МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
Некоммерческое акционерное общество
«АЛМАТИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ»
Кафедра Телекоммуникационных систем

«ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ»
Зав.кафедрой ______________________
(ученая степень, звание, Ф.И.О.)
__________ «___» __________ 201__ г.
(подпись)

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

На тему: Исследование методов объединения цифровых потоков в системах многоканальной связи

Специальность 5В071900 - Радиотехника, электроника и телекоммуникации
Выполнил Темирбулат Р.А Группа МТС 12-7
(Ф.И.О.)
Научный руководитель к.т.н., доцент Достиярова А.М
(ученая степень, звание, Ф.И.О.)
__________ «18» 06 2016 г.
(подпись)

Консультанты:
по экономической части:
Доц. Каф ЭО и УП Баканова Г.Ш
(ученая степень, звание, Ф.И.О.)
__________ «16» 06 2016 г.
(подпись)

по безопасности жизнедеятельности:
ст. преп. Бегимбетова А.С.
(ученая степень, звание, Ф.И.О.)
__________ «13» июня 2016 г.
(подпись)

по применению вычислительной техники:
к.т.н., ст.преподаватель каф. ТКС Ефремова Ю.И.
(ученая степень, звание, Ф.И.О.)
__________ «16.» июня 2016 г.
(подпись)

Нормоконтролер: Демидова Т.Д., ст пр-ль
(ученая степень, звание, Ф.И.О.)
__________ «20» июня 2016 г.
(подпись)

Рецензент: Пайсариева У.Н. PhD доктор, ст. преподаватель
(ученая степень, звание, Ф.И.О.)
__________ «16» 06 2016 г.
(подпись)

Алматы 2016 г.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество
«АЛМАТИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ»

Факультет Радиотехники, телекоммуникации и связи

Кафедра Телекоммуникационных систем

Специальность Радиотехника, электроника и телекоммуникация 5В071900

ЗАДАНИЕ

на выполнение дипломного проекта

Студенту Темірбұлат Райымбек Арманұлы
(Ф.И.О.)

Тема проекта Исследование методов объединения цифровых потоков в системах многоканальной связи

Утверждена приказом по университету №_____ от «__» _____ 201___г.

Срок сдачи законченного проекта «_____»_____201___г.

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

Исследование методов объединения цифровых потоков в системах многоканальной связи следующими алгоритмами
Изучение общих принципов построение и функционирования аппаратуры многоканальных (ЦСП);
Принципы организации цифровых линейных трактов (ЦЛТ)
Принципов временного группообразования (ВГ) и методов организации (ИСП)

Перечень вопросов, подлежащих разработке в дипломном проекте, или краткое содержание дипломного проекта: _____

1. Методы объединения цифровых потоков
2. Общее положение многоканальной связи
3. Эталонная модель взаимодействия открытых систем в многоканальной связи
4. Расчеты шумов оконечного оборудования
5. Бизнес - план
6. Безопасность жизнедеятельности
7. Заключение

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Схема системы связи
2. Таблица расчетных показателей в системе многоканальной связи
3. Таблица экономических показателей

Основная рекомендуемая литература:

Многоканальные системы передачи Н.Н Баева, В.Н. Гордиенко, С.А Курицын и др.
Лагутин В.С, Петраков А.В. Утечка и защита информации в телефонных каналах.
Шаврин С.С Защита информации в многоканальных телекоммуникационных системах
Куприянов Техническое обслуживание цифровой обработки сигналов

Консультанты по проекту с указание относящихся к ним разделов

Раздел	Консультант	Сроки	Подпись
БЖД	[illegible] А.С.	01.04 – 13.06.16	[signature]
Бизнес план	Бокжкова Б.И	01.04 – 16.06.16	[signature]
Вычисл техника	Едрессова Ш.М.	01.04 – 16.06.16	[signature]
Тех.часть	Достиярова А.М.	01.04 – 16.06.16	[signature]

График подготовки дипломного проекта

Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки предоставления научному руководителю	Примечание
1. Сбор теоретического материала	24.02.16 – 09.03.16	
2 Описание используемых технологий	10.03.16 – 14.03.16	
3. Расчет линии связи	15.03.16 – 20.03.16	
4. Расчет абонентской линии	21.03.16 – 24.03.16	
5. Расчет цифровых потоков в системах многоканальной связи	24.03.16 – 27.03.16 27.03.16 – 01.04.16	
6 Определение шумов в ЦСП и расчет оконечного оборудования	03.04.16 – 09.04.16 11.04.16 – 20.04.16	
7. Составление бизнес-плана	03.04.16 – 09.04.16	
8. Расчет инвестиционных затрат и расходов	11.04.16 – 20.04.16	
9. Расчет доходов от реализации услуг	21.04.16 – 26.04.16	
10 Расчет срока окупаемости	27.04.16 – 01.05.16	
11 Подготовка раздела БЖД	01.05.16 – 03.05.16	
12. Расчет воздействия электрических полей на организм человека	05.05.16 – 10.05.16	

Дата выдачи задания «___» _____ 201___ г.

Заведующий кафедрой _____ (_____)
(подпись) (Ф.И.О.)

Научный руководитель Проекта _____ (Достиярова А.М.)
(подпись) (Ф.И.О.)

Задание принял к исполнению студент _____ (Гильмутдинов Р.А.)
(подпись) (Ф.И.О.)

Аңдатпа

Бұл ғылыми-зерттеу жұмысы салу және сандық көп арналы байланыс жүйелері, сандық және аналогтық арналар әлеуетін бағалау әдістерін пайдалану жолын сипаттайды. Сондай-ақ кодтау әдістері мен ақпарат көп арналы беру және тарату алдыңғы қатарлы әдістерін қолданыстағы түзету қатені-мол және азайту әдістері.

Аннотация

В данной дипломной работе рассматриваются способы построения и принципы функционирования цифровых многоканальных систем передачи информации, методы оценки пропускной способности цифровых и аналоговых каналов. А так же методы сокращения избыточности и способы помехоустойчивого кодирования и существующие, перспективные методы многоканальной передачи и распределения информации.

Annotation

This research paper describes how to build and operation of the digital multi-channel communication systems, methods for evaluating the capacity of digital and analog channels. As well as methods of reducing redundancy and error-correcting coding techniques, and existing advanced methods of multi-channel transmission and distribution of information.

Введение 7
1 Теоретическая часть 9
1.1Методы объединения цифровых потоков 9
1.2 Многоканальные цифровые системы передачи и средства их защиты 14
1.3 Временное разделение каналов 18
2 Исследование методов объедения цифровых потоков в системах многоканальной связи 26
2.1 Способ многоканальной передачи и приема сигналов с импульсно-кодовой модуляцией 26
2.2 Асинхронная передача цифровых потоков в многоканальной системе связи 30
2.3 Способы коммутации в системах передачи и объединение цифровых потоков 34
2.4 Структурная схема оконечной станции ЦСП 35
2.5 Тактовая синхронизация в цифровых системах передачи 36
3 Эталонная модель взаимодействия открытых систем в многоканальной связи 37
3.1. Общие положения многоканальной связи 37
3.2. Основные сведения о сетях электросвязи 39
3.3 Цифровая обработка сигналов 48
3.4 Асинхронная передача цифровых потоков 51
4Расчетная часть 55
4.1 Расчет шумов оконечного оборудования 55
4.2 Определение уровня шумов квантования в ЦСП 58
4.3 Определение шумов незанятого канала в ЦСП 62
4.4 Определение инструментальных шумов в ЦСП 63
5 Бизнес план 65
5.1 резюме 65
5.2 маркетинг 66
5.3 Объем капитальных вложений (КВ) 68
5.4 Доходы компаний 73
6 Безопасность жизнедеятельности 79
6.1Анализ условий труда 79
6.2 Расчет освещенности рабочего места оператора 81
6.3 Разработка приточной вентиляции операторской комнаты 83
6.4Выбор схемы защитного отключения для ЭВМ 87
Заключения 93
Список литературы 94
Приложение А Расчет шумов

Введение

Цель дипломной работы состоит в изучении основных принципов и закономерностей помехоустойчивого и защищенного обмена информацией и методов их реализации в многоканальных цифровых системах передачи информации.

Целью дипломной работы является – исследование методов объединения цифровых потоков в системах многоканальной связи следующие алгоритмы:

- изучение общих принципов построения и функционирования аппаратуры многоканальных цифровых систем передачи (ЦСП);
- принципов организации цифровых линейных трактов (ЦЛТ);
- принципов временного группообразования (ВГ) и методов синхронизации в ЦСП плезиохронной цифровой иерархии (ПЦИ).

В соответствии с этой целью поставлены задачи исследовать основные принципы цифровой системы передачи данных. Кроме того, целью дипломной работы является ознакомление студентов с нормированием параметров качества передачи по каналам и трактам ЦСП и ВОСП.

Актуальностью дипломной работы является то, что цифровые системы многоканальной передачи сообщений основаны на обширно развитых способах импульсно-кодовой модуляции и употребляют временной принцип разделения каналов. В многоканальной цифровой системе передачи сообщений с временным разделением каналов общий поток битов, передаваемый поочередно по полосы связи, временами ставится в соответствие отдельным каналам.

Практическая значимость заключается в том, что построения современных систем передачи информации показывает, что наиболее дорогостоящими звеньями каналов связи являются **линии связи**: кабельные, волноводные и световодные, радиорелейные и спутниковые и др. Поскольку экономически нецелесообразно использовать дорогостоящую линию связи для передачи информации между единственной парой абонентов, то возникает проблема построения многоканальных систем передачи, в которых одна общая линия связи уплотнятся большим числом индивидуальных каналов. Этим обеспечивается повышение эффективности использования пропускной способности линии связи.

Дипломная работа определяется тем, что на основе разработанной теории и предложенных способов реализации многоканальных антенных систем с оптимальной пространственно-частотной фильтрацией сигналов определены пути и возможности дальнейшего повышения спектральной эффективности систем сотовой связи нового поколения, что позволяет улучшить энергетические характеристики радиоканалов, расширить возможности частотно-территориального планирования и создает необходимые предпосылки для успешного развертывания перспективных систем сотовой связи.

Задачи дипломной работы складываются из следующих особенностей процесса:

- знать способы построения и принципы функционирования цифровых многоканальных систем передачи информации, методы оценки пропускной способности цифровых и аналоговых каналов;
- освоить методы сокращения избыточности и способы помехоустойчивого кодирования;
- знать существующие и перспективные методы многоканальной передачи и распределения информации.

Теоретическая значимость работы заключается в изучение методике обучения слесарным работам в шестых классах средней школы.

Особенности построения цифровых систем передачи основной тенденцией развития телекоммуникаций во всем мире является цифровизация сетей связи предусматривающая построение сети на базе цифровых методов передачи и коммутации. Это объясняется следующими существенными преимуществами цифровых методов передачи перед аналоговыми. Представление информации в цифровой форме позволяет осуществлять регенерацию восстановление этих символов при передаче их по линии связи что резко снижает влияние помех и искажений на качество передачи информации.

В результате изучения студент должен знать:

- основные принципы построения цифровых систем передачи плезиохронной и синхронной иерархий;
- принципы синхронизации ЦСП;
- принципы пакетной передачи информации по первичным цифровым потокам;
- уметь: объяснить назначение и принципы работы основных узлов ЦСП;
- объяснить функции команд сигнального процессора, результат выполнения команды при заданных исходных данных и ее воздействия на признаки.
- владеть:
- навыками реализации средств защиты информации на микропроцессорной элементной базе и техникой их сопряжения с ЦСП;
- системой команд сигнального процессора и техникой программирования прерываний и периферийных устройств;
- навыками работы с пакетами программ, симулирующим функции сигнальных процессоров.

1 Методы объединения цифровых потоков

1.1 Способ обработки цифровых потоков

Технический результат - обработка цифровых потоков, основанная на синтезе модели сигнала, последующее ее запоминание и считывание из оперативной памяти синхронно с контролируемым сигналом. Согласно предложению в контролируемом сигнале селектируют сигналы синхронизации, синтезируют модель сигнала, записывают ее в ОЗУ и по сигналам синхронизации считывают синхронно с сигналом, в результате чего после регенерации получают составляющие информационные части цифрового потока. Изобретение относится к области цифровой техники и может быть использовано при разуплотнении и каналовыделении различных цифровых потоков с временным уплотнением.

Способ обработки цифровых потоков, при котором из входного суммарного цифрового потока выделяют тактовые сигналы, в сопровождении с которыми селектируют сигналы синхронизации, выделяют тактовые сигналы составляющих потоков суммарного цифрового потока и выделяют информационные сигналы составляющих потоков входного суммарного цифрового потока, отличающийся тем, что по входному суммарному цифровому потоку, подлежащему обработке, синтезируют модель сигнала по тактовым сигналам составляющих потоков суммарного цифрового потока, запоминают количество и расположение на временной оси тактовых сигналов составляющих потоков, по сигналу синхронизации синхронно с входным суммарным цифровым потоком считывают запомненные тактовые сигналы составляющих потоков, которыми и осуществляют селекцию информационных сигналов составляющих потоков из входного суммарного цифрового потока.

Бурное развитие цифровых методов передачи информации в спутниковых и кабельных линиях связи с временным уплотнением, начиная от телеграфного канала и до высших ступеней иерархического уплотнения даже на уровне международных линий, привело, в силу специфических особенностей, к многообразным вариантам формирования групповых потоков различного уровня иерархического уплотнения (рекомендации МККТТ G-732, G-733, G-741, G-746, G-747, G-751, G-752, G-754 и т.д.).

До настоящего времени для каждой рекомендации МККТТ разрабатывается своя специальная аппаратура по обобщенному способу, принятому за прототип, при котором:

- селектируют сигналы синхронизации на интервале периодичности цифрового потока;
- ведут подсчет числа тактовых импульсов, начиная с момента синхросигнала;
- по результатам подсчета формируют стробы на каждую составляющую часть цифрового потока (служебные сигналы, сигналы

управления каждого из объединяемых потоков, команды управления стаффингом, биты стаффинга);

- выделяют тактовые импульсы каждой из составляющих частей цифрового потока;

- тактовыми сигналами выделенных составных частей селектируют информацию из суммарного цифрового потока.

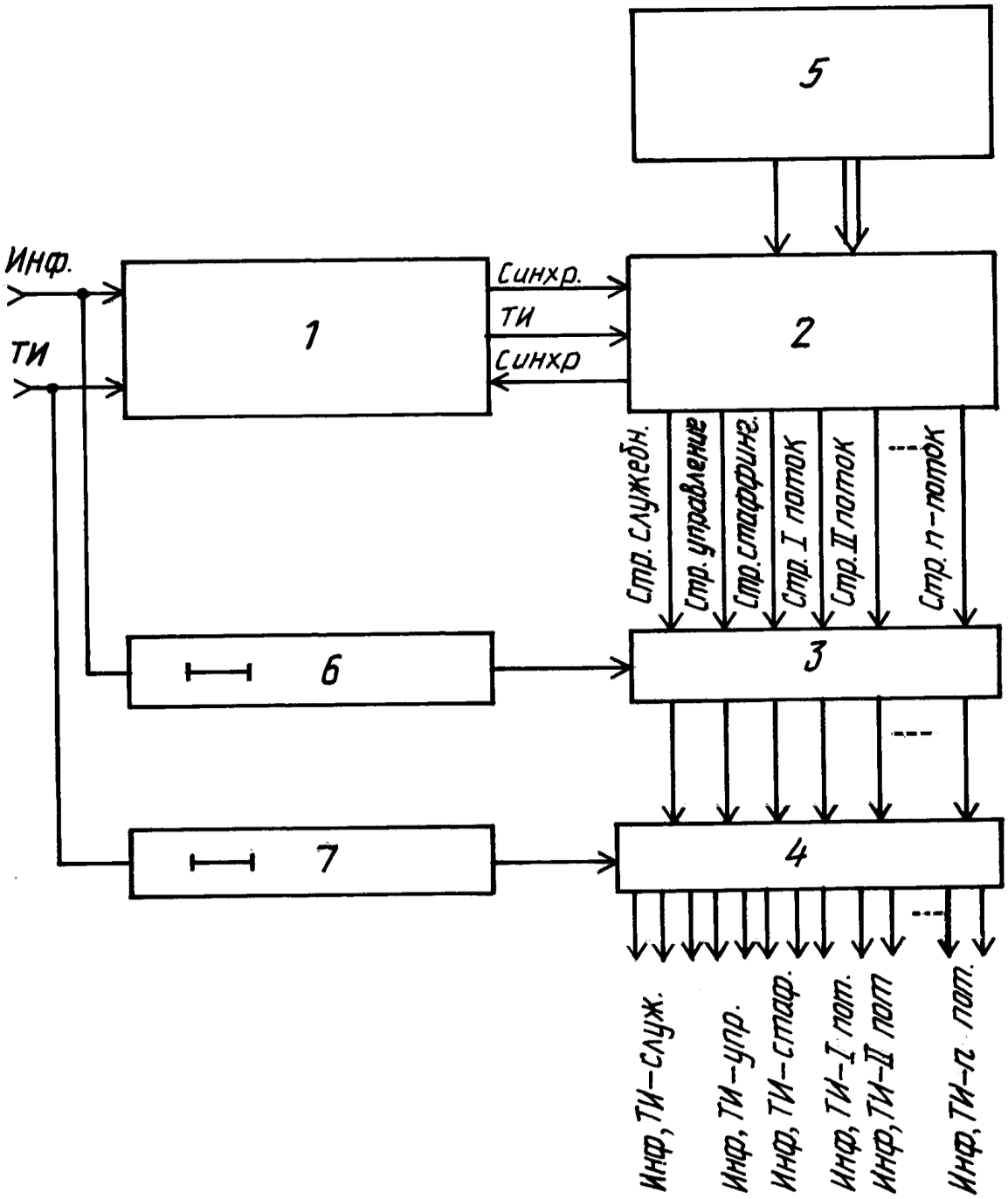


Рисунок 1.1 - Способ построения отечественной аппаратуры обработки сигналов ИКМ-120, ИКМ-30, ИКМ-480, ИКМ-1920 и др., а также зарубежная аппаратура

Недостатком такого способа является его детерминированность для каждого вида уплотнения и сложность аппаратной реализации, особенно при непериодичной структуре сигналов составляющих цифрового потока на интервале его периодичности.

Изобретение предназначено для передачи цифровой информации в системах связи с источниками и приемниками цифрового сигнала, не согласованными по частоте и фазе. Техническим результатом изобретения является создание такого способа, который не требует сопровождения корректирующих временных интервалов дополнительной служебной информацией и позволяет существенно расширить диапазон допустимых отклонений от определенного номинала частотно-фазовых параметров передаваемых цифровых потоков и диапазон допустимых величин рассогласования скоростей потоков при их объединении с потерями при этом пропускной способности группового тракта, определяемыми только временными интервалами, непосредственно корректирующими собою разницу в скоростях объединяемых потоков.

В то же время с появлением высокоскоростных, емких и многоразрядных оперативных запоминающих (ОЗУ) задача может быть решена много проще. Целью изобретения является расширение функциональных возможностей с адаптацией под произвольную структуру сигнала без изменения схемно-технических решений в устройствах обработки цифровых потоков.

Для достижения цели предлагается качественно новый способ, при котором селектируют сигналы синхронизации на интервале периодичности цифрового потока, выделенными тактовыми сигналами селектируют информационные составляющие части из суммарного цифрового потока, согласно изобретению, синтезируют модель цифрового потока, осуществляют запись в оперативную память модели сигнала и по сигналу синхронизации синхронно с цифровым потоком считывают модель сигнала из памяти, на выходе которой формируют тактовые сигналы составляющих частей цифрового потока. Подобное решение в литературе не описано, поэтому способ соответствует критериям новизны и изобретательного уровня.

На чертеже приведена простейшая блок-схема устройства по предлагаемому способу.

По предлагаемому способу выполняют следующую последовательность операций: - из выходного цифрового потока в сопровождении тактовой частоты селектируют сигналы синхронизации на интервале периодичности цифрового потока (сигнал кадровой, сверхкадровой или суперкадровой синхронизации); - синтезируют модель сигнала; - заносят модель в оперативную память; - по сигналу синхронизации синхронно с цифровым потоком считывают модель сигнала из ОЗУ;
- формируют тактовые сигналы составляющих частей цифрового потока;
- выделенными тактовыми сигналами селектируют информационные части составляющих цифрового потока.

В состав устройства, реализующего предлагаемый способ, входят последовательно соединенные селектор синхросигнала 1, ОЗУ со схемами записи и чтения 2, регенератор тактов 3 и регенератор информации 4, а также ПЭВМ модели памяти 5 и блоки задержек тактов и информации 6,7. Выходы ПЭВМ 4 подключены ко входам ОЗУ 2, входы блоков задержек 6,7 подключены ко входам селектора синхросигнала 1, а выходы блоков 6,7 - к соответствующим входам регенераторов 3 и 4. Один из выходов ОЗУ 2 подключен к третьему входу селектора 1.

Входами устройства являются входы селектора 1, а выходами - выходы регенератора 4.

Рассмотрим работу устройства на конкретном примере цифрового потока ИКМ-1920 [1]. Расположение составляющих в цифровом потоке приведено в таблице 1.1.

Таблица 1.1

Вид передаваемой информации	Номера позиций в цикле	Номер группы в цикле
Синхросигнал	1...10	-
Символы цифровой служебной связи	11	-
Символы контроля и сигнализации	12	I
Информационные символы	13...544	-
Первые символы команд согласования скоростей	1 -4	-
Информационные символы	5-554	II
Вторые символы команд согласования скоростей	1 -4	-
Информационные символы	5-554	III
Третьи символы команд согласования скоростей	1 -4	
Биты стаффинга	5-8	IV
Информационные символы	9-554	-
Объем ОЗУ составит 554 х 4 = 2116	-	-

Разрядность чисел определяется числом составляющих частей в цифровом потоке и равна: 1 р. синхр. + 1 р.служ. + 1 р.контр. + 4 р.входящих цифр. потока + 4 р. команд стаф. + 4 р.стаф. = 15 разрядов.

Сформированная модель записывается из ПЭВМ 5 в ОЗУ 2. Селектор 1 выделяет синхросигнал и запускает ОЗУ 2 на чтение входной тактовой частотой, начиная с 11 адреса. По этому адресу во втором разряде ОЗУ 2 формируется строб служебной связи, на всех остальных разрядах нули. По 12 адресу формируется строб контроля и сигнализации; по 13, 17, 21...551 адресам I группы, 559, 563, 567...1105 адресам II группы, 1113, 1117, 1121...1659 адресам III группы и по 1671, 1675, 1679. ..2213 адресам IV группы формируются стробы информационных символов 1-го объединяемого потока.

Аналогично формируются стробы 2-го, 3-го, 4-го потоков, команд управления стаффингом КУС-1, КУС-2, КУС-3, КУС-4 и бит стаффинга стафф. 1, стафф. 2, стафф. 3, стафф. 4.

Эти стробы поступают на регенератор тактов 3, на второй вход которого подаются задержанная и тактовая частота входного потока, в результате чего формируются тактовые частоты составляющих входного потока.

В регенераторе 4 формируется информация и сопровождающие тактовые импульсы для каждой составляющей части входного цифрового потока, которые используются для дальнейшей обработки. Стробы синхронизации из ОЗУ 2 поступают на селектор синхросигнала.

В способе информацию передают компактными канальными кодовыми группами в самосинхронизующемся избыточном фазовом коде и считывают по синхросигналу, извлекаемому из передаваемого фазокодированного цифрового потока средствами автоподстройки по частоте и фазе. На основе избыточности кода формируют детерминированно опознаваемые в цифровом потоке константные канальные кодовые группы, некоторые из которых используют для хронирования и структурной разметки передаваемого потока, а одну из них используют в функции замедляющей вставки для согласования скоростей потоков при их объединении. При недостаточности пропускной способности объединенного потока для любого из объединяемых скорости потоков согласуют путем увеличения тактовой частоты объединенного потока 2 з.п.ф-лы.

Наиболее близким к изобретению является способ асинхронной передачи цифровых потоков в многоканальной системе связи с временным разделением каналов, имеющий широкое распространение, описанный в учебнике для высших учебных заведений под редакцией В.И.Иванова "Цифровые и аналоговые системы передачи", Москва, "Радио и связь", 1995 год, и других источниках информации по этой тематике.

Известный способ заключается в том, что в многоканальной системе связи с временным разделением каналов при объединении потоков цифровую информацию исходного (подлежащего объединению) потока в процессе ее поступления записывают в буферную память, откуда ее поочередно считывают в моменты, отведенные ей в объединенном потоке, и включают в его соответствующие временные интервалы. При этом ошибку фазового рассогласования между потоками при достижении ею критического значения устраняют, в зависимости от полярности рассогласования, одним из двух

способов: "положительное согласование скоростей потоков", когда скорость исходного потока ниже скорости объединенного потока, и "отрицательное согласование скоростей потоков", когда она выше скорости объединенного потока. положительном согласовании ошибку фазового рассогласования между потоками при достижении ею критического значения устраняют путем добавления в объединенный поток не информационного временного интервала с последующим в пункте приема изъятием его из потока и восстановлением соответствия полученного сигнала информационному содержанию исходного потока, что осуществляют на основании информации о наличии этого временного интервала, переданной по служебному каналу.

При отрицательном согласовании скоростей ошибку рассогласования компенсируют изъятием из считанной последовательности одной из импульсных позиций и передачей содержащегося в ней двоичного символа по дополнительному каналу с последующим возвращением его в последовательность в приемном устройстве по информации, переданной по служебному каналу.

Свойственная известному способу необходимость сопровождать каждую позицию корректировки дополнительной служебной информацией влечет связанные с этим потери пропускной способности группового тракта, которые значительно возрастают при увеличении степени скоростной рассогласованности объединяемых потоков.

По этим причинам способ-прототип применяется только для цифровых потоков, называемых "плезиохронными" ("как бы синхронными"), чрезвычайно взаимоблизкими по фазово-частотным характеристикам.

Заявляемый способ асинхронной передачи цифровых потоков не требует сопровождения корректирующих временных интервалов дополнительной служебной информацией и позволяет существенно расширить диапазон допустимых отклонений от определенного номинала частотно-фазовых параметров передаваемых цифровых потоков и диапазон допустимых: величин рассогласования скоростей потоков при их объединении с потерями при этом пропускной способности группового тракта, определяемыми только временными интервалами, непосредственно корректирующими собою разницу в скоростях объединяемых потоков.

1.2 Многоканальные цифровые системы передачи и средства их защиты

Цифровые системы многоканальной передачи сообщений основаны на обширно развитых способах импульсно-кодовой модуляции и употребляют временной принцип разделения каналов. В многоканальной цифровой системе передачи сообщений с временным разделением каналов общий поток битов, передаваемый поочередно по полосы связи, временами ставится в соответствие отдельным каналам.

Для синхронизации циклов отводится маленькая часть общего числа битов. Отдельные биты этого циклового синхросигнала могут размещаться

или все попорядку в виде синхронизирующей композиции (как на рисунке), или распределяются снутри цикла. После того, как обозначенным методом обозначено начало цикла информационные биты методом обычного их отсчета можно распределить меж отдельными каналами по одному (посимвольный метод объединения цифровых потоков), или по группам (групповой метод объединения цифровых потоков).

Цифровые системы многоканальной передачи сообщений основаны на широко развитых методах импульсно-кодовой модуляции и используют временной принцип разделения каналов. В многоканальной цифровой системе передачи сообщений с временным разделением каналов общий поток битов, передаваемый последовательно по линии связи, периодически ставится в соответствие отдельным каналам. Период этого процесса, т.е. цикл, показан на рисунке 1.2

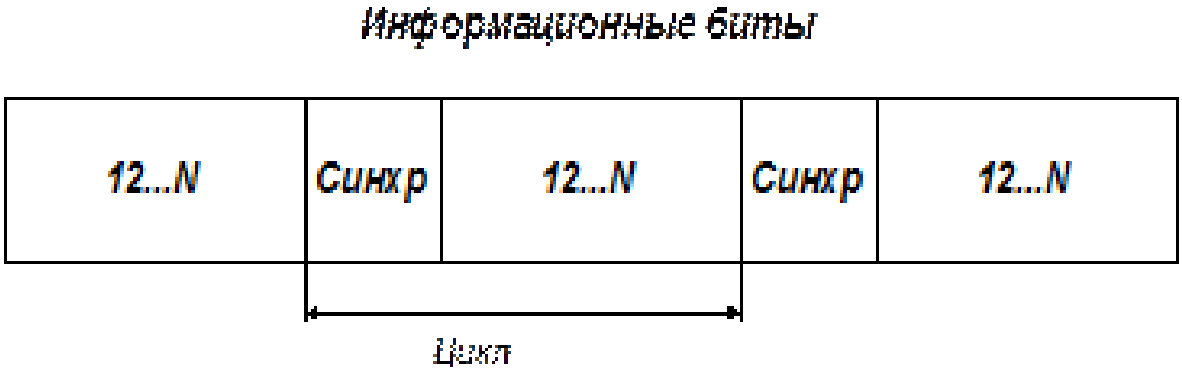


Рисунок 1.2- Информационные биты

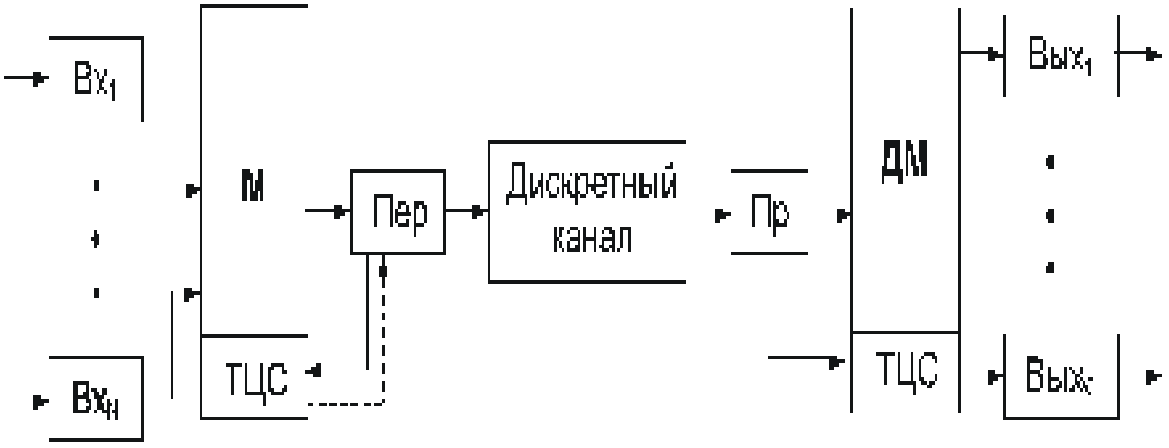
Структура цифровой системы передачи данных с временным разделением каналов показана на рисунке 2.2 Рис.2.2 М – мультиплексор; ДМ – демультиплексор; ТЦС – тактовый генератор и синхронизатор циклов.

Цифровые сигналы данных поступают на входные блоки Вх1, …, ВхN и хранятся там до того времени, пока мультиплексор не соединит воединыжды их в общий поток и не включит любой из их на том месте цикла, которое соответствует номеру канала каждого из этих сигналов. Информация, нужная для цикловой синхронизации, также направляется в отведенное ей место в общем потоке битов, к примеру, в виде синхронизирующей битовой композиции сначала цикла.

Для синхронизации циклов отводится небольшая часть общего числа битов. Отдельные биты этого циклового синхросигнала могут располагаться либо все подряд в виде синхронизирующей комбинации (как на рисунке), либо распределяются внутри цикла. После того, как указанным способом обозначено начало цикла информационные биты путем простого их отсчета можно распределить между отдельными каналами по одному (посимвольный способ объединения цифровых потоков), либо по группам (групповой способ

объединения цифровых потоков). Структура цифровой системы передачи данных с временным разделением каналов показана на рисунке 2.2

Сформированный поток передается по каналу связи. На приемной стороне в устройстве ТЦС выделяется синхронизирующая цикловая композиция и безпрерывно контролируется. ТЦС устанавливает ДМ в состояние, отвечающее поступлению цикловой композиции так, что информационные биты, надлежащие различным каналам 1, …, N, в соответствующие моменты времени считываются и распределяются по выходным блокам Вых1, …, ВыхN.



М – мультиплексор;
ДМ – демультиплексор;
ТЦС – тактовый генератор и синхронизатор циклов

Рисунок 1.3

Система с временным разделением каналов просит серьезной синхронизации с дискретным каналом. Если такты формируются приемопередающей аппаратурой (Пер, Пр), то они поступают в блоки системы от передатчика (Пер) и приемника (Пр) в обратных направлениях (как показано на рисунке 2). В ряде всевозможных случаев делается так, чтоб синхросигналы всегда совпадали с направлением передач группового сигнала. Для этого на передающей стороне тактовый сигнал, как и данные с выхода ТЦС, поступает на передатчик. Важными чертами цифровых систем многоканальной передачи (ЦСМП) с временным разделением каналов (ВРК) являются:

Метод объединения цифровых потоков. Цикловая синхронизация. Согласование скоростей передачи (стаффинг). Выше мы уже гласили о 2-ух методах объединения цифровых потоков: посимвольный и групповой. 1-ый из обозначенных методов позволяет в особенности просто организовать ВРК. При всем этом (посимвольном) методе сигналы данных, передаваемых по отдельным каналам, соединяются воединыжды мультиплексором в групповой поток по отдельным битам (символам). Потому во входных блоках Вх1, …,

BxN только один бит подлежит промежному запоминанию на то время, пока он не будет помещен на соответственное место (позицию) в цикле.

Передаваемый сигнал данных таким макаром может быть смещен относительно тактов запоминающего устройства максимум на один бит, потому наибольшее время задержки при переводе 1-го бита в групповой поток равно двум единичным тактам времени. Посимвольный способ объединения является очень гибким и допускает объединение каналов с разными скоростями в одной системе. Групповой способ объединения подразумевает разделение потока битов в каждом канале по группам битов определенной длины.

При всем этом, входные блоки должны выявить начало этих групп и уяснить их. Потом мультиплексор вставляет эту группу битов в необходимое место в цикле. Потому время задержки в ЦСМП с ВРК при таком методе объединения может достигать двойной продолжительности группы битов. Для цикловой синхронизации выделяется маленькая часть битов из общего их числа в цикле. Они располагаются снутри цикла строго спецефическим образом (к примеру, сначала цикла) и должны гарантировать на приемной стороне соответствие передаваемых информационных битов своим личным каналам. Для этого требуется полная синхронизация всех блоков ЦСМП с ВРК. Это достигается при помощи особых способов согласования скоростей (стаффинга).

Сущность этих способов в последующем: появляется цикл согласования, который нередко соответствует основному циклу либо сверхциклу, обхватывающему несколько главных циклов системы с ВРК. Общее число битов в цикле согласования выбирается огромным, чем число информационных битов, для того чтоб выполнить последующие условия: Вводится один либо несколько битов наполнения, которые могут содержать либо не содержать данные (т.е. употребляется неизменный цикл согласования). Вводится один либо более битов пробела, которые для выравнивания скоростей могут по мере надобности удаляться (т.е. употребляется переменный цикл согласования).

Для обеспечения согласования на приемную сторону ЦСМП с ВРК направляется информация (закодированная несколькими битами) о том, содержит ли бит наполнения данные, или о том, сохранен либо нет, бит пробела. За определенное число шагов процесса согласования на приемной стороне системы с ВРК можно таким макаром вернуть тактовые интервалы начального сигнала данных.

1.3 Временное разделение каналов

Временное разделение каналов используется для передачи аналоговых и дискретных сообщений, однако при этом требуется использовать методы импульсной модуляции.

Коммутатор передатчика $К_1$ поочередно в каждом такте времени подключает сигналы $ИС_1$, …, $ИС_N$ к линии связи. На приемном конце коммутатор приемника $К_2$ синхронно с $К_1$ подключает соответствующие импульсные детекторы $ИD_1$, …, $ИD_N$.

Системы с временным разделением просты, надежны, имеют малые габариты и массу, позволяют использовать стандартную элементную базу (БИС) для реализации. Недостаток – требуется синхронная работа $К_1$ и $К_2$, и если они разнесены на большое расстояние, то это трудно обеспечить.

В этих системах из-за не идеальности характеристик аппаратуры также могут возникать взаимные помехи (наложения импульсов). Для их устранения вводят защитные временные интервалы между импульсами.

Поясним смысл принципа временного разделения каналов на примере телефонного канала. Этот канал занимает полосу частот 4000 Гц. Если преобразовать непрерывный речевой сигнал в дискретный методом импульсно-кодовой модуляции с учетом теоремы Котельникова, получим что такой речевой сигнал можно представить последовательностью импульсов с периодом мкс. Тогда количество вырезанных из аналогового сигнала импульсов в секунду равно . Для передачи речи амплитуда одного импульса может быть представлена 1 байтом, т.е. 8-разрядным кодом. То есть каждые 125 мкс в линию связи поступает 8 бит информации, характеризующие амплитуду импульсов, вырезанных из исходного непрерывного речевого сигнала.

Иными словами общая скорость передачи речи в виде двоичных сигналов "0" и "1" будет равна $8 \times 8 \times 10^3 = 64$ килобита. Таким образом, человеческая речь может быть передана по каналу связи в виде последовательности байтов, поступающих 8000 раз в секунду, т.е. через 125 мкс. Если теперь уменьшить интервал передачи одного байта до 5 мкс, то за время 125 мкс можно передать еще 24 других байта, соответствующих разговорам других абонентов. Таким образом, по одному каналу связи, не нарушая условий теоремы Котельникова, можно передать 25 разговоров разных абонентов.

Наиболее близким к изобретению является способ асинхронной передачи цифровых потоков в многоканальной системе связи с временным разделением каналов, имеющий широкое распространение, описанный в учебнике для высших учебных заведений под редакцией В.И.Иванова "Цифровые и аналоговые системы передачи", Москва, "Радио и связь", 1995 год, и других источниках информации по этой тематике. Известный способ заключается в том, что в многоканальной системе связи с временным разделением каналов при объединении потоков цифровую информацию исходного (подлежащего объединению) потока в процессе ее

поступления записывают в буферную память, откуда ее поочередно считывают в моменты, отведенные ей в объединенном потоке, и включают в его соответствующие временные интервалы.

При этом ошибку фазового рассогласования между потоками при достижении ею критического значения устраняют, в зависимости от полярности рассогласования, одним из двух способов: "положительное согласование скоростей потоков", когда скорость исходного потока ниже скорости объединенного потока, и "отрицательное согласование скоростей потоков", когда она выше скорости объединенного потока.

При положительном согласовании ошибку фазового рассогласования между потоками при достижении ею критического значения устраняют путем добавления в объединенный поток не информационного временного интервала с последующим в пункте приема изъятием его из потока и восстановлением соответствия полученного сигнала информационному содержанию исходного потока, что осуществляют на основании информации о наличии этого временного интервала, переданной по служебному каналу.

При отрицательном согласовании скоростей ошибку рассогласования компенсируют изъятием из считанной последовательности одной из импульсных позиций и передачей содержащегося в ней двоичного символа по дополнительному каналу с последующим возвращением его в последовательность в приемном устройстве по информации, переданной по служебному каналу.

Свойственная известному способу необходимость сопровождать каждую позицию корректировки дополнительной служебной информацией влечет связанные с этим потери пропускной способности группового тракта, которые значительно возрастают при увеличении степени скоростной рассогласованности объединяемых потоков.

По этим причинам способ-прототип применяется только для цифровых потоков, называемых "плезиохронными" ("как бы синхронными"), чрезвычайно взаимоблизкими по фазово-частотным характеристикам. Заявляемый способ асинхронной передачи цифровых потоков не требует сопровождения корректирующих временных интервалов дополнительной служебной информацией и позволяет существенно расширить диапазон допустимых отклонений от определенного номинала частотно-фазовых параметров передаваемых цифровых потоков и диапазон допустимых:

величин рассогласования скоростей потоков при их объединении с потерями при этом пропускной способности группового тракта, определяемыми только временными интервалами, непосредственно корректирующими собою разницу в скоростях объединяемых потоков.

Достижение указанных технических результатов обеспечивается представлением информации в виде цифровых компактных канальных кодовых групп с применением при передаче по линиям связи и при объединении цифровых потоков самосинхронизующегося избыточного фазового кода с кодовыми интервалами, равными целочисленным

количествам позиций кодовой последовательности двоичных символов (в дальнейшем - "фазовый код"), применением сформированных с включением запрещенных кодовых комбинаций фазового кода "маркерных" и "холостых" канальных кодовых групп, применением буферной памяти, выдающей при чтении записанные в нее канальные кодовые группы в очередности, повторяющей очередность их записи в нее, а в случае отсутствия в ней запрошенной кодовой группы определенного канала выдающей "холостую" канальную кодовую группу, применением для канальных интервалов "виртуальной" нумерации и применением корректировки тактовой частоты объединенного потока при недостаточности его пропускной способности относительно любого из исходных потоков.

При последовательной передаче по линии связи цифрового сигнала, не сопровождающегося отдельным сигналом синхронизации, применение кода, обладающего свойством самосинхронизации, т.е. принципиально позволяющего извлекать синхросигнал из передаваемого фазокодированного сигнала независимо от его информационного содержания, является, по мнению автора, единственно эффективным средством, обеспечивающим правильное его считывание в условиях неидентичности исходной фазово-частотной настройки передатчика и приемника или нестабильности по этим параметрам их характеристик.

Возможность реализации чисто цифровыми средствами всех функций, связанных с автоподстройкой по частоте и фазе под входной фазокодированный сигнал обеспечивает выполнение функциональных узлов устройств приема и декодирования информации в единой технологии производства чисто цифровых микросхем совместно с другими узлами обработки цифрового сигнала, что в условиях характерной для многоканальной связи массовости таких устройств является существенным технически и экономически.

На основе свойства избыточности фазового кода формируют, с включением в кодовые группы его запрещенных кодовых комбинаций, опознаваемые в потоке непосредственно, по индивидуальным признакам, принципиально не встречающиеся в нормальной информационной фазокодированной последовательности, но соответствующие требованиям кода по длине кодовых интервалов, константные неинформационные канальные кодовые группы, которые канонизуют и используют в системе связи в качестве "маркерных канальных кодовых групп" (далее - "МККГ"), предназначенных для хронирования и структурной разметки фазокодированного потока, и, одну из них, в качестве "холостой канальной кодовой группы" (далее - "ХККГ"), предназначенной для согласования скоростей потоков при их объединении путем включения ее в объединенный поток в функции замедляющей вставки.

ХККГ формируют путем размещения запрещенных кодовых комбинаций на некоторых из двоичных позиций кодового слова, равного по длине выраженной в фазовом коде информационной канальной кодовой

группе, с добавлением до полной разрядности слова (с соблюдением норм фазового кода по длине кодовых интервалов) других комбинаций кодовых символов, индивидуализирующих именно эту (в данном случае, ХККГ) канальную кодовую группу. При этом в каждом конкретном выбранном фазовом коде учитывают частные условия, обеспечивающие защищенность фазокодированного цифрового потока от возникновения кодовых комбинаций, представляющих собой ложные кодовые группы конфигурации, соответствующей ХККГ или любой из МККГ.

МККГ формируют так же, как ХККГ. Кроме того, МККГ могут сопровождаться дополнительными кодовыми группами в других, служебных, канальных интервалах, образующими таким образом сложные маркирующие поток кодовые комбинации.

При объединении потоков канальные кодовые группы исходного потока, подлежащие включению в объединенный поток, поочередно записывают в буферную память, организованную таким образом, что при выборке из нее для включения в объединенный поток канальной кодовой группы определенного канала исходного потока она преобразует в фазовый код и выдает на выход из записанных в нее кодовых групп того же канала очередную в их взаимной внутриканальной очередности, повторяющей очередность их записи в память, а при отсутствии в ней еще не считанных канальных кодовых групп этого канала выдает на выход ХККГ, которую считывают и включают в объединенный поток взамен недостающей канальной кодовой группы исходного потока, считывание которой и включение в объединенный поток осуществляют в вышеуказанном очередном порядке после ее поступления из исходного потока и записи в буферную память.

Длина циклов и сверхциклов в объединенном потоке, выраженная количеством канальных интервалов, при этом сохраняется, а канальная информация распределяется на их большем количестве, что означает понижение скорости объединенного потока относительно исходных потоков, содержащих эти каналы, до величин, обеспечивающих их упорядоченное размещение в объединенном потоке в едином масштабе времени. В случае противоположного соотношения скоростей потоков, приводящего к накоплению в буферной памяти канальных кодовых групп, не востребованных для включения в объединенный поток, согласование скоростей осуществляют путем увеличения тактовой частоты объединенного потока при накоплении в буферной памяти заведомо определенного критического количества не считанных канальных кодовых групп любого из каналов любого исходного потока. Кратковременное соотношение скоростей этой полярности увеличения тактовой частоты объединенного потока не требует, т.к. в этом случае согласование осуществляется только за счет емкости памяти без изменения режима ее работы.

При разнополярности рассогласования скоростей объединенного потока с различными исходными потоками имеет место параллельное совмещение согласования скоростей обеих направленностей.

При последующем разделении объединенного потока и формировании исходящих потоков порожденное безучетным введением в объединенный поток дополнительных канальных интервалов (содержащих ХККГ) искажение фактической нумерации канальных интервалов, содержащих передаваемые данные и служебную информацию, относительно нумерации, принципиально предопределенной заданной структурой объединенного потока, устраняют путем присвоения этим канальным интервалам "виртуальной" нумерации, которую образуют путем последовательного счета фактических канальных интервалов объединенного потока относительно опорных для нумерации канальных интервалов, содержащих МККГ, с исключением из счета интервалов, содержащих ХККГ.

Комбинационное разделение сигналов

Комбинационный способ разделения используется при групповой передаче дискретных сообщений. Суть этого способа состоит в следующем.

Пусть необходимо организовать передачу N независимых дискретных сообщений по одному групповому каналу связи. Если каждый элемент сообщения может принимать m состояний (например, m=2, а число каналов N=2), то оказываются возможными 4 разных комбинации элементарных сигналов 0 и 1 в обоих каналах. Задача теперь сводится к передаче некоторых чисел, определяющих номер комбинации. Эти числа могут передаваться посредством любого кода. При такой передаче групповой сигнал является отображением определенной комбинации сигналов различных каналов. Поэтому разделение сигналов, основанное на различии в комбинациях сигналов разных каналов, называется комбинационным разделением.

Типичным примером комбинационного разделения каналов является система двукратной частотной модуляции (ДЧМ). Для передачи четырех комбинаций сигналов двух каналов используются четыре разные частоты

f_1, f_2, f_3, f_4.

Канал 1 0 1 0 1

Канал 2 0 0 1 1

ДЧМ $f_1\ f_2\ f_3\ f_4$

Сравнение ДЧМ с обычной двухканальной ЧМ системой с частотным разделением показывает, что обе системы занимают одинаковую полосу частот, однако мощность сигнала, обеспечивающая заданную верность передачи при ДЧМ почти вдвое меньше, чем при частотном разделении. Поэтому комбинационное разделение широко применяется в системах с ограниченной энергетикой.

Цифровые системы многоканальной передачи сообщений основаны на широко развитых методах импульсно-кодовой модуляции и используют временной принцип разделения каналов. В многоканальной цифровой системе передачи сообщений с временным разделением каналов общий поток битов, передаваемый последовательно по линии связи, периодически ставится в соответствие отдельным каналам.

Для синхронизации циклов отводится небольшая часть общего числа битов. Отдельные биты этого циклового синхросигнала могут располагаться либо все подряд в виде синхронизирующей комбинации (как на рисунке), либо распределяются внутри цикла. После того, как указанным способом обозначено начало цикла информационные биты путем простого их отсчета можно распределить между отдельными каналами по одному (посимвольный способ объединения цифровых потоков), либо по группам (групповой способ объединения цифровых потоков).

Цифровые сигналы данных поступают на входные блоки $Вх_1$, …, $Вх_N$ и хранятся там до тех пор, пока мультиплексор не объединит их в общий поток и не включит каждый из них на том месте цикла, которое соответствует номеру канала каждого из этих сигналов. Информация, необходимая для цикловой синхронизации, также направляется в отведенное ей место в общем потоке битов, например, в виде синхронизирующей битовой комбинации в начале цикла.

Сформированный поток передается по каналу связи. На приемной стороне в устройстве ТЦС выделяется синхронизирующая цикловая комбинация и непрерывно контролируется. ТЦС устанавливает ДМ в состояние, отвечающее поступлению цикловой комбинации так, что информационные биты, соответствующие разным каналам 1, …, N, в надлежащие моменты времени считываются и распределяются по выходным блокам $Вых_1$, …, $Вых_N$.

Система с временным разделением каналов требует строгой синхронизации с дискретным каналом. Если такты формируются приемопередающей аппаратурой (Пер, Пр), то они поступают в блоки системы от передатчика (Пер) и приемника (Пр) в противоположных направлениях (как показано на рисунке 1.3). В ряде случаев делается так, чтобы синхросигналы всегда совпадали с направлением передач группового сигнала. Для этого на передающей стороне тактовый сигнал, как и данные с выхода ТЦС, поступает на передатчик.

Важнейшими характеристиками цифровых систем многоканальной передачи (ЦСМП) с временным разделением каналов (ВРК) являются:

1. способ объединения цифровых потоков;
2. цикловая синхронизация;
3. согласование скоростей передачи (стаффинг).

Выше мы уже говорили о двух способах объединения цифровых потоков: посимвольный и групповой. Первый из указанных способов позволяет особенно просто организовать ВРК. При этом (посимвольном)

способе сигналы данных, передаваемых по отдельным каналам объединяются мультиплексором в групповой поток по отдельным битам (символам). Поэтому во входных блоках $Вх_1$, …, $Вх_N$ только один бит подлежит промежуточному запоминанию на то время, пока он не будет помещен на соответствующее место (позицию) в цикле. Передаваемый сигнал данных таким образом может быть сдвинут относительно тактов запоминающего устройства максимум на один бит, поэтому наибольшее время задержки при переводе одного бита в групповой поток равно двум единичным тактам времени.

Посимвольный метод объединения является весьма гибким и допускает объединение каналов с различными скоростями в одной системе.

Групповой метод объединения предполагает разделение потока битов в каждом канале по группам битов определенной длины. При этом, входные блоки должны выявить начало этих групп и запомнить их. Затем мультиплексор вставляет эту группу битов в нужное место в цикле. Поэтому время задержки в ЦСМП с ВРК при таком способе объединения может достигать удвоенной длительности группы битов.

Для цикловой синхронизации выделяется небольшая часть битов из общего их числа в цикле. Они размещаются внутри цикла строго определенным образом (например, в начале цикла) и должны гарантировать на приемной стороне соответствие передаваемых информационных битов своим индивидуальным каналам. Для этого требуется полная синхронизация всех блоков ЦСМП с ВРК. Это достигается с помощью специальных методов согласования скоростей (стаффинга).

Суть этих методов в следующем: образуется цикл согласования, который часто соответствует основному циклу или сверхциклу, охватывающему несколько основных циклов системы с ВРК. Общее число битов в цикле согласования выбирается большим, чем число информационных битов, для того чтобы выполнить следующие условия:

- вводится один или несколько битов заполнения, которые могут содержать или не содержать данные (т.е. используется постоянный цикл согласования).
- вводится один или более битов пробела, которые для выравнивания скоростей могут при необходимости удаляться (т.е. используется переменный цикл согласования).
- для обеспечения согласования на приемную сторону ЦСМП с ВРК направляется информация (закодированная несколькими битами) о том, содержит ли бит заполнения данные, либо о том, сохранен или нет бит пробела.

За определенное число шагов процесса согласования на приемной стороне системы с ВРК можно таким образом восстановить тактовые интервалы первоначального сигнала данных. Цифровые сигналы данных поступают на входные блоки $Вх_1$, …, $Вх_N$ и хранятся там до тех пор, пока мультиплексор не объединит их в общий поток и не включит каждый из них

на том месте цикла, которое соответствует номеру канала каждого из этих сигналов. Информация, необходимая для цикловой синхронизации, также направляется в отведенное ей место в общем потоке битов, например, в виде синхронизирующей битовой комбинации в начале цикла. Сформированный поток передается по каналу связи.

На приемной стороне в устройстве ТЦС выделяется синхронизирующая цикловая комбинация и непрерывно контролируется. ТЦС устанавливает ДМ в состояние, отвечающее поступлению цикловой комбинации так, что информационные биты, соответствующие разным каналам 1, …, N, в надлежащие моменты времени считываются и распределяются по выходным блокам $Вых_1$, …, $Вых_N$. Система с временным разделением каналов требует строгой синхронизации с дискретным каналом. Если такты формируются приемопередающей аппаратурой (Пер, Пр), то они поступают в блоки системы от передатчика (Пер) и приемника (Пр) в противоположных направлениях . В ряде случаев делается так, чтобы синхросигналы всегда совпадали с направлением передач группового сигнала. Для этого на передающей стороне тактовый сигнал, как и данные с выхода ТЦС, поступает на передатчик.

Выше мы уже говорили о двух способах объединения цифровых потоков: посимвольный и групповой. Первый из указанных способов позволяет особенно просто организовать ВРК. При этом (посимвольном) способе сигналы данных, передаваемых по отдельным каналам, объединяются мультиплексором в групповой поток по отдельным битам (символам). Поэтому во входных блоках $Вх_1$, …, $Вх_N$ только один бит подлежит промежуточному запоминанию на то время, пока он не будет помещен на соответствующее место (позицию) в цикле. Передаваемый сигнал данных таким образом может быть сдвинут относительно тактов запоминающего устройства максимум на один бит, поэтому наибольшее время задержки при переводе одного бита в групповой поток равно двум единичным тактам времени.

Посимвольный метод объединения является весьма гибким и допускает объединение каналов с различными скоростями в одной системе.

Групповой метод объединения предполагает разделение потока битов в каждом канале по группам битов определенной длины. При этом, входные блоки должны выявить начало этих групп и запомнить их. Затем мультиплексор вставляет эту группу битов в нужное место в цикле. Поэтому время задержки в ЦСМП с ВРК при таком способе объединения может достигать удвоенной длительности группы битов.

Для цикловой синхронизации выделяется небольшая часть битов из общего их числа в цикле. Они размещаются внутри цикла строго определенным образом (например, в начале цикла) и должны гарантировать на приемной стороне соответствие передаваемых информационных битов своим индивидуальным каналам. Для этого требуется полная синхронизация

всех блоков ЦСМП с ВРК. Это достигается с помощью специальных методов согласования скоростей (стаффинга).

Суть этих методов в следующем: образуется цикл согласования, который часто соответствует основному циклу или сверхциклу, охватывающему несколько основных циклов системы с ВРК. Общее число битов в цикле согласования выбирается большим, чем число информационных битов, для того чтобы выполнить следующие условия:

Вводится один или несколько битов заполнения, которые могут содержать или не содержать данные (т.е. используется постоянный цикл согласования).

Вводится один или более битов пробела, которые для выравнивания скоростей могут при необходимости удаляться (т.е. используется переменный цикл согласования). Для обеспечения согласования на приемную сторону ЦСМП с ВРК направляется информация (закодированная несколькими битами) о том, содержит ли бит заполнения данные, либо о том, сохранен или нет, бит пробела.

За определенное число шагов процесса согласования на приемной стороне системы с ВРК можно таким образом восстановить тактовые интервалы первоначального сигнала данных.

2.1 Способ многоканальной передачи и приема сигналов с импульсно-кодовой модуляцией

Способ многоканальной передачи и приема сигналов с импульсно-кодовой модуляцией**,** заключающийся в том, что на передаче в каждом канале дискретизируют передаваемые канальные сигналы с частотой, пропорциональной наибольшему общему делителю частот дискретизации передаваемых канальных сигналов, квантуют их, формируют канальные кодовые группы отсчетов и коэффициентов масштаба при мгновенном компандировании, запоминают и объединяют канальные кодовые группы отсчетов, а на приеме разделяют канальные кодовые группы отсчетов, запоминают и декодируют их, отличающийся тем, что, с целью повышения пропускной способности и расширения функциональных возможностей путем объединения и замены каналов с различными видами компандирования сигналов, частотами дискретизации и числом символов в кодовых группах, на передаче запоминают кодовые группы отсчетов блоками на период, равный обратной величине наибольшего общего делителя частоты дискретизации канальных сигналов, а кодовые группы коэффициентов масштаба на период, кратный периоду запоминания, считывают для каждого канала блоки кодовых групп отсчетов пакетами, число символов в которых равно наибольшему общему делителю числа символов в блоках, сформированных в каждом канале связи, число пакетов равно наименьшему общему кратному числа пакетов канальных символов, на приеме после разделения канальных кодовых групп отсчетов и коэффициентов масштаба производят их запоминание на периоды, равные периодам запоминания на передаче.

Использование: в технике связи для многоканальной передачи аналоговых сигналов, в частности сигналов звукового вещания методом импульсно - кодовой модуляции по цифровым линиям связи. Сущность изобретения: для повышения пропускной способности и расширения функциональных возможностей систем передачи и приема сигналов за счет объединения и замены каналов с различными видами компандирования сигналов, частотами дискретизации и числом символов в кодовых группах, при данном способе аналоговые сигналы индивидуальных каналов дискретизируют с частотами f, пропорциональными наибольшему общему делителю этих частот - НОД (f), квантуют по уровню, кодируют с использованием методов мгновенного или почти мгновенного компандирования, формируют кодовые группы с числом символов на отсчет h и при почти мгновенном компандировании дополнительно формируют кодовые группы коэффициента масштаба, запоминают блоками отсчетов по f n T символов, причем период запоминания T блоков устанавливают равным обратной величине общего делителя частот дискретизации 1/НОД f a кодовых групп коэффициента масштаба - кратным периоду запоминания, и считывают кодовые группы коэффициента масштаба с тактовой частотой группового потока, причем считывание блоков производят пакетами, число символов в которых равно наибольшему общему делителю числа символов в индивидуальных блоках, N = НОД(N) - общее число пакетов равно наименьшему общему кратному числа пакетов канальных сигналов НОК(N) на приеме пакеты индивидуальных каналов и соответствующих им кодовых групп коэффициентов масштаба выделяют, записывают пакеты блоками по f n T символов, считывают со скоростью канальных сигналов 1/f n, а затем декодируют. 1 ил.

Изобретение относится к технике связи и может использоваться для многоканальной передачи аналоговых сигналов, в частности сигналов звукового вещания методом импульсно-кодовой модуляции по цифровым линиям связи.

Система содержит кодирующие устройства 1, передающие запоминающие устройства (ПЗУ) 2 и 4 кодовых групп отсчетов и коэффициентов масштаба, устройства 3 управления передачи, генераторное оборудование 5 передачи, передатчик 6 синхросигнала, устройство 7 объединения, помехоустойчивый кодер 8, канал 9 связи, приемник 10 синхросигнала, помехоустойчивый декодер 11, приемные запоминающие устройства (ПрЗУ) 12 и 14 кодовых групп отсчетов и коэффициентов масштаба, устройства 13 управления приема, масштаба, генераторное оборудование 15 приема и декодирующее устройство 16.

Аналоговые сигналы звукового вещания с различными полосами частот в кодирующих устройствах 1 дискретизируются с частотами f_i(i = 1,2, . . . , m, где m - число типов сигналов), пропорциональными наибольшему общему делителю НОД (f_i) этих частот, квантуются по уровню и кодируются в

соответствии с требуемым качество, число символов n_i (i = 1,2, . . . , m) на отсчет определяется типом канала и методом компандирования.

При использовании почти мгновенного компандирования кроме кодовых групп отсчетов, содержащих n_i символов, периодически с частотой следования циклов $f_ц$формируются кодовые группы коэффициентов масштаба.

Кодовые группы отсчетов и коэффициентов масштаба в виде непрерывных последовательностей двоичных символов с выходов кодирующих устройств 1 поступают на запоминающие устройства 2 и 4 соответственно.

В запоминающем устройстве 2 производится поочередно запись (запоминание) $N_i = f_i n_i T_з$ символов кодовых групп отсчетов, поступающих с частотой $f_i n_i$, а затем считывание их с более высокой частотой $f_г$группового потока.

Длительность периода записи $T_з$ равна $\frac{1}{НОД\ (f_i)}$ длительность периода считывания $T_c = \frac{1}{f_г} \cdot N_i$.

Кодовые группы коэффициентов масштаба записываются в запоминающее устройство 4 с частотой следования циклов $f_ц$ и считываются пакетами с частотой $f_г$ группового потока.

Запись и считывание кодовых групп отсчетов и коэффициентов масштаба осуществляются с помощью управляющих сигналов, формируемых устройством 3 управления передачи из тактов групповых $f_г$и цикловых $f_ц$.

Управляющие сигналы определяют начало и длительность интервалов записи и считывания кодовых групп отсчетов и коэффициентов масштаба.

Генераторное оборудование передачи 5 формирует последовательности импульсов с частотами дискретизации f_i и циклов $f_ц$, а также с частотой следования символов в кодовых группах отсчетов $f_к = f_i n_i$. Эти сигналы подаются параллельно на все кодирующие устройства 1.

Для обеспечения синхронной работы всех устройств передачи многоканальной системы и осуществления временного объединения кодовых групп отсчетов коэффициентов масштаба от 1 до N-го каналов звукового вещания, а также различных вспомогательных сигналов, служит сигнал цикловой частоты.

Для синхронизации передающей и приемной частей многоканальной системы передатчиком 6 синхросигнала на определенных временных позициях цикла формируется и передается периодически в каждом цикле синхросигнал, по которому в приемной части приемника 10 синхросигнала осуществляется формирование по циклу генераторного оборудования 15 приема.

Устройство 7 объединения осуществляет временное объединение поступающих на него информационных, служебных и других вспомогательных сигналов, входящих в цикл передачи.

Групповой сигнал с выхода устройства 7 подается на кодер помехоустойчивого кодирования, в котором для повышения достоверности передаваемой информации по известным алгоритмам на определенных временных позициях в цикле формируются проверочные символы, далее групповой сигнал поступает в канал 9 связи. Из канала 9 групповой сигнал поступает в приемную часть системы: приемник 10 синхросигнала, генераторное оборудование 15 приема, помехоустойчивый декодер 9 и запоминающие устройства приема 12 и 14 кодовых групп отсчетов и коэффициентов масштаба.

В генераторном оборудовании 15 приема из приходящего группового сигнала выделяются такты групповые $f_г$, с помощью которых формируются аналогичные передаче управляющие сигналы с частотами f_i, $f_к$, $f_ц$. Синхронизация по циклу генераторного оборудования приема осуществляется с помощью приемника 10 циклового синхросигнала. Выделенный приемником 10 цикловой синхроимпульс устанавливает приемное генераторное оборудование в состояние, синхронное с передающим.

Помехоустойчивый декодер 11 обнаруживает ошибки в кодовых группах отсчетов и коэффициентов масштаба. При обнаружении ошибки в кодовой группе отсчетов декодер 11 формирует сигнал коррекции, по которому ошибочно принята кодовая группа заменяется предыдущей кодовой группой в запоминающем устройстве 12. При обнаружении ошибки в кодовой группе коэффициента масштаба декодер 11 формирует сигнал исправления ошибки, по которому в запоминающем устройстве 14 осуществляется инверсная ошибочного символа в кодовой группе коэффициента масштаба.

Запоминающие устройства 12 по сигналам, формируемым устройствами 13 управления приема, осуществляют запись (запоминание) $f_i n_i T_з$ символов кодовых групп отсчетов, содержащихся в групповом сигнале, запись производится тактами с частотой $f_г$.

Считывание кодовых групп отсчетов производится в непрерывном режиме тактами с частотой.

Составляющие группового сигнала. Информационную часть составляют и символы кодовых групп отсчетов и коэффициентов масштаба (порядка). Кроме того, передаются проверочные символы от кодирования мантиссы и коэффициента масштаба, синхрослово и другие вспомогательные сигналы.

Запоминающие устройства 14 осуществляют запись кодовых групп коэффициентов масштаба, содержащихся в групповом сигнале, запись производится тактами с частотой $f_г$, считывание символов коэффициентов масштаба осуществляется в параллельном виде с частотой $f_ц$.

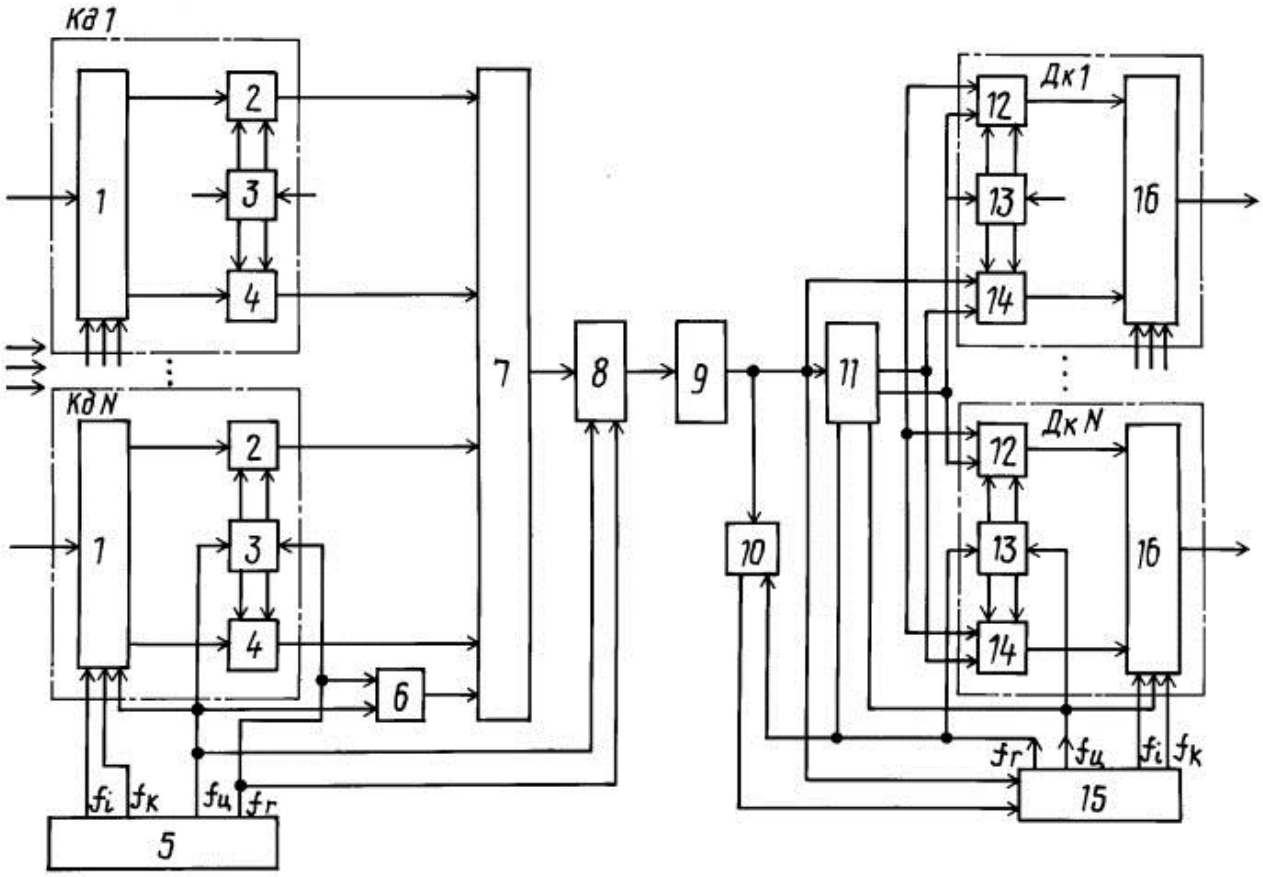


Рисунок 2.1- Импульсно-кодовый модуляция по цифровым линиям

Запись и считывание кодовых групп отсчетов и коэффициентов масштаба производится с помощью управляющих сигналов, формируемых устройством 13 управления приема из тактов с частотами $f_г$ и $f_ц$. Управляющие сигналы определяют начало и длительность интервалов записи и считывания кодовых групп отсчетов и коэффициентов масштаба, устанавливают режим работы запоминающих устройств.

2.2 Асинхронная передача цифровых потоков в многоканальной системе связи

Способ асинхронной передачи цифровых потоков в многоканальной системе связи с временным разделением каналов, заключающийся в том, что при объединении указанных потоков информацию исходного, т.е. подлежащего объединению, потока в процессе ее поступления записывают в буферную память, откуда ее поочередно считывают в моменты, отводимые ей в объединенном потоке, и включают в его соответствующие временные интервалы, при этом ошибку фазового рассогласования между указанными потоками при достижении ею критического значения устраняют путем добавления в объединенный поток неинформационного временного интервала с последующим в пункте приема изъятием его из указанного потока и восстановлением соответствия информации, полученной из объединенного

потока, информационному содержанию исходного потока, отличающийся тем, что информацию представляют в виде цифровых компактных канальных кодовых групп, которые при передаче по линиям связи и при объединении указанных потоков выражают в самосинхронизующемся избыточном фазовом коде с кодовыми интервалами. Равными целочисленным количествам позиций кодовой последовательности двоичных символов, на основе свойства самосинхронизации и определенности по нормам кода величин минимального и максимального кодовых интервалов которого осуществляют автоподстройку по частоте и фазе и считывание в пунктах приема указанного потока, а на основе свойства избыточности формируют с включением запрещенных кодовых комбинаций цифровые канальные кодовые группы, опознаваемые в указанном потоке по индивидуальным признакам, принципиально не встречающиеся в нормальной фазокодированной последовательности, но соответствующие требованиям кода по длине кодовых интервалов, указанные кодовые группы используют в качестве маркерных канальных кодовых групп для хронирования и структурной разметки фазокодированного потока и одну из них - в качестве холостой канальной кодовой группы для согласования скоростей потоков при их объединении путем включения ее в объединенный поток в функции замедляющей вставки, при объединении потоков цифровые канальные кодовые группы исходного потока, подлежащие включению в объединенный поток, поочередно записывают в буферную память, в которой при выборке из нее для включения в объединенный поток цифровой канальной кодовой группы определенного канала исходного потока выбирают из записанных в нее, но еще не считанных, указанных кодовых групп очередную в их взаимной внутриканальной очередности, повторяющей очередность их записи в буферную память, преобразуют в указанный фазовый код и выдают на выход, а при отсутствии в ней еще не считанных указанных кодовых групп этого канала выдают на выход холостую канальную кодовую группу, которую считывают и включают в объединенный поток взамен недостающей цифровой канальной кодовой группы исходного потока, считывание которой и включение в объединенный поток осуществляют в указанном очередном порядке после ее поступления из исходного потока и записи в буферную память, при этом длину циклов и сверхциклов объединенного потока, выраженную количеством канальных интервалов, не исключая содержащие холостые канальные кодовые группы, сохраняют заданной, а количество увеличивают, в случае же противоположного соотношения скоростей потоков, приводящего к накоплению в буферной памяти цифровых канальных кодовых групп, не востребованных для включения в объединенный поток, согласование скоростей осуществляют путем увеличения тактовой частоты объединенного потока.

При накоплении в буферной памяти заведомо определенного критического количества несчитанных цифровых канальных кодовых групп любого из каналов любого исходного потока, при последующем разделении

объединенного потока и формировании исходящих потоков устраняют искажение фактической нумерации канальных интервалов, образовавшееся при объединении потоков, путем присвоения указанным канальным интервалам виртуальной нумерации, которую образуют путем последовательного счета канальных интервалов объединенного потока относительно опорных для нумерации канальных интервалов, содержащих маркерные канальные кодовые группы, с исключением из счета интервалов, содержащих холостые канальные кодовые группы.

Цифровые канальные кодовые группы организуют в виде байтов, а для их преобразования в указанный фазовый код применяют фазовый код MFM, нормирующий в кодовой последовательности двоичных символов количество нулей между единицами пределами от одного до трех, в котором каждая позиция информации, представленной последовательности двоичных символов, выражается посредством зоны бита, состоящей из двух считываемых слева направо двоичных позиций, первая - нечетная, вторая - четная, в которой информационная единица выражается кодом 01, а информационный ноль - кодом 10, если четная позиция предыдущей зоны бита содержит ноль, или кодом 00, если четная позиция предыдущей зоны бита содержит единицу, указанный код, который имеет одну, начинающуюся с нечетной позиции, запрещенную кодовую комбинацию 1000, путем добавления к которой других кодовых комбинаций формируют однозначно опознаваемые при последовательном считывании 16-разрядные канальные кодовые группы 0100010010001001 и 0100010010001010, которые используют в качестве маркерных канальных кодовых групп и холостых канальных кодовых групп и для установления и контроля правильного распределения по четности кодовых позиций при считывании указанного фазового кода.

В буферной памяти для каждого из подлежащих включению в объединенный поток каналов каждого исходного потока выделена секция, которая содержит N запоминающих регистров для буферного хранения последних по порядку поступления из исходного потока цифровых канальных кодовых групп одного канала, в которые указанные кодовые группы по мере поступления последовательно записывают с выборкой указанных регистров, которую формируют путем последовательного циклического перебора номеров всех запоминающих регистров секции, каждой секции сопоставлен индексный регистр, состоящий из N разрядов. Каждый из которых сопоставлен одному из запоминающих регистров секции, индексный регистр имеет нумерацию разрядов, идентичную нумерации в секции соответствующих запоминающих регистров, и предназначен для информации о наличии или отсутствии в этом запоминающем регистре записанной, но не считанной цифровой канальной кодовой группы исходного потока, что отображают записью в разряд единицы, при записи указанной кодовой группы и записью в разряд нуля, при ее считывании из запоминающего регистра, каждой указанной секции сопоставлен индикатор пустоты секции,

посредством которого фиксируют при обращении к секции в режиме чтения одновременное присутствие нулей во всех разрядах индексного регистра.

В случае совпадения по нулям, на выход указанной секции взамен отсутствующей канальной кодовой группы исходного потока выдают холостую канальную кодовую группу, а в случае отсутствия в разрядах индексного регистра совпадения по нулям считывают из запоминающего регистра, преобразуют в фазовый код и выдают на выход секции очередную цифровую канальную кодовую группу исходного потока, при этом для считывания выбирают запоминающий регистр, соответствующий разряду индексного регистра, содержащему единицу, следующему по циклическому порядку номеров после того разряда, в который осуществлялась последняя в этом индексном регистре запись нуля, каждой секции сопоставлен индикатор заполнения секции, посредством которого суммируют при каждом обращении к секции в режиме чтения одновременно присутствующие в разрядах индексного регистра единицы, сравнивают сумму с заведомо заданной максимальной величиной и по достижении суммой этой величины выдают с выхода секции сигнал недостаточности пропускной способности объединенного потока, предназначенный для инициации увеличения его тактовой частоты.

На приемном конце в демодуляторе П спектр полученного сигнала преобразуется в спектр переданного сигнала, который затем в фильтрах $Ф_1$, …, $Ф_N$ делится на полосы Dw_1, …, Dw_N соответствующие отдельным каналам. Демодуляторы $Д_1$, …, $Д_N$ преобразуют выделенные сигналы в исходные сообщения $_1(t)$, …, (t).

Для приемлемой работы такой схемы необходимо иметь частотные фильтры, каждый из которых должен пропускать без ослабления только соответствующие им полосы частот Dw_1, …, Dw_N, в которых сосредоточена основная часть энергии передаваемых сигналов. Так как спектры реальных сигналов содержат 80-90% энергии, то происходит взаимное наложение энергетических спектров, приводящее к переходным помехам. На практике это обстоятельство учитывается за счет введения защитных частотных интервалов между полосами частот соседних каналов. Это приводит к тому, что лишь около 80% полосы пропускания линии связи используется для передачи информации.

Например, телефонный канал связи или канал тональной частоты (ТЧ) занимает диапазон 300-3400 Гц. С учетом защитных частотных интервалов для канала ТЧ выбирается полоса частот 4 кГц. Исторически первой была реализована 12 канальная система в полосе частот от 60 до 108 Кгц (108 – 60 = 48 / 4 = 12). Если необходимо организовать систему с большим числом каналов, то в основу берется эта 12 канальная система и с ней обращаются как с одним телефонным каналом. Так, если надо организовать систему с 60 каналами методом частотного разделения, то укладывают 5 двенадцатиканальных систем в полосе частот от 312 до 552 Кгц (552 – 312 =

240 Кгц, 240 / 4 = 60). Если теперь взять 5 частотных диапазонов по 240 Кгц и уложить их рядом, получим систему на 300 каналов с частотным разделением. При этом каждый блок каналов можно для разных служб использовать либо целиком как один канал, либо как множество каналов. Так, блок 240 Кгц (60 телефонных каналов) можно целиком использовать для факсимильной передачи газетных сообщений, для которой требуется полоса 170 Кгц . Если взять 5 блоков по 1200 Кгц и два по 240 Кгц и уложить их рядом, то получим полосу частот около 6,5 МГц, пригодную для передачи телевизионных сигналов. Правда, при этом мы должны будем исключить 5 × 300 + 2 × 60 = 1620 телефонных каналов.

2.3 Способы коммутации в системах передачи и объединение цифровых потоков

Коммутации каналов <КК). Здесь (рис.2.2) между двумя абонентами с помощью цифровых коммутационных устройств устанавливается непосредственное физическое соединение но сквозному каналу, проходящему через узлы ABGD. На время этого постоянного соединения весь ресурс первичного канала закрыт для других абонентов. В каждом узле расположен цифровой коммутатор, функции которого сводятся к следующим двум процедурам (рисунке 2.2):

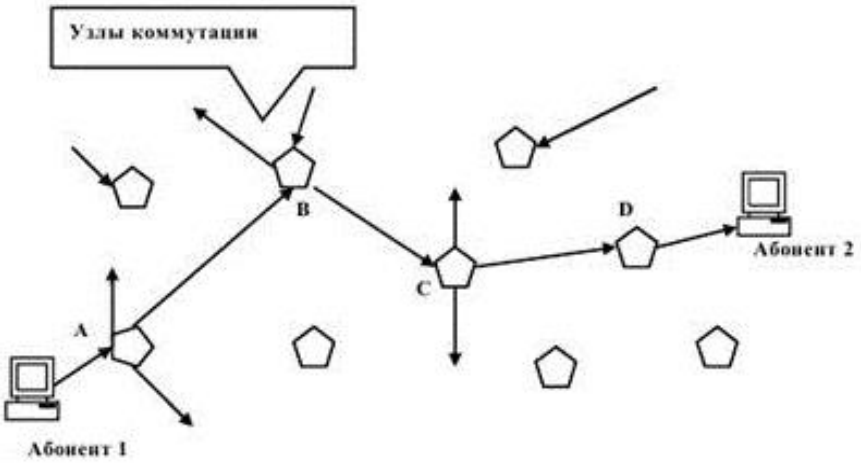


Рисунок 2.2 - Коммутация каналов

При синхронном объединении скорости входных потоков по-прежнему равны, но моменты их прихода на ЗУ разные вследствие задержки *о* каналах связи. В этом случае в каждом канале для синхронизации вводятся несколько служебных байтов(Л.В). Помимо функции синхронизации эти байты могут нести и другую служебную информацию. Так как эти байты должны быть переданы вместе с информацией за неизменное время Т,,. но скорость считывания будет больше, чем при спнфашо-синхронном объединении.

Например, если *ил* каждые 32 байта входной последовательности добавляется один служебный, увеличение скорости будет равно 33/32.

2.4 Структурная схема оконечной станции ЦСП

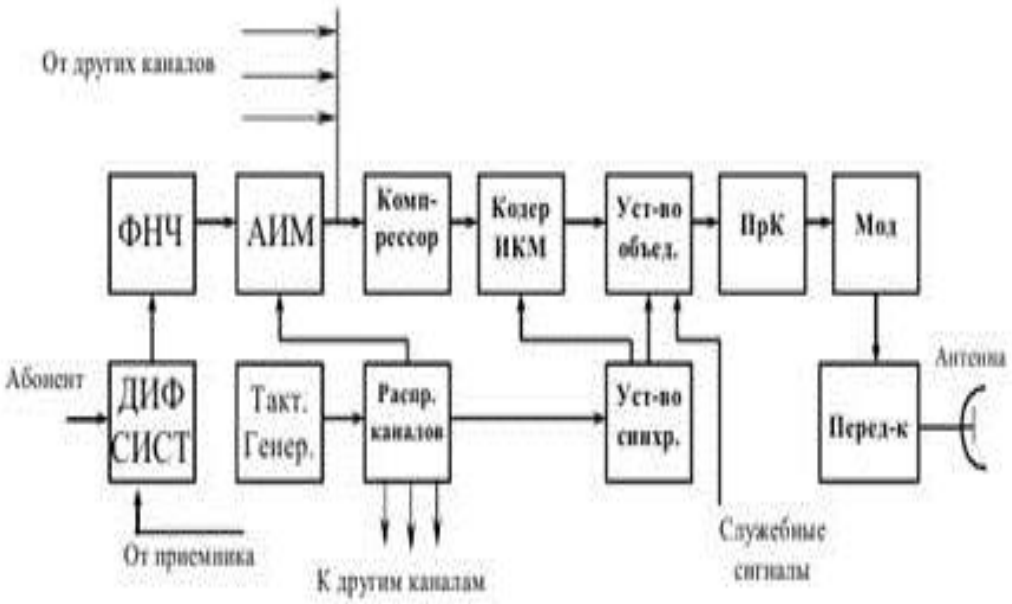


Рисунок 2.9 - Структурная схема оконечной ЦСП (передающия канал)

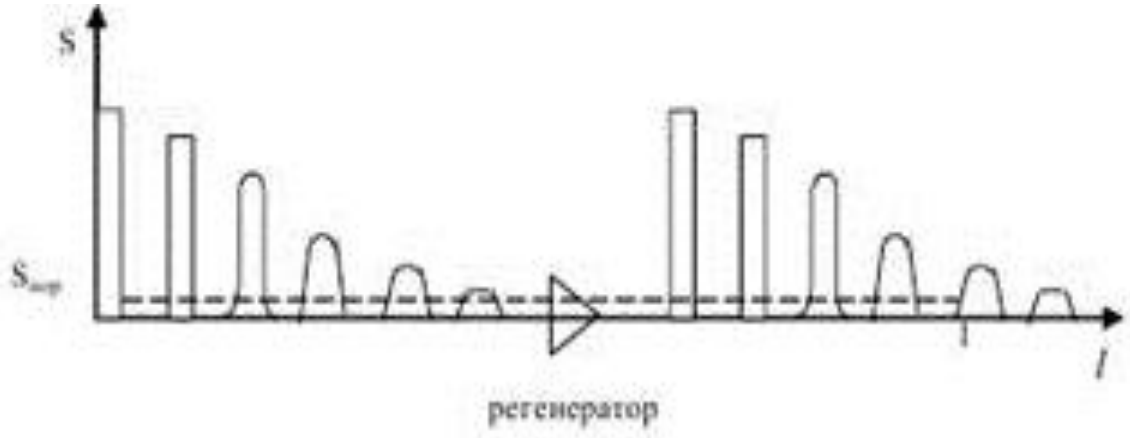


Рисунок 2.1 - Процесс регенерации

2.5 Тактовая синхронизация в цифровых системах передачи

Резонансные УВТЧ широко применяются в оконечной приемной аппаратуре ЦСП и регенераторах. Основным недостатком резонансных УВТЧ является нестабильность тактовой частоты. Причина rroii нестабильности иллюстрируется рисунком 2.14.

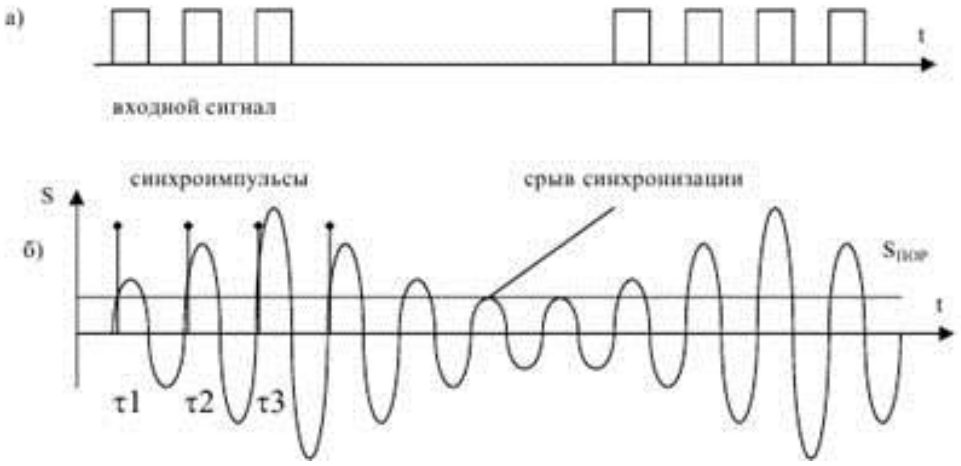


Рисунок 2.14 - Процесс выделения тактовой чистоты

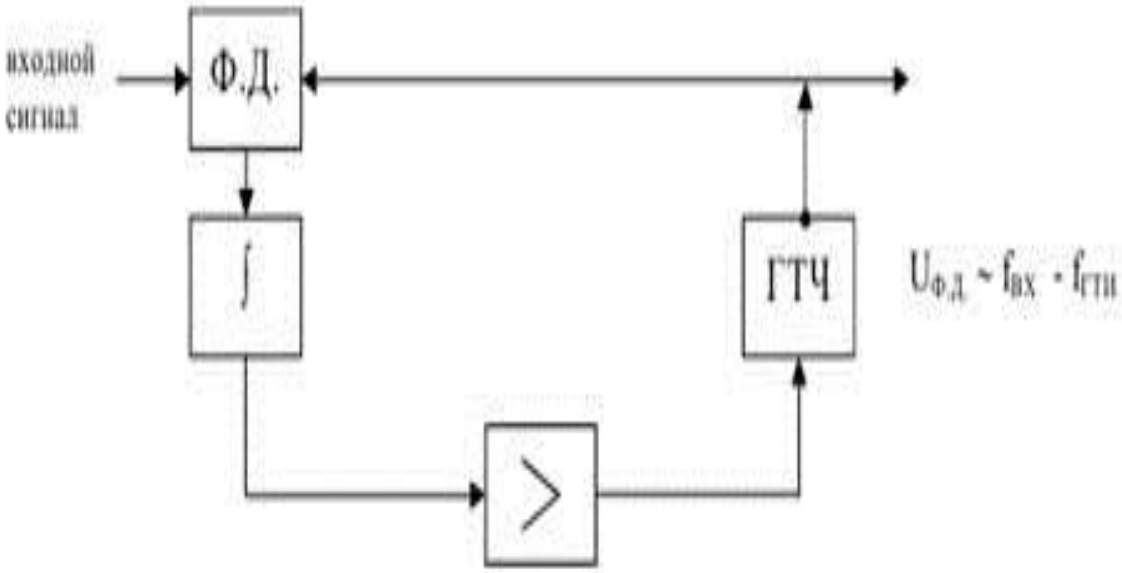


Рисунок 2.15 - Блок-схема УВТЧ с ФАПЧ

3 Эталонная модель взаимодействия открытых систем многоканальной связи

3.1 Общие положения

Эталонная модель OSI стала основной архитектурной моделью для систем передачи сообщений. Эталонная модель OSI делит проблему передачи информации между абонентами на семь менее крупных и, следовательно, более легко разрешимых задач. Каждой из семи областей проблемы передачи информации ставится в соответствие один из уровней эталонной модели. Два самых низших уровня эталонной модели OSI реализуются аппаратным и программным обеспечением, остальные пять высших уровней, как правило, реализуются программным обеспечением.

В качестве примера связи типа OSI предположим, что Система А на Рис. 1.1 имеет информацию для отправки в Систему В. В этом случае информация из прикладного процесса через уровень 7 сообщается с уровнем 6, который модифицирует информацию, делая ее понятной для уровня 5 и т.д. вплоть до физического уровня системы А. На стороне системы В осуществляется обратное преобразование, начиная от низших уровней до самого верхнего. Следовательно, каждый уровень Системы А использует услуги, предоставляемые ему смежными уровнями, чтобы осуществить связь с соответствующим ему уровнем Системы В. Нижестоящий уровень называется источником услуг, а вышестоящий - пользователем услуг. Взаимодействие уровней происходит в так называемой точке предоставления услуг.

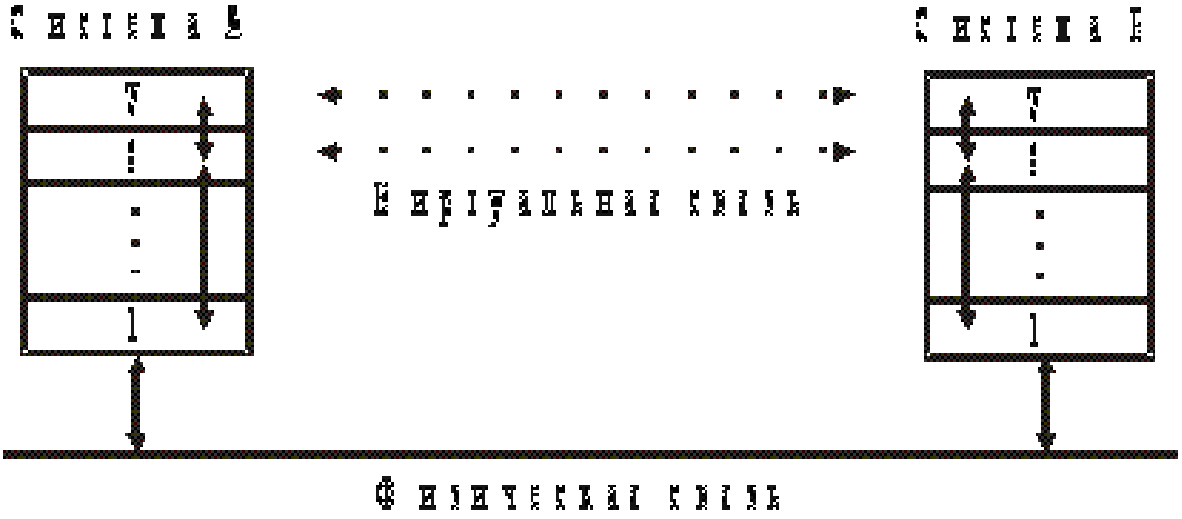


Рисунок 3.1 - Пример связи уровней OSI

Обмен управляющей информацией между соответствующими уровнями системы OSI осуществляется в виде «заголовков», добавляемых к информационной части. В принимающей системе осуществляется анализ этой

информации с последующим удалением соответствующего заголовка перед передачей на верхний уровень.

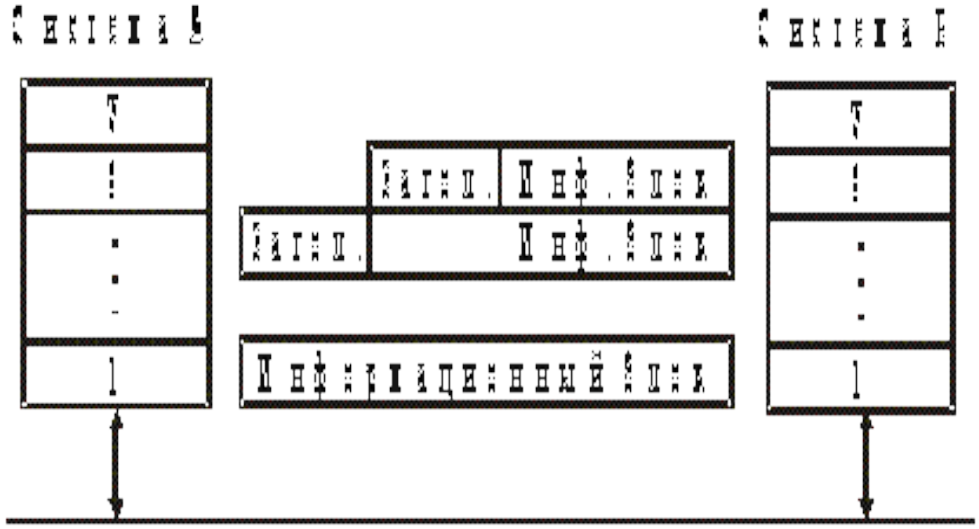


Рисунок 3.2

Каждый уровень имеет заранее заданный набор функций, которые он должен выполнить для проведения связи.

Прикладной уровень (уровень 7) – это самый близкий к пользователю уровень OSI. Он отличается от других уровней тем, что не обеспечивает услуг ни одному из других уровней OSI. Он обеспечивает услугами прикладные процессы, лежащие за пределами масштаба модели OSI. Прикладной уровень идентифицирует и устанавливает наличие предполагаемых партнеров для связи, синхронизирует совместно работающие прикладные процессы, а также устанавливает и согласовывает процедуры устранения ошибок и управления целостностью информации. Прикладной уровень также определяет, имеется ли в наличии достаточно ресурсов для предполагаемой связи.

Представительный уровень (уровень 6) отвечает за то, чтобы информация, посылаемая из прикладного уровня одной системы, была читаемой для прикладного уровня другой системы. При необходимости представительный уровень осуществляет трансляцию между множеством форматов представления информации путем использования общего формата представления информации.

Сеансовый уровень (уровень 5) устанавливает, управляет и завершает сеансы взаимодействия между прикладными задачами. Сеансы состоят из диалога между двумя или более объектами представления. Сеансовый уровень синхронизирует диалог между объектами представительного уровня и управляет обменом информации между ними. Кроме того, сеансовый уровень предоставляет средства для отправки информации, класса услуг и

уведомления в исключительных ситуациях о проблемах сеансового, представительного и прикладного уровней.

Транспортный уровень (уровень 4). Функцией транспортного уровня является надежная транспортировка данных через сеть. Предоставляя надежные услуги, транспортный уровень обеспечивает механизмы для установки, поддержания и упорядоченного завершения действия каналов, систем обнаружения и устранения неисправностей транспортировки и управления информационным потоком (с целью предотвращения переполнения системы данными из другой системы).

Сетевой уровень (уровень 3) - это комплексный уровень, который обеспечивает возможность соединения и выбор маршрута между двумя конечными системами. Поскольку две конечные системы, желающие организовать связь, может разделять значительное географическое расстояние и множество подсетей, сетевой уровень является доменом маршрутизации. Протоколы маршрутизации выбирают оптимальные маршруты через последовательность соединенных между собой подсетей.

Канальный уровень (уровень 2) обеспечивает надежный транзит данных через физический канал. Выполняя эту задачу, канальный уровень решает вопросы физической адресации (в противоположность сетевой или логической адресации), топологии сети, линейной дисциплины (каким образом конечной системе использовать сетевой канал), уведомления об ошибках, упорядоченной доставки блоков данных и управления потоком информации.

Физический уровень (уровень 1) определяет электротехнические, механические, процедурные и функциональные характеристики установления, поддержания и разъединения физического канала между конечными системами.

3.2 Основные сведения о сетях электросвязи

Сеть связи - совокупность технических средств, обеспечивающих передачу и распределение сообщений. Принципы построения сетей связи зависят от вида передаваемых и распределяемых сообщений.

В настоящее время применяют следующие принципы построения (топологии) сетей:

Телеграфные сети строятся по радиально-узловому принципу с учетом административно-территориального деления страны. Оконечными пунктами телеграфной сети являются либо отделения связи, либо телеграфные абоненты, обладающие телеграфной аппаратурой. Сеть имеет три уровня узловых пунктов: районные, областные и главные. Сеть передачи данных имеет схожую структуру. Сеть факсимильной связи строится на базе телефонной сети.

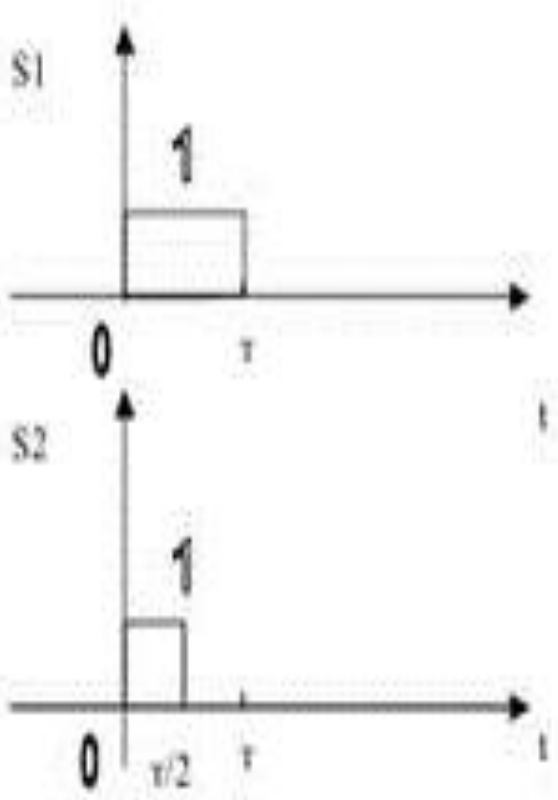


Рисунок 3.3- Элементарные сигналы соответствующие NRZ (SI) и RZ(S2)

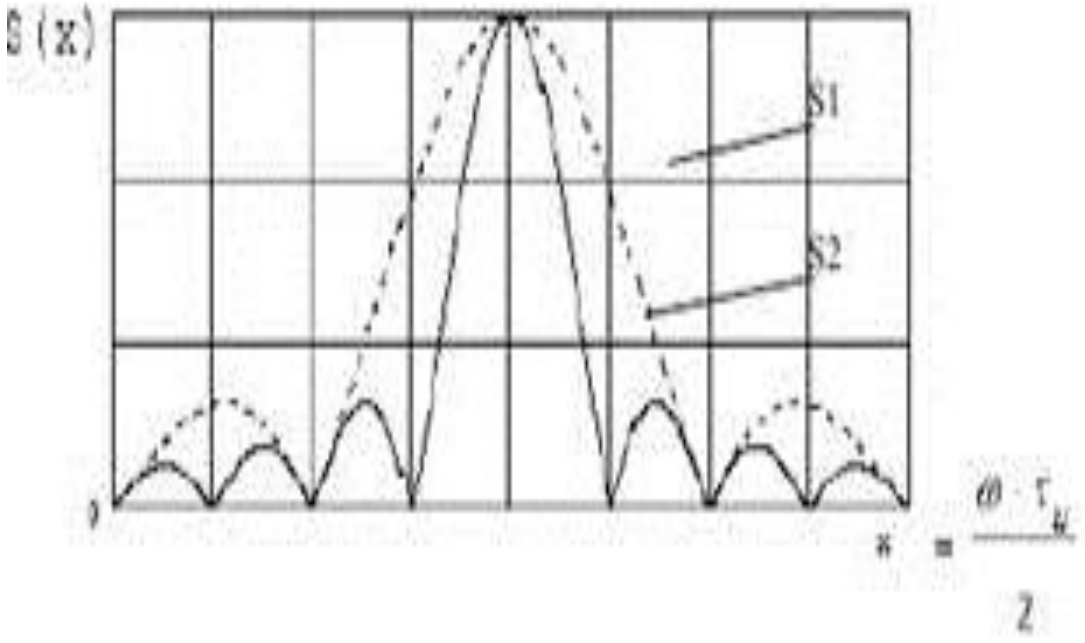


Рисунок 3.4- Спектры элементарных сигналов, соответствующих NRZ (SI) и RZ(S2) кодам

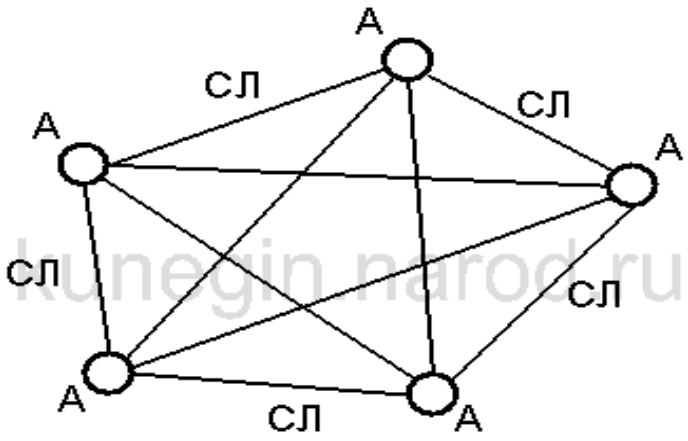
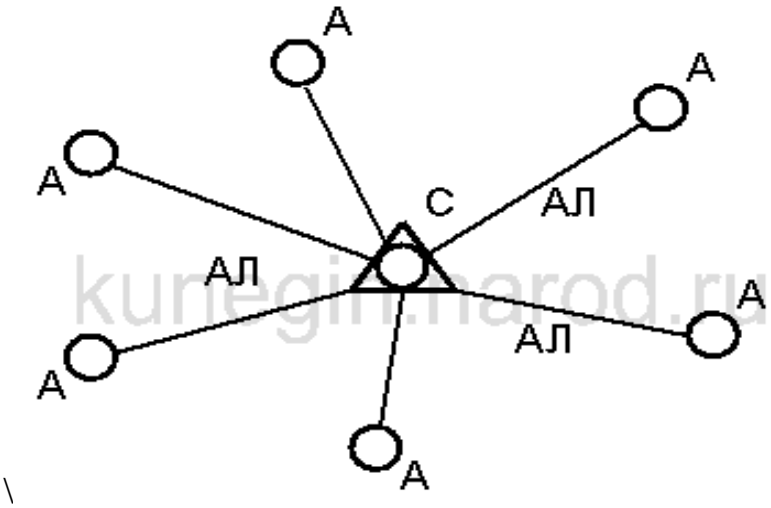


Рисунок 3.5 - Абоненское устройство
СЛ-соединительная линия

"Каждый с каждым". Сеть надежна, отличается оперативностью и высоким качеством передачи сообщений.

На практике применяется при небольшом числе абонентов.

Если произойдет обрыв одной из соединительных линий, то это не повлияет на общую работоспособность сети, т.к. существует множество обводных маршрутов следования информации.



\

А-абонентское устройство
АЛ-абонентская линия
С-станция

Рисунок 3.6

Используется при ограниченном числе абонентских пунктов, расположенных на небольшой территории. Пример, организация сети связи между абонентами и АТС. Недостаток заключается в том, что если

произойдет поломка центрального узла, то нарушается работа всего узла связи в целом.

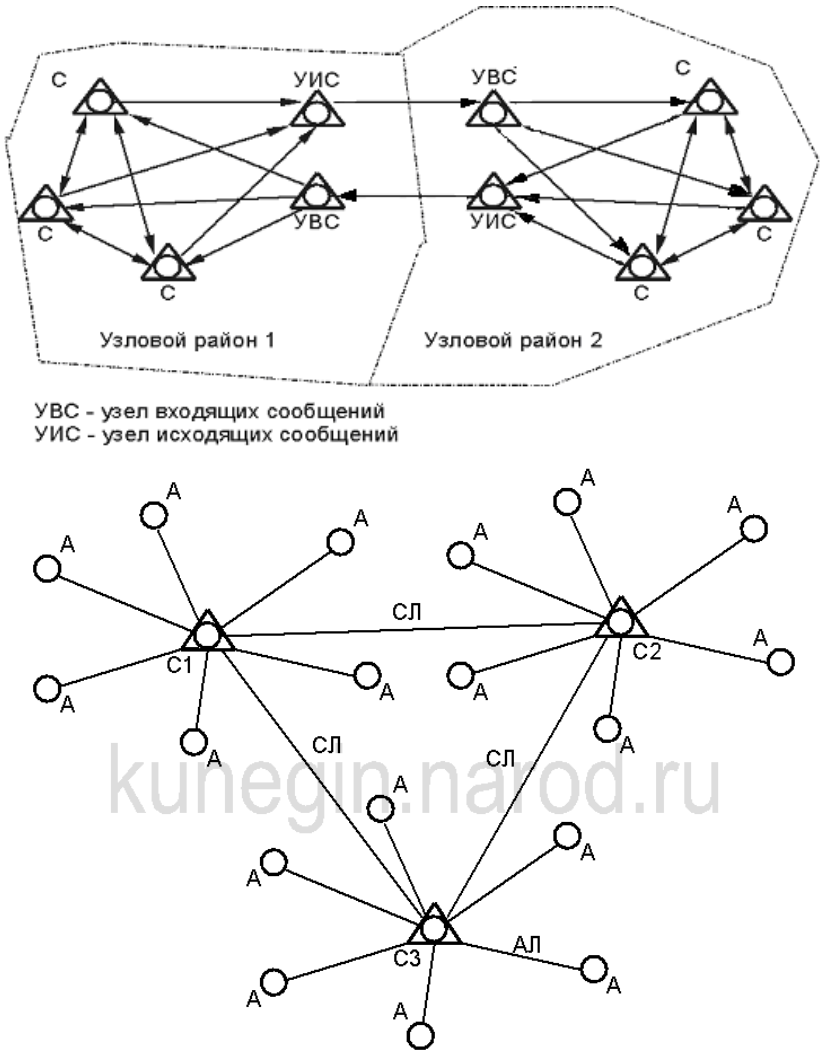


Рисунок 3.7

- радиально-узловой. Такую структуру имеют городские телефонные сети, если емкость сети не превышает 80...90 тысяч абонентов;
- радиально-узловой с узловыми районами. Используется при построении телефонных сетей крупных городов. Достижение указанных технических результатов обеспечивается представлением информации в виде цифровых компактных канальных кодовых групп с применением при передаче по линиям связи и при объединении цифровых потоков самосинхронизующегося избыточного фазового кода с кодовыми интервалами, равными целочисленным количествам позиций кодовой последовательности двоичных символов (в дальнейшем - "фазовый код"), применением сформированных с включением запрещенных кодовых комбинаций фазового кода "маркерных" и "холостых" канальных кодовых групп, применением буферной памяти, выдающей при чтении записанные в нее канальные кодовые группы в очередности, повторяющей очередность их

kunegin.narod.ru

записи в нее, а в случае отсутствия в ней запрошенной кодовой группы определенного канала выдающей "холостую" канальную кодовую группу, применением для канальных интервалов "виртуальной" нумерации и применением корректировки тактовой частоты объединенного потока при недостаточности его пропускной способности относительно любого из исходных потоков.

При последовательной передаче по линии связи цифрового сигнала, не сопровождающегося отдельным сигналом синхронизации, применение кода, обладающего свойством самосинхронизации, т.е. принципиально позволяющего извлекать синхросигнал из передаваемого фазокодированного сигнала независимо от его информационного содержания, является, по мнению автора, единственно эффективным средством, обеспечивающим правильное его считывание в условиях неидентичности исходной фазово-частотной настройки передатчика и приемника или нестабильности по этим параметрам их характеристик.

Для информации, выраженной в таких кодах, способы и средства автоподстройки под входной сигнал и формирования последовательности синхроимпульсов, соответствующих входному сигналу, для его считывания известны, и представлены, наряду с другими источниками информации, в следующих трех патентах России.

1. Патент N 2042264, "Управляемый генератор импульсной последовательности".

2. Патент N 1779300, "Способ автоподстройки частоты подстраиваемого генератора".

3. Патент N 2068217, "Способ синхронизации подстраиваемого генератора импульсной последовательности с сигналом, фазокодированным количеством периодов импульсов несущей частоты".

Первый из патентов содержит ориентированный на реализацию в технологии чисто цифровых микросхем без дополнительных элементов аналоговой техники и без внешних генераторов фазируемый генератор, управляемый по частоте цифровым сигналом.

Второй из патентов содержит цифровой способ фазовой автоподстройки частоты, ориентированный на реализацию средствами чисто цифровой техники.

Третий из патентов содержит способ цифровой автоподстройки по частоте и фазе, расширяющий пределы допустимых рассогласований по частоте до значений, при которых накопление ошибки фазового рассогласования на протяжении кодового интервала фазокодированного сигнала может достигать величин, измеряемых количеством полных периодов импульсов тактовой для кодовой последовательности символов частоты (кодовой "несущей частоты") этого фазокодированного сигнала. Этот способ автоподстройки тоже предназначен для реализации средствами чисто цифровой техники.

Возможность реализации чисто цифровыми средствами всех функций, связанных с автоподстройкой по частоте и фазе под входной фазокодированный сигнал обеспечивает выполнение функциональных узлов устройств приема и декодирования информации в единой технологии производства чисто цифровых микросхем совместно с другими узлами обработки цифрового сигнала, что в условиях характерной для многоканальной связи массовости таких устройств является существенным технически и экономически.

На основе свойства избыточности фазового кода формируют, с включением в кодовые группы его запрещенных кодовых комбинаций, опознаваемые в потоке непосредственно, по индивидуальным признакам, принципиально не встречающиеся в нормальной информационной фазокодированной последовательности, но соответствующие требованиям кода по длине кодовых интервалов, константные неинформационные канальные кодовые группы, которые канонизуют и используют в системе связи в качестве "маркерных канальных кодовых групп" (далее - "МККГ"), предназначенных для хронирования и структурной разметки фазокодированного потока, и, одну из них, в качестве "холостой канальной кодовой группы" (далее - "ХККГ"), предназначенной для согласования скоростей потоков при их объединении путем включения ее в объединенный поток в функции замедляющей вставки.

ХККГ формируют путем размещения запрещенных кодовых комбинаций на некоторых из двоичных позиций кодового слова, равного по длине выраженной в фазовом коде информационной канальной кодовой группе, с добавлением до полной разрядности слова (с соблюдением норм фазового кода по длине кодовых интервалов) других комбинаций кодовых символов, индивидуализирующих именно эту (в данном случае, ХККГ) канальную кодовую группу. При этом в каждом конкретном выбранном фазовом коде учитывают частные условия, обеспечивающие защищенность фазокодированного цифрового потока от возникновения кодовых комбинаций, представляющих собой ложные кодовые группы конфигурации, соответствующей ХККГ или любой из МККГ.

МККГ формируют так же, как ХККГ. Кроме того, МККГ могут сопровождаться дополнительными кодовыми группами в других, служебных, канальных интервалах, образующими таким образом сложные маркирующие поток кодовые комбинации.

При объединении потоков канальные кодовые группы исходного потока, подлежащие включению в объединенный поток, поочередно записывают в буферную память, организованную таким образом, что при выборке из нее для включения в объединенный поток канальной кодовой группы определенного канала исходного потока она преобразует в фазовый код и выдает на выход из записанных в нее кодовых групп того же канала очередную в их взаимной внутриканальной очередности, повторяющей очередность их записи в память, а при отсутствии в ней еще не считанных

канальных кодовых групп этого канала выдает на выход ХККГ, которую считывают и включают в объединенный поток взамен недостающей канальной кодовой группы исходного потока, считывание которой и включение в объединенный поток осуществляют в вышеуказанном очередном порядке после ее поступления из исходного потока и записи в буферную память.

Длина циклов и сверхциклов в объединенном потоке, выраженная количеством канальных интервалов, при этом сохраняется, а канальная информация распределяется на их большем количестве, что означает понижение скорости объединенного потока относительно исходных потоков, содержащих эти каналы, до величин, обеспечивающих их упорядоченное размещение в объединенном потоке в едином масштабе времени.

В случае противоположного соотношения скоростей потоков, приводящего к накоплению в буферной памяти канальных кодовых групп, не востребованных для включения в объединенный поток, согласование скоростей осуществляют путем увеличения тактовой частоты объединенного потока при накоплении в буферной памяти заведомо определенного критического количества не считанных канальных кодовых групп любого из каналов любого исходного потока. Кратковременное соотношение скоростей этой полярности увеличения тактовой частоты объединенного потока не требует, т.к. в этом случае согласование осуществляется только за счет емкости памяти без изменения режима ее работы.

При разнополярности рассогласования скоростей объединенного потока с различными исходными потоками имеет место параллельное совмещение согласования скоростей обеих направленностей.

При последующем разделении объединенного потока и формировании исходящих потоков порожденное безучетным введением в объединенный поток дополнительных канальных интервалов (содержащих ХККГ) искажение фактической нумерации канальных интервалов, содержащих передаваемые данные и служебную информацию, относительно нумерации, принципиально предопределенной заданной структурой объединенного потока, устраняют путем присвоения этим канальным интервалам "виртуальной" нумерации, которую образуют путем последовательного счета фактических канальных интервалов объединенного потока относительно опорных для нумерации канальных интервалов, содержащих МККГ, с исключением из счета интервалов, содержащих ХККГ.

Кроме того, сущность изобретения заключается в том, что цифровые компактные канальные кодовые группы организуют в виде байтов, а для фазового кодирования применяют известный фазовый код MFM, принципиально позволяющий информацию и сигнал синхронизации совмещать в единой последовательности однотипных импульсов, распределенных во времени с кодовыми интервалами, из которой при считывании сигнала информация и сигнал синхронизации при любом информационном содержании фазокодированного сигнала могут быть

раздельно выделены с использованием средств автоподстройки по частоте и фазе, что позволяет считывать информационный сигнал, переданный без сопровождения его отдельным сигналом синхронизации.

Нормы кодирования кода MFM определяют минимальное количество нулей между единицами в фазокодированной последовательности двоичных символов, равное одному, и максимальное количество, равное трем.

В коде MFM каждая позиция информации, представленной последовательностью двоичных символов, выражается посредством "зоны бита", состоящей из двух считываемых слева направо двоичных позиций (первую называем "нечетной", вторую - "четной"), в которой информационная единица выражается кодом "01", а информационный ноль - кодом "10", если четная позиция предыдущей зоны бита содержит ноль, или кодом "00", если четная позиция предыдущей зоны бита содержит единицу. При этом распределение кодов между информационными нулем и единицей несущественно и может быть противоположным.

Из вышесказанного видно, что сравнительно с исходной информационной двоичной последовательностью количество двоичных позиций при ее фазокодировании возрастает вдвое, что влечет при фазокодировании удвоение тактовой частоты, Однако, особенность кода такова, что минимальная длительность периода между единицами в фазокодированном сигнале равна двум тактам, что вдвое больше минимальной длительности периода между единицами в информационном кодируемом сигнале, что уравнивает физическую плотность импульсов в этих сигналах и сближает технические возможности их передачи по линейному тракту.

Кроме указанных выше кодовых комбинаций, предназначенных для отображения передаваемой информации, код имеет одну, начинающуюся с нечетной позиции, запрещенную кодовую комбинацию 1000, которая соответствует нормам кодирования по длине входящего в нее кодового интервала, но принципиально не встречается в нормальной кодовой последовательности символов, отображающей информацию, что позволяет использовать ее в качестве "парольной метки" в МККГ и ХККГ, качественно отличающей эти кодовые группы в общем фазокодированном потоке.

В условиях байтовой организации компактных канальных цифровых кодовых групп при применении кода MFM наиболее эффективными для ХККГ и МККГ являются, по мнению автора, 16-разрядные кодовые группы 0100010010001010 и 0100010010001001.

МККГ и ХККГ опознают в потоке при чтении путем последовательного попозиционного выделения 16-разрядных двоичных комбинаций и сравнения их с вышеуказанными константами безотносительно к подразделенности кодовых позиций по четности, на которую настроено устройство считывания сигнала. При совпадении этих комбинаций становится определенным правильный порядок четности в кодированном потоке, т.к. он соответствует

порядку, свойственному опознанной в потоке МККГ или ХККГ, состоящей из восьми зон бита, каждая из которых начинается с нечетной кодовой позиции.

Первая из указанных канальных кодовых групп по своей структуре принципиально не может образовать ложные МККГ или ХККГ в сочетании с любым нормальным контекстом как непосредственно перед ней, так и непосредственно за ней, и дополнительных средств защиты от таких ложных комбинаций не требует.

Вторая из указанных канальных кодовых групп обладает такой же защищенностью от ложных комбинаций МККГ и ХККГ по отношению к нормальному контексту, непосредственно предшествующему этой канальной кодовой группе. В сочетании же с последовательностью символов 0001001 или 0001010, следующей непосредственно за группой, образуется ложная МККГ или ХККГ с распределенностью кодовых позиций по четности, противоположной той, в которой сигнал закодирован.

Для защиты от этого ложного опознания МККГ или ХККГ должен быть введен запрет на опознание в том случае, когда признаки опознания возникают раньше истечения длительности канальной кодовой группы после предыдущего опознания.

Вышеуказанные кодовые группы, предназначенные для МККГ и ХККГ, допускают непосредственное соседство между собой в любых комбинациях и количествах без ограничений.

Необходимым условием для правильного дефазокодирования сигнала, представленного в коде MFM, является правильное распределение по четности позиций дефазокодируемой кодовой последовательности двоичных символов, соответствующее тому распределению, с которым информация кодировалась.

При правильном распределении по четности кодовая группа 10001, начинающаяся с четной позиции, является нормальной кодовой группой с максимальным кодовым интервалом, выражающей двоичную информацию 101, встречающейся в нормальном информационном сигнале в большом количестве, в то время как та же группа, но начинающаяся с нечетной позиции, содержит запрещенную кодовую комбинацию, и встречается в потоке только в тех местах, куда она была искусственно, вопреки правилам кодирования, введена в качестве составной части МККГ или ХККГ, что встречается в передаваемом сигнале значительно реже. Этот фактор может служить основой для определения в фазокодированном сигнале правильной четности символьных позиций путем сравнения соотношения количеств информационных и запрещенных кодовых групп с тремя нулями между единицами в каждом из двух вариантов распределения позиций по четности.

Другой способ установления правильной четности при чтении заключается в опознании в кодовой последовательности тех кодовых групп, в которых распределение по четности заведомо известно, и распространении этого порядка четности на всю последовательность. Для этой цели используют МККГ и ХККГ.

Оба вышеуказанных способа установления четности применяют как индивидуально, так и совместно, для взаимного контроля. Кроме того, сущность изобретения заключается в том, что в буферной памяти для каждого из подлежащих включению в объединенный поток каналов каждого исходного потока выделена секция, которая содержит N "запоминающих регистров" (ЗР) для буферного хранения последних по порядку поступления из исходного потока канальных кодовых групп одного канала, в которые эти кодовые группы по мере поступления последовательно записывают с выборкой регистров, которую формируют путем последовательного циклического перебора номеров всех ЗР секции.

Каждой секции памяти сопоставлен "индикатор пустоты секции, посредством которого фиксируют при обращении к секции в режиме чтения одновременное присутствие нулей во всех разрядах ИР, и, в случае совпадения по нулям, что свидетельствует об отсутствии во всех ЗР секции записанных, но еще не считанных канальных кодовых групп относящегося к ней канала, на выход секции выдают ХККГ, а в случае отсутствия в разрядах ИР совпадения по нулям считывают из ЗР, преобразуют в фазокодированный вид и выдают на выход секции очередную канальную кодовую группу исходного потока. При этом для считывания выбирают ЗР, соответствующий разряду ИР, содержащему единицу, следующему по циклическому порядку номеров после того разряда, в который осуществлялась последняя в этом ИР запись нуля.

Каждой секции памяти сопоставлен "индикатор заполнения секции", посредством которого суммируют при каждом обращении к секции в режиме чтения одновременно присутствующие в разрядах ИР единицы, сравнивают сумму с заведомо заданной максимальной величиной, и, при достижении суммой этой величины, выдают с выхода секции сигнал недостаточности пропускной способности объединенного потока, предназначенный для инициации увеличения его тактовой частоты, ускоряющего поток и увеличивающего таким образом его пропускную способность.

3.3 Цифровая обработка сигналов

Изобретение предназначено для передачи цифровой информации в системах связи с источниками и приемниками цифрового сигнала, не согласованными по частоте и фазе. Техническим результатом изобретения является создание такого способа, который не требует сопровождения корректирующих временных интервалов дополнительной служебной информацией и позволяет существенно расширить диапазон допустимых отклонений от определенного номинала частотно-фазовых параметров передаваемых цифровых потоков и диапазон допустимых величин рассогласования скоростей потоков при их объединении с потерями при этом пропускной способности группового тракта, определяемыми только временными интервалами, непосредственно корректирующими собою разницу в скоростях объединяемых потоков.

В способе информацию передают компактными канальными кодовыми группами в самосинхронизующемся избыточном фазовом коде и считывают по синхросигналу, извлекаемому из передаваемого фазокодированного цифрового потока средствами автоподстройки по частоте и фазе. На основе избыточности кода формируют детерминированно опознаваемые в цифровом потоке константные канальные кодовые группы, некоторые из которых используют для хронирования и структурной разметки передаваемого потока, а одну из них используют в функции замедляющей вставки для согласования скоростей потоков при их объединении. При недостаточности пропускной способности объединенного потока для любого из объединяемых скорости потоков согласуют путем увеличения тактовой частоты объединенного потока.

Наиболее близким к изобретению является способ асинхронной передачи цифровых потоков в многоканальной системе связи с временным разделением каналов, имеющий широкое распространение, описанный в учебнике для высших учебных заведений под редакцией В.И.Иванова "Цифровые и аналоговые системы передачи", Москва, "Радио и связь", 1995 год, и других источниках информации по этой тематике.

Известный способ заключается в том, что в многоканальной системе связи с временным разделением каналов при объединении потоков цифровую информацию исходного (подлежащего объединению) потока в процессе ее поступления записывают в буферную память, откуда ее поочередно считывают в моменты, отведенные ей в объединенном потоке, и включают в его соответствующие временные интервалы. При этом ошибку фазового рассогласования между потоками при достижении ею критического значения устраняют, в зависимости от полярности рассогласования, одним из двух способов: "положительное согласование скоростей потоков", когда скорость исходного потока ниже скорости объединенного потока, и "отрицательное согласование скоростей потоков", когда она выше скорости объединенного потока.

При положительном согласовании ошибку фазового рассогласования между потоками при достижении ею критического значения устраняют путем добавления в объединенный поток не информационного временного интервала с последующим в пункте приема изъятием его из потока и восстановлением соответствия полученного сигнала информационному содержанию исходного потока, что осуществляют на основании информации о наличии этого временного интервала, переданной по служебному каналу.

При отрицательном согласовании скоростей ошибку рассогласования компенсируют изъятием из считанной последовательности одной из импульсных позиций и передачей содержащегося в ней двоичного символа по дополнительному каналу с последующим возвращением его в последовательность в приемном устройстве по информации, переданной по служебному каналу.

Свойственная известному способу необходимость сопровождать каждую позицию корректировки дополнительной служебной информацией влечет связанные с этим потери пропускной способности группового тракта, которые значительно возрастают при увеличении степени скоростной рассогласованности объединяемых потоков.

По этим причинам способ-прототип применяется только для цифровых потоков, называемых "плезиохронными" ("как бы синхронными"), чрезвычайно взаимоблизкими по фазово-частотным характеристикам.

Заявляемый способ асинхронной передачи цифровых потоков не требует сопровождения корректирующих временных интервалов дополнительной служебной информацией и позволяет существенно расширить диапазон допустимых отклонений от определенного номинала частотно-фазовых параметров передаваемых цифровых потоков и диапазон допустимых: величин рассогласования скоростей потоков при их объединении с потерями при этом пропускной способности группового тракта, определяемыми только временными интервалами, непосредственно корректирующими собою разницу в скоростях объединяемых потоков.

Достижение указанных технических результатов обеспечивается представлением информации в виде цифровых компактных канальных кодовых групп с применением при передаче по линиям связи и при объединении цифровых потоков самосинхронизующегося избыточного фазового кода с кодовыми интервалами, равными целочисленным количествам позиций кодовой последовательности двоичных символов (в дальнейшем - "фазовый код"), применением сформированных с включением запрещенных кодовых комбинаций фазового кода "маркерных" и "холостых" канальных кодовых групп, применением буферной памяти, выдающей при чтении записанные в нее канальные кодовые группы в очередности, повторяющей очередность их записи в нее, а в случае отсутствия в ней запрошенной кодовой группы определенного канала выдающей "холостую" канальную кодовую группу, применением для канальных интервалов "виртуальной" нумерации и применением корректировки тактовой частоты объединенного потока при недостаточности его пропускной способности относительно любого из исходных потоков.

При последовательной передаче по линии связи цифрового сигнала, не сопровождающегося отдельным сигналом синхронизации, применение кода, обладающего свойством самосинхронизации, т.е. принципиально позволяющего извлекать синхросигнал из передаваемого фазокодированного сигнала независимо от его информационного содержания, является, по мнению автора, единственно эффективным средством, обеспечивающим правильное его считывание в условиях неидентичности исходной фазово-частотной настройки передатчика и приемника или нестабильности по этим параметрам их характеристик.

3.4 Асинхронная передача цифровых потоков

Первый из патентов содержит ориентированный на реализацию в технологии чисто цифровых микросхем без дополнительных элементов аналоговой техники и без внешних генераторов фазируемый генератор, управляемый по частоте цифровым сигналом.

Второй из патентов содержит цифровой способ фазовой автоподстройки частоты, ориентированный на реализацию средствами чисто цифровой техники.

Третий из патентов содержит способ цифровой автоподстройки по частоте и фазе, расширяющий пределы допустимых рассогласований по частоте до значений, при которых накопление ошибки фазового рассогласования на протяжении кодового интервала фазокодированного сигнала может достигать величин, измеряемых количеством полных периодов импульсов тактовой для кодовой последовательности символов частоты (кодовой "несущей частоты") этого фазокодированного сигнала. Этот способ автоподстройки тоже предназначен для реализации средствами чисто цифровой техники.

Для информации, выраженной в таких кодах, способы и средства автоподстройки под входной сигнал и формирования последовательности синхроимпульсов, соответствующих входному сигналу, для его считывания известны, и представлены, наряду с другими источниками информации, в следующих трех патентах России.

1. Патент N 2042264, "Управляемый генератор импульсной последовательности".
2. Патент N 1779300, "Способ автоподстройки частоты подстраиваемого генератора".
3. Патент N 2068217, "Способ синхронизации подстраиваемого генератора импульсной последовательности с сигналом, фазокодированным количеством периодов импульсов несущей частоты".

Длина циклов и сверхциклов в объединенном потоке, выраженная количеством канальных интервалов, при этом сохраняется, а канальная информация распределяется на их большем количестве, что означает понижение скорости объединенного потока относительно исходных потоков, содержащих эти каналы, до величин, обеспечивающих их упорядоченное размещение в объединенном потоке в едином масштабе времени.

В случае противоположного соотношения скоростей потоков, приводящего к накоплению в буферной памяти канальных кодовых групп, не востребованных для включения в объединенный поток, согласование скоростей осуществляют путем увеличения тактовой частоты объединенного потока при накоплении в буферной памяти заведомо определенного критического количества не считанных канальных кодовых групп любого из каналов любого исходного потока. Кратковременное соотношение скоростей этой полярности увеличения тактовой частоты объединенного потока не

требует, т.к. в этом случае согласование осуществляется только за счет емкости памяти без изменения режима ее работы.

При разнополярности рассогласования скоростей объединенного потока с различными исходными потоками имеет место параллельное совмещение согласования скоростей обеих направленностей.

При последующем разделении объединенного потока и формировании исходящих потоков порожденное безучетным введением в объединенный поток дополнительных канальных интервалов (содержащих ХККГ) искажение фактической нумерации канальных интервалов, содержащих передаваемые данные и служебную информацию, относительно нумерации, принципиально предопределенной заданной структурой объединенного потока, устраняют путем присвоения этим канальным интервалам "виртуальной" нумерации, которую образуют путем последовательного счета фактических канальных интервалов объединенного потока относительно опорных для нумерации канальных интервалов, содержащих МККГ, с исключением из счета интервалов, содержащих ХККГ.

Кроме того, сущность изобретения заключается в том, что цифровые компактные канальные кодовые группы организуют в виде байтов, а для фазового кодирования применяют известный фазовый код MFM, принципиально позволяющий информацию и сигнал синхронизации совмещать в единой последовательности однотипных импульсов, распределенных во времени с кодовыми интервалами, из которой при считывании сигнала информация и сигнал синхронизации при любом информационном содержании фазокодированного сигнала могут быть раздельно выделены с использованием средств автоподстройки по частоте и фазе, что позволяет считывать информационный сигнал, переданный без сопровождения его отдельным сигналом синхронизации.

Нормы кодирования кода MFM определяют минимальное количество нулей между единицами в фазокодированной последовательности двоичных символов, равное одному, и максимальное количество, равное трем.

В коде MFM каждая позиция информации, представленной последовательностью двоичных символов, выражается посредством "зоны бита", состоящей из двух считываемых слева направо двоичных позиций (первую называем "нечетной", вторую - "четной"), в которой информационная единица выражается кодом "01", а информационный ноль - кодом "10", если четная позиция предыдущей зоны бита содержит ноль, или кодом "00", если четная позиция предыдущей зоны бита содержит единицу. При этом распределение кодов между информационными нулем и единицей несущественно и может быть противоположным.

Из вышесказанного видно, что сравнительно с исходной информационной двоичной последовательностью количество двоичных позиций при ее фазокодировании возрастает вдвое, что влечет при фазокодировании удвоение тактовой частоты, Однако, особенность кода такова, что минимальная длительность периода между единицами в

фазокодированном сигнале равна двум тактам, что вдвое больше минимальной длительности периода между единицами в информационном кодируемом сигнале, что уравнивает физическую плотность импульсов в этих сигналах и сближает технические возможности их передачи по линейному тракту.

Кроме указанных выше кодовых комбинаций, предназначенных для отображения передаваемой информации, код имеет одну, начинающуюся с нечетной позиции, запрещенную кодовую комбинацию 1000, которая соответствует нормам кодирования по длине входящего в нее кодового интервала, но принципиально не встречается в нормальной кодовой последовательности символов, отображающей информацию, что позволяет использовать ее в качестве "парольной метки" в МККГ и ХККГ, качественно отличающей эти кодовые группы в общем фазокодированном потоке.

В условиях байтовой организации компактных канальных цифровых кодовых групп при применении кода MFM наиболее эффективными для ХККГ и МККГ являются, по мнению автора, 16-разрядные кодовые группы 0100010010001010 и 0100010010001001.

МККГ и ХККГ опознают в потоке при чтении путем последовательного попозиционного выделения 16-разрядных двоичных комбинаций и сравнения их с вышеуказанными константами безотносительно к подразделенности кодовых позиций по четности, на которую настроено устройство считывания сигнала. При совпадении этих комбинаций становится определенным правильный порядок четности в кодированном потоке, т.к. он соответствует порядку, свойственному опознанной в потоке МККГ или ХККГ, состоящей из восьми зон бита, каждая из которых начинается с нечетной кодовой позиции.

Первая из указанных канальных кодовых групп по своей структуре принципиально не может образовать ложные МККГ или ХККГ в сочетании с любым нормальным контекстом как непосредственно перед ней, так и непосредственно за ней, и дополнительных средств защиты от таких ложных комбинаций не требует.

Вторая из указанных канальных кодовых групп обладает такой же защищенностью от ложных комбинаций МККГ и ХККГ по отношению к нормальному контексту, непосредственно предшествующему этой канальной кодовой группе. В сочетании же с последовательностью символов 0001001 или 0001010, следующей непосредственно за группой, образуется ложная МККГ или ХККГ с распределенностью кодовых позиций по четности, противоположной той, в которой сигнал закодирован.

Для защиты от этого ложного опознания МККГ или ХККГ должен быть введен запрет на опознание в том случае, когда признаки опознания возникают раньше истечения длительности канальной кодовой группы после предыдущего опознания.

Вышеуказанные кодовые группы, предназначенные для МККГ и ХККГ, допускают непосредственное соседство между собой в любых комбинациях и количествах без ограничений. Каждой секции памяти сопоставлен "индикатор

заполнения секции", посредством которого суммируют при каждом обращении к секции в режиме чтения одновременно присутствующие в разрядах ИР единицы, сравнивают сумму с заведомо заданной максимальной величиной, и, при достижении суммой этой величины, выдают с выхода секции сигнал недостаточности пропускной способности объединенного потока, предназначенный для инициации увеличения его тактовой частоты, ускоряющего поток и увеличивающего таким образом его пропускную способность.

Необходимым условием для правильного дефазокодирования сигнала, представленного в коде MFM, является правильное распределение по четности позиций дефазокодируемой кодовой последовательности двоичных символов, соответствующее тому распределению, с которым информация кодировалась.

При правильном распределении по четности кодовая группа 10001, начинающаяся с четной позиции, является нормальной кодовой группой с максимальным кодовым интервалом, выражающей двоичную информацию 101, встречающейся в нормальном информационном сигнале в большом количестве, в то время как та же группа, но начинающаяся с нечетной позиции, содержит запрещенную кодовую комбинацию, и встречается в потоке только в тех местах, куда она была искусственно, вопреки правилам кодирования, введена в качестве составной части МККГ или ХККГ, что встречается в передаваемом сигнале значительно реже.

Этот фактор может служить основой для определения в фазокодированном сигнале правильной четности символьных позиций путем сравнения соотношения количеств информационных и запрещенных кодовых групп с тремя нулями между единицами в каждом из двух вариантов распределения позиций по четности.

Другой способ установления правильной четности при чтении заключается в опознании в кодовой последовательности тех кодовых групп, в которых распределение по четности заведомо известно, и распространении этого порядка четности на всю последовательность. Для этой цели используют МККГ и ХККГ.

Оба вышеуказанных способа установления четности применяют как индивидуально, так и совместно, для взаимного контроля. Кроме того, сущность изобретения заключается в том, что в буферной памяти для каждого из подлежащих включению в объединенный поток каналов каждого исходного потока выделена секция, которая содержит N "запоминающих регистров" (ЗР) для буферного хранения последних по порядку поступления из исходного потока канальных кодовых групп одного канала, в которые эти кодовые группы по мере поступления последовательно записывают с выборкой регистров, которую формируют путем последовательного циклического перебора номеров всех ЗР секции.

4 Расчетная часть

4.1 Расчет шумов оконечного оборудования (Шумы дискретизации)

Практически во всех ЦСП используется равномерная дискретизация сигналов во времени, то есть дискретизация с постоянным периодом $T_д$, а отклонение от этого, периода Δt_i носят случайный характер. Эти отклонения приводят к изменению формы принимаемого сигнала, как это показано, на рисунке 1, что субъективно воспринимается как характерная помеха, называемая шумами дискретизации.

Величины, Δt_i определяются главным образом низкочастотными фазовыми флуктуациями импульсов, вызванными неточностью работы линейных регенераторов, и нестабильностью задающих генераторов станции передачи. Если величину отклонения, вызванного нестабильностью задающих генераторов, обозначить как $\alpha_д$, а вызванного фазовыми флуктуациями, как $\beta_д$, то считая, что между ними отсутствует статистическая связь, можно показать, что мощность шумов дискретизации на переприемном участке не будет превышать :

$$P_{ш.д} \le \pi^2 U_c{}^2 (a_д{}^2 + b_д{}^2) \qquad (4.1)$$

причем U_c - эффективнее напряжение сигнала.

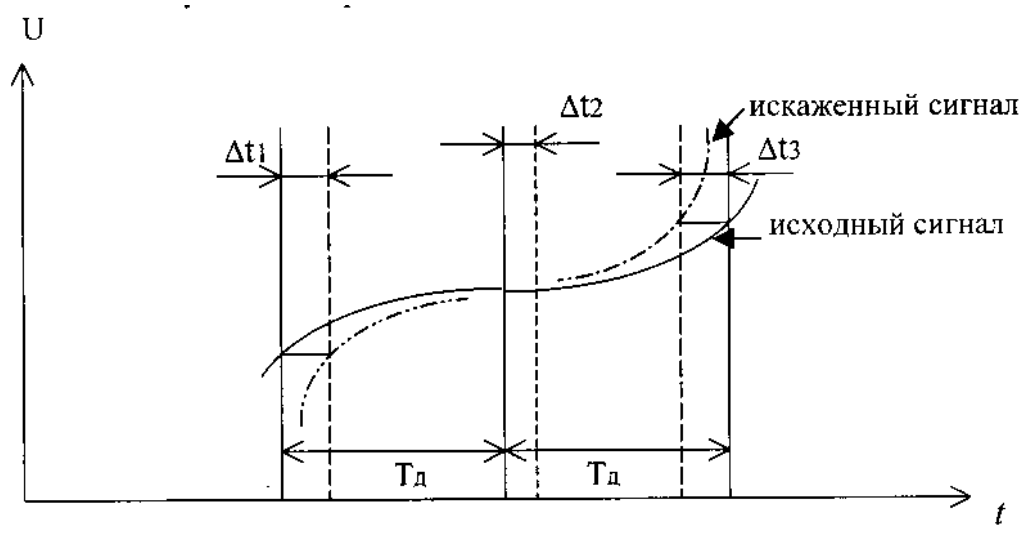


Рисунок 4.1- Изменение формы принимаемого сигнала при изменении периода дискретизации

Поскольку $\omega = 2\pi / T_д$, то, введя относительные отклонения периода $a_д = \alpha_д / T_д$ и $b_д = \beta_д / T_д$, можно записать формулу для мощности шумов дискретизации:

$$P_{ш.д} \le \pi^2 U_c{}^2 (a_д{}^2 + b_д{}^2)$$

В этом случае защищенность сигнала от шумов дискретизации запишется как

$$A_{зд} \ge 10Ig\left[\pi^2 \left(a_д{}^2 + в_д{}^2\right)\right]^{-1} \qquad (4.2)$$

В основном цифровом канале (ОЦК) с переприемами защищенность снизится на 10 lg ($n_{пп.}$ + 1), где $n_{пп}$ - общее число переприемов как по ТЧ, так и по цифровым потокам.

Экспериментально показано, что в канале ТЧ образованном на базе ОЦК ($T_д$ = 125 мкс), предельная величина Δt_i не должна превышать 810 нс [1]. Это соответствует .минимально допустимой защищенности от шумов дискретизации в канале ТЧ $A_{зд}$ = 34 дБ. Однако, номинальная цепь ОЦК первичной сети может содержать до 59 переприемов, к числу которых следует добавить два возможных переприема на абонентских участках. Таким образом, $n_{пп}$ может достигать 61, а $A_{зд}$ в канале образованном на базе ОЦК без переприемов, должна быть не менее

$$A_{з.треб.макс} = 34 + 10\lg(61+1) \approx 52 дБ$$

Общее число переприёмов вычисляется по формуле:

$$n_{пп} = (l_м / l_р) - 1 \qquad (4.3)$$

где $l_м$ - длинна местного участка; $l_{р-}$ длинна регенерационного участка – 1,5- 2,7.

$$n_{пп} = (5000 / 2{,}3) - 1 = 2172.9;$$

Для ОЦК данного канала ТЧ (структура которого определена в задании на проектирование) определяется требуемая защищенность от шумов дискретизации

$$A_{з.треб.} = A_{з.треб.макс} - 10\lg(n_{пп} + 1) = 52 - 10\lg(n_{пп} + 1) \qquad (4.4)$$

где $A_{з.\ треб\ макс}$- 52 дБ;

$n_{пп}$ - общее число переприемов как по ТЧ.

$$A_{з.треб.} = 52 - 10\lg(2172.9 + 1) = 18.7 \text{ дБ}$$

Определим сумму квадратов относительных нестабильностей генераторного оборудования для всех участков данного ОЦК $a^2_{д\Sigma}$ (значения относительных нестабильностей равны $5\cdot10^{-5}$, $3\cdot10^{-5}$, $2\cdot10^{-5}$, $1{,}5\cdot10^{-5}$ для генераторного оборудования первичных, вторичных, третичных и четвертичных ЦСП соответственно);

$$a_{д\Sigma} = 5\cdot10^{-5} + 3\cdot10^{-5} + 1.5\cdot10^{-5} = 9.5\cdot10^{-5}\text{дБ}.$$

$$a_{д\Sigma}{}^2 = (9.5\cdot10^{-5})^2 = 9\cdot10^{-9}\text{дБ}.$$

Определим допустимую относительную величину отклонения из-за НЧ фазовых - флуктуации ($b_д$) на отдельном участке ОЦК (считаем, что $b_д$ одинаковы для всех участков)

$$b_д \le \left[\left(\left(10^{-0{,}1A_{з.треб.}} \Big/ \pi^2 + a^2{}_д\Sigma\right) \Big/ (n_{пп}+1)\right)\right]^{1/2} \qquad (4.5)$$

где, $a_{д\Sigma}$- сумма квадратов относительных нестабильностей генераторного оборудования для всех участков данного ОЦК.

$$b_д \le \left[\left(\left(10^{-0{,}1*18.3} \Big/ 3.14^2 + 9*10^{-9}\right) \Big/ (2172.9+1)\right)\right]^{1/2} = 0.0008$$

Зная необходимые параметры найдем мощность шумов дескритизации:

$$P_{ш.д} \le 3.14^2 \cdot 2.12^2 \cdot ((1.5\cdot10^{-5})^2 + 0.0008^2) = 0.000028\ \text{Вт}$$

По величине $b_д$ находим относительную величину фазовой флуктуации импульсов $B_{фф}$ в линейных трактах на каждом из участков (местном, внутризоновом и магистральном). Относительная величина фазовой флуктуации импульсов $B_{фф}$ во столько раз больше $b_д$, во сколько тактовая частота $f_т$ сигнала в соответствующем линейном тракте больше частоты дискретизации $f_д$ = 8 кГц.

Относительная величина фазовой флуктуации импульсов $B_{фф}$ вычисляется по формуле:

$$Bфф = (f_т / f_д) \cdot bд \qquad (4.6)$$

где *f*т- тактовая частота сигнала в соответствующем линейном тракте; *f*д - частота дискретизации.

На местном участке

На местном участке применена ЦСП ИКМ-30 с тактовой частотой $f_т$=2048 кГц.

$$\text{Вфф} = (2048/8) \cdot 0.0008 = 0.2048 \text{ дБ}$$

На внутризоновом участке

На внутризоновом участке применена ИКМ-480 с тактовой частотой $f_т$=34368 кГц.

$$\text{Вфф} = (34368/8) \cdot 0.0008 = 3.4368 \text{ дБ}$$

На магистральном участке

На магистральном участке применена ИКМ-1920 с тактовой частотой $f_т$=139264 кГц.

$$\text{Вфф} = (139264/8) \cdot 0.0008 = 13.926 \text{ дБ}$$

4.2 Определение уровня шумов квантования в ЦСП

В ЦСП в результате квантования сигнала по уровню возникают ошибки, поскольку реальные мгновенные значения сигнала округляются до разрешенных уровней квантования. Эти ошибки, суммируясь с исходным сигналом, воспринимаются как флуктуационные шумы с равномерной спектральной плотностью.

В случае равномерного квантования, когда каждый шаг квантования имеет величину, ΔU_p, мощность шума квантования в полосе частот канала ΔF равна 3,1 кГц

$$P_{ш.к.} = \left(\Delta U^2{}_p \Big/ 12 \right) \left(2\Delta F \Big/ f_д \right), \qquad (4.7)$$

При равномерном квантовании:

$$P_{ш.к.} = \left((0{,}00038)^2 \Big/ 12 \right) \left(2 \cdot 3.1 \cdot 10^3 \Big/ 8 \cdot 10^3 \right) = 9{,}3 нВт$$

При неравномерном квантовании:

$$P_{ш.к.} = \left((0{,}00019)^2 \Big/ 12 \right) \left(2 \cdot 3.1 \cdot 10^3 \Big/ 8 \cdot 10^3 \right) = 2{,}3 нВт$$

где $f_д$ - частота дискретизации сигнала(8 кГц).

Очевидно, чем меньше шаг квантования, тем меньше и $Р_{шк}$, но при этом число шагов квантования должно быть пропорционально больше, чтобы охватить весь динамический диапазон сигнала. Поскольку число шагов квантования связано с разрядностью кода, а следовательно, и со скоростью передачи, необходимо оценить прежде всего динамический диапазон квантуемого сигнала. Для этого воспользуемся экспериментально найденными статистическими законами распределения динамических уровней (волюмов) и мгновенных значений сигнала.

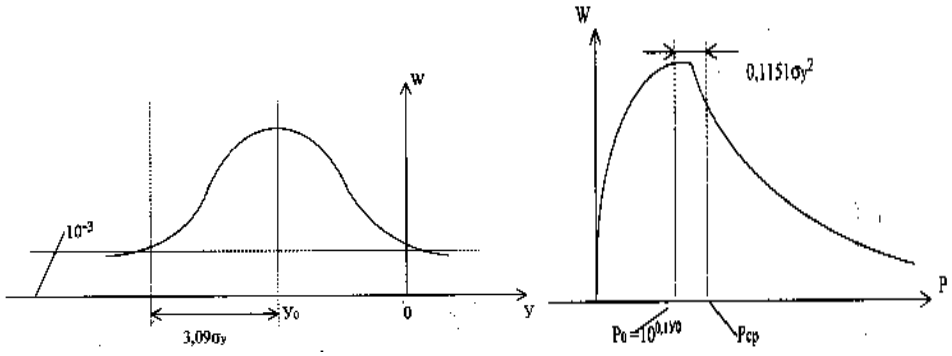
Известно, что плотность вероятности распределения волюмов соответствует гауссовскому закону распределения (рисунок 2.2 а)

$$W(y) = \frac{1}{\sigma_y \sqrt{2\pi}} \exp[-(y - y_0)^2 / 2\sigma_y]$$

где y_0 - среднее значение волюма, дБ, σ_y - его среднеквадратическое отклонение, 2 дБ

График плотности распределения мощностей соответствующих динамическим уровням, показан на рисунке 2.2 б, его максимум соответствует волюму, но значение средней модности $Р_{ср}$ очевидно, смещено вправо, поскольку мощности не принимают отрицательных значений. Из математической статистики известно, что уровень средней мощности может быть подсчитан по формуле:

$$P_{ср} = y_0 + \left(\ln 10 / 20\right)\sigma_y^{\,2} = y_0 + 0{,}1151\sigma_y^{\,2} \qquad (4.8)$$



а) гауссовский закон

б) график плотности распределения мощностей, соответствующим динамическим уровням

Рисунок 4.2 - Распределение вероятности волюмов

Мгновенные значения речевых сигналов распределены по закону, близкому к двустороннему экспоненциальному

$$W(u) = (\alpha / 2)\exp(-\alpha|u|),$$

причем часто считают, что $\alpha \approx \sqrt[3]{2/U_c}$

где U_c – эффективное значение сигнала (рисунок 4.3).

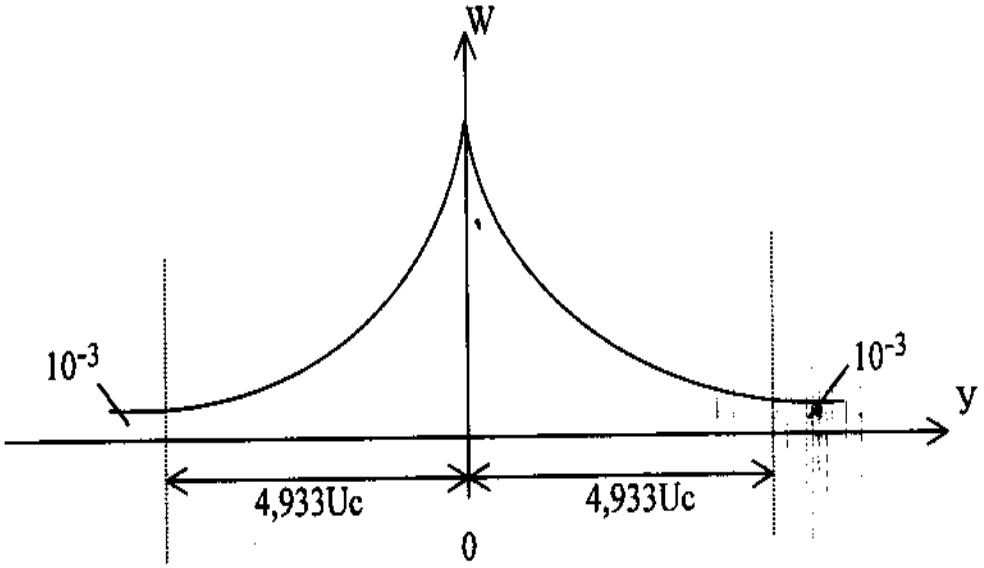


Рисунок 4.3 - Закон распределения мгновенных значений сигнала

Будем считать максимальным значением сигнала $U_{макс}$ то, которое может быть превышено с вероятностью, не более 10^{-3}. Тогда

$$10^{-3} = 0{,}5\exp(-\alpha|U_{макс}|), \qquad U_{макс} = 4{,}933U_c$$

Отношение:

$$Q_{пик} = 20\lg\left(\frac{U_{макс}}{U_c}\right) = 10\lg\left(\frac{P_{макс}}{P_{ср}}\right) = P_{макс} - P_{ср} = 18 дБ$$

называется пикфактором. Таким образом:

$$P_{\max} = P_{ср} + Q_{пик} \qquad (4.9)$$

Согласно рекомендациям МСЭ (МККТТ) следует принимать $P_{макс}$ для ЦСП равным +3 дБ0.

Заметим, что кодеры конструируют обычно так, что их напряжение ограничения соответствует максимальному напряжению сигнала, то есть

$$U_{огр} = U_{макс} = 0{,}7746 \cdot 10^{0{,}05 P_{макс}},\ B$$

Очевидно, что для волюмов, превышающих среднее значение, должны резко возрастать помехи из-за шумов ограничения. Однако, здесь, видимо, сказывается психологический фактор - при слишком большой громкости, сопровождаемой искажениями, абоненты начинают говорить тише. При малых волюмах такая "саморегулировка" невозможна и поэтому расчет ведется для минимального, сигнала, который соответствует минимальному напряжению минимального волюма. Минимальный волюм $y_{мин}$ определяется как

$$y_{мин} = y_0 - 3{,}09\sigma_y \qquad (4.10)$$

где 3,09 - аргумент интеграла вероятности, указывающий, что случай $y<y_{мин}$ может наблюдаться с вероятностью $\leq 10^{-3}$. Учитывая двусторонний экспоненциальный закон распределения мгновенных значений сигнала (ведь и сигнал самого малого волюма должен быть обработан и передан с необходимо высоким качеством), получаем окончательно:

$$P_{мин} = y_{мин} - Q_{пик},$$

а с учетом (4), (5) и (6) находим динамический диапазон сигнала:

$$D_c = P_{макс} - P_{мин} = 2Q_{пик} + 3{,}09\sigma_y + 0{,}115\sigma_y{}^2 \qquad (4.11)$$

$$D_c = 2 \cdot 22 + 3{,}09 \cdot 2 + 0{,}115 \cdot 2^2 = 50.64$$

Величина шага квантования:

$$\Delta U_p = 2U_{огр} / N_{кв} \qquad (4.12)$$

При равномерном квантовании:

$$\Delta U_p = 2 \cdot 2{,}12 / 2^{13.45} = 0{,}00038$$

При неравномерном квантовании:

$$\Delta U_p = 2 \cdot 2{,}12 / 2^{14.45} = 0{,}00019$$

где $N_{кв}$ - число шагов квантования, причем $N_{кв} = 2^{mp}$; m_p - число разрядов двоичного кода при равномерном квантовании:

$$m_p^{'} = \frac{A_{зк.в.мин} + D_c - 8.4}{6} = \frac{38.5 + 50.64 - 8.4}{6} = 13.45$$

При неравномерном квантовании:

$$m_p^{''} = \frac{A_{зк.в.макс} + D_c - 8.4}{6} = \frac{44.5 + 50.64 - 8.4}{6} = 14.45$$

Тогда минимальная защищенность от шумов квантования (для наименьших сигналов) с учетом псофометрического коэффициента $К_п$ = 0,75, полосы канала ТЧ ΔF = 3,1 кГц и частоты дискретизации $f_д$ = 8 кГц составит:

$$\begin{aligned} A_{з.кв.} &= 10\lg\left[P_{мин} / \left(P_{к.ш} K_п^{\,2}\right)\right] = 10\lg \frac{U^{2}_{огр} 10^{-0,1B_c} 12 f_д}{\left(2U_{огр} / 2^{mp}\right)^2 K_п^{\,2} 2\Delta F} = \\ &= 10\lg(3/2) + 10\lg\left(f_д / \Delta F_д\right) - 20\lg K_п - D_c + m_p 20\lg 2 = 6m_p - D_c + 8.4 = \\ &= 6 \cdot 13.45 - 50.64 + 8.4 = 38.46 дБ \end{aligned} \qquad (4.13)$$

При использовании нелинейного кодирования с характеристикой компадирования А 87,6 /13 шаг квантования $\Delta U_н$ постоянен внутри каждого сегмента и увеличивается в 2 раза при переходе к каждому следующему сегменту, номер которого больше 1.

4.3 Определение шумов незанятого канала в ЦСП

При отсутствии входных телефонных сигналов на входе кодера действуют слабые помехи, к которым относятся, например, собственные шумы и переходные помехи, остатки плохо подавленных импульсов, управляющих приемопередатчиками и т. п. Если к тому же характеристика кодера в силу нестабильности параметров его узлов и питающих напряжений окажется смещенной так, что уровень левого входного сигнала будет совпадать с уровнем решения кодера (рисунок 2.4), то помеха с любой, сколь угодно малой амплитудой будет приводить к появлению кодовой комбинации, отличной от нулевой.

В этом случае входной сигнал декодера будет представлять собой импульсы прямоугольной формы с размахом $\Delta U_{но}$ (величины минимального шага квантования) и со случайными моментами перехода через нуль. Возникающие при этом шумы получили название шумов незанятого ("молчащего") канала.

Очевидно, что псофометрическая мощность этих шумов в ТНОУ на нагрузке 600 Ом определяется по формуле:

$$P_{ш.н.к} = \left(\Delta U_{но} / 2\right)^2 K_п^{\,2} \left[2\Delta F 10^{-12} / \left(600 f_д\right)\right] \qquad (4.14)$$

При равномерном квантовании:

$$P_{ш.н.к} = (0{,}00038/2)^2 \cdot 0{,}75^2 \cdot \left[2 \cdot 3{,}1 \cdot 10^{-12} / (600 \cdot 8)\right] = 26.23 \cdot 10^{-24}\, Вт$$

При неравномерном квантовании:

$$P_{ш.н.к} = (0{,}00019/2)^2 \cdot 0{,}75^2 \cdot \left[2 \cdot 3{,}1 \cdot 10^{-12} / (600 \cdot 8)\right] = 6.56 \cdot 10^{-24}\, Вт$$

Напоминаем, что $U_{но}$ - минимальный шаг при неравномерном квантовании, а при равномерном квантовании эту величину следует заменить на U_p - величину шага при равномерном квантовании.

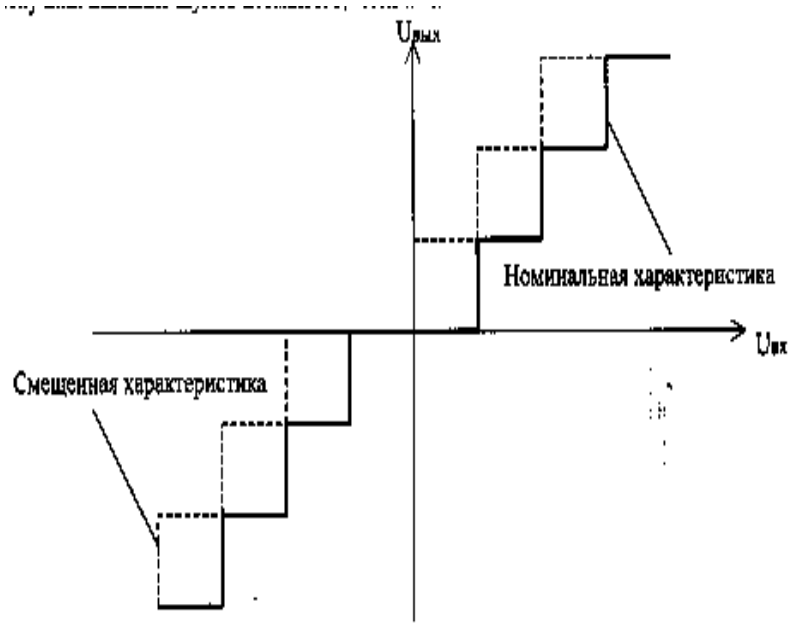


Рисунок 4.4 - Характеристика кодера при малых уровнях сигнала

Следует иметь ввиду, что несмотря на небольшую величину, шумы незанятого канала заметны для абонентов, поскольку не происходит их "маскировки" передаваемыми сигналами. По рекомендациям МСЭ (МККТТ) мощность шумов незанятого канала должна быть менее 320 пВт0п или их уровень не должен превышать значения -65 дБм0п, что и следует проверить для рассчитываемой системы.

4.4 Определение инструментальных шумов в ЦСП

В процессе аналого-цифрового преобразования в оконечном оборудовании возникают шумы, определяемые отклонением характеристик преобразователя от идеальных. Указанные отклонения вызываются переходными процессами при формировании АИМ – группового сигнала и конечной точностью работы отдельных узлов кодера. Уровень

инструментальных шумов возрастает при увеличении скорости передачи и разрядности кода.

Мощность инструментальных шумов на единичном сопротивлении можно определить по формуле [4].

$$P_{и.ш} = \varepsilon^2 4^m \Delta U \qquad (4.15)$$

При равномерном квантовании:

$$P_{и.ш} = (6 \cdot 10^{-6})^2 4^{13.45} \cdot 0{,}00038 = 1{,}7 \cdot 10^{-6}\, Вт$$

При неравномерном квантовании:

$$P_{и.ш} = (3 \cdot 10^{-6})^2 4^{14{,}45} \cdot 0{,}00019 = 0{,}8 \cdot 10^{-6}\, Вт\,,$$

где ε - среднеквадратичное значение приведенной инструментальной погрешности преобразования; m – разрядность кода; ΔU - шаг квантования.

Для неравномерного квантования следует принимать минимальное значение $\Delta U_{но}$. Соотношение между шумами квантования и инструментальными шумами оказывается равным:

$$H = P_{ишш} / P_{кш} = 12\varepsilon^2 4^m = 0{,}06 \qquad (4.16)$$

В данном случае решается обратная задача - по заданному отношению 4 находится величина приведенной инструментальной погрешности:

$$\varepsilon = \sqrt{H /(12 \cdot 4^m)} \qquad (4.17)$$

При равномерном квантовании:

$$\varepsilon = \sqrt{0{,}06/(12 \cdot 4^{13.45})} = 6 \cdot 10^{-6}$$

При неравномерном квантовании:

$$\varepsilon = \sqrt{0{,}06/(12 \cdot 4^{14.45})} = 3 \cdot 10^{-6}$$

Величина Н для современной аппаратуры ЦСП не превышает нескольких сотых.

5 Бизнес план

5.1 Резюме

Значение многоканальной связи для развития телекоммуникаций и средств передачи данных очень высоко. В первую очередь возникает необходимость наиболее скоростного развертывания и гибкого управления услугами, предоставляемыми оборудованием.

Кроме того, возникает проблема увеличения емкости и помехозащищенности канала. Если говорить о помехозащищенности, то пространственное разделение с легкостью трансформируется в пространственную фильтрацию.

Всем вышеперечисленным требованиям в полной мере соответствуют системы SDH.

Передача информации стала ежедневной потребностью множества отечественных и зарубежных компаний, работающих в различных отраслях казахстанской экономики.

В данном дипломном проекте рассматривается и складываются из следующих особенностей процесса:

- принципы функционирования цифровых многоканальных систем передачи информации, методы оценки пропускной способности цифровых и аналоговых каналов;
- сокращения избыточности и способы помехоустойчивого кодирования;
- перспективные методы многоканальной передачи и распределения информации.

В ходе составления бизнес-плана разрабатываемого проекта были проведены исследования рынка, которые в свою очередь показали, что в данном случае наиболее экономически целесообразно использовать именно каналы спутниковой связи. Это объясняется тем, что во многих аспектах (морские, воздушные, автомобильные и железнодорожные) не доступны сети сотовой связи, это дает возможность привлечения новых потенциальных абонентов, как физических так и юридических лиц. На сегодняшний день существует высокая потребность в предоставлении качественных услуг по предоставлению голосовой связи а также передачи данных, GPS и Internet. Поэтому можно с большой долей уверенности сказать, что прогноз окупаемости системы реален.

5.1.1 Особенность проекта В ходе выполнения дипломной работы были проведены исследования, в результате чего были предложены мобильные спутниковые терминалы компактных размеров. Которые будут осуществлять голосовую связь по сети GSM и по спутниковой сети связи.

Одной из важнейших задач, решаемых разработанной сетью является расширение зоны покрытия сотовой связи компании, а также привлечения

новых абонентов и как следствие увеличение доходов компании от продажи услуг.

5.2 Маркетинг

5.2.1 Организация цифровых систем многоканальной передачи сообщений основаны на обширно развитых способах импульсно-кодовой модуляции и употребляют временной принцип разделения каналов. В многоканальной цифровой системе передачи сообщений с временным разделением каналов общий поток битов, передаваемый поочередно по полосы связи, временами ставится в соответствие отдельным каналам.

Если принять во внимание, что решение разрабатываемых спутниковых каналов для сотовой сети способно (благодаря своей гибкости и экономичности) значительно расширить круг потребителей этой услуги за счет привлечения компаний, а также то, что эта услуга будет постепенно вытеснять другие используемые ныне технологии.

Наряду с финансовыми оценками рынка весьма важными представляется достоверно оценить количество потенциальных потребителей этой услуги.

Практически в каждом сегменте казахстанской экономики (не только в сфере банковских услуг и сырьевых отраслях, как может показаться на первый взгляд) есть как минимум несколько компаний, испытывающих потребность в спутниковой мультисервисной территориально распределенной мобильной связи.

Выделим нашу целевую группу потребителей на уже существующем рынке. То есть, дадим общее описание основной категории клиентов, для которой будет предназначен проект.

Наша основная категория потребителей – это военные, воздушные, автомобильные и железнодорожные отрасли, а так же население проживающее в местности, не доступной другим видам связи.

Предполагаемая мотивация развития системы – данный проект позволяет осуществлять одновременную передачу данных и голоса, доступ к сети Internet, GPS отслеживание в любой точке страны.

Предложенный проект спутниковой связи универсален и актуален не только для Казахстанского рынка, но для всего постсоветского пространства и давно применяется в Европе, Америке и т.п.

5.2.2 Конкурентоспособность Потребители обычно воспринимают технологии, с помощью которых можно получить примерно одинаковый набор услуг, как альтернативные. Таким образом, средства спутниковой связи не существуют на ранке телекоммуникаций обособленно от других и конкурирует с рядом «наземных» технологий организации связи. Среди последних стоит упомянуть RadioEthernet, ВОЛС, РРЛ, GPRS и xDSL.

Основной аргумент в пользу спутниковых систем – возможность их использования в удаленных районах со сложным рельефом и жесткими

климатическими условиями. К преимуществам относятся и покрытие больших территорий, простота развертывания и модернизации.

С другой стороны, при использовании RadioEthernet и РРЛ возникают свои сложности – необходимость прямой видимости между узлами, сложность процедуры получения частотных назначений. Для GPRS и xDSL характерны трудности при развертывании сетевой инфраструктуры в труднодоступных районах и областях с жесткими климатическими условиями. Наилучшую скорость передачи данных и надежность обеспечивает ВОЛС, но их внедрение требует высоких затрат не только в районах с жесткими климатическими условиями, но и на территориях с хорошо развитой инфраструктурой. В крупных городах процесс согласования, связанный с прокладкой новых кабельных коммуникаций, зачастую превосходит по сложности процесс получения разрешений на установку земной космической станции.

5.2.3 Продвижение услуг

Следует придерживаться следующей политики: Осуществление рекламной деятельности, подчеркивая высокое качество связи, предоставляя такие услуги как:

- голосовая связь по сети GSM и по спутниковой сети связи;
- передача данных и факсимильных сообщений со скоростью: 2.4, 4.8, 9.6 кбит/сек;
- определение местоположения (GPS) и сохранение 10 положений GPS;
- интерфейс ПК для загрузки данных GPS и отслеживания местоположения;
- передача данных о местоположении GPS.

Цены на услуги связи будут дешевле, чем у конкурентов и при этом будет гарантированно соединение, включая часы пик, при высоком качестве связи. Успехом данной компании будет содействовать высокое сервисное обслуживание специалистами высокого класса по подключению, ремонту, настройке аппаратуры, т.е. в случае поломки оборудования приезд специалистов и замена неисправных модулей и восстановление соединения

Намечено четыре основных этапа реализации проекта:

- создание телекоммуникационной сети связи, включающей в себя ЗС, взятый в аренду ствол бортового ретранслятора и абонентское оборудование;
- дальнейшее расширение потенциальных возможностей системы расширение телекоммуникационной сети, осуществление передачи через другие спутники. В осуществлении описанного плана возможны следующие трудности: невозможность сразу привлечь необходимое число абонентов, что сразу не позволит получить необходимое число прибыли. Низкая абонентская плата, что также будет отрицательно влиять на получение прибыли;
- длительный срок осуществления плана;

- развертка активной рекламной компании, поддержка высокого уровня квалификации обслуживающего персонала, а также предъявив высокие требования к исправности работы бортового ретранслятора на испытаниях.

5.2.4 Ценообразование

Именно от гибкости и уровня тарифов, но новые услуги напрямую будет зависеть спрос на них и, соответственно скорость окупаемости инвестиций в дорогостоящей технологии.

Внедрение сети основанной на технологии iDirect 5IF будет параллельно эксплуатироваться с существующими сотовыми сетями. Для начала необходимо проанализировать действующую тарифную политику и используемые модели ценообразования операторов телекоммуникационных услуг связи.

Формирование тарифов на телекоммуникационные услуги связи, прежде всего основываются на объективной оценке затрат на создание.

Пакет услуг телекоммуникационного оператора должен включает в себя предоставление услуги связи между удаленными станциями, а также услуги международной и междугородней связи. Вкладывание финансовых средств в данный проект, способствует развитию спутниковой связи в нашем государстве, в частности высокоскоростной связи за счет использования цифровой спутниковой системы связи.

Соответственно тарифы операторов телекоммуникационных услуг будут складываться из затрат на предоставления контента услуг провайдерами, доля их дохода в совокупной стоимости предоставления услуг может достигать 60-90%. В свою очередь сам оператор телекоммуникационных услуг должен разрабатывать и предоставлять контент, для получения больших доходов и окупаемости сети.

5.3 Объем капитальных вложений (КВ)

Установку и обслуживание будут осуществлять местные специалисты, работающие в данной компании. Поставку всего необходимого оборудования будет осуществлять зарубежный партнер, являющийся одним из крупнейших мировых производителей оборудования ЗС. Для реализации данного проекта потребуется следующее оборудование.

Капитальные вложения включают в себя:

$$КВ \cdot КВОборуд = КВТранс \cdot КВДОиСМР \cdot КВСМ, \quad (5.1)$$

где *КВоборуд* - стоимость приобретаемого оборудования для функционирования данной системы связи;

КВТранс- стоимость транспортных расходов по доставке оборудования клиенту составляет 2%;

КВДОиСМР- стоимость дополнительного оборудования;

КВСМ- стоимость монтажных средств.

Таблица 5.1 - Капитальные вложения на приобретение оборудования

Наименование оборудования	Цена единицы оборудования, млн. тг.	Количество Оборудования, единиц	Сумма, млн. тг.
Передатчик ЗС	2,62	1	2,62
Приемник ЗС	0,655	1	0,655
Антенна ЗС iNetVu	0,655	1	0,655
Блок питания	0,262	1	0,262
Маршрутизатор	0,655	2	1,31
Удаленная станция SkyEdge (Gateway)	1,965	1	1,965
Удаленная станция SkyEdge	1,31	1	1,31
HUB iDirect SkyEdge	26,2	1	26,2
Стоимость всего оборудования			34,977

$$КВ_{Транс.} = 0{,}02 \cdot КВ_{Оборуд} \cdot 0{,}02 \cdot 34977000 \cdot 699540 \text{ тенге.}$$

Определим стоимость дополнительного оборудования $КВ_{ДОиСМР}$ (кабеля, изоляционная лента и т.д.) и монтажные работы, используя укрупненный метод и возьмем равным 3 % от стоимости оборудования.

$$КВ_{ДОиСМР} = 0{,}03 \cdot КВ_{Оборуд} \cdot 0{,}03 \cdot 34977000 \cdot 1049310 \text{ тенге,}$$

$$КВ_{СМ} = 0{,}03 \cdot К_{Обор} \cdot 0{,}03 \cdot 34977000 \cdot 1049310 \text{ тенге.}$$

Определим капитальные вложения по формуле (5.1).

$$КВ = 34977000 \cdot 1049310 \cdot 1049310 \cdot 699540 \cdot 37775160 \text{ тенге.}$$

Предполагаются следующие эксплуатационные расходы для обеспечения функционирования разработанной системы:

$$Эр = ФЗП \cdot А_О \cdot А_{РП} \cdot З_{Эл.Эн} \cdot Н_Р \cdot А_Р \cdot Н_{РЧ} \cdot О_{СН} \qquad (5.2)$$

где: Эр – эксплуатационные расходы на функционирование данной системы связи;

ФЗП – фонд заработной платы;

$А_О$ – амортизационные отчисления;

$А_{РП}$ – плата за аренду помещения;

$З_{Эл.Эн.}$ – расходы на электроэнергию;

$Н_Р$ – накладные расходы;

$А_Р$ – арендная стоимость ретранслятора;

$Н_{РЧ}$ – налог на использование спектра радиочастот;

$О_{СН}$ – отчисления на социальные нужды.

Таблица 5.2 – Расчет заработной платы

Должность	Численность персонала, человек	Оклад, тыс. тг/мес	Сумма, тыс. тг/мес
Операторы ЭВМ	2	50	100
Электромонтер	1	42	42
Менеджеры по продвижению и реализации услуг	1	45	45
Техники-электронщики	3	51	153
Итого			340

Заработная плата одного рабочего будет производиться за счет выручки от предоставления услуг связи.

Определим фонд заработной платы:

$$ФЗП = ФОТ + З_{Доп}, \qquad (5.3)$$

где: ФОТ – фонд оплаты труда;

$З_{Доп}$ – дополнительная заработная плата.

Соответственно фонд оплаты труда за год составит:

$$ФОТ=340000 \cdot 12=4080000 \text{ тенге.}$$

Дополнительная заработная плата составит 20%:

Здоп=0,2·4080000=816000 тенге.

Тогда по формуле (5.3) ФЗП составит.

ФЗП=4080000+816000=4896000 тенге.

Социальный налог 11% от ФЗП, пенсионные отчисления на облагаются социальным налогом:

$О_{СН}$=0,11·0,9·ФЗП=0,11·0,9·4896000=484704 тенге.

Амортизационные отчисления на систему связи возьмем 15%.

$А_О$= На(%)·Квл/100%=15·37775160/100= 5666274 тенге.

Аренда помещения, площадью 100 кв.м. по 1500 тг. за 1 кв.м в месяц:

$А_{рп}$=$П_{ар}$·S·T=1500·100·12=1800000 тенге/год,(5.4)

Расходы на электроэнергию для производственных нужд включают в себя расходы электроэнергии на эксплуатацию оборудования и дополнительные расходы.

$$З_{Эл.эн} = З_{обор.} + З_{доп.нуж.} \quad , \qquad (5.5)$$

$$З_{обор} = W \cdot T \cdot S \, . \qquad (5.6)$$

где W=15 кВт – потребляемая мощность;
T=8760 ч – время работы (за период в один год);
S – тариф за электроэнергию.

$З_{обор}$ = 15 ·8760 · 24,32 · 3195648 тг/год.

Затраты на дополнительные расходы принимаем по укрупненному показателю (в размере 5% от затрат на оборудование).

$З_{доп.нужд}$=0,05·$З_{обор.}$=0,05·3195648=159782тг/год (5.7)

Тогда:

$З_{эл.эн.}$ = 3195648 ·159782 · 3355430 тг/год.

Арендная стоимость одного ствола бортового ретранслятора за 3 года составляет 30274100 тг., данная сумма выплачивается ежегодно хозяину спутника, т.е. организации New Skies

$$Арс=100991366 тг/год,$$

Накладные расходы составять7%

$$Н=0,7 \cdot ФЗП=0,7 \cdot 4896000=3427200 \text{ тенге.} \quad (5.8)$$

Определим налог за использование радиочастотного спектра в бюджет Республики Казахстан. Спутниковая связь с HUB-технологией: 250 минимальных расчетных показателей (МРП=1852 тг.).

Соответственно платежи за использование спектра радиочастот составят:

$$Н_{Рч} = 1852 \cdot 250 = 463000 \text{ тенге,}$$

Таким образом, годовые эксплуатационные расходы составят:

$$Э_Р = 4896000 + 5666274 + 1800000 + 3355430 + 3427200 +$$

$$+10091366 + 463000 + 484704 = 30183974 \text{ тенге.}$$

Таблица 5.3 - Эксплуатационные расходы

Наименования затрат	Сумма за период, тыс.тг	Удельный вес, %
Фонд заработной платы	4896	16,2
Амортизационные отчисления	5666,274	18,8
Плата помещения за аренду	1800	6
Расходы на электроэнергию	3355,430	11,1
Накладные расходы	3427,2	11,4
Арендная стоимость ретранслятора	10091,366	33,4
Налог на использование спектра радиочастот	463	1,5
Отчисления на социальные нужды	484,704	1,6

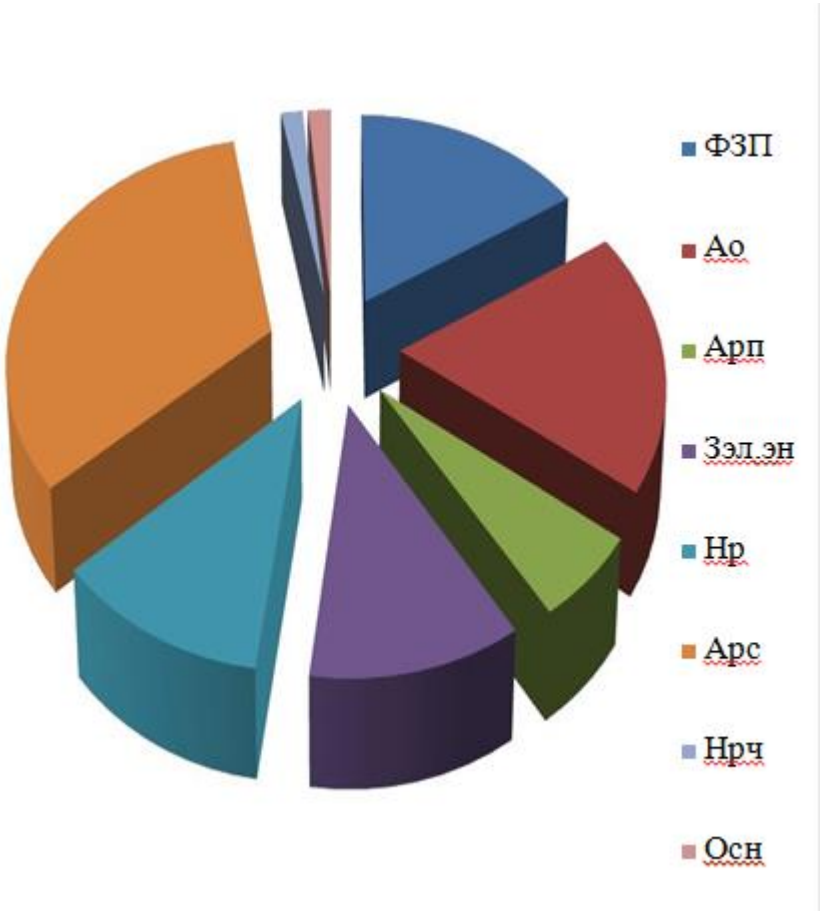


Рисунок 5.1 –Затраты на эксплуатационные расходы в процентном соотношении

5.3 Доходы компаний

Если данная компания будет приобретать телекоммуникационные услуги у местного оператора связи, то доходы оператора состоят из разовых и постоянных платежей клиентов, за установку и подключение оборудования 38750 тг. (1 терминал) и за постоянное использование цифровых каналов связи по следующим тарифам:

– голосовой сервис – 45 тг/мин;

– передача данных – 15 тг/1Мбит.

Сумма затрат на приобретение телекоммуникационных услуг:

$$З_{АР} = \sum зAPi$$

где i – голосовые услуги, передача данных.

Затраты на услуги голосового сервиса

$$З_{АР\ голос} \cdot n_{кан} \cdot n_{м.ч.} \cdot n_{ч.сут} \cdot n_{д.год} \cdot d_{гол.усл}, \quad (5.10)$$

где

$n_{кан}$ - число каналов связи ($n_{кан}$=5);
$n_{м.ч.}$ - количество минут в часе ($n_{м.ч.}$=60 мин);
$n_{ч.сут}$ - количество часов в сутках ($n_{ч.сут}$ =24 часа);
$n_{д.г\ од}$ - количество дней в году ($n_{д.г\ од}$=365 дней);
$d_{гол.уст.}$- стоимость одного звонка между абонентами удаленных станций внутри корпоративной сети ($d_{гол.усл}$.=45 тг/мин).

$$З_{АРголос} = 5 \cdot 60 \cdot 24 \cdot 365 \cdot 45 = 118260000 \quad \text{тенге.}$$

Затраты на услуги передачи данных:

$$З_{АР\ Int} = n_{кан} \cdot n_{м.ч.} \cdot n_{ч.сут} \cdot n_{д.год} = d\ Int,$$

Где

$n_{кан}$-число каналов связи ($n_{кан}$=5);
$n_{м.ч}$.-количество минут в часе ($n_{м.ч}$=60 мин);
$n_{ч.сут}$-количество часов в сутках ($n_{ч.сут}$=24 часа);
$n_{д.год}$-количество дней в году ($n_{д.год}$=365дней);
d Int - стоимость одного звонка между абонентами удаленных станций внутри корпоративной сети (d Int =15 тг/1Мбит).

$$З_{АР\ Int} = 5 \cdot 60 \cdot 24 \cdot 365 \cdot 15 = 39420000 \text{ тенге.}$$

Суммарные затраты:

$$З_{АР} = З_{АР\ голос} + З_{АР\ Int}, \quad (6.12)$$

Тогда:

$$З_{АР}=11826000+39420000=51246000 \text{ тенге.}$$

Расчет экономического эффекта:

Экономия от аренды является прибыль для компании и определяется по формуле:

$$\Delta Э_{Пр} = З_{АР} - Э_{Р} = 51246000 - 30183974 = 21062026 \text{ тенге}, \quad (5.13)$$

Данная экономия в затратах является прибылью предприятия, поэтому облагается налогом.

Корпоративный подоходный налог составляет 20% от балансной прибыли и определяется по формуле:

$$КНП = 0{,}2 \cdot \Delta Э_{Пр} = 0{,}2 \cdot 21062026 = 4212405 \text{ тенге}, \quad (5.14)$$

Чистая прибыль определяется по формуле:

$$П_{Рчист} = \Delta Э_{Пр} - КНП = 0{,}8 \cdot \Delta Э_{Пр}$$

$$П_{Рчист} = 0{,}8 \cdot 21062026 = 16849620 \text{ тенге}$$

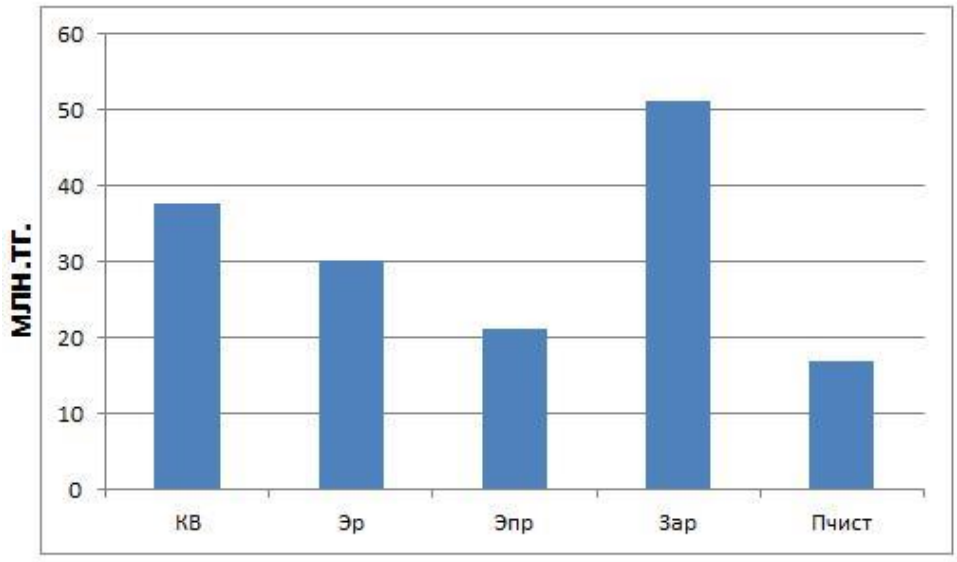


Рисунок 3.2 – Технико-экономические показатели проекта

Таблица 5.4 - Технико-экономические показатели проекта

Наименование	Стоимость, тыс.тг
Капитальные вложения	37775,16
Эксплуатационные расходы	30183,974
Экономия (прибыли) от аренды	21062,026
Затраты на аренду услуги связи	51246
Прибыль, остающаяся в распределении предприятия	16849,62
Итого	157116,78

Коэффициент общей – (абсолютной) экономической эффективности капитальных вложений - при строительстве нового объекта, предприятия рассчитываются по формуле:

$$Ер = Пчист/КВ, \quad (5.15)$$

$$Ер=16849620/\ 37775160 =0,45.$$

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

$$Т = 1/Е_Р=2,2 \text{ года}, \quad (5.16)$$

Коэффициент дисконтирования:

$$a_t = \frac{1}{(1+E)^t}$$

где Е=0,2 – норма дисконта;

t – номер шага расчета.

Накопленная величина дисконтированных доходов:

$$PV=Пчист \cdot a_t$$

$$PV_1=\frac{16849620}{(1+0.2)^1}=14041350$$

$$PV_2=\frac{16849620}{(1+0.2)^2}=11701125$$

$$PV_3=\frac{16849620}{(1+0.2)^3}=9750938$$

$$PV_4=\frac{16849620}{(1+0.2)^4}=8125781$$

$$PV_5=\frac{16849620}{(1+0.2)^5}=6771484$$

Общая накопленная величина дисконтированных доходов:

$$PV=\sum Pt/(1+E)^t$$

$$PV=PV_1+PV_2+PV_3+PV_4=43619194 \text{ тенге.}$$

Текущая стоимость проекта:

$$NPV=PV-КВ,$$

$$NPV=43619194-37775160=5844034.$$

Индекс рентабельности инвестиций:

$$PI=PV/КВ=43619194/37775160=1,16,$$

Если PI 1, то проект следует принять[15].

Показатель DPP:

$$DPP=3+\frac{2281747}{16849620 \cdot 0,48}=3,28$$

5.5.1 Вывод

Разработанный проект является явным примером эффективного внедрения сложных систем. Срок окупаемости с учетом дисконтирования составляет 3,28 лет, нормативный срок 5 лет. Из этого следует проект принять. Полученный благодаря внедрению проекта системы спутниковой связи, экономический эффект заключается в увеличении объема и качества телекоммуникационных услуг связи, а также привлечения новых абонентов сотовой связи.

6 Безопасность жизнедеятельности

6.1 Анализ условий труда

В данной дипломной работе мы производим проектирование телекоммуникационной системы на базе островных нефтедобывающих комплексов. Задачей проекта является создание полноценной телекоммуникационной сети для управления и эксплуатации энергетического комплекса, а также предоставления операционной связи и интернета. Помещение, в котором планируется установить оборудование, занимает площадь 14х6 высотой 4 метра. Предполагается создать изолированное помещение под рабочее место операторов телекоммуникационной сети, площадью 8х6 высотой 4 метра. В операторской будет находиться 2 человека, и ЭВМ необходимые для управления телекоммуникационной сетью, все остальное оборудование находиться в серверной.

Работы проводятся в помещениях с избытком явного тепла, то есть необходимо произвести расчет вентиляции в операторской. Устройство вентиляции в производственных и вспомогательных помещениях предприятий является обязательным.

Особых требований к освещению серверной не предъявляется, так как работы обслуживающего персонала имеют временный характер.

Оптимальные нормы параметров микроклимата должны соответствовать нормам ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны», указанным в таблице 6.1. В соответствии с ГОСТ 12.1.005-88 выбираем категорию работ по энергозатратам организма. Выберем категорию Iб для которой существуют следующие характеристики: энергозатраты 140-174 Вт (121-150 ккал/ч); работы, производимые сидя, стоя или связанные с ходьбой и сопровождающиеся некоторым физическим напряжением, ряд профессий в полиграфической промышленности и на предприятиях связи.

Таблица 6.1 - Оптимальные нормы параметров микроклимата

Категория работ	Энергозатраты организма, ккал/ч	Период года	Температура, ^{0}C	Скорость движения воздуха, м/с
1б	121-150	Холодный	21-23	0,1
		Теплый	22-24	0,2

Оптимальная относительная влажность колеблется в пределах 40-60%.

Согласно СНиП РК 2.04-05-2002 освещенность для кабинетов и рабочих комнат составляет 400 лк, что соответствует разряду зрительной работы Б-1.

Помещение операторской комнаты не имеет оконных проемов, поэтому необходимо применять только искусственное освещение.

При работе с периферийным оборудованием существует опасность поражения электрическим током, так как оно использует внутренние источники питания от сети общего пользования, напряжение в котором опасно для жизни персонала в случае повреждения вторичных электрических сетей и попадания потенциала на корпус устройств или прикосновения к токоведущим частям устройств. Поэтому для предупреждения поражения током обслуживающего персонала станции при работе с ЭВМ, необходимо предусмотреть средства защиты в первичных и вторичных системах электроснабжения.

Схема помещения с расположением рабочих мест операторов приведена на рисунке 6.2.

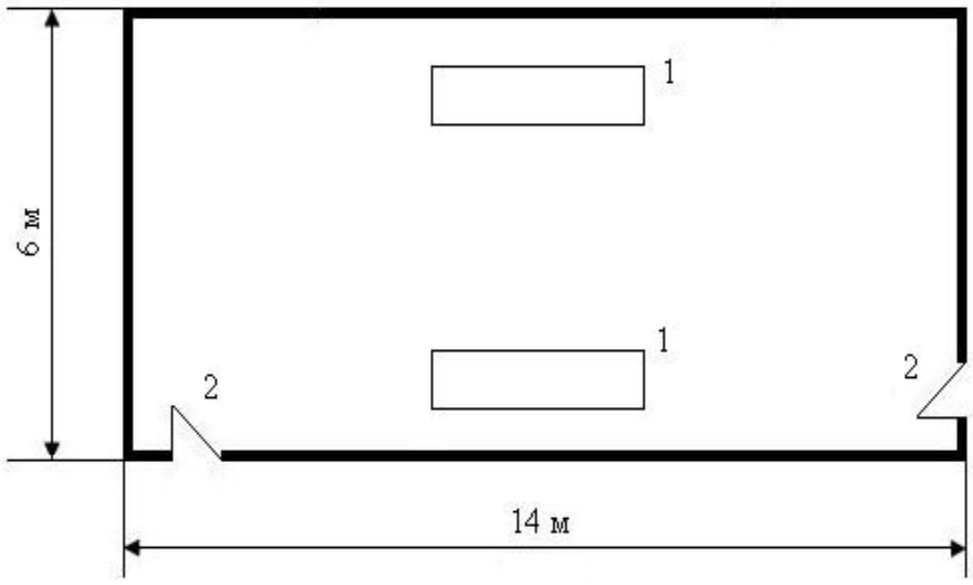


Рисунок 6.2- План помещения операторской

На схеме указано :

1) рабочее место операторов;

2) двери;

Исходя из выше сказанного, можно сделать вывод, что нам необходимо рассчитать следующие параметры:

- в комнате операторов, где постоянно находиться обслуживающий персонал необходимо рассчитать освещение;
- приточную вентиляцию операторской комнаты;
- схему защитного отключения ЭВМ.

6.2 Расчет освещенности рабочего места операторов

Правильно спроектированное освещение производственных помещений оказывает положительное психофизиологическое воздействие на работающих. На стадии проектирования основной задачей светотехнических расчетов является определение требуемой площади световых проемов при естественном освещении и мощности электрической осветительной установки - при искусственном.

Исходные данные:

Помещение имеет размеры:

Длина А-14м;

Ширина В-6м;

Высота Н-4м.

Высота рабочего места над уровнем пола $h_{раб}$=0,8м.

Коэффициенты отражения от стены $Р_{ст}$=10%, потолка $Р_{пот}$=50% и пола $Р_{пол}$=30% помещения.

Коэффициент запаса равен 1,5 согласно таблице 3.11.

Согласно СНиП РК 2.04-05-2002 освещенность для кабинетов и рабочих комнат составляет 400 лк, что соответствует разряду зрительной работы Б-1.

Выберем светильники ПВЛМ - 2х80 с люминесцентными лампами ЛБР80-1, мощностью 80 Вт и номинальным световым потоком 4160 лм.

Расчёт светового потока лампы будем производить методом коэффициента использования. Определим индекс помещения:

$$i = \frac{A \cdot B}{h_{расч} \cdot (A + B)} \qquad (6.3)$$

где

А - длина помещения, м;

В - ширина помещения, м;

$h_{расч}$ - высота подвеса светильника над рабочей поверхностью, м.

Определим расчетную высоты подвеса:

$$h_{расч}=H - (h_{рабпов} + h_{св}) \quad (6.4)$$

где $h_р$ - высота рабочей поверхности над полом равная 1.2 м

$$h_{расч}=4 - (0,8 + 1.2) = 2 \text{ м}$$

Полученное значение расчетной высоты подставим в формулу 6.3

$$i = \frac{14 \cdot 6}{2(14+6)} = 2.1$$

По полученному индексу помещения i = 2,1 и коэффициентам отражения потолка, стен и пола, а также учитывая выбранные светильники ПВЛМ - 2х80 принимаем коэффициент использования светового потока для люминесцентных ламп равным η = 53%. Количество ламп при необходимой освещенности Е=400 лк, можно найти из формулы:

$$N = \frac{E_н \cdot S \cdot Z \cdot K_з}{F \cdot \eta}, \quad (6.5)$$

где $E_н$ - наименьшая нормируемая освещенность, лк ;

$K_з$- коэффициент запаса, учитывающий старение ламп, запыление и загрязнение светильников выберем равным 1.5;

S - освещаемая площадь помещения, $м^2$;

z - коэффициент неравномерности освещения, z=1.1;

F - световой поток лампы, лм;

η - коэффициент использования светового потока.

Зная все необходимые параметры, найдем общее количество светильников:

$$N = \frac{400 \cdot 84 \cdot 1,1 \cdot 1,5}{4160 \cdot 2 \cdot 0,53} = 12 \text{ шт}$$

Найдем расстояние между светильниками, учитывая λ=0,6÷2,0.

$$L_A=\lambda \cdot h_р=1.75\ 2=3.5 \text{ м},$$

$$L_B=\lambda \cdot h_р=1 \cdot 2=2 \text{ м},$$

$$l_a=(0,4 \div 0,5) \cdot L_A=0,5 \cdot 3.5=1.75 \text{ м},$$

$$l_b=(0,4 \div 0,5) \cdot L_B=0,5 \cdot 2=1 \text{ м}.$$

Светильники располагаем с учетом того, что их длинна, составляет 1625 мм. План расположения светильников приведен на рисунке 6.6.

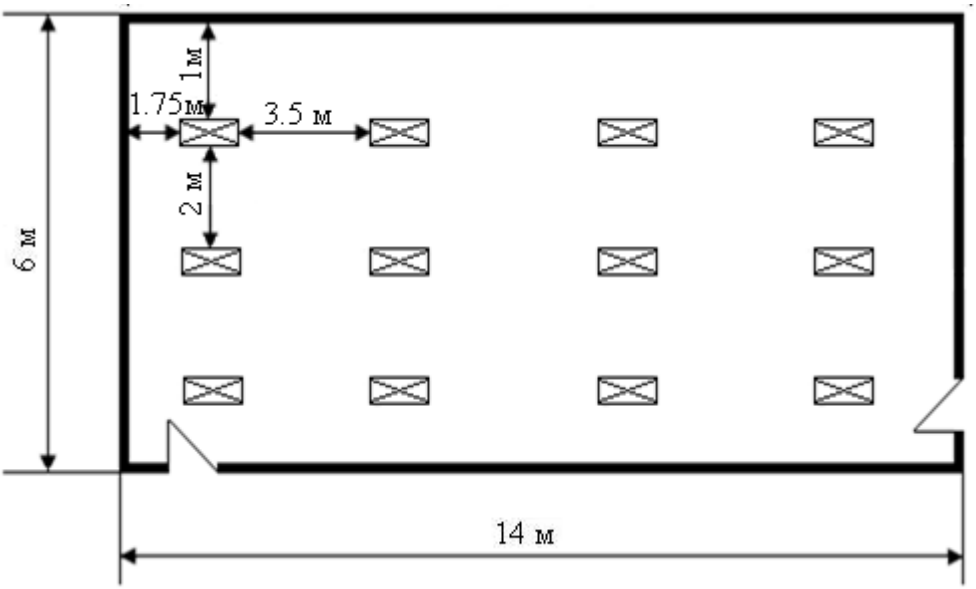


Рисунок 6.6 – План расположения светильников

Для обеспечения необходимой освещенности рабочего помещения с параметрами 14х6х4 необходимо установить 12 светильник типа ПЛВМ-2х80, с люминесцентными лампами ЛБР80-1 мощностью 80 Вт.

6.3 Разработка приточной вентиляции операторской комнаты

В помещениях различного назначения действуют в основном тепловые нагрузки, возникающие снаружи помещения (наружные); а также тепловые нагрузки, возникающие внутри зданий (внутренние).

Теплопоступления и теплопотери в результате разности температур определяются по формуле :

$$Q_{огр} = V_{пом} \cdot X_o \cdot (t_{Нрасч} - t_{Врасч}), \quad Вт \qquad (6.7)$$

где

$V_{пом}$ – объем помещения, $м^3$:

$$V_{пом} = 14 \cdot 6 \cdot 4 = 336 \quad м^3$$

X_o – удельная тепловая характеристика, $Вт/м^3\,^0C$:

$$X_o = 0.42 \quad Вт / м^3\,^0C;$$

$t_{Нрасч}$ – наружная температура (параметр А). Для холодного периода – средняя температура самого холодного месяца в 13 часов, для теплого периода – средней температуре самого жаркого месяца в 13 часов.

$t_{Врасч}$ – внутренняя температура, выбирается с учетом комфортных условий или технологических требований, предъявляемых к производственным процессам.

Выберем $t_{Нрасч}$ согласно СНиП 2.04.05-86, для теплого времени года $t_{Нрасч}$=27,1 ^{0}C, для холодного времени года $t_{Нрасч}$ = -21 ^{0}C.

Для теплого времени года

$$t_{Врасч} = 24\ ^0\text{C}$$

$$Q_{огр} = 336 \cdot 0.42 \cdot 3{,}1 = 437{,}47 \quad Вт$$

Для холодного времени года

$t_{Врасч}$ = 21 ^{0}C

$$Q_{огр} = 336 \cdot 0.42 \cdot (-42) = -5927 \quad Вт$$

Внутренние нагрузки в жилых, офисных или относящихся к сфере обслуживания помещениях слагаются в основном из тепла:

а) выделяемого людьми;

б) выделяемого лампами и осветительными, электробытовыми приборами;

в) выделяемого компьютерами, печатающими устройствами фотокопировальными машинами и пр.;

Теплопоступления от людей зависит от интенсивности выполняемой работы и параметров окружающего воздуха. Тепло, выделяемое человеком, складывается из ощутимого (явного), то есть передаваемого в воздух помещения путем конвекции и лучеиспусканий, и скрытого тепла, затрачиваемого на испарение влаги с поверхности кожи и из легких.

Летом при 24 ^{0}C один мужчина выделяет явного тепла 67 Вт, а общего – 102 Вт. Тогда выделение явного тепла в помещении составит:

$$Q_л^я = 61 \cdot 2 = 134 \quad Вт\,.$$

А выделение общего тепла:

$$Q_л^о = 102 \cdot 2 = 204 \quad Вт$$

Зимой при 19 ^{0}С один мужчина выделяет явного тепла 82 Вт, а общего – 103 Вт. Тогда выделение явного тепла в помещении составит:

$$Q_л^я = 82 \cdot 2 = 164 \quad Вт .$$

А выделение общего тепла:

$$Q_л^о = 103 \cdot 2 = 206 \quad Вт$$

Теплопоступление от осветительных приборов, оргтехники и оборудования рассчитывается следующим образом. Теплопоступление от ламп определяется по формуле:

$$Q_{осв} = \eta \cdot N_{осв} \cdot F_{пол}, \quad Вт \qquad (6.8)$$

где η – коэффициент перехода электрической энергии в тепловую (для люминесцентных ламп η=0.5-0.6);

$N_{осв}$ – установленная мощность ламп (N=80 Вт/м^2);

Fпол – площадь пола:

$$F_{пол} = 6 \cdot 14 = 84 \quad м^2$$

Тогда:

$$Q_{осв} = 0.5 \cdot 80 \cdot 84 = 3360, \quad Вт .$$

Тепло, выделяемое производственным оборудованием, определяется по формуле:

$$Q_{об} = N_{уст} \cdot K \qquad (6.9)$$

Компьютеры имеют следующие параметры:

мощность $P_{об}$, кВт/ч 0,65;

КПД η 0.75.

$$Q_{об} = 0,65 \cdot 0,75 \cdot 80 = 39 \quad кВт .$$

Теплопритоки, возникающие за счет находящейся оргтехники, - это 30% мощности оборудования:

$$Q_{орг} = 0,65 \cdot 0,75 \cdot 0.3 = 0,15 \quad кВт .$$

На основании выполненных расчетов составим баланс теплопоступлений в помещении:

$$Q_{изб} = Q_р + Q_л^я + Q_{осв} + Q_{об} + Q_{орг} + Q_{огр} \quad (6.10)$$

$Q_р$ - равно нулю так как в помещении отсутствуют окна.

Лето: $Q_{изб} = 122 + 3360 + 39000 + 150 + 437 = 43{,}059 кВт$

Зима: $Q_{изб} = 164 + 3360 + 39000 + 150 - 5927 = 36{,}747 кВт$

Так как тепловой баланс для лета больше зимнего теплового баланса, то рассчитаем теплонапряженность воздуха по формуле:

$$Q_н = \frac{Q_{ИЗБ.ЛЕТО} \times 860}{V_{ПОМ}} = \frac{43{,}059 \times 860}{336} = 110{,}2 \text{ ккал/м}^3. \quad (6.11)$$

При $Q_н$>20ккал/м^3, Δt=8 °С,

Определение количества воздуха, необходимое для поступления в помещение:

$$L = \frac{Q_{ИЗБ} \times 860}{C \times \Delta t \times \gamma} = \frac{43{,}059 \times 860}{0{,}24 \times 8 \times 1{,}206} = 1599{,}24 \text{ м}^3/\text{час} \quad (6.12)$$

где С=0,24 ккал/(кг°С) – теплоемкость воздуха,

γ=1,206 кг/м^3 – удельная масса приточного воздуха.

Определение кратности воздухообмена:

$$n = \frac{L}{V_{ПОМ}} = \frac{1599{,}24}{336} = 4{,}76 \text{ час}^{-1}. \quad (6.13)$$

Таблица 6.14 – Основные технические характеристики кондиционера фирмы UNIFLAIR модель SUA 0331.

Размеры, мм	Мощность, кВт			масса, кг	расход воздуха, м^3/ч	расход пара, кг/ч
	по холоду	компрессора	электро-нагревателя			
1740x700x450	9,6	2,9	2,2	150	мин: 1400, макс: 1940	2,0

Исходя из полученных данных, выберем кондиционер с верхней подачей воздуха SUA 0331. Его технические характеристики приведены в таблице 6.14

Кондиционер с воздушным охлаждением, состоящий из двух блоков: внутреннего блока, в котором расположены компрессор, испаритель, вентилятор и автоматика; внешнего блока – выносного конденсатора или теплообменника. Воздух подается сверху непосредственно в помещение, а забирается через лицевую панель.

Схема расположения кондиционера в операторской комнате приведена на рисунке 6.14.

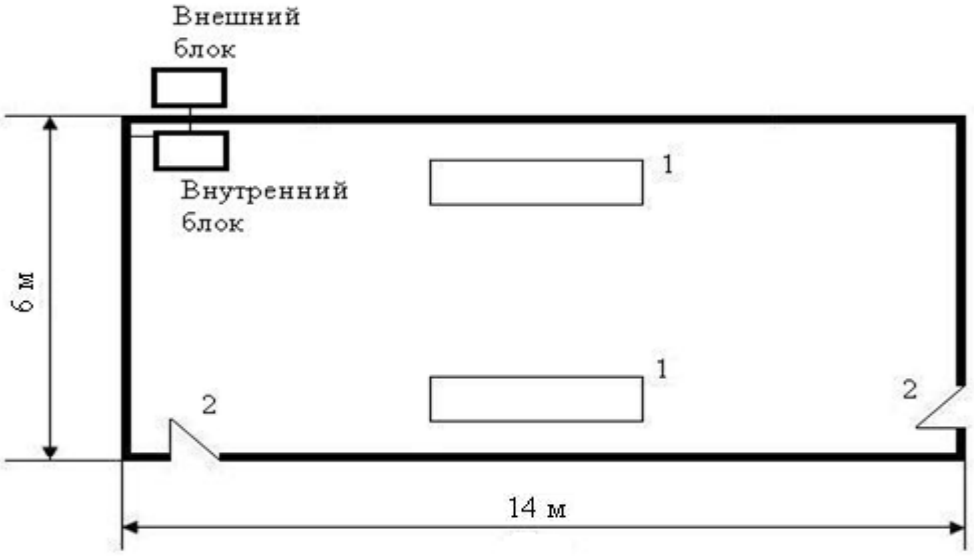


Рисунок 6.15 – Схема расположения кондиционера в операторской комнате

Рассчитав все необходимые параметры, мы определили баланс теплопоступлений в помещение для разных времен года, а также нашли значение кратности воздухообмена. По этим параметрам был выбран кондиционер для поддержания нормального микроклимата помещения.

6.4 Выбор схемы защитного отключения для ЭВМ

Рассмотрим одну из мер обеспечения электробезопасности применительно к работе на ЭВМ - защитное отключение. Устройство защитного отключения, управляемое дифференциальным током, (УЗО−Д)— механический коммутационный аппарат или совокупность элементов, которые при достижении дифференциальным током заданного значения при определённых условиях эксплуатации должны вызвать размыкание контактов. Может состоять из различных отдельных элементов, предназначенных для обнаружения, измерения дифференциального тока и замыкания и размыкания электрической цепи. Основная задача УЗО — защита человека от поражения электрическим током и от возникновения пожара, вызванного утечкой тока через изношенную изоляцию проводов и некачественные соединения.

Для начала необходимо охарактеризовать ЭВМ по степени опасности поражения электрическим током. ЭВМ пространственно разделена на 3 блока: монитор, клавиатура и собственно ЭВМ.

Клавиатура компьютера не имеет напряжений, превышающих значение ±12 В, поэтому работа с ней не требует обеспечения безопасности.

Остановимся на блоке ЭВМ. Он имеет металлический корпус, что может являться причиной возникновения опасности поражения. Напряжения, используемые в ЭВМ, не превышают 42 В, они имеют значения ±12 В и ±5 В. Но в первичной цепи питания компьютера - от сети общего пользования до первичной обмотки трансформатора напряжение составляет ~220 В. Это напряжение при попадании на корпус способно стать причиной поражения электрическим током.

Для исключения этой возможности можно осуществить заземление корпуса, зануление, или защитное отключение. Недостаток использования только заземления - есть вероятность того, что его сопротивление будет достаточно большим, чтобы напряжение на корпусе стало выше допустимого; использование защитного зануления исключено, поскольку при включении в сеть общего пользования с однофазным напряжением легко перепутать положение сетевого разъема, в связи с чем корпус компьютера окажется под напряжением, что неприемлемо. Защитное отключение в любом случае при появлении напряжения на корпусе осуществит отключение компьютера.

Монитор имеет нетоковедущий корпус из пластмассы, кроме этого, защитный фильтр, установленный непосредственно на экране ЭВМ и заземленный, что практически полностью исключает возможность поражения электрическим током при работе с компьютером.

Предъявляемые требования к защитному отключению следующие:

а) чувствительность, достаточная для срабатывания реле при появлении напряжений выше 42 В на корпусе; характеризуется соответствием возникающих при этом в реле токов и напряжений рабочим параметрам данного реле;

б) время срабатывания, $t<0,2$ с; соответствует времени срабатывания реле + время включения контактов

в) селективность - применительно к ЭВМ она не имеет смысла, поскольку блоки настолько взаимосвязаны, что отключение любого из них равносильно отключению всей ЭВМ;

г) надежность, обеспечивается соответствием всех величин цепи оптимальным и качеством ее элементов;

д) самоконтроль исправности; необходим для систем с повышенной опасностью, где это целесообразно.

Далее необходимо произвести выбор схемы защитного отключения, согласно особенностям его применения в ЭВМ. Этими особенностями являются:

-однофазное напряжение питания $U_{вх}$=220 В;

-необходимость перемещения элементов компьютера при проведении некоторых работ, что затрудняет использование заземления

-способное появиться на корпусе напряжение, опасное для жизни обслуживающего персонала - есть напряжение сети ~220 В.

Принципиальная схема защитного отключения, удовлетворяющего этим условиям, показана на рисунке 6.4. Применение резистора R1 необходимо для согласования реле по току. Далее приведен расчет всех необходимых величин и выбор удовлетворяющих условиям элементов.

Известно: ток, проходящий через предохранитель П1 не должен превышать 1 А при условии нормального режима работы ЭВМ. Таким образом, предохранитель должен быть рассчитан на перегорание при больших значениях тока. Расчет начнем с выбора реле. Для коммутации сетевого напряжения при данном значении тока можно использовать слаботочное реле, например реле РЭС-6 - в алюминиевый корпус, одно-стабильное имеющее одно стабильное положение контактов в нерабочем положении, с одним или двумя замыкающими, размыкающими или переключающими контактами, питаемое постоянным током, предназначено для коммутации постоянного и переменного тока частотой 50-1000Гц. Исходя из выбранной схемы выберем его модификацию РФ0.452.110, имеющую два замыкающих контакта. Его технические характеристики следующие:

сопротивление обмотки, $R_{ном}$	2500 Ом;
ток срабатывания не более, $I_{ср}$	15 мА;
ток отпускания, $I_{отп}$	2 мА;
рабочий ток обмотки, $I_{раб}$	19-21 мА;
время нахождения обмотки под током, $t_{об}$	до 7 мин;
напряжение на разомкнутых контактах, U	до 250 В;
допустимый ток через контакты, $I_{кон}$	до 2 А;
сопротивление изоляции, $R_{изл}$	10 Мом;
сопротивление контактов, $R_{кон}$	0,6 Ом
время срабатывания, $t_{сраб}$	20 мс;
время отпускания, $t_{от}$	8 мс;
масса, m	34 г.

Теперь необходимо выбрать тип диодов для выпрямителя. Будем использовать диоды Д226А, способные выдерживать данное обратное напряжение и ток.

Параметры диода Д226А:

средний прямой ток через диод	300 мА
максимальное импульсное обратное напряжение:	300 В
максимальная рабочая температура	80 °С
среднее прямое напряжение .	1 В
средний прямой ток	300 мА
средний обратный ток	50 мкА

Реле не требует тщательной фильтрации выпрямленного тока для его сглаживания, поэтому достаточно применения в качестве фильтра одного

конденсатора емкостью порядка нескольких микрофарад, что позволит подавить гармоники первого порядка, имеющие наибольшую амплитуду. Пусть это будет бумажный конденсатор, поскольку бумажные конденсаторы имеют большой диапазон рабочих напряжений 200-4000В и значений 470пФ-10мкФ. Выберем значение емкости 4мкФ.

Схема приведенная ниже ввиду своих малых габаритов может быть размещена в корпусе ЭВМ или выполнена отдельным блоком; в случае расположения в корпусе можно использовать в качестве предохранителя П1 установленный штатный.

Найдем напряжение на выходе выпрямителя; его можно найти по формуле для двухполупериодного выпрямителя:

$$U_0 = \frac{2U_{2m}}{\pi} - \frac{4U_{2m}}{3\pi}\cos 2\omega t - \frac{4U_{2m}}{15\pi}\cos 4\omega t - ..., \qquad (6.15)$$

где U_{2m}-максимальное значение сетевого напряжения, которое из действующего можно получить по формуле:

$$U_{2m} = \sqrt{2} \times U_C = \sqrt{2} \times 220 = 1.41 \times 220 \approx 312(B). \qquad (6.16)$$

В разложении Фурье можно пренебречь всеми слагаемыми, кроме первого, поскольку в данном расчете не требуется учета переменных составляющих, тогда можно определить выходное напряжение выпрямителя:

$$U_0 = \frac{2 \times 312}{3.14} \approx 200(B).$$

Теперь необходимо рассчитать сопротивление резистора R1, приняв во внимание, что ток через него равен току через реле К1 и должен равняться 20мА.

$$R1 = \frac{U_0}{i} - r_O = \frac{200}{0.02} - 2500 = 10000 - 2500 = 7500\,(\text{Ом}). \qquad (6.17)$$

Мощность резистора равна:

$$P_{R1} = R1 \times i^2 = 7500 \times 0.02^2 = 3\ (\text{Вт}) \qquad (6.17)$$

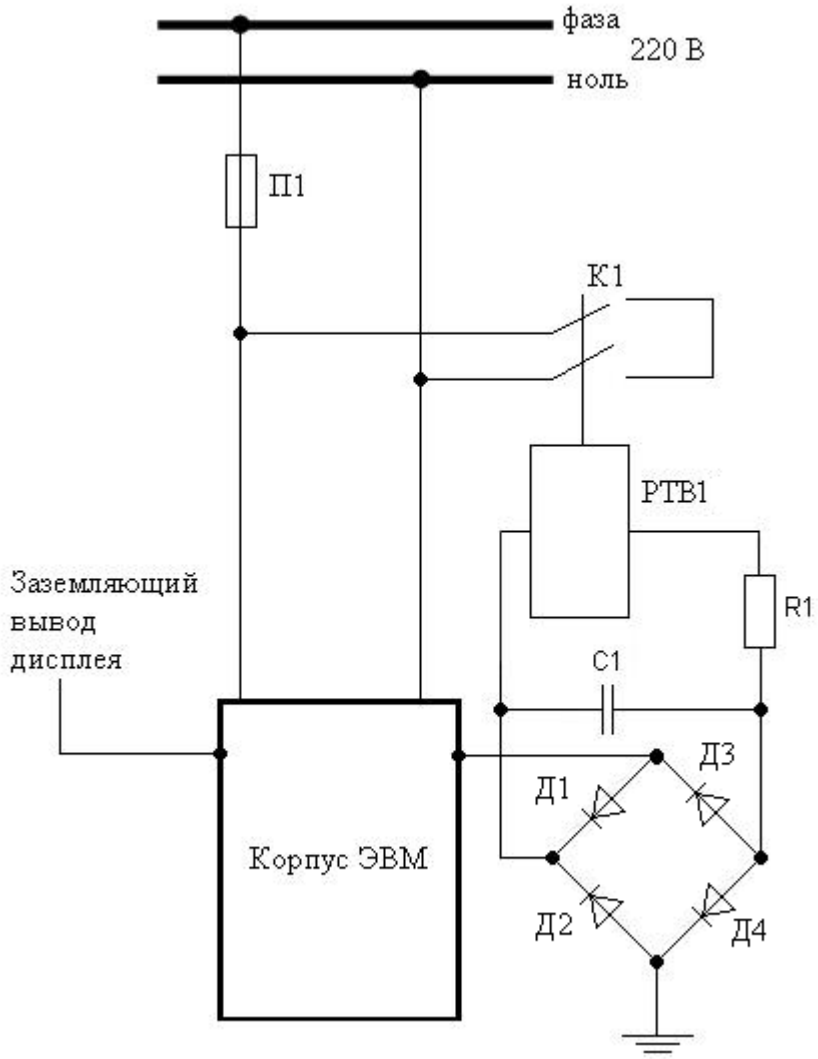


Рисунок 6.18- Принципиальная схема устройства защитного отключения

Полученный резистор может быть выбран из серии ВС-3-7.5±5% мощностью 3 Вт и сопротивлением 7.5 кОм. Таким образом, произведен выбор всех элементов схемы; их электрические параметры не имеют запаса по величине, но этого и не требуется, потому что защитное отключение имеет импульсный режим работы, для которого предельные величины имеют более высокий уровень.

Данное устройство защитного отключения предназначено для защиты человека от поражения электрическим током и от возникновения пожара, вызванного утечкой тока через изношенную изоляцию проводов и некачественные соединения. Простота конструкции и небольшие размеры данного УЗО позволяют использовать его как внутри системного блока ЭВМ, так и снаружи.

Вывод по разделу безопасность жизнедеятельности

В данной работе, мы рассмотрели вопросы связанные с обеспечением нормальных условий труда операторов телекоммуникационной сети, рассчитали искусственное, рассчитали вентиляцию и подобрали кондиционер, а так же был проведен выбор устройства защитного отключения.

Так как естественной освещенности в помещении нет, к искусственной предъявляются жесткие требования. В процессе расчетов были выбраны светильник ПВЛМ2х80, мощностью 80 Вт, в количестве 12 штук. Что обеспечивает достаточную освещенность для необходимого класса зрительной работы.

Количество работников данной операторной составляет 2 человек. На основании выполненных расчетов составили баланс теплопоступлений в помещении. Он составляет 43,059 кВт. А количества воздуха, необходимое для поступления в помещение составляет 1599,24 $м^3$/час. Исходя из полученных данных выбираем кондиционер фирмы UNIFLAIR модель SUA 0331, благодаря которому воздух подается сверху непосредственно в помещение, а забирается через лицевую панель.

Так как операторы большинство своего рабочего дня проводят за ЭВМ, для защиты от поражения электрическим током от вторичных сетей компьютера была разработана схема устройства защитного отключения, к которой были подобраны все необходимые электрические состовляющие.

В результате расчета, были созданы все необходимые и комфортные условия труда.

Заключение

В дипломной работе автором сделана попытка показать, что сущность нововведений составляет работа по достижению новых результатов, средств и способов их получения, цифровые системы многоканальной передачи сообщений основаны на обширно развитых способах импульсно-кодовой модуляции и употребляют временной принцип разделения каналов. В многоканальной цифровой системе передачи сообщений с временным разделением каналов общий поток битов, передаваемый поочередно по полосы связи, временами ставится в соответствие отдельным каналам.

Для синхронизации циклов отводится маленькая часть общего числа битов. Отдельные биты этого циклового синхросигнала могут размещаться или все попорядку в виде синхронизирующей композиции (как на рисунке), или распределяются снутри цикла. После того, как обозначенным методом обозначено начало цикла информационные биты методом обычного их отсчета можно распределить меж отдельными каналами по одному (посимвольный метод объединения цифровых потоков), или по группам (групповой метод объединения цифровых потоков).

Цифровые системы многоканальной передачи сообщений основаны на широко развитых методах импульсно-кодовой модуляции и используют временной принцип разделения каналов.

Для обеспечения синхронной работы всех устройств передачи многоканальной системы и осуществления временного объединения кодовых групп отсчетов коэффициентов масштаба от 1 до N-го каналов звукового вещания, а также различных вспомогательных сигналов, служит сигнал цикловой частоты.

Автор старался показать способ асинхронной передачи цифровых потоков в многоканальной системе связи с временным разделением каналов, заключающийся в том, что при объединении указанных потоков информацию исходного, т.е. подлежащего объединению, потока в процессе ее поступления записывают в буферную память, откуда ее поочередно считывают в моменты, отводимые ей в объединенном потоке, и включают в его соответствующие временные интервалы, при этом ошибку фазового рассогласования между указанными потоками при достижении ею критического значения устраняют путем добавления в объединенный поток неинформационного временного интервала с последующим в пункте приема изъятием его из указанного потока и восстановлением соответствия информации, полученной из объединенного потока, информационному содержанию исходного потока, отличающийся тем, что информацию представляют в виде цифровых компактных канальных кодовых групп, которые при передаче по линиям связи и при объединении указанных потоков выражают в самосинхронизующемся избыточном фазовом коде с кодовыми интервалами.

Список литературы

1. Многоканальные системы передачи: Учебник для вузов / Н.Н. Баева, В.Н. Гордиенко, С.А. Курицын и др.; Под ред. Н.Н. Баевой, В.Н. Гордиенко. - М. : Радио и связь, 2007. - 560 с.: ил.
2. Лагутин В.С., Петраков А.В. Утечка и защита информации в телефонных каналах. – М.: Энергоатомиздат, 2006, - 306 с.
3. Шнайер Б. Прикладная криптография. Протоколы, алгоритмы, исходные тексты на языке Си. Издание 2-е. М.: Триумф, 2003.
4. Проектирование и техническая эксплуатация систем передачи: Учеб. пособие для вузов / В.В. Крухмалев, В.Н. Гордиенко, В.И. Иванов и др.; Под ред. В.Н. Гордиенко и В.В. Крухмалева. - М.: Радио и связь. - 2010. - 344 с.: ил.
5. Фороузан Б.А. Криптография и безопасность сетей. М.:Бином ЛЗ, 2010.
6. Барнет С., Пэйн С. Криптография. Официальное руководство RSA Security. М.: Бином-Пресс, 2009.
7. Шаврин С.С. Защита информации в многоканальных телекоммуникационных системах. Часть 1. Учебное пособие. - М.: МТУСИ. - 2002. - 62 с.
8. Шаврин С.С. Защита информации в многоканальных телекоммуникационных системах. Часть 2. Учебное пособие. - М.: МТУСИ. - 2003. - 111 с.
9. Шаврин С.С. Стыковка сигнальных процессоров семейства ADSP-21XX с потоками E1 в изделиях телекоммуникационной техники // Компоненты и технологии. – 2005. - №1. - С.26-28.
10. Шмытинский В.В., Котов В.К., Здоровцов И.А. Цифровые системы передачи информации на железнодорожном транспорте. – М.: Транспорт, 2006. – 238.
11. Виноградов В.В. Волоконно-оптические линии связи. М.: Желдориздат 2002.
12. Куприянов. Техническое обслуживание цифровой обработки сигналов. М.: Желдориздат 2002.
13. Лозовой И.А. Параметры каналов тональной частоты аппаратуры с ИКМ. – М.: Радио и связь, 2008. – 88с.
14. Новиков В.А., Багуц В.П., Тюрин В.Л. Многоканальная телефонная связь на железнодорожном транспорте. – М.: Транспорт, 2012. – 327 с.
15. SI2000 цифровая коммутационная система CS5051AA Версия 5. Справочник по эксплуатации. Документационный центр, Крань, 2011.
16. Система электропитания MPS50 KSS083000-EDR-030: Справочник по эксплуатации. Документационный центр, Крань, 2010.
17. Цифровая четырехканальная абонентская система уплотнения QMX-04 –техническая документация. Документационный центр, Любляна, 2013 – 45с.

18. В.И. Басов и др. Цифровые интегральные сети связи. – Харьков.: Регион-информ, 2000. – 168с.

19. Н.Н. Слепов. Синхронные цифровые сети SDH. – 145 с.

20. Фельдман Ф.Б., Частоедов Л.А. Электропитание устройств святи железнодорожного транспорта. – М.: Транспорт, 1989. 222с.

21. Зюко А.Г. и др. Теория передачи сигналов: Учебник для вузов. – М.: Радио и связь, 2006. – 304с.

22. Э. Тиммен, К. Хадсон, Д.М. Стюарт TCP/IP. – СПб Питер, 2009. – 416с.

23. Виртуальная электротехника. Компьютерные технологии в электротехнике и электронике: И. И. Алиев — Москва, РадиоСофт, 2003 г.- 112 с.

24. Занимательная электротехника на стройке: В.В. Рюмин — Санкт-Петербург, Книга по Требованию, 2012 г.- 232 с.

25. Общая электротехника с основами электроники: В.С. Попов — Москва, Книга по Требованию, 2012 г.- 504 с.

26. Сборник практических задач по электротехнике: Л. И. Фуфаева — Москва, Академия, 2012 г.- 288 с.

27. Электричество, магнетизм и электротехника в их историческом развитии: В.И. Лебедев — Москва, Книга по Требованию, 2012 г.- 178 с.

28. Скалин Ю.В., Бернштейн А.Г., Финкевич А.Д. Цифровые системы передачи. – М.: Радио и связь, 2007, 272 с.

29. Попов Г.Н., Кудрявцева Э.А., Хазанов Г.Л. Проектирование реконструкции участка первичной сети ВСС с использованием цифровых систем передачи. – Новосибирск, СибГУТИ, 2000, 36 с.

30. Попов Г.Н. Телекоммуникационные системы передачи. Часть 1 – Новосибирск, СибГУТИ, 2010, 203 с.

31. Парфенов Ю.А., Мирошников Д.Г. Последняя миля на медных кабелях. – М.: Эхо-Трендз, 2008, 221 с.

Приложение А

Окна определение, выполненные в программе MathCad 14

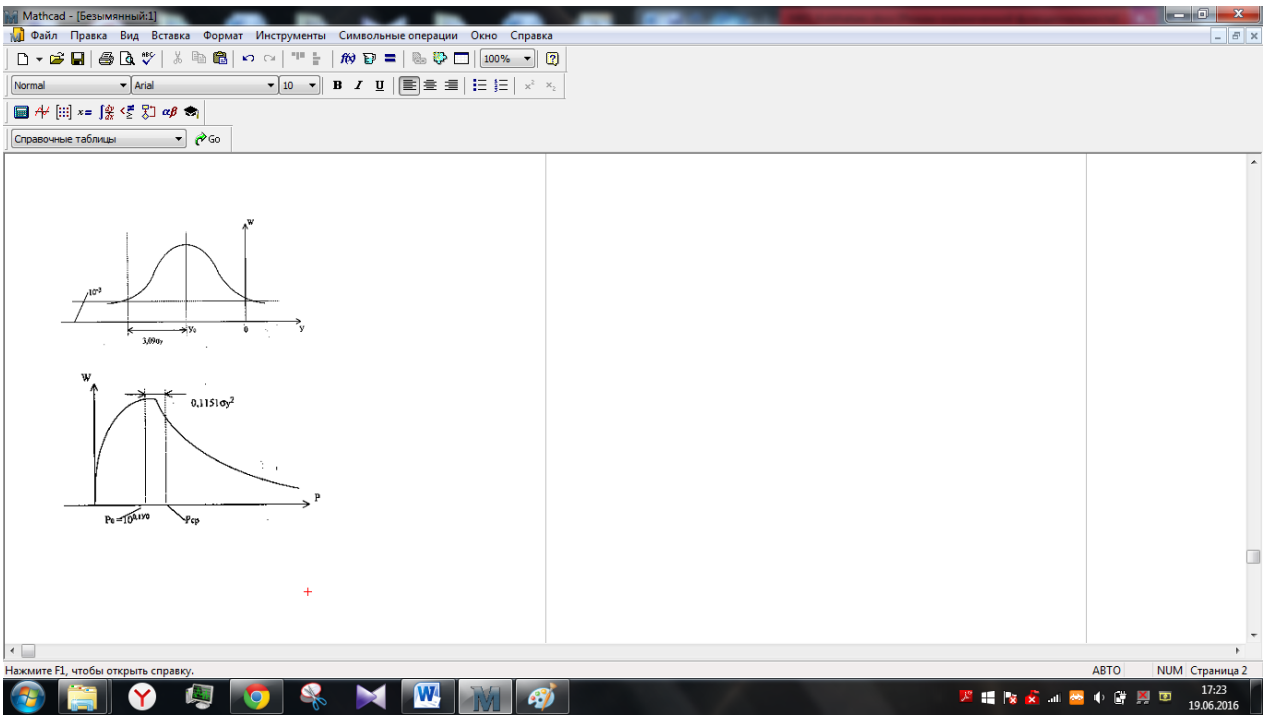


Рисунок А1 Окно расчета – распределение вероятности волюмов.

Приложение А

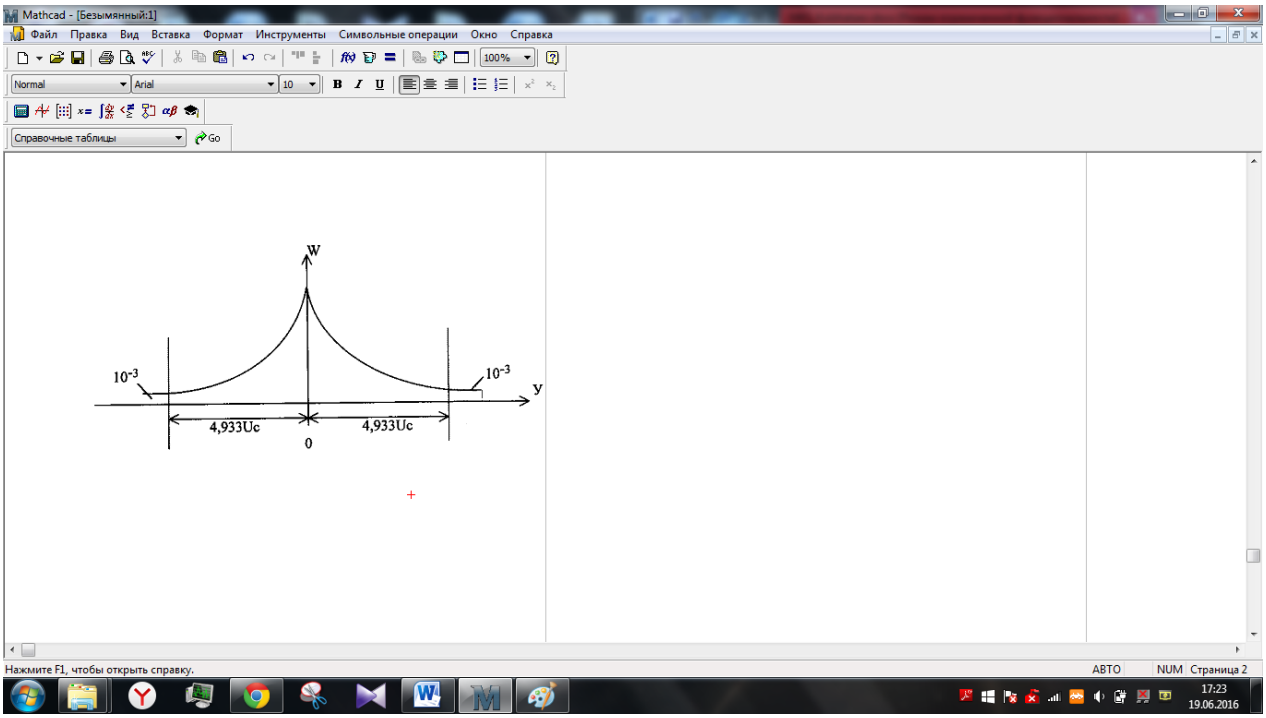


Рисунок А2 – распределения мгновенных значений сигнала

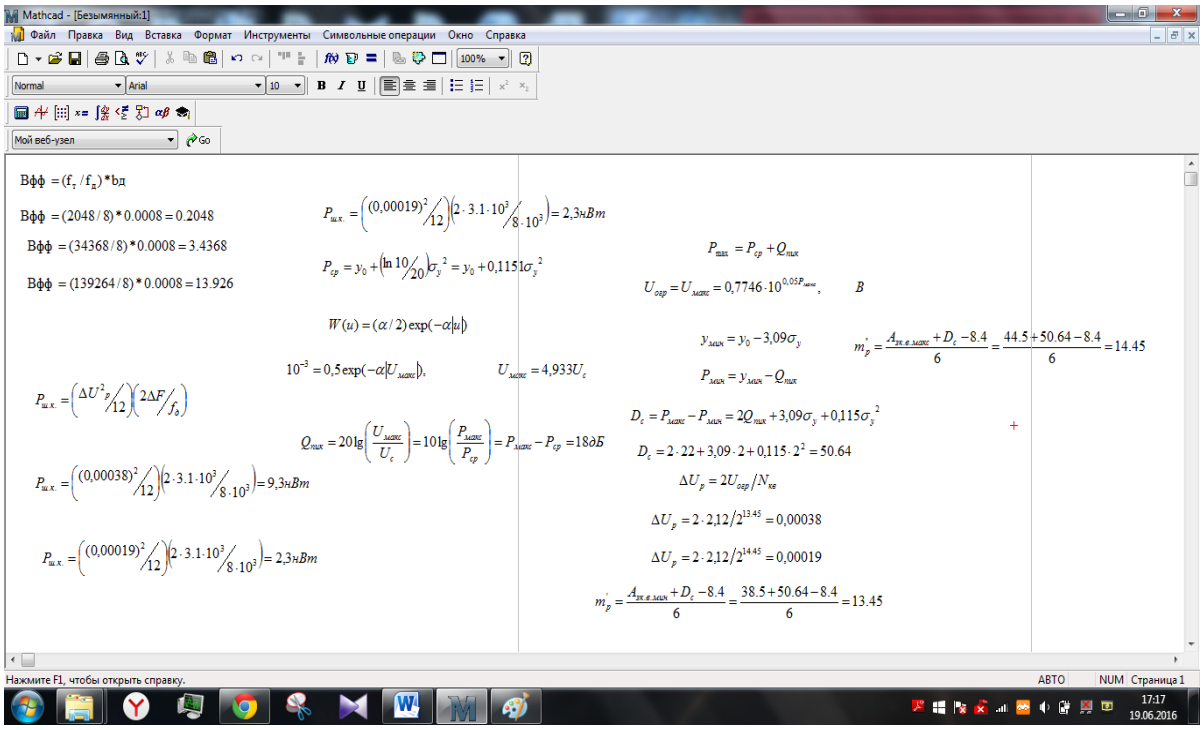


Рисунок А3 - окно расчета шумов незанятого канала в ЦСП

Приложение А

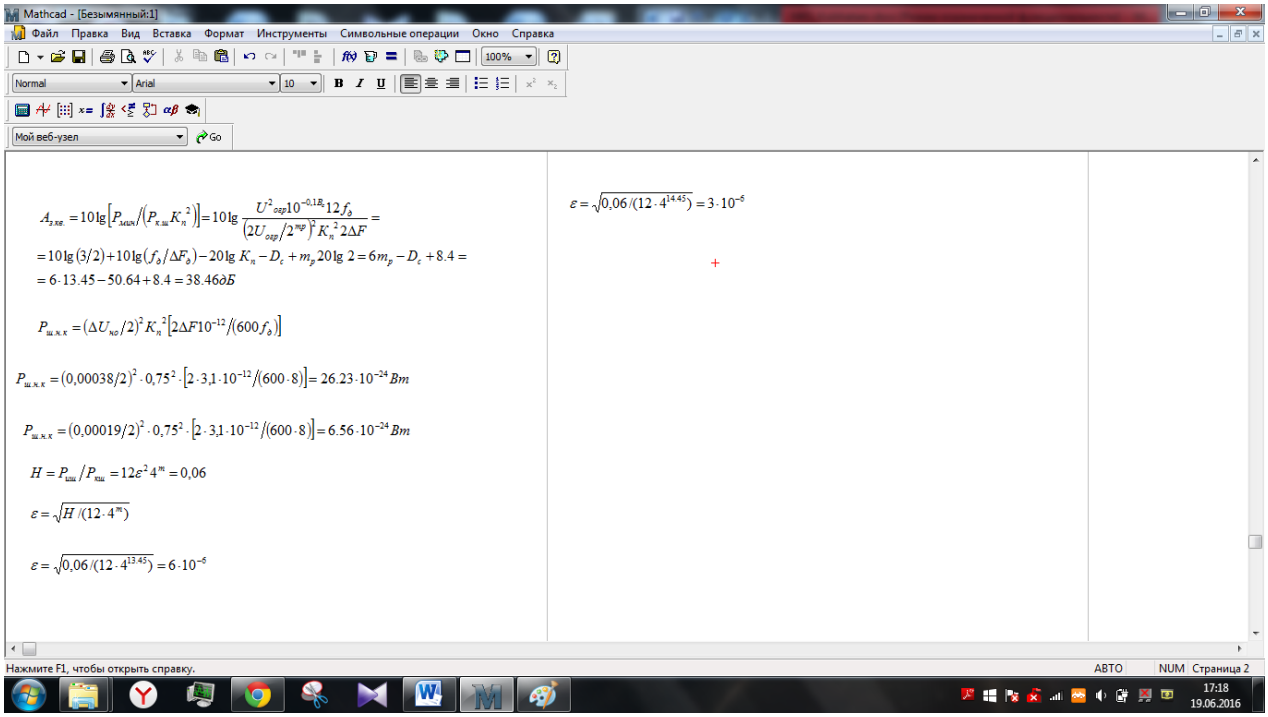


Рисунок А4 – окно расчета инструментальных шумов в ЦСП

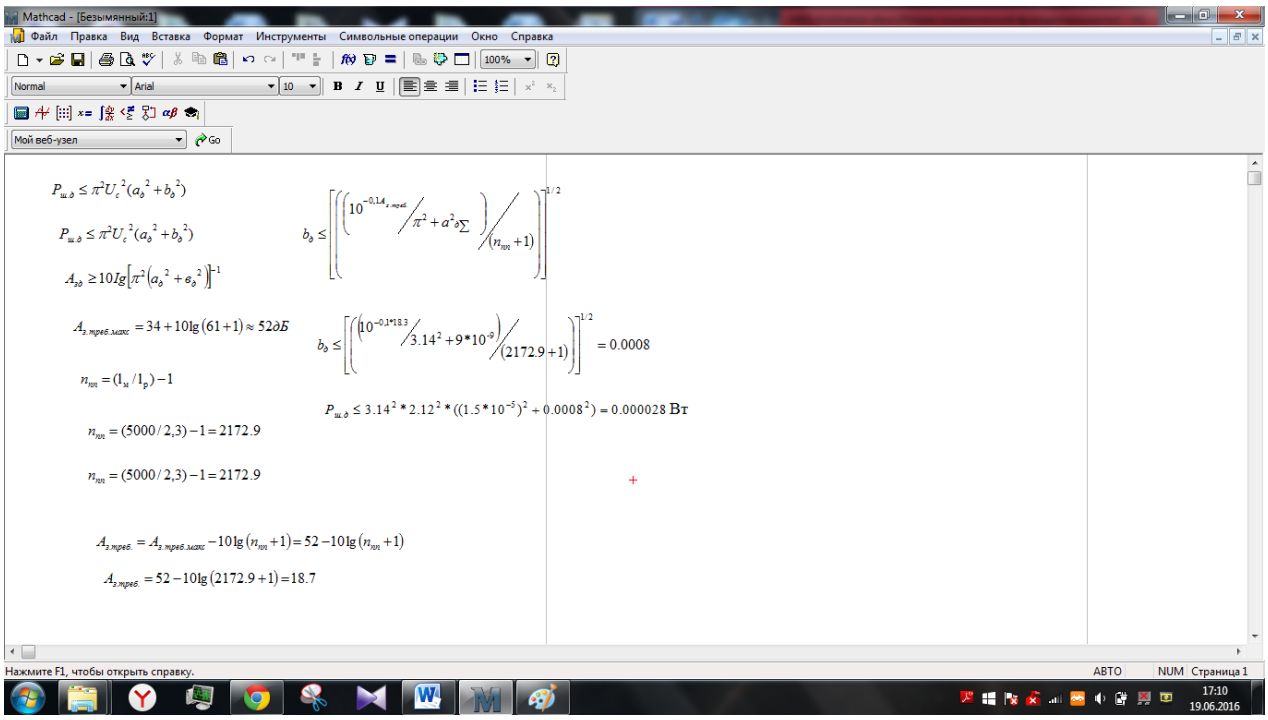


Рисунок А5 - Окно расчета шумового квантования в ЦСП