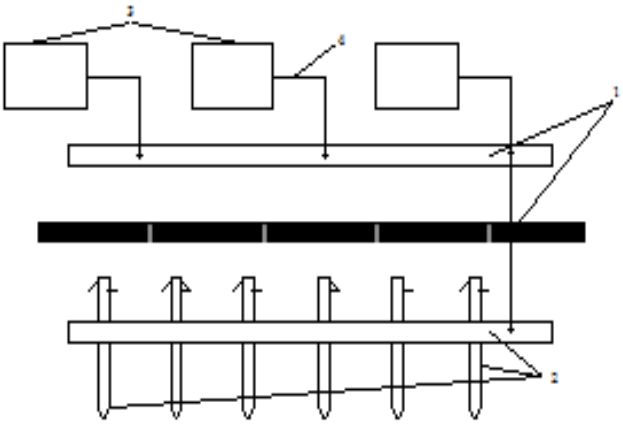
Рисунок 4.3 – Схема расположения заземляющего контура

Также в автозале предусматриваем дополнительные меры защиты, в частности, для предупреждения поражения электрическим током и защиты от атмосферного воздействия на противоположный конец отрезка шнура устанавливается концевая заглушка-колпачок.

Колпачок изготовлен из прозрачного эластичного пластика, просто и надежно устанавливается на нерабочий конец шнура и обеспечивает необходимую защиту.

Прозрачный материал пропускает свет и делает совершенно незаметным установленный на шнуре защитный колпачок. В целях безопасности не рекомендуется оставлять конец шнура незаглушенным, токоведущие жилы

расположены вдоль всего тела шнура и выходят на торцах (срезах) наружу, что может стать причиной поражения электротоком или короткого замыкания.



1 – магистраль заземления (заземляющих проводников); 2 – группа заземлителей (заземляющий контур); 3 – корпуса электрооборудования; 4 – ответвляющие проводники, обеспечивающие присоединения корпусов электрооборудования к магистрали заземления

Рисунок 4.4 – Устройство заземления

4.3 Проектирование механической обще обменной вентиляции в автозале

Кондиционированием называют процесс создания и автоматического поддержания в помещении постоянных или изменяющихся по определенной программе параметров воздуха, и является основным мероприятием, обеспечивающим нормализацию воздушной среды помещения.

Системы кондиционирования следует устанавливать так, чтобы ни теплый, ни холодный воздух не направлялся на людей. В помещениях рекомендуется создавать динамический климат с определенными перепадами показателей. Температура воздуха у поверхности пола и на уровне головы не должна отличаться более чем на 5 градусов. В помещениях помимо естественной вентиляции предусматривают приточно-вытяжную вентиляцию. Основным параметром, определяющим характеристики вентиляционной системы, является кратность обмена, т.е. сколько раз в час сменится воздух в помещении.

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

удаление которых, прежде всего, должны обеспечить системы кондиционирования.

Расчет вентиляции проводится для наиболее неблагоприятных условий: тёплый период года и в помещении работает всё оборудование общей мощностью 50 кВт, включено искусственное освещение 52 люминесцентных ламп мощностью 40 Вт каждая. В помещении работают четыре человека. Автозал имеет пять окон площадью 6 м^2, эти окна выполнены с двойным остеклением с деревянными переплетами, окна выходят на юго-восток. Общая мощность оборудования автозала составляет 50 кВт.

Определим избыточное тепло, которое необходимо удалить из помещения в теплое время года:

$$Q_{изб} = Q_{об} + Q_{осв} + Q_{л} + Q_{р}, \tag{4.14}$$

где $Q_{об}$ – тепло, выделяемое производственным оборудованием, Вт;

$Q_{осв}$ – тепло, выделяемое системой искусственного освещения, Вт;

$Q_{л}$ – тепло, выделяемое работающим персоналом, Вт;

$Q_{р}$ – тепло, вносимое в помещение солнцем (солнечная радиация), Вт.

Тепло, выделяемое производственным оборудованием:

$$Q_{об} = P_{об} \cdot \eta, \tag{4.15}$$

где $P_{об}$ – мощность потребляемая оборудованием, кВт;

η – коэффициент перехода тепла в помещение (η=0,9 для автозалов).

$$Q_{об} = 50000 \cdot 0{,}9 = 45000 Вт.$$

Тепловыделения от источников искусственного освещения определяются по формуле:

$$Q_{осв} = P_{осв} \cdot \alpha \cdot \beta \cdot \cos(\varphi), \tag{4.16}$$

где $P_{осв}$ – мощность осветительных установок, кВт;

α – КПД перехода электроэнергии в тепловую (для ламп накаливания -0,92-0,97, для вентиляторов -0,4, для другого оборудования- 0,1-0,2);

β – КПД одновременности работы аппаратуры в помещении (если работает вся аппаратура β=1);

cos φ – коэффициент равный 0,7÷ 0,8.

Рассчитаем тепло, выделяемое источниками искусственного освещения по формуле:

$$Q_{осв} = 52 \cdot 40 \cdot 1 \cdot 0{,}8 \cdot 0{,}93 = 1547{,}5 Вт$$

Тепловыделения от людей определяется по формуле:

$$Q_{л} = n \cdot q_{чел}, \qquad (4.17)$$

где n – количество человек находящихся в данном помещении;

$q_{чел}$ – теплопотери одного человека (80 – 116 вт);

Определим тепло, выделяемое людьми по формуле

$$Q_{л} = 4 \cdot 100 = 400 Вт$$

Тепло, вносимое солнечной радиацией можно определить по формуле:

$$Q_{р} = m \cdot F \cdot q_{ост}, \qquad (4.18)$$

где m – число окон;

F – площадь одного окна, $м^2$;

$q_{ост}$ – солнечная радиация через остекленную поверхность площадью 1 $м^2$

Рассчитаем $Q_р$ по формуле:

$$Q_{р} = 5 \cdot 6 \cdot 128 = 3840 Вт$$

Суммарные избыточные тепловыделения равны:

$$Q_{изб} = 3840 + 400 + 1547{,}5 + 45000 = 50787{,}5 Вт$$

При наличии тепло избытков количество, воздуха которое необходимо удалить из помещения определяется по формуле:

$$L_b = \frac{Q_{изб}}{C_b \cdot \Delta t \cdot \gamma_b}, \ \frac{м^3}{ч} \qquad (4.19)$$

где $Q_{изб}$ – избыточное тепло, Вт;

C_b – теплоемкость воздуха (0,278 Вт·ч/(кг· °С);

$\Delta t = t_{вых} - t_{вх}$;

$t_{вых}$ – температура воздуха, выходящего из помещения, °С; $t_{вых}$ =28 °С;

$t_{вх}$ – температура воздуха, поступающего в помещение, °С; для лета – +20 °С

γ_b=1,206 $\frac{кг}{м^3}$ - удельная масса приточного воздуха.

Определим L_b по формуле:

$$L_b = \frac{50787,5}{0,278 \cdot 8 \cdot 1,206} = 18935,4 \ \frac{м^3}{ч},$$

Необходимо найти кратность воздухообмена, которая определяется по формуле:

$$n = \frac{L_b}{V_n} \tag{4.20}$$

Определим n по формуле:

$$n = \frac{18935,4}{18 \cdot 9 \cdot 5} = 23$$

Проведём расчёт принудительной внешнеобменной приточной вентиляции для указанного помещения. Вентиляционная система состоит из следующих элементов:

– приточной камеры, в состав которой входят вентилятор с электродвигателем, калорифер для подогрева воздуха в холодное время года и жалюзийная решётка для регулирования объёма поступающего воздуха;

– круглого стального воздуховода длиной 3 м;

– воздухораспределителя (ВП) для подачи воздуха в помещение.

Потери давления в вентиляционной системе определяются по формуле:

$$H = R \cdot l + \xi \cdot \frac{V \cdot 2 \cdot \rho}{2}, \tag{4.21}$$

где H – потери давления, Па;

R – удельные потери давления на трение в воздуховоде, $\frac{Па}{м}$;

l – длина воздуховода, м;

ξ – суммарный коэффициент местных потерь в системе;

V – скорость воздуха (V=5 $\frac{м}{с}$);

ρ – плотность воздуха (ρ=1,2 $\frac{кг}{м^3}$).

Необходимый диаметр воздуховода для данной вентиляционной системы определим по следующей формуле:

$$d = \sqrt{\frac{L_b}{900 \cdot V \cdot \pi}} \qquad (4.22)$$

Подставив наши значения в формулу получим:

$$d = \sqrt{\frac{18935,4}{900 \cdot 10 \cdot 3,14}} = 0,8 \text{ м.}$$

Принимаем в качестве диаметра большую ближайшую стандартную величину – 0,8 м. Для воздуховода данного диаметра удельные потери давления на трение R=0,24 $\frac{Па}{м}$.

Местные потери возникают в жалюзийной решётке (ξ=1,2), воздухораспределителе (ξ=1,4) и калорифере (ξ=2,2). Тогда суммарный коэффициент трения равен:

$$\xi = 1,2 + 1,4 + 2,2 = 4,8.$$

Подставим наши значения и получим:

$$H = 0,24 \cdot 3 + 4,8 \cdot \frac{5 \cdot 2 \cdot 1,.2}{2} = 29,52 \text{ Па.}$$

С учётом 10%-ого запаса

$$H = 1,1 \cdot 29,52 = 32,5 \text{ Па,}$$

$$L_b = 1,1 \cdot 18935,4 = 20829 \ \frac{м^3}{ч}.$$

5 Бизнес-план

5.1 Цель проекта

Современная экономическая ситуация, связанная с переходом к рыночным отношениям, диктует предприятиям новый подход к внутрифирменному планированию. Они вынуждены искать такие формы и модели планирования, которые обеспечивали бы максимальную эффективность принимаемых решений.

Оптимальным вариантом достижения таких решений является новая прогрессивная форма плана - бизнес-план. Он включает разработку цели и задач, которые ставятся перед предприятием на ближайшую и дальнейшую перспективу, оценку текущего состояния экономики, сильных и слабых сторон производства, анализ рынка и информацию о клиентах. В нем дается оценка ресурсов, необходимых для достижения поставленных целей и условиях конкуренции.

Бизнес – план позволяет показать выгодность предлагаемого проекта и привлечь финансовых партнеров. Он может убедить инвесторов, в том что вы нашли привлекательные возможности развития производства, позволяющие эффективно осуществлять намеченное и предприятие имеет эффективную, реалистическую и последовательную программу осуществления целей и задач проекта.

5.2 Резюме

Основной целью данного проекта является экономическое обоснование реализация следующего вида деятельности – замена координатной станций АТС Карабалыкского районного центра емкостью 3000 номеров на цифровую телефонную станцию SI – 2000 словенской фирмой “ISKRATEL” емкостью 3000 абонентских номеров .

Средства будут направлены на приобретение основных средств производства – оборудование цифровой телефонной станции.

5.3 План объема услуг

Цифровая коммутационная система SI – 2000 разработана с учетом ее применения в настоящее время в широкополосных Цифровых Сетях Интегрального Обслуживания (ISDN) и может применяться как коммутационная система на всех уровнях включая местные, местные - транзитные, междугородные и цифровые телефонные станции.

Система SI - 2000 является удобной системой для всех применений и отличной с точки зрения размера, характеристик, гибкости услуг и адаптации к сетевому окружению. Модульная структура аппаратного и программного обеспечения позволяет просто добавить или изменить функции системы без отключения или переключения абонентов сети.

Основные услуги ISDN:

- передача речи в цифровом виде;
- телекс;
- факс;
- видео связь.

При использовании цифровой телефонной станции абонент может воспользоваться следующими дополнительными услугами:

- предоставление или запрет на предоставление сети своего номера;
- скоростной набор;
- перенаправление вызова в случае, если номер занят или вызываемый абонент отсутствует;
- прослеживание вызывающего номера;
- постановка вызова в режим ожидания;
- организация замкнутых групп;
- организация конференцсвязи;
- получение информации о стоимости разговора;
- идентификация злонамеренных вызовов.

5.4 Рынок

Последние достижения в развитии электронной и вычислительной техники позволили создать принципиально новые системы автоматической коммутации.

В настоящее время в Республике Казахстан активно действующими фирмами, кроме ISKRATEL являются C&C-08 (Huawei), M-200.

Наличие на рынке сразу нескольких фирм-производителей коммутационных систем в результате конкуренции позволило добиться значительных скидок в цене. Переход к рыночным отношениям вызвал появление в Казахстане большого числа предприятий малого и среднего бизнеса, нуждающихся в качественной связи. Как известно спрос рождает предложение, поэтому наряду с существующей государственной сетью появились компании (нередко организованные с привлечением частного капитала), предоставляющие современные услуги связи.

5.5 Маркетинг

Продвижение на Казахстанский рынок цифровых АТС осуществляется уверенными темпами, хотя и сдерживается рядом факторов – общей экономической ситуацией в стране, отсутствием качественных каналов связи.

В сфере телекоммуникаций всегда есть, как минимум, два действующих лица: пользователь (абонент), которому требуются услуги связи, и оператор сети, который эти услуги предоставляет. Новые технологии и услуги связи должны удовлетворять требования пользователей к качеству и разумной цене, предоставляемых услуг, иначе их внедрение обречено на неудачу.

5.6 Стадии развития

Стадия развития производства по проекту замены координатной на цифровую телефонную станцию SI- 2000 состоит из стадий: подготовительной, основной и заключительной.

Подготовительная стадия предусматривает выбор оборудования и получения кредита на его покупку.

На основной стадии производится его монтаж и тренировка.

Заключительная стадия осуществляет эксплуатацию и погашение кредита по истечении срока окупаемости данного проекта.

5.7 План производства

Цифровая коммутационная система SI - 2000 будет установлена в здании АТСК. Достоинством является уже готовая проводка кабеля и электропитания к оборудованию, освещение и вентиляция. Но нуждается в обустройстве помещение и оборудование рабочих мест. Помещения производственного участка потребует ремонта, связанного с отделочными работами по обустройству помещения и рабочих мест. Производственный процесс экологически чистый в результате применения совершенного оборудования и технического процесса, никаких вредных выбросов ни в атмосферу, ни в виде промышленных стоков не производится.

5.8 Менеджмент

Всесторонний анализ структуры отрасли в увязке с темпами развития и степенью автоматизации производства позволяет прогнозировать изменения профессионального состава работников связи.

Следует отметить высокий удельный вес женщин в общей численности работников связи. Женщины составляют 50-55% персонала на городских и сельских телефонных станциях. Преобладание женщин среди работников многих профессий отрасли связи предъявляет особые требования к руководству предприятий, профсоюзным комитетам и другим организациям по созданию соответствующих условий труда и проведению санитарных и технических мероприятий.

Внедрение достижения научно – технического прогресса, сопровождающего улучшения качества и надежности работы средств связи, невозможно без планомерной подготовки и повышения квалификации работников связи основных категорий.

В отрасли действует строгая система подготовки кадров, включающая подготовку:

- кадров в станционных учебных заведениях с отрывом от производства (высшие и специальные учебные заведения);
- инженерно-технических работников без отрыва от производства (заочное обучение).

5.9 Капитальные вложения

Капитальные затраты определяются по формуле:

$$К_{ВЛ} = Ц_О + К_{ТР} + К_{МОН} + К_{зч}, \quad (5.1)$$

где $Ц_О$ – оптовая цена оборудования;
$К_{ТР}$ – стоимость перевозки к месту эксплуатации;
$К_{МОН}$ – стоимость монтажа оборудования на месте эксплуатации;
$К_{зч}$ – стоимость запчастей.

Оптовая цена оборудования $Ц_О$ и кабеля 30 350 720,00 тенге.
Стоимость монтажа 20% от стоимости оборудования:

Кмон =30 350 720,00 * 0,2 = 6 070 144,00 тенге.

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

Ктр = 30 350 720,00 * 0,03 = 910 521,60 тенге.

Стоимость запчастей 5% от стоимости оборудования:

$К_{зч}$ = 30 350 720,00 * 0,05 = 1 517 536,00 тенге.

$К_{ВЛ}$ = 30 350 720,00 + 6 070 144,00 + 910 521,60 + 1 517 536,00 =

= 38 848 921,60 тенге.

Для приобретения оборудования абонентского доступа берется кредит в сумме 38 848 921,60 тенге на срок выплаты 3 года и ежегодной процентной ставкой 12% с ежеквартальными выплатами, начиная с момента запуска сети в эксплуатацию через год после начала строительства.

5.9.1 Расчет эксплуатационных расходов.

$$Э_Р = ФОТ + С_З + М + Э_Л + А + К_Р, \quad (5.2)$$

где $Э_Р$ – эксплуатационные расходы;
ФОТ – фонд оплаты труд;
$С_З$ – социальный налог;
М – расходы на материалы, запасные части и текущий ремонт;
$Э_Л$ – расходы на оплату производственной электроэнергии;

А – амортизационные отчисления (15%);

$К_Р$ – кредит (12%).

5.9.2 Расходы по заработной плате определяются по формуле:

$$ФОТ = ЗП * Р * 12, \quad (5.3)$$

где ФОТ – фонд оплаты труда;

Р – штат;

12 – количество месяцев в году.

Штат производственных работников указан в таблице 5.1

Таблица 5.1 – Месячная и годовая зарплата работников

Наименование должностей	Количество штатных единиц, чел	Месячная зарплата, тенге	Годовая заработная плата, тенге
Инженер1категории	1	75 000	900 000
Инженер статистик	1	70 000	840 000
Администратор	1	65 000	780 000
ВСЕГО	3	210 000	4 140 000

Основная заработная плата составила 4 140 000 тенге.

Дополнительная заработная плата, премиальные выплаты и т.п. составляют 10 % от основной заработной платы. Она составила 414 000,00 тенге.

Таким образом, фонд оплаты труда составил:

$$ФОТ = 4\ 140\ 000 + 414\ 000 = 4\ 554\ 000 \text{ тенге.}$$

5.9.3 Рассчитаем отчисления на социальные нужды. Социальный налог определяется в размере 11% от фонда оплаты труда [8]:

$$С_Н = 0{,}11\ (ФОТ – ФОТ * 0{,}1) \quad (5.4)$$

где $Осн_{З/П}$ – основная заработная плата;

$Доп._{ЗП}$ – дополнительная заработная плата составляет 10 %.

$С_Н = 0{,}11\ (ФОТ – ФОТ * 0{,}1).= 0{,}11\ (4\ 554\ 000 – 4\ 554\ 000 * 0{,}1) =$
450 846 тенге

Затраты на материалы и запасные части составляют 3 % от стоимости оборудования:

$$М = Ц_О * 3 / 100\%, \quad (5.5)$$

где $Ц_О$ – цена оборудования.

$$М = 30\ 350\ 720{,}00 * 0{,}03 = 910\ 521{,}60 \text{ тенге.}$$

Затраты на электроэнергию рассчитываются по формуле

$$Эн = W * T * S = 400 * 8760 * 23 = 20\ 40 \text{ тенге} \quad (5.6)$$

где $Э_н$ – затраты электроэнергий;
W – напрежение W=400 Вт;
T=2200 час/год – количество рабочих часов;
23,00 тенге – тариф за электроэнергию.

Амортизационные отчисления определяются на основе капитальных затрат и норм амортизационных отчислений которые составляют 15 %.

$$А = a * Ц_О.$$

где а – норма амортизационного отчисления;
$Ц_О$ – стоимость оборудования.

$$А = 30\ 350\ 720{,}00 * 0{,}15 = 4\ 552\ 608{,}00 \text{ тенге.}$$

Процент за кредит составляет 12% в год т.е. 3 642 086,40 тенге. Результаты расчетов сведены в таблицу 5.2.

Таблица 5.2 – Эксплуатационные расходы

Статьи затрат	Значение
ФОТ	4 554 000,00
Социальный налог	450 846
Затраты на материалы	910 521,60
Электроэнергия	20 240
Амортизационное отчисление	4 552 608,00
Кредит	3 642 086,40
ИТОГО, тенге	14 129 942

5.10 Расчет доходов

Доходы от основной деятельности – доходы, получаемые предприятием связи за весь объем реализованных потребителем услуг связи по действующим тарифам [9, 10].

В настоящее время в связи с дифференциацией тарифов по группам потребителей средние доходные таксы также дифференцируются по характеристикам предприятий, по бюджетным организациям и населению.

Сумма доходов определяется следующим образом:

$$Д_С = Д_{КВ} + Д_{ISDN} + Д_{ADSL} + Д_{ДОП}, \text{ тенге.} \quad (5.7)$$

где $Д_{КВ}$ – доходы от абонентской платы квартирного сектора;

$Д_{ISDN}$ – доходы от абонентской платы и переключения линии абонентов ISDN;

$Д_{ADSL}$ – доходы от абонентской платы и переключения линии абонентов ADSL;

$Д_{ДОП}$ – дополнительные услуги.

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

$$Д_i = \sum (ti * Ni), \text{ тенге} \quad (5.8)$$

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

Ni – число номеров в каждой абонентской группе.

$$Д_{.ДОП} = \sum (N_{ЧАС.i} * N_i * n_{ТАР} * 12) \quad (5.9)$$

где $N_{ЧАС.i}$ – количество времени работы одного абонента i-категории в Internet за сутки, минуты;

N_i – количество абонентов i-категории

$n_{ТАР}$ – тариф за одну минуту работы в Internet, тенге;

12 – количество месяцев в году.

$Д_{.ДОП}$ = 60*280*12*12 = 2 419 200 тенге.

Доходы равны:

$$Д_С = (440 * 1920) * 12 + (551 * 21) * 12 + (1982 * 38) * 12 +$$

$$+12000 * 1020 + 7182 * 21 + 11787 * 38 =$$

$$=10137600 + 138852 + 903792 + 12240000 + 150822 + 447906 + 2419200=$$

$$= 26\ 438\ 172 \text{ тенге.}$$

Доходы указаны в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Доходы от основной деятельности

Доход	Кол - во абонентов	Тариф	Сумма, тенге
кв. абон плата	1920	1007	10 137 600
устан. ТА	1020	12000	12 240 000
Абон ISDN	21	551	138 852
устан. ISDN	21	182	150 822
Абон. ADSL	38	1982	903 792
Устан ADSL	38	11787	447 906
за Internet			2 419 200
ИТОГО,тенге			26 438 172

Чистый доход от данного проектирования:

$$Д = Д_{ОСН} – Эр \quad (5.10)$$

где Д – доходы;
Эр – эксплуатационные расходы.

ЧД = 26 438 172 – 14 129 942= 12 308 230 тенге.

Налог с прибыли в бюджет составляет 20 % :

$$Нп = 0,2 * ЧД \quad (5.11)$$

где ЧДосн -чистый доход от данного проектирования

Нп =0,2 * 12 308 230 = 2 461 646 тенге.

Чистый доход предприятия:

$$ЧДпр = ЧД – Нп \quad (5.12)$$

где ЧДосн – чистый доход от данного проектирования;
Нп – налог с прибыли в бюджет.

ЧДпр = 12 308 230- 2 461 646 = 9 846 584 тенге.

Рентабельность определяется как отношение чистого дохода к стоимости основных фондов:

$$Р = ЧДпр / Эр * 100 \quad (5.13)$$

$$P = 9\,846\,584 / 14\,129\,942 * 100 = 70\ \%$$

Коэффициент абсолютной экономической эффективности определяется по формуле [17]:

$$Е = ЧДосн/Квл \qquad (5.14)$$

где ЧДосн – чистый доход

Квл – капитальные вложения.

$$Е = 12\,308\,230/ 38\,848\,921{,}60 = 0{,}32.$$

Срок окупаемости обратная величина Т= 1/Е.

Тр = 1/ Е =1 /0,32= 3,1 года.

Выполняются два условия Е> Ен = 0,2, Тр<Тн = 5.

Заключение

Решая поставленную задачу дипломного проекта по реконструкции АТСК Карабалыкского района, была предложена к применению цифровая система SI-2000 фирмы IskraTEL (Словения) и Урал Tek (Екатеринбург). Использование цифровой системы коммутации позволит улучшить качество телефонной связи и увеличить объем предоставляемых услуг.

Произведенные расчеты в дипломном проекте показывают, что любая цифровизация телефонных станций связана с большим объемом вычислительной работы. В связи с возможностью подключения ISDN абонентов, произведен расчет и разработана программа для ПЭВМ, проанализирована работа станции в условии адаптивной коммутации, что позволит улучшить передачу информации пакетами без задержек. Приведен вывод простого выражения для расчета требуемого числа каналов и вероятности потери вызова.

В разделе безопасность жизнедеятельности проанализированы условия труда на предприятии связи, определены вредные факторы и представлены мероприятия по их устранению.

Разработанный бизнес-план показал, что при эксплуатации цифровой телефонной станции капитальные затраты окупятся за 3,1 года

Список литературы

1 Мельников К.П., Гольштейн Л.М., Николаев Н.В. Пути развития сельских телефонных сетей // Электросвязь. - № 11. – 2005. –С. 10-45.

2 Баркун М.А., Ходасевич О. Р. Цифровые системы синхронной коммутации. – М.: Эко-Трендз, 2001. – 192 с.

3 Проектирование станционных сооружений сельских телефонных сетей: Учеб. Пособие для техникумов / Г.З. Максимов, А.П. Пшеничников, Е.Н. Харитонова. – М.: Радио и связь, 2009. – 240 с.

4 Многоканальная электросвязь и РРЛ: Учебник / Под ред. Н.Н. Баевой. – М.: Радио и связь, 2008. – 312 с.

5 Основы проектирования электронных АТС типа АТСЭ 200: Учеб.пособие для вузов / А.В. Буланов, Т.А. Буланова, Г.Л. Слепова. – М.: Радио и связь, 2008. – 63 с.

6 Каяцкас А.А., Пачеса В.Ю. Автоматизированное управление развитием сельских телефонных сетей // Электросвязь. - № 11. – 2005. – С. 16-17.

7 Авдалян Н.А., Восс М.А.. Инструкция по расчету нагрузок и объема оборудования сельских координатных АТС. – М.: Радио и связь, 2003. – 240 с.

8 Башарин Г.П. Таблицы вероятностей и средних квадратических отклонений потерь на полнодоступном пучке линий. – М.: Академия наук РФ, 2002. – 256 с.

9 Савостицкий Ю.А. Простые формулы для оценки требуемого числа каналов и вероятности потери вызова // Электросвязь. - № 8. – 2001. – С. 16-17.

10 Крамер Г.К. Математические методы статистики. – М.: Мир, 2005. – 168 с.

11 Корнышев Ю.Н., Пшеничников А.П., Харкевич А.Д. Теория телетрафика. – М.: Радио и связь, 2006. – 240 с.

13 Охрана труда на предприятиях связи и охрана окружающей среды: Учебник / Под ред. Н.И. Баклашова, Н.Ж. Китаева, Б.Д. Терехов. – М.: Радио и связь, 2009. – 288 с.

14 Долин П.А. Справочник по технике безопасности. – М.: Энергоиздат, 2002. – 800 с.

15 Охрана труда: Учебник / Под ред. Б.А. Князевский. – М.: Высшая школа, 2002. – 311 с.

16 Анастасиев П.И., Зеленецкий Н.М., Фролов Ю.А. Молниезащита зданий и сооружений. – М.: Энергия, 2005. – 120 с.

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

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

20. http://www.telstv.ru/

21. www.kazahtelecom.kz