

РОСЖЕЛДОР
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Ростовский государственный университет путей сообщения»
(ФГБОУ ВО РГУПС)
Тихорецкий техникум железнодорожного транспорта
(ТТЖТ – филиал РГУПС)

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ВЫПОЛНЕНИЯ
ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ ПО
МДК.02.01 ОСНОВЫ ПОСТРОЕНИЯ И ТЕХНИЧЕСКАЯ
ЭКСПЛУАТАЦИЯ МНОГОКАНАЛЬНЫХ СИСТЕМ ПЕРЕДАЧИ
для студентов специальности
11.02.06 Техническая эксплуатация транспортного радиоэлектронного оборудования
(по видам транспорта)



Методические указания по выполнению практических занятий по МДК 02 01 Основы построения и техническая эксплуатация многоканальных систем передачи разработаны на основе рабочей программы ПМ 02. Техническая эксплуатация сетей и устройств связи, обслуживание и ремонт транспортного радиоэлектронного оборудования (базовая подготовка), разработанной на основе Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по специальности 11.02.06 Техническая эксплуатация транспортного радиоэлектронного оборудования (по видам транспорта), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 28.07.2014 года № 808.

Организация-разработчик: Тихорецкий техникум железнодорожного транспорта – филиал Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ростовский государственный университет путей сообщения» (ТТЖТ – филиал РГУПС)

Разработчик:

А.Н. Исаев – преподаватель ТТЖТ- филиала РГУПС

Рекомендованы цикловой комиссией №12 «Специальностей 09.02.01 и 11.02.06».

Протокол заседания № 1 от «01» сентября 2016 г.

СОДЕРЖАНИЕ

	Введение	5
1	ЛЗ №1 - Исследование дифференциальной системы	7
2	ЛЗ №2 - Исследование устройства унифицированного генераторного оборудования	11
3	ЛЗ №3 - Измерение и регулировка основных характеристик телефонных каналов аналоговых систем передачи	14
4	ЛЗ №4 - Исследование принципов построения и действия нелинейного кодера ЦСП PDH	19
5	ЛЗ №5 - Исследование принципов построения и действия нелинейного декодера ЦСП PDH	25
6	ЛЗ №6 - Исследование принципов построения генераторного оборудования передачи и приема цифровой системы PDH	28
7	ЛЗ №7 - Ознакомление с конструкцией и исследование работы оконечной станции цифровой системы передачи PDH, проверка ее работоспособности	32
8	ЛЗ №8 - Ознакомление с конструкцией и исследование работы необслуживаемого регенерационного пункта (НПП) ЦСП	36
9	ЛЗ №9 - Измерение основных характеристик каналов цифровой системы передачи	42
10	ЛЗ №10 - Ознакомление с конструкцией и исследование работы синхронного транспортного модуля STM-1 (STM-N)	48
11	ЛЗ №11 - Ознакомление с конструкцией и исследование работы одного из узлов аппаратуры волоконно-оптической системы передачи	54
12	ЛЗ №12 - Исследование работы одного из типов	57

коммутационного оборудования передачи данных

Заключение 60

Список использованной литературы 61

Введение

Методическое пособие для проведения практических и лабораторных занятий по МДК 02 01 Основы построения и техническая эксплуатация многоканальных систем передачи специальности 11.02.06 Техническая эксплуатация транспортного радиоэлектронного оборудования (по видам транспорта) предназначено для выполнения практических и лабораторных работ в третьем семестре второго курса.

Предварительная подготовка к практическому и лабораторному занятию заключается в изучении студентами теоретического материала в отведенное для этого время, ознакомление с инструктивными материалами с целью осознания задач практического и лабораторного занятия, техники безопасности при работе с электрическими приборами.

Консультирование студентов преподавателями с целью предоставления исчерпывающей информации, необходимой для самостоятельного выполнения предложенных преподавателем задач, ознакомление с правилами техники безопасности при работе.

Предварительный контроль уровня подготовки студентов к выполнению конкретной работы.

Самостоятельное выполнение студентами заданий согласно обозначенной учебной программой тематики.

Обработка, обобщение полученных результатов практического занятия и оформление индивидуального отчета.

Контроль и оценка преподавателем результатов работы студентов

Существует необходимость дифференцированного подхода к студентам при выполнении практических занятий. Для выполнения практических занятий разного уровня сложности студентов можно объединять группы с учетом уровня их подготовки (высокий, средний, низкий) индивидуализирующую задачи, преподаватель должен определить уровень знаний и умений для каждой группы. При этом занятия должны

организовываться таким образом, чтобы каждый студент (сильный, средний, слабый) испытывал повышение уровня своей подготовки.

Лабораторное занятие №1

Тема: Исследование дифференциальной системы

Цель работы: исследовать работу дифференциальной системы аналоговой системы передачи

Материалы: инструкционная карта выполнения работы, макет ДС.

План лабораторного занятия:

1. Рассмотреть схему дифференциальной системы и изучить принцип ее работы.
2. Рассмотреть схему двухпроводной цепи с двухсторонними телефонными усилителями и изучить принцип ее работы.
3. Рассмотреть принцип формирования обратной связи
4. Изучив последствия формирования обратной связи
5. Сделать выводы и защитить лабораторное занятие

Теоретическая часть

Дифференциальная система- это мостовая схема, плечами которой являются линейные полуобмотки дифференциального трансформатора ДТ (рисунок 1.1) с равным числом витков, линейная цепь Л и балансный контур БК. В диагонали моста включены непосредственно входная цепь усилительного элемента УЭ1 одного направления передачи и индуктивно выходная цепь усилительного элемента УЭ2 обратного направления передачи. Дифференциальная система предназначена для включения усилительных элементов при разделении направлений передачи.

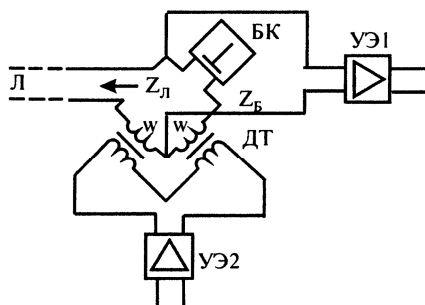


Рисунок 1.1 – Схема дифференциальной системы

Если мост уравновешен, выходная цепь элемента УЭ2 и входная цепь элемента УЭ1 будут «развязаны», т.е. ток, усиленный УЭ2, не будет

ответвляться в элемент УЭ1. Равновесие дифференциальной системы при равенстве числа витков линейных полуобмоток трансформатора ДТ достигается при:

$$Z_B = Z_{Л1} \quad (1.1)$$

где Z_B – сопротивление балансного контура, $Z_{Л1}$ – входное сопротивление линейной цепи.

Из этого следует, что балансный контур предназначен для искусственного воспроизведения входного сопротивления линейной цепи. Если условие $Z_B = Z_{Л1}$ соблюдено на обеих сторонах усилителя, то при передаче, например, со стороны линейной цепи Л1 входящий ток замкнется, как показывают стрелки на рисунке 1.2, через входную цепь усилительного элемента УЭ1 и левую полуобмотку трансформатора ДТ1. Ток во вторичной обмотке ДТ2 индуцирует ток в линейных полуобмотках этого трансформатора, который замыкается через линейную цепь Л2 и балансный контур БК2.

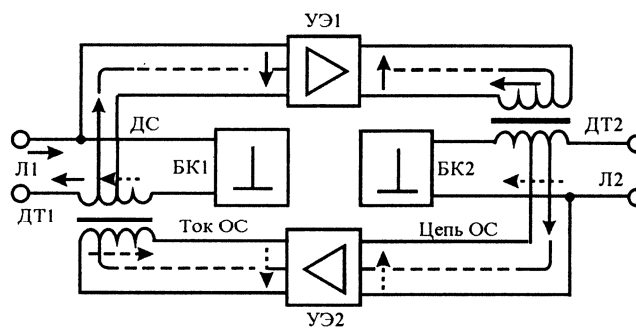


Рисунок 1.2 – Двухпроводная цепь с двухсторонними телефонными усилителями

Передача в обратном направлении происходит аналогично, но разговорные токи, поступающие из линейной цепи Л2, усиливаются элементом УЭ2. При передаче в прямом и обратном направлениях вследствие уравновешенности обеих дифференциальных систем нет воздействия усиливаемых токов на усилительный элемент обратного

направления. Поэтому в рассматриваемых условиях электрические сигналы проходят через усилитель в прямом и обратном направлениях по электрически независимым друг от друга цепям.

Направление усиления в обоих усилительных элементах можно изменить на обратное. В этом случае выходы усилительных элементов будут включены в средние точки дифференциальных систем, а их входы — во вторичные обмотки дифференциальных трансформаторов.

Если дифференциальные системы усилителя не уравновешены, то на каждой его стороне часть тока, индуцируемого в линейных полуобмотках трансформатора ДТ1 (и соответственно ДТ2), ответвляется во входную цепь усилительного элемента обратного направления передачи. В результате в усилителе образуется замкнутая цепь распространения электрических колебаний, называемая цепью обратной связи (ОС) (см. рисунок 2, штриховая линия). Наличие цепи ОС в усилителе при определенных условиях может привести к его самовозбуждению, или генерации. Усилительные элементы в усилителях телефонной связи рассчитываются для усиления токов разговорных частот. Поэтому частота генерации усилителя также располагается в области разговорных частот. Вследствие этого токи, генерируемые усилителем и распространяющиеся по линейной цепи в обе стороны от усилителя, воспринимаются в аппаратах абонентов в виде свиста, нарушающего разговор.

Содержание отчета

1. Название занятия.
2. Цель занятия.
3. Используемые материалы.
4. Отчет о проведении занятия
5. Выводы

Контрольные вопросы

1. Используя схему ДС и макет ДС рассказать о принципе ее работы.

2. Используя схему двухпроводной цепи с двухсторонними телефонными усилителями рассказать о принципе ее работы.
3. Рассказать о принципе и последствиях возникновения обратной связи в усилителях

Лабораторное занятие №2

Тема: Исследование устройства унифицированного генераторного оборудования

Цель: Исследовать устройство унифицированного генераторного оборудования системы передачи К-24Т

Материалы: инструкционная карта выполнения работы, рабочая документация по СУГО

План лабораторного занятия:

1. Рассмотреть упрощенную структурную схему генераторного оборудования системы передачи К-24 и изучить принцип ее работы.
2. Рассмотреть упрощенную структурную схему задающего генератора и изучить принцип его работы.
3. Рассмотреть упрощенную структурную схему задающего генераторного оборудования системы передачи К-24 и изучить принцип ее работы.
4. Выполнить задание и составить отчет о лабораторном занятии
5. Сделать выводы и защитить лабораторное занятие

Теоретическая часть

Генераторное оборудование служит для получения: в системах передачи с ЧРК токов несущих, контрольных и вызывных частот; в системах передачи с ВРК токов импульсных последовательностей, осуществляющих тактирование и синхронизацию работы отдельных узлов аппаратуры.

Генераторное оборудование систем передачи строится по групповому принципу, при котором требуемые частоты получают умножением, делением или дробно-кратным преобразованием частоты электрических колебаний задающего генератора (ЗГ). Упрощенная структурная схема генераторного оборудования комплекта индивидуального преобразования КИП, входящего в состав оконечной и промежуточной станций СО К-24Т, СП К-24Т, приведена на рис.

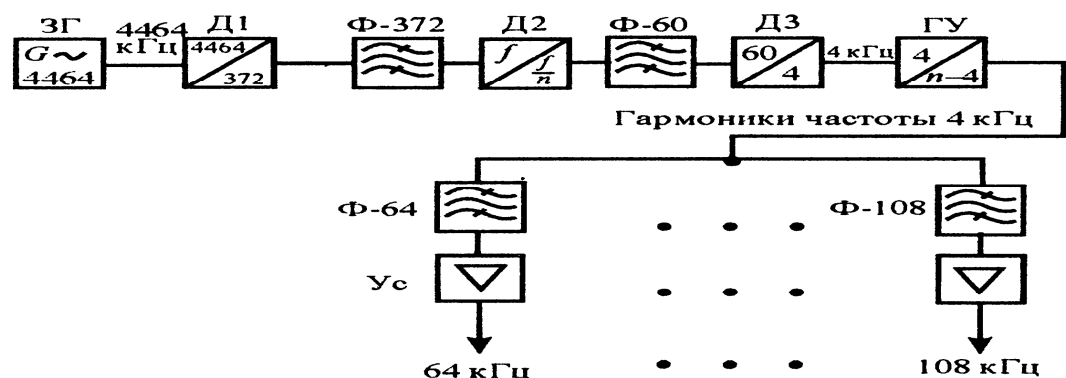
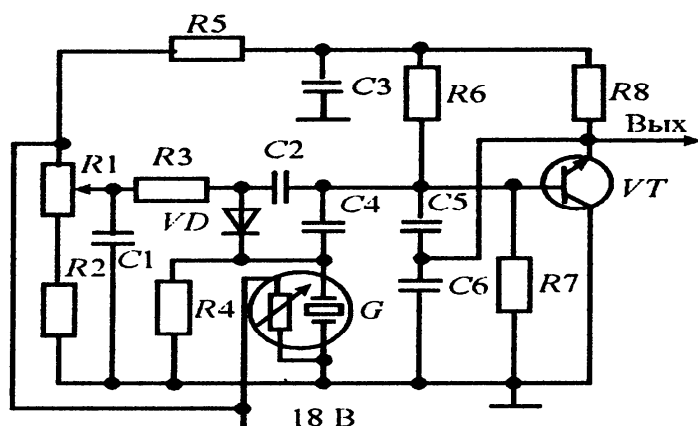
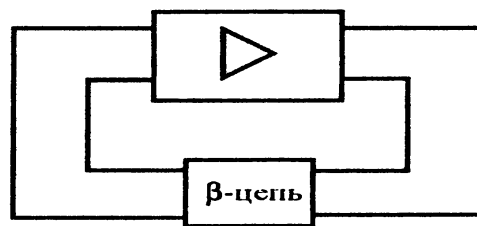


Рисунок 2.1 – Упрощенная структурная схема ГО СП К-24 Т

Задающий генератор представляет собой автогенератор — устройство, преобразующее энергию источника постоянного тока в энергию гармонических колебаний с определенными частотой и амплитудой. В общем виде схема автогенератора может быть представлена в виде электрически замкнутой схемы (рис. 4.28), основными элементами которой являются усилитель и цепь положительной обратной связи (β -цепь). Для работы автогенератора необходимо, чтобы энергия, вводимая от внешнего источника в колебательный контур, была достаточной для компенсации активных потерь в нем, а обратная связь по характеру была бы положительной, т.е. выполнялось условие баланса амплитуд и баланса фаз.



Рассмотрим схему 3Г, входящего в состав генераторного оборудования системы передачи К-24Т

Генератор собран на транзисторе VT по емкостной трехточечной схеме. В состав контура входят конденсаторы $C5$, $C6$, а также последовательно включенные кварцевый резонатор G и конденсатор $C4$. Эквивалентное сопротивление резонатора и конденсатора $C4$ должно иметь индуктивный ха-

актер, только в этом случае 3Г будет генерировать электрические колебания. Частота колебаний 4464 кГц стабилизируется кварцевым резонатором-термостатом. Он помещен в стеклянный баллон вместе с позисторами, которые представляют собой термосопротивления с положительным температурным коэффициентом. При включении питания позистор функционирует как подогреватель и термочувствительный элемент, т.е. с увеличением температуры внутри баллона сопротивление позистора возрастает и ток подогрева уменьшается. Таким образом, в баллоне поддерживается температура $+65^{\circ}\text{C}$ с точностью термостатирования $\pm 0,2^{\circ}\text{C}$. Конденсатор $C4$ служит для коррекции частоты генерации при настройке аппаратуры, варикап VD — для подстройки частоты генерируемых колебаний в процессе эксплуатации системы передачи, что достигается изменением емкости варикапа при изменении подводимого к нему напряжения потенциометром $R1$.

Содержание отчета

1. Название занятия.
2. Цель занятия.

3. Используемые материалы.
4. Отчет о проведении занятия
5. Выводы

Контрольные вопросы

1. Используя упрощенную структурную схему генераторного оборудования системы передачи К-24 объяснить принцип ее работы.
2. Используя упрощенную структурную схему задающего генератора рассказать о принципе его работы.
3. Используя упрощенную структурную схему задающего генераторного оборудования системы передачи К-24 объяснить принцип ее работы

Лабораторное занятие №3

Тема: Измерение и регулировка основных характеристик телефонных каналов аналоговых систем передачи

Цель: научиться измерять и регулировать основные характеристики телефонных каналов

Материалы: инструкционная карта выполнения работы

План лабораторного занятия:

1. Изучить нормы ОЗ и ОУ, используя теоретические сведения.
2. Используя шаблон изучить нормы допустимого отклонения АЧХ для канала ТЧ.
3. Изучить теоретические сведения о амплитудной характеристике и нелинейных искажениях канала
4. Выполнить задание и составить отчет о лабораторном занятии
5. Сделать выводы и защитить лабораторное занятие

Теоретическая часть

К основным нормируемым параметрам и характеристикам каналов относятся: остаточное затухание и остаточное усиление, амплитудно-частотная и фазочастотная характеристики, амплитудная характеристика, коэффициент нелинейных искажений, уровни передачи, мощность и напряжение помех, защищенность от переходных влияний.

Остаточное затухание и остаточное усиление канала тональной частоты.

Остаточным затуханием a_0 канала или группового тракта называется разность между суммой затуханий a_i и суммой усиления S_j вносимых всеми его элементами:

$$a_0 = \sum_{i=1}^n a_i - \sum_{j=1}^m S_j. \quad (3.1)$$

Остаточное затухание (ОЗ) имеет место, когда в канале или тракте преобладает сумма затуханий. В случае преобладания суммы усиления канал или тракт имеет остаточное усиление (ОУ), обозначаемое S_0 . Например, канал ТЧ в двухпроводном окончании имеет остаточное затухание, а в

четырёхпроводном окончании — остаточное усиление. Наличие ОЗ в канале ТЧ с двухпроводным окончанием обеспечивает устойчивую работу канала, отсутствие в нем генерации.

Норма ОЗ для канала ТЧ с двухпроводным окончанием равна 7 дБ. Это значит, что при подаче на двухпроводный вход канала измерительного сигнала частотой 1020 Гц и нулевым уровнем на его выходе должен быть измерительный сигнал с той же частотой и уровнем -7 дБ. Следует отметить, во избежание перегрузки группового тракта ОЗ рекомендуется измерять при уровне сигнала на входе канала -10 дБ. Тогда уровень сигнала на двухпроводном выходе канала ТЧ должен быть на 10 дБ ниже, т.е. -17 дБ. Погрешность установки номинального остаточного затухания не должна превышать $\pm (0,2—0,3)$ дБ.

Норма ОУ канала ТЧ при четырёхпроводном окончании составляет 17 дБ, т.е. при подаче на четырёхпроводный вход канала ТЧ измерительного сигнала с уровнем -13 дБ уровень на его четырёхпроводном выходе будет составлять +4 дБ. Во избежание перегрузки на четырёхпроводный вход канала рекомендуется подавать измерительный сигнал с уровнем -23 дБ. Тогда уровень сигнала на четырёхпроводном выходе должен быть равен -6 дБ.

Амплитудно-частотная характеристика

Амплитудно-частотной характеристикой (АЧХ) канала или тракта называется зависимость остаточного затухания a_0 или остаточного усиления S_0 от частоты синусоидального сигнала. В идеальном случае все частотные составляющие сигнала должны проходить по каналу с одинаковым затуханием или усилением, т.е. идеальная АЧХ будет представлять собой прямую линию.

Нормируется АЧХ в пределах полосы эффективно передаваемых частот. Для стандартных каналов ТЧ полоса эффективно передаваемых частот 300—3400 Гц.

На рисунке 3.1 приведены нормы допустимого отклонения АЧХ для канала ТЧ. Ступенчатые кривые 7,2 и 3 ограничивают допустимое увеличение ОЗ на различных частотах относительно значения на частоте 1020 Гц.

Ограничивающая линия 1 соответствует одному, 2 — пяти, 3—двенадцати переприемным участкам по ТЧ.

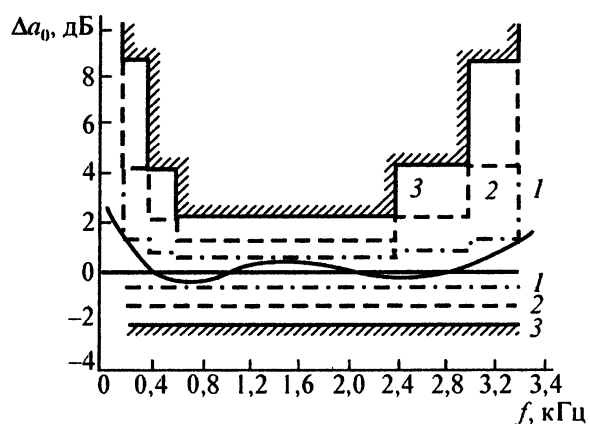


Рисунок 3.1 - Нормы допустимого отклонения АЧХ для канала ТЧ

Нелинейные искажения появляются при прохождении сигналов по элементам канала, обладающим даже малой нелинейностью.

Они проявляются в виде возникающих гармоник и комбинационных составляющих от передаваемых по каналам и трактам частот.

Нормами установлено, что коэффициент нелинейности в канале ТЧ не должен превышать 1,5 %, а коэффициент нелинейности по третьей гармонике — 1 %.

Уровни передачи и приема. Устойчивость двусторонних каналов связи

Уровни передачи и приема. Уровнем передачи называется значение измерительного уровня на выходе основных элементов аппаратуры. Значение уровня передачи на выходе усилителя выбирается с учетом следующих факторов. Увеличение уровня передачи приводит к перегрузке групповых усилителей и возрастанию мощности помех нелинейного происхождения. Уменьшение уровня передачи вызовет ухудшение отношения сигнал/помеха и увеличению мощности собственных помех в каналах связи. С ростом числа каналов в аппаратуре уровень передачи на выходе линейных усилителей оконечной и промежуточной станций должен уменьшаться во избежание перегрузки элементов группового тракта.

Устойчивость канала. Этот параметр характеризует работу канала без генерации (самовозбуждения). Параметр, называемый запасом устойчивости a , при номинальном значении остаточного затухания канала $\#_0$, равен остаточному затуханию: $Q = a_0 = 7$ дБ. Вследствие изменения остаточного затухания канала во времени происходит и изменение запаса устойчивости. Особенно опасно его уменьшение, так как это может привести к генерации канала. Запас устойчивости определяют следующим образом. В режиме холостого хода на обоих концах канала доводят канал до генерации. Затем уменьшают усиление усилителей до момента прекращения генерации. Измеряют остаточное затухание канала в обоих направлениях. Устанавливают номинальное остаточное затухание канала в обоих направлениях. Запас устойчивости:

$$\sigma = \frac{a_{01} + a_{02}}{2} - \frac{a_{к1} + a_{к2}}{2}. \quad (3.2)$$

Увеличение запаса устойчивости канала достигается уменьшением колебаний остаточного затухания или увеличением его номинального значения.

Содержание отчета

1. Название занятия.
2. Цель занятия.
3. Используемые материалы.
4. Отчет о проведении занятия
5. Выводы

Контрольные вопросы

1. Перечислить основные нормируемые параметры и характеристики каналов.
2. Назвать норму ОЗ для канала ТЧ с двухпроводным окончанием и рассказать о методике измерения ОЗ.

3. Согласно шаблона привести нормы допустимого отклонения АЧХ для канала ТЧ
4. Привести определение «нелинейные искажения» и назвать нормы коэффициента нелинейных искажений.
5. Привести методику расчета запаса устойчивости канала.

Лабораторное занятие №4

Тема: Исследование принципов построения и действия нелинейного кодера ЦСП PDH

Цель: Изучить структурную схему нелинейного декодера и исследовать принцип его работы

Материалы: инструкционная карта выполнения работы, структурная схема декодера

План лабораторного занятия:

1. Изучить структурную схему нелинейного кодера.
2. Используя схему изучить назначение и принцип работы элементов
3. Рассмотреть и изучить последовательность этапов кодирования
4. Выполнить задание и составить отчет о лабораторном занятии
5. Сделать выводы и защитить лабораторное занятие

Теоретическая часть

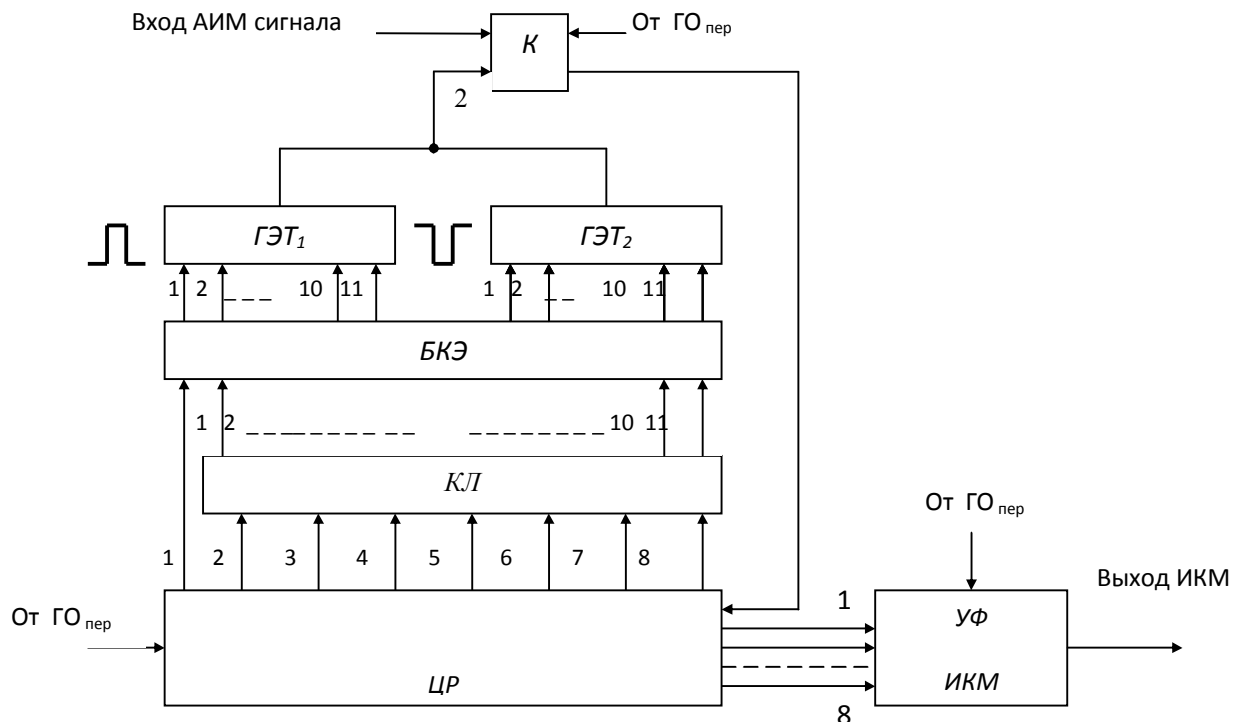


Рисунок 4.1 - Структурная схема нелинейного кодера

Назначение и принцип работы компаратора K , генераторов эталонных токов $ГЭТ_1$ и $ГЭТ_2$, устройства формирования цифрового сигнала $УФ ИКМ$ такие же, как и в схеме линейного кодера для двухполярного сигнала. Однако в

отличие от линейного кодера $ГЭТ_1$ и $ГЭТ_2$ содержат 11 ключей, а веса подключаемых ими эталонных токов равны $\delta_0, 2\delta_0, 4\delta_0, \dots 512\delta_0$ и $1024\delta_0$. После каждого такта кодирования решение компаратора K записывается в цифровой регистр $ЦР$.

В зависимости от решения компаратора $ЦР$ выбирает полярность $ГЭТ$ и управляет работой цифровой логики, которая преобразует 7-разрядный код в 11 разрядный, а также подключает на вход 2 компаратора эталонные токи от $ГЭТ$. Устройство формирования ИКМ сигнала $УФ ИКМ$ считывает состояние выходов $ЦР$ и преобразует параллельный код в последовательный.

Как было показано ранее, кодирование осуществляется за восемь тактов и включает три основных этапа, на которых определяется и кодируется:

- полярность входного сигнала;
- номер сегмента, в котором находится кодируемый отсчет;
- номер уровня квантования сегмента, в зоне которого заключена амплитуда кодируемого отсчета.

Первый этап кодирования осуществляется за первый такт, второй этап – за второй-четвертый такты и третий этап – за пятый-восьмой такты кодирования.

Рассмотрим численный пример кодирования. На вход 1 компаратора K нелинейного кодера поступает положительный отсчет с амплитудой $I_{отс} = 1365\delta_0$.

Первый такт. С выхода генератора передачи $ГО_{пер}$ на первый выход $ЦР$ поступает «1», а все остальные выходы $ЦР$ находятся в нулевом состоянии. Это вызывает подключение к входу 2 компаратора $ГЭТ_1$ положительной полярности. Так как $I_{отс} > 0$, то на выходе компаратора 3 появится «0» и состояние «1» на первом выходе $ЦР$ сохранится. Эта «1» с выхода $ЦР$ поступает на вход 1 $УФ ИКМ$. Следовательно, символ полярности $P=1$. На этом завершается первый этап кодирования.

Второй такт. С выхода генератора передачи $ГО_{пер}$ на второй выход $ЦР$ поступает «1», на выходе 1 $ЦР$ находятся «1», выходы 3...8 $ЦР$ находятся в нулевом состоянии. В результате чего на выходе 1 блока компрессорной

логики $КЛ$ появляется «1», которая управляет блоком коммутации эталонов $БКЭ$, и ко входу 2 компаратора подключается эталон $I_{эт4} = 128\delta_0$. Так как $I_{отс} - I_{эт4} = 1365\delta_0 - 128\delta_0 = 1237\delta_0 > 0$, то на выходе 3 компаратора появляется «0». Состояния «1» на втором выходе $ЦР$ и первом выходе $КЛ$ сохраняются. С выхода $ЦР$ «1» поступает на вход 2 $УФ ИКМ$. Следовательно, первый символ кода сегмента $X=1$.

Третий такт. С выхода генератора передачи $ГО_{пер}$ на третий выход $ЦР$ поступает «1», выходы 4 ...8 $ЦР$ находятся в нулевом состоянии. В результате чего на выходе 2 блока компрессорной логики $КЛ$ появляется «1», которая управляет блоком коммутации эталонов $БКЭ$, и ко входу 2 компаратора подключается эталон $I_{эт6} = 512\delta_0$, а эталон $I_{эт4} = 128\delta_0$. Так как $I_{отс} - I_{эт6} = 1365\delta_0 - 512\delta_0 = 853\delta_0 > 0$, то на выходе 3 компаратора появляется «0». Состояния «1» на третьем выходе $ЦР$ и на первом, втором выходах $КЛ$ сохраняются. Эта «1» с выхода $ЦР$ поступает на вход 3 $УФ ИКМ$. Второй символ кода сегмента $Y=1$.

Четвертый такт. С выхода генератора передачи $ГО_{пер}$ на четвертый выход $ЦР$ поступает «1», выходы 5 ...8 $ЦР$ находятся в нулевом состоянии. В результате чего на выходе 3 блока компрессорной логики $КЛ$ появляется «1», которая управляет блоком коммутации эталонов $БКЭ$, и к входу 2 компаратора подключается эталон $I_{эт7} = 1024\delta_0$, а эталон $I_{эт6} = 512\delta_0$. Так как $I_{отс} - I_{эт6} = 1365\delta_0 - 1024\delta_0 = 341\delta_0 > 0$, то на выходе 3 компаратора появляется «0». Состояния «1» на четвертом выходе $ЦР$ и на третьем выходе $КЛ$ сохраняются.

Состояние «1» сохраняется только на одном из восьми выходов (эталон) соответствующего нижней границе сегмента. Для нашего примера это. Этот же эталон подключается и к входу 2 компаратора $К$ от $ГЭТ_1$ и остается подключенным на все оставшееся время кодирования. С выхода $ЦР$ «1» поступает на вход 4 $УФ ИКМ$. Третий символ кода сегмента $Z=1$. На этом завершается второй этап кодирования.

Таким образом, за четыре такта формируются: символ полярности отсчета равный $P=1$ и три символа кода сегмента $X=1$, $Y=1$ и $Z=1$.

Третий этап кодирования – определение и кодирование номера уровня квантования сегмента, в пределах которого находится амплитуда отсчета $I_{отс}$. Таких уровней квантования в пределах каждого сегмента 16, и все они могут быть получены с помощью дополнительных эталонных значений.

Для рассматриваемого примера отсчет находится в седьмом сегменте, для которого дополнительные эталонные значения равны $I_{эт4} = 512\delta_0$, $I_{эт3} = 256\delta_0$, $I_{эт2} = 128\delta_0$ и $I_{эт1} = 64\delta_0$, а шаг квантования для этого сегмента равен $\delta_7 = 16\delta_0$, где, напомним, δ_0 – шаг квантования нулевого (центрального) сегмента.

Пятый такт. С выхода генератора передачи $ГО_{пер}$ на пятый выход $ЦР$ поступает «1», выходы 6 ...8 $ЦР$ находятся в нулевом состоянии (2...4 – в состоянии «1»).

В результате чего на выходе 5 блока компрессорной логики $КЛ$ появляется «1», которая управляет блоком коммутации эталонов $БКЭ$, и к входу 2 компаратора подключается эталон $I_{эт6} = 512\delta_0$. Сигнал на входе 2 компаратора равен

$$I_{эт7} + I_{эт4} = 1024\delta_0 +$$

$512\delta_0 = 1536\delta_0$. Так как $I_{отс} - (I_{эт7} + I_{эт4}) = 1365\delta_0 - 1536\delta_0 = -171\delta_0 < 0$, то на выходе 3 компаратора появляется «1». Состояния «1» на пятом выходе $ЦР$ и на пятом выходе $КЛ$ заменяются на «0». Эталон $I_{эт4} = 512\delta_0$ от входа 2 компаратора отключается. С выхода $ЦР$ «0» поступает на вход 5 $УФ ИКМ$. Первый символ кода номера уровня квантования сегмента $A=0$.

Шестой такт. С выхода генератора передачи $ГО_{пер}$ на шестой выход $ЦР$ поступает «1», выходы 7...8 $ЦР$ находятся в нулевом состоянии (2...4 – в состоянии «1», а 5 – «0»). В результате чего на выходе 6 блока компрессорной логики $КЛ$ появляется «1», которая управляет блоком коммутации эталонов $БКЭ$, и к входу 2 компаратора подключается эталон $I_{эт5} = 256\delta_0$. Сигнал на входе 2 компаратора равен

$$I_{эт7} + I_{эт3} = 1024\delta_0 +$$

$256\delta_0 = 1280\delta_0$. Так как $I_{отс} - (I_{эт7} + I_{эт3}) = 1365\delta_0 - 1280\delta_0 = 85\delta_0 > 0$, то на выходе 3 компаратора появляется «0». Состояние выходов $ЦР$ не изменяется. С выхода $ЦР$ «1» поступает на вход 6 $УФ ИКМ$. Следовательно, 2-й символ кода номера уровня квантования сегмента $B = 1$.

Седьмой такт. С выхода генератора передачи $ГО_{пер}$ на седьмой выход $ЦР$ поступает «1», выходы 8 $ЦР$ находятся в нулевом состоянии (2...4, 6 – в состоянии «1», а 5 – «0»). В результате чего на выходе 7 блока компрессорной логики $КЛ$ появляется «1», которая управляет блоком коммутации эталонов $БКЭ$, и к входу 2 компаратора подключается эталон $I_{эт4} = 128\delta_0$. Сигнал на входе 2 компаратора равен

$$I_{эт7} + I_{эт3} + I_{эт2} = 1024\delta_0 + 256\delta_0 + 128\delta_0 = 1408\delta_0.$$

Так как

$$I_{отс} - (I_{эт7} + I_{эт3} + I_{эт2}) = 1365\delta_0 - 1408\delta_0 = -43\delta_0 < 0,$$

то на выходе 3 компаратора появляется «1». Эта «1» устанавливает «0» на седьмом выходе $ЦР$, отключается $I_{эт2}$ от входа 2 компаратора. С выхода $ЦР$ «0» поступает на вход 7 $УФ ИКМ$. Следовательно, 3-й символ кода номера уровня квантования сегмента $C = 0$.

Восьмой такт. С выхода генератора передачи $ГО_{пер}$ на восьмой выход $ЦР$ поступает «1», (2...4, 6 – в состоянии «1», а 5, 7 – «0»). В результате чего на выходе 8 блока компрессорной логики $КЛ$ появляется «1», которая управляет блоком коммутации эталонов $БКЭ$, и к входу 2 компаратора подключается эталон $I_{эт3} = 64\delta_0$. Сигнал на входе 2 компаратора равен $I_{эт7} + I_{эт3} + I_{эт1} = 1024\delta_0 + 256\delta_0 + 64\delta_0 = 1344\delta_0$. Так как

$$I_{отс} - (I_{эт7} + I_{эт3} + I_{эт1}) = 1365\delta_0 - 1344\delta_0 = 21\delta_0 > 0,$$

то на выходе 3 компаратора появляется «0». Состояние символов на выходах $ЦР$ и $КЛ$ не изменяется. С выхода $ЦР$ «1» поступает на вход 8 $УФ ИКМ$. Следовательно, 4-й символ кода номера уровня квантования сегмента $D = 1$.

Таким образом, за четыре такта формируются: символы кода номера уровня квантования отсчета 7-го сегмента: $A = 0, B = 1, C = 0, D = 1$.

Преобразователь кода $ПК$ формирует выходной ИКМ сигнал в последовательном виде 11110101. Шум квантования при этом равен $I_{эт7} = 1365\delta_0 - 1344\delta_0 = 21\delta_0$, что не превышает половины шага квантования седьмого сегмента.

Содержание отчета

1. Название занятия.

2. Цель занятия.
3. Используемые материалы.
4. Отчет о проведении занятия
5. Выводы

Контрольные вопросы

1. По структурной схеме перечислить основные элементы нелинейного кодера и охарактеризовать их работу.
2. Объяснить процесс первого этапа кодирования.
3. Объяснить процесс второго этапа кодирования.
4. Объяснить процесс третьего этапа кодирования.

Лабораторное занятие № 5

Тема: Исследование принципов построения и действия нелинейного декодера ЦСП PDH

Цель: Исследовать структурную схему нелинейного декодера, изучить принцип ее работы

Материалы: инструкционная карта выполнения работы, схема нелинейного декодера.

План лабораторного занятия:

1. Изучить структурную схему нелинейного декодера.
2. Используя схему изучить назначение и принцип работы элементов
3. Рассмотреть и изучить принцип декодирования информации
4. Выполнить задание и составить отчет о лабораторном занятии
5. Сделать выводы и защитить лабораторное занятие

Теоретическая часть

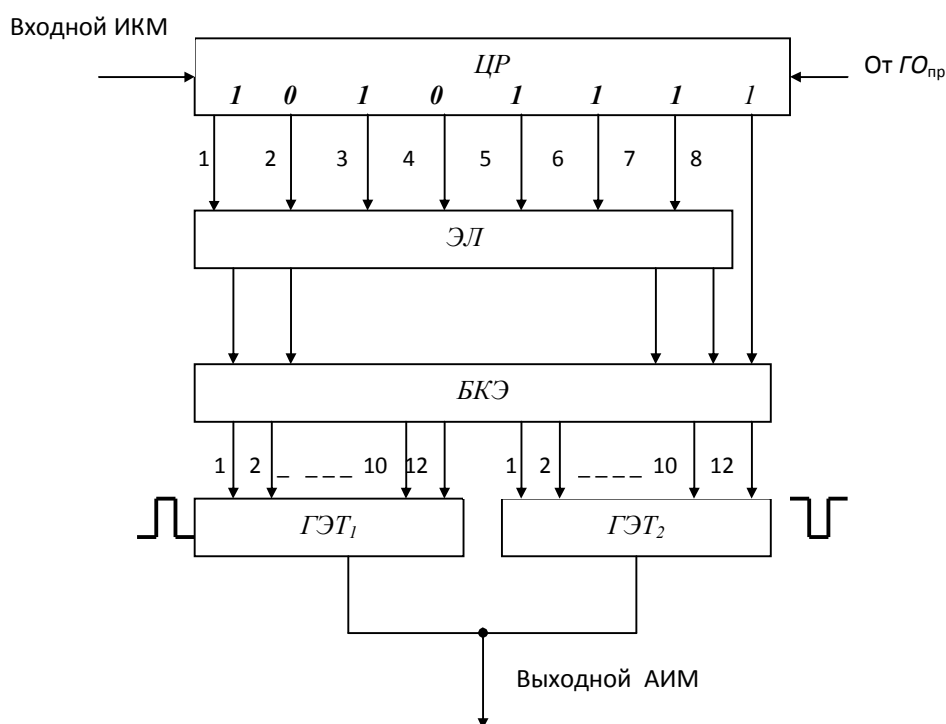


Рисунок 5.1 – Структурная схема нелинейного декодера

Декодер осуществляет цифро-аналоговое преобразование кодовой комбинации ИКМ сигнала в отсчеты АИМ сигнала, соответствующей амплитуды и полярности. Декодер содержит цифровой регистр $ЦР$, блок экспандирующей логики, блок коммутации эталонов $БКЭ$ и два генератора эталонных токов $ГЭТ_1$ и $ГЭТ_2$ положительной и отрицательной полярности.

Принятый ИКМ сигнал, представляющий восьмиразрядную кодовую комбинацию, записывается в $ЦР$ и в виде параллельного кода формируется на его выходах 1...8. Высший разряд, определяющий полярность отсчета, записывается на 8-ом выходе. Символы, определяющие код сегмента записываются на 7, 6 и 5 выходах, символы кода номера уровня квантования записываются на 4, 3, 2 и 1 выходах $ЦР$. В соответствии с принятой кодовой комбинацией осуществляется включение эталонных токов. Их суммарная величина и определяет значение принимаемого отсчета. Необходимо отметить, что для уменьшения погрешности кодирования уровни квантования декодера смещены на половину шага квантования по отношению к уровням кодера. Для этого в $БКЭ$ добавлен еще один, 12-й корректирующий эталон, равный 0,5 шага квантования соответствующего сегмента.

Рассмотрим пример декодирования кодовой комбинации 11110101. Эта кодовая комбинация записывается в $ЦР$. Символ на восьмом выходе $ЦР$ определяет полярность отсчета. Так как на восьмом выходе $ЦР$ появилась «1», то через блок коммутации эталонов $БКЭ$ осуществляется подключение положительных эталонов $ГЭТ_1$. Так как на пятом-седьмом выходах $ЦР$ записаны «1», то $БКЭ$ во взаимодействии с блоком экспандерной логики $ЭЛ$ подключают к $ГЭТ_1$ эталон соответствующий нижней границе сегмента, равный $I_{эт10} = 1024\delta_0$. Так как на четвертом выходе $ЦР$ записан «0», то следующий эталон $ГЭТ_1$ не будет подключен. Далее следует, что на третьем выходе $ЦР$ записана «1», следовательно, к выходу $ГЭТ_1$ будет подключен эталон $I_{эт8} = 256\delta_0$. В результате на выходе $ГЭТ_1$ формируется ток $I_{эт} = I_{эт10} + I_{эт8} = 1024\delta_0 + 256\delta_0 = 1280\delta_0$. На втором выходе $ЦР$ записан «0», то следующий эталон пропускается. На первом выходе $ЦР$ записана «1», то следующий эталон

равный $I_{\text{эт6}} = 64\delta_o$ подключается к выходу декодера и амплитуда суммарного тока на выходе декодера будет равна $I_{\text{эт}} = I_{\text{эт10}} + I_{\text{эт8}} + I_{\text{эт6}} = 1024\delta_o + 256\delta_o + 64\delta_o = 1344\delta_o$.

Для снижения шумов квантования, как отмечалось выше, при декодировании используется еще 12-й корректирующий эталон, равный половине шага квантования соответствующего сегмента $\delta_{\text{сег}}$, т.е. $I_{\text{к}} = 0,5\delta_{\text{сег}}$. Для приведенного примера шаг квантования седьмого сегмента равен $64\delta_o$, следовательно, общее суммарное значение тока АИМ сигнала на выходе кодера будет равно $I_{\text{эт}} = I_{\text{эт10}} + I_{\text{эт8}} + I_{\text{эт6}} + I_{\text{к}} = 1024\delta_o + 256\delta_o + 64\delta_o + 32\delta_o = 1378\delta_o$. На вход кодера поступил отсчет с амплитудой $I_{\text{отс}} = 1365\delta_o$, сигнал на выходе декодера равен $I_{\text{эт}} = 1378\delta_o$, следовательно, искажения при кодировании-декодировании равны $I_{\text{иск}} = I_{\text{отс}} - I_{\text{эт}} = 1365\delta_o - 1378\delta_o = -13\delta_o$, что по абсолютной величине не превышает половины шага квантования.

Содержание отчета

1. Название занятия.
2. Цель занятия.
3. Используемые материалы.
4. Отчет о проведении занятия
5. Выводы

Контрольные вопросы

1. По структурной схеме перечислить основные элементы нелинейного декодера и охарактеризовать их работу.
2. Объяснить процесс цифро-аналогового преобразования АИМ-сигнала.
3. Объяснить принцип снижения шумов квантования.

Лабораторное занятие №6

Тема: Исследование принципов построения генераторного оборудования передачи и приема цифровой системы PDH

Цель: Исследовать структурную схему генераторного оборудования ЦСП PDH и изучить принцип ее работы

Материалы: инструкционная карта выполнения работы, схема генераторного оборудования.

План лабораторного занятия:

1. Изучить структурную схему генераторного оборудования.
2. Используя схему изучить назначение и принцип работы элементов.
3. Рассмотреть и изучить временные диаграммы работы генераторного оборудования.

4. Выполнить задание и составить отчет о лабораторном занятии

5. Сделать выводы и защитить лабораторное занятие

Теоретическая часть

При построении ГО первичной цифровой системы или ПЦП необходимые импульсные последовательности можно получить путем деления тактовой частоты, получаемой от высокостабильного автономного задающего генератора ЗГ с относительной нестабильностью не хуже $\pm 10^{-6}$

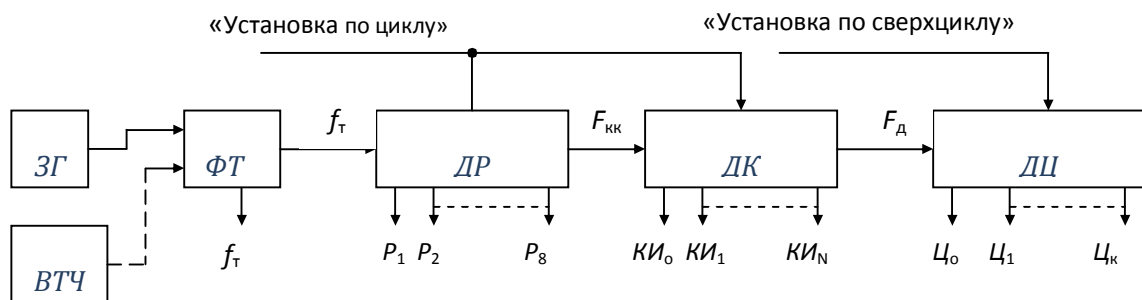


Рисунок 6.1 - Структурная схема ГО передачи

На выходе ЗГ формируется гармонический высокостабильный сигнал с частотой, обычно равной или кратной тактовой частоте f_t . Формирователь тактовой последовательности ФТП вырабатывает основную

последовательность импульсов с частотой следования f_T . Импульсы тактовой последовательности используются при выполнении операций кодирования и декодирования, формирования и обработки линейного цифрового сигнала.

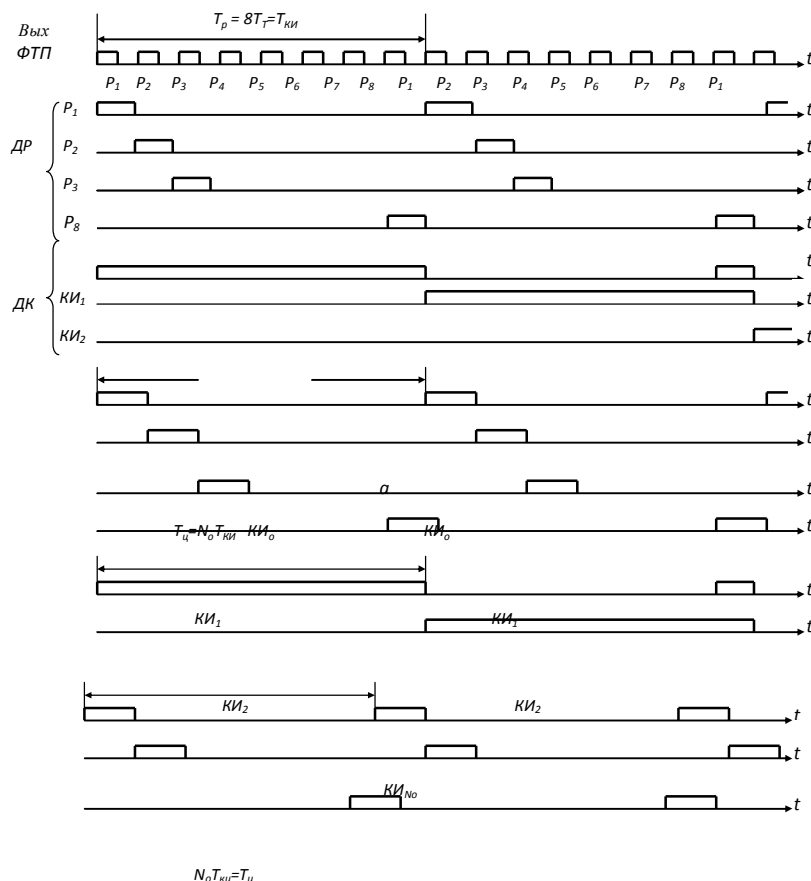


Рисунок 5.2 - Временные диаграммы работы генераторного оборудования

Делитель разрядный ДР формирует m импульсных последовательностей $P_1, P_2 \dots P_m$. Число разрядных импульсов формируемых ДР, равно числу разрядов кодовой комбинации, а частота их следования для $m = 8$ равна $F_{КК} = f_T / m = 2048 / 8 = 256$ кГц. Импульсные последовательности с выхода ДР используются для правильного определения каждого разряда кодовой комбинации, при выполнении операций кодирования и декодирования, а также при формировании группового ИКМ сигнала, когда необходимо выделить временные интервалы для передачи соответствующих позиций синхроимпульсов, сигналов управления и вызова и различного вида сервисных сигналов.

Делитель канальный ДК формирует управляющие канальные импульсы последовательности $KИ_0, KИ_1 \dots KИ_{N-1}$. При коэффициенте пересчета, равном 32, частота следования КИ равна частоте дискретизации F_d .

Делитель цикловой ДЦ служит для формирования цикловых импульсных последовательностей $Ц_0, Ц_1 \dots Ц_{k-1}$, где k – число циклов в сверхцикле. Для $k = 16$ частота следования одноименных цикловых импульсов равна $F_ц = F_d / k = 8000 / 16 = 500$ Гц.

Обычно предусматривается несколько режимов работы генераторного оборудования конечных станций:

- режим внутренней синхронизации, при котором синхронизация осуществляется от местного высокостабильного автономного ЗГ;

- режим внешнего запуска, при котором синхронизация осуществляется от внешнего задающего генератора ВЗГ путем выделения тактовой частоты из линейного сигнала (ВТЧ) (рис. 2.15);

- режим внешней синхронизации, при котором осуществляется подстройка частоты местного ЗГ с помощью фазовой автоматической подстройки частоты (ФАПЧ), управляемой внешним сигналом.

Наличие установочных входов обеспечивает (при необходимости) возможность подстройки ГО данной станции к работе ГО другой станции, выбранную за ведущую.

Содержание отчета

1. Название занятия.
2. Цель занятия.
3. Используемые материалы.
4. Отчет о проведении занятия
5. Выводы

Контрольные вопросы

1. По структурной схеме перечислить основные элементы генераторного оборудования и охарактеризовать их работу.

2. Пояснить временные диаграммы генераторного оборудования.
3. Пояснить работу делителя разрядного.
4. Пояснить работу делителя канального.
5. Пояснить работу делителя циклового.

Лабораторное занятие №7

Тема: Ознакомление с конструкцией и исследование работы оконечной станции цифровой системы передачи PDH, проверка ее работоспособности

Цель работы: Ознакомиться с конструкцией и исследовать работу оконечной станции первичной ЦСП ИКМ-30, проверка ее работоспособности

Материалы: инструкционная карта выполнения работы, структурная схема оконечной станции ИКМ-30

План лабораторного занятия:

1. Изучить структурную оконечной станции ИКМ-30.
2. Используя схему изучить назначение и принцип работы станции ИКМ-30.
3. Рассмотреть и пояснить осциллограммы, снятые с контрольных точек оборудования оконечной станции ИКМ-30.
4. Выполнить задание и составить отчет о лабораторном занятии
5. Сделать выводы и защитить лабораторное занятие

Теоретическая часть

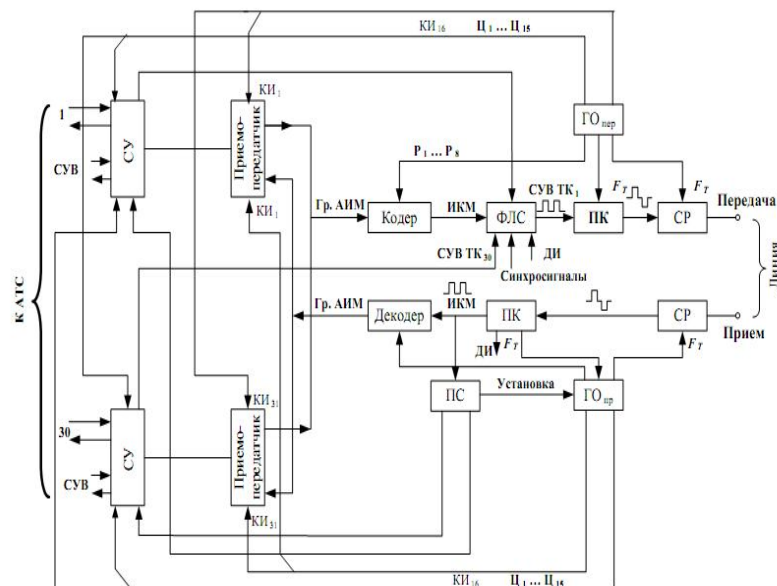


Рисунок 7.1 – Схема оконечной станции ИКМ-30

Телефонные сигналы и СУВ от АТС поступают на согласующие устройства (СУ). Квазиэлектронные согласующие устройства обеспечивают

работу аппаратуры ИКМ-30 с оборудованием декадно-шаговых и координатных АТС. Из исходящего СУ в сторону входящего СУ осуществляется передача следующих СУВ (сигналов управления и взаимодействия): занятие, набор номера, отбой вызывающего абонента и др. В обратном направлении передаются сигналы контроля исходного состояния, ответа абонента, отбой вызываемого абонента и т.д. Кроме того, согласующие устройства формируют сигналы к приемопередатчикам для организации четырехпроводного транзита.

Затем информационные сигналы поступают в приемопередатчик, который обеспечивает двух и четырехпроводное окончание канала ТЧ, причем при двухпроводном окончании остаточное затухание может быть установлено равным 1,8; 3,5 и 7 дБ, а при четырехпроводном — 0 дБ с измерительными уровнями на входе и выходе канала — 3,5 дБм. В приемопередатчике после ограничения частотного диапазона осуществляется АИ модуляция сигнала, т.е. дискретизация сигнала по времени. Управление работой ключей АИМ-модуляторов ведется импульсными последовательностями, поступающими от канальных делителей генераторного оборудования передачи (ГОпер).

С выхода всех 30 приемопередатчиков АИМ-сигналы, сдвинутые относительно друг друга, объединяются и поступают на вход кодирующего устройства. В кодере происходит преобразование группового АИМ-сигнала в цифровой. Кодирование осуществляется восьмиразрядным кодом с использованием квазилогарифмического закона $A87,6/13$. С выхода кодера цифровой сигнал поступает на схему формирования линейного сигнала (ФЛС), где происходит объединение выходного сигнала кодера, импульсных сигналов СУВ, поступающих после преобразования из согласующих устройств, сверхциклового и циклового синхросигналов, а также сигналов дискретной информации (ДИ). Временное объединение указанных сигналов происходит в соответствии со структурой цикла передачи.

С выхода ФЛС групповой ИКМ-сигнал поступает на преобразователь кода (ПК), где осуществляется преобразование симметричного двоичного кода в квазитроичный код с чередованием импульсов (ЧПИ). Далее сигнал поступает

на вход передающей части станционного регенератора (СР), где формируется линейный сигнал с заданными параметрами (амплитуда импульсов 3 В, длительность 0,244 мкс), затем через линейный трансформатор передаётся в кабель. Через среднюю точку этого трансформатора подается дистанционное питание.

В приемном оборудовании пришедший цифровой сигнал через линейный трансформатор поступает в приемную часть станционного регенератора (СР), где осуществляется восстановление его параметров. Восстановленный сигнал ИКМ подаётся на вход преобразователя кода приема, где квазитроичный сигнал преобразуется в двоичный, а также происходит выделение тактовой частоты, которая подается в генераторное оборудование приёма (ГОпр). С выхода преобразователя кода групповой ИКМ-сигнал поступает на вход декодера и приемника синхросигнала (ПС). В декодере цифровой ИКМ-сигнал преобразуется в групповой АИМ-сигнал, который подаётся на входы приемной части приемопередатчиков. В каждом приемопередатчике с помощью временного селектора выделяется индивидуальный АИМ-сигнал, из спектра которого фильтр НЧ выделяет разговорный сигнал, который через согласующие устройства (СУ) передаётся на АТС.

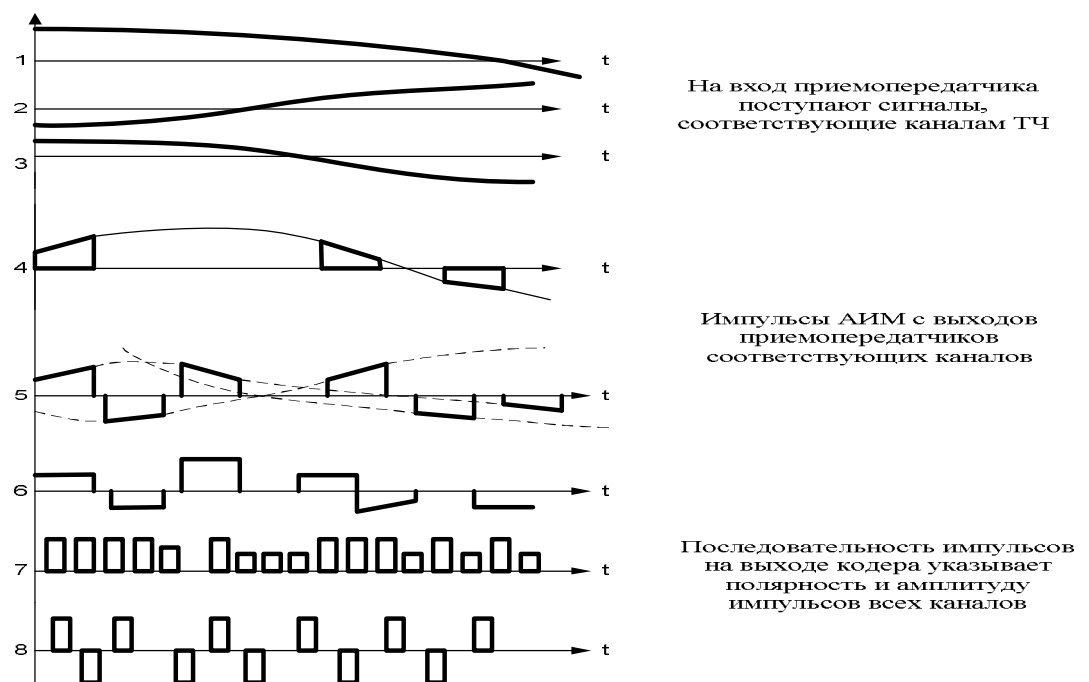


Рисунок 7.2 – Осциллограммы снятые с контрольных точек

Управление работой временных селекторов приемопередатчиков осуществляется импульсными последовательностями, поступающими от канального делителя ГОпр. В приемнике синхросигнала из группового ИКМ-сигнала выделяются цикловой и сверхцикловой синхросигналы, которые управляют запуском делителей ГОпр. В ПС также выделяются СУВ, поступающие затем в приемную часть согласующих устройств, где они преобразуются в сигналы соответствующего вида и подаются в оборудование АТС.

Содержание отчета

1. Название занятия.
2. Цель занятия.
3. Используемые материалы.
4. Отчет о проведении занятия
5. Выводы

Контрольные вопросы

1. По структурной схеме перечислить основные элементы оконечной станции ИКМ-30 и их назначение.
2. Пояснить принцип работы оконечной станции ИКМ-30.
3. Пояснить принцип проверки работоспособности оборудования оконечной станции ИКМ-30, используя осциллограммы, снятые с контрольных точек.

Лабораторное занятие №8

Тема: Ознакомление с конструкцией и исследование работы необслуживаемого регенерационного пункта (НРП) ЦСП

Цель работы: Изучить состав оборудования и работу регенератора НРП-12

Материалы: Структурная схема НРП-12, инструкционная карта выполнения работы, макет НРП-12.

План лабораторного занятия:

1. Изучить конструкцию необслуживаемого усилительного пункта НРП-12.
2. Используя схему изучить назначение и принцип работы станции ИКМ-30.
3. Изучить структурную схему НРП-12, принцип работы НРП-12.
4. Выполнить задание и составить отчет о лабораторном занятии
5. Сделать выводы и защитить лабораторное занятие

Теоретическая часть

Оборудование НРП размещено в контейнерах НРП-12 в каждом из которых размещается от одного до 12 блоков двухсторонних линейных регенераторов (РЛ) и один блок контроля линейных регенераторов (КР). Контейнеры НРП-К12 устанавливаются, как правило, в колодцах телефонной канализации большого типа.

Конструктивно НРП-К12 выполнен в виде герметичного чугунного контейнера, состоящего из корпуса и крышки, оснащенной резиновым уплотнителем и притягиваемой к корпусу болтами специализированного типа. На крышке контейнера расположены ниши, в которых установлен воздушный вентиль, используемый для накачки контейнера воздухом (ниша “Давление”/, и разъём служебной связи/ ниша “Сл. связь”/ для подключения аппарата обходчика АО-30. Обе ниши защищены крышками, герметизированными резиновыми уплотнителями. На внутренней стороне крышки имеются два отсека для укладки селикабеля, смена селикабеля производится после каждого вскрытия контейнера.

Для соединения НРП-K12 с магистральным кабелем в корпусе имеется ввод, выполненный в виде герметичной муфты. Соединение муфты с корпусом контейнера- фланцевое болтовое, уплотненной паронитовой прокладкой.

Наличие вводной съемной герметичной муфты позволяет не применять при монтаже контейнера газонепроницаемые муфты, производить замену корпуса контейнера с размещенным в нем оборудованием без нарушения герметичности магистрального кабеля, а ремонт стабкабелей - без нарушения герметичности контейнера. Ремонт и замена кабельной муфты возможно без нарушения электрического монтажа контейнера. Для соединения с заземлителем на корпусе контейнера предусмотрен болт из нержавеющей стали с соответствующей маркировкой.

По условиям эксплуатации контейнер может находиться в затопленном состоянии до 6 месяцев на глубине до 2-х метров. Поэтому болты крышки контейнера из нержавеющей стали и имеют антикоррозийное покрытие, а соединительные болты муфты залиты герметиком.

Для контроля герметичности контейнер содержится под избыточным давлением воздуха, нагнетаемого через воздушный вентиль. При вскрытии контейнера избыточное давление предварительно снимается.

Внутри контейнера помещается стальной каркас, на котором устанавливаются блоки РЛ и КР. Коммутация цепей блоков с электрическим монтажом контейнера осуществляется прямоугольными разъемными соединителями с золочеными контактами. На каркасе смонтировано коммутационное поле для подключения регенераторов к выбранным парам кабеля и проключение пар телеконтроля к служебной связи; установлен сигнализатор понижения давления, блокирующая кнопка и контактная планка с контрольными резисторами, соединенные перемычками.

Масса НРП-K12 без стабкабелей - не более 120 кг., габаритные размеры 1000 x 380 x 355 мм.

Структурная схема НРП.

Ослабленный и искаженный в процессе прохождения по кабельной линии цифровой сигнал через симметрирующий трансформатор Tr1 поступает на

вход линейного корректора ЛК, осуществляющего коррекцию формы принимаемых импульсов и их усиление. Амплитудно-частотная характеристика линейного корректора выбрана, исходя из требования максимизации отношения сигнал-помеха на его выходе.

В состав ЛК входит корректирующий усилитель КУс, корректирующий форму принимаемых импульсов при максимальном затухании кабельной линии и регулируемая искусственная линия РИЛ, дополняющая затухание регенерационного участка до максимального значения. Затухание РИЛ устанавливается устройством автоматической регулировки уровня АРУ, так, чтобы при изменении затухания кабельной линии амплитуда импульсов на выходе ЛК сохранялась неизменной.

Скорректированный биполярный цифровой сигнал формируется на выходе ЛК, разделяется в устройстве деления УР на униполярные последовательности положительных инвертированных отрицательных импульсов.

Данные последовательности поступают на входы двух идентичных решающих устройств РУ1 и РУ2, где происходит опознавание переданных кодовых символов, соответствующих импульсам и пробелам, входящим в состав последовательностей, и восстановление импульсов по форме, длительности и временному положению. Регенерационные последовательности положительных и инвертированных отрицательных импульсов объединяются в формирователе выходных импульсов ФВИ и через симметрирующий трансформатор Тр2 поступают на вход следующего регенерационного участка. Совокупность решающих устройств (РУ1 и РУ2) и формирователя выходных импульсов (ФВИ) представляет собой устройство регенерации Р.

Управление работой решающих устройств РУ1 и РУ2 осуществляется с помощью двух последовательностей прямоугольных импульсов П1 и П2 /хронирующие последовательности/. Частота следования импульсов хронирующих последовательностей равна тактовой частоте цифрового сигнала, а их скважность равна двум.

Временное положение переднего фронта импульсов П1 определяет моменты опознавания кодовых сигналов в регенераторе, а временное положение заднего фронта импульсов П1 фиксирует длительность и определяет временное положение заднего фронта регенерированных импульсов. Импульсы хронизирующей последовательности П2 запирают вход РУ через небольшой по сравнению с тактовым интервалом промежуток времени после момента опознавания, чем ограничивается время опознавания и повышается помехоустойчивость решающих устройств.

Хронирующие последовательности П1 и П2 формируются из выходных сигналов устройства разделения в устройстве хронирования УХ, состоящего из схемы совпадения С, контура ударного возбуждения К, фазовращателя ФВ, формирователя хронизирующих последовательностей ФХП. Последовательности положительных и инвертированных отрицательных импульсов с выхода УР поступают на вход схемы совпадения, из выходного сигнала который с помощью контура ударного возбуждения выделяется квазигарионическое колебание тактовой частоты. С помощью формирователя хронизирующих последовательностей из полученного квазигарионического колебания вырабатываются хронические последовательности П1 и П2, фазированные с регенерируемым сигналом для правильного установления момента опознавания в фазовращателе ФВ. В выходном трансформаторе Тр2 линейного регенератора имеется контрольная обмотка, соединённая измерительным гнездом Гн на лицевой панели и подключённая через согласующий резистор к блоку КР.

Питание регенератора осуществляется от двух источников стабилизированного напряжения $\pm 4,7\text{В} \pm 10\%$. В блоках РЛ питающие напряжения формируются в приемнике дистанционного питания на стабилитрон. Комбинированное подключение узлов регенераторов направлений А и Б к источнику дистанционного питания до 110 мА.

С целью уменьшения габаритных размеров оборудования и повышения надежности питание станционных регенераторов организовано непосредственно от станционной батареи с помощью стабилитронов, причём

для повышения коэффициента полезного действия питающего устройства все регенераторы одной панели ДПР включены по питанию последовательно. Стабилитроны являются защитными и позволяют изымать на панели любой из блоков РС, не нарушая работу других. В рабочем состоянии защитные стабилитроны зашунтированы стабилитронами питания станционных регенераторов, т. е. они заперты.

Для уменьшения уровня помех наводимых на вход регенераторов, общая точка схемы питания регенераторов и оболочка кабеля, заземлённая на корпус стойки или контейнера НРП, соединены через конденсатор.

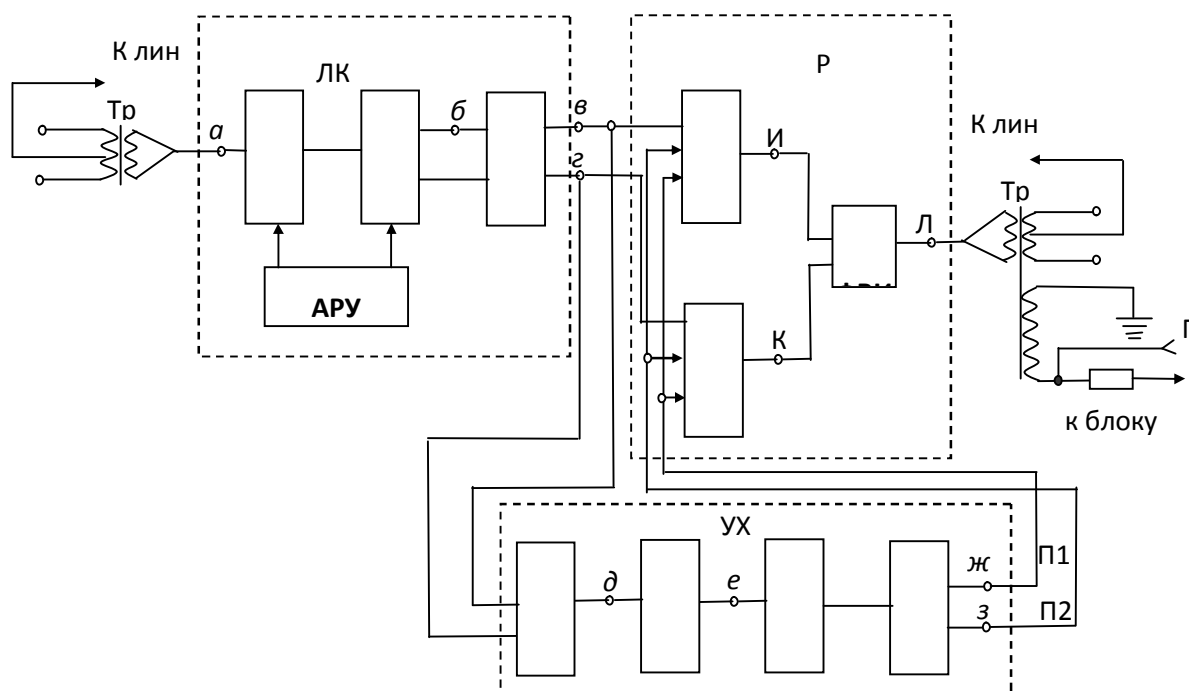


Рисунок 8.1 - Структурная схема регенератора.

Содержание отчета

1. Название занятия.
2. Цель занятия.
3. Используемые материалы.
4. Отчет о проведении занятия
5. Выводы

Контрольные вопросы

1. Рассказать о конструкции необслуживаемого регенерационного пункта НРП-12.
2. Перечислить элементы, входящие в структурную схему НРП-12
3. Используя структурную схему пояснить принцип работы необслуживаемого регенерационного пункта НРП-12.

Лабораторная работа №9

Тема: Измерение основных характеристик каналов цифровой системы передачи

Цель: Изучить нормы и методику измерения ошибок ОЦК

Материалы: инструкционная карта выполнения работы, нормы и методика на измерения ОЦК.

План лабораторного занятия:

1. Изучить общие характеристики ОЦК и долговременные нормы на показатели ошибок для ОЦК.
2. Изучить методику измерений на соответствие долговременным нормам.
3. Изучить методику измерений при вводе в эксплуатацию.
4. Изучить методику измерений при техническом обслуживании.
5. Выполнить задание и составить отчет о лабораторном занятии
6. Сделать выводы и защитить лабораторное занятие

Теоретическая часть

Общие характеристики ОЦК приведены в таблице 9.1.

Таблица 9.1 - Общие характеристики основного цифрового канала

Тип канала и тракта	Номинальная скорость передачи, кбит/с	Предел отклонения скорости передачи, кбит/с	Номинальное входное и выходное сопротивление, Ом
Основной цифровой канал	64	$\pm 5 \times 10^{-5}$	120 (сим)

Долговременные нормы на показатели ошибок для ОЦК основаны на измерении характеристик ошибок за секундные интервалы времени по двум показателям:

- коэффициент ошибок по секундам с ошибками;
- коэффициент ошибок по секундам, пораженным ошибками.

Коэффициент ошибок по секундам с ошибками определяется отношением числа секунд с ошибками к общему числу секунд в период готовности в течение фиксированного интервала измерений.

Коэффициент ошибок по секундам, пораженным ошибками, определяется отношением числа секунд, пораженных ошибками, к общему числу секунд в период готовности в течение фиксированного интервала измерений.

Секунда с ошибками - интервал времени в 1 секунду, в течение которого наблюдалась хотя бы одна ошибка.

Секунда, пораженная ошибками - интервал времени в 1 секунду, в течение которого коэффициент ошибок по битам был более 10^{-3} .

Измерения показателей ошибок в ОЦК для оценки соответствия долговременным нормам проводятся при закрытии связи с использованием псевдослучайной цифровой последовательности.

ОЦК считается соответствующим нормам, если одновременно удовлетворяет требованиям по каждому из двух показателей ошибок - ESR и SESR.

Для оценки эксплуатационных характеристик должны использоваться результаты измерения лишь в периоды готовности канала, интервалы неготовности из рассмотрения исключаются.

Интервалом неготовности является интервал времени, начинающийся с 10 последовательных секунд SES (эти 10 секунд считаются частью интервала неготовности) и заканчиваются при наступлении 10 последовательных секунд без SES (эти 10 секунд считаются частью интервала готовности).

Таблица 9.2 - Общие расчетные эксплуатационные нормы на показатели ошибок для международного соединения длиной 27 500 км

Канал	Скорость	Долговременные нормы		Оперативные нормы	
		А		В	
		ESR	SESR	ESR	SESR
ОЦК	64 кбит/с	0,08	0,002	0,04	0,001

Определение расчетных эксплуатационных норм ОЦК произвольной длины L на МПС состоит в следующем:

- значение L в км округляется с точностью до 5 км в большую сторону. Например, при длине $L = 81$ км округленное значение составляет $L^1 = 85$ км;

- расчет доли норм C ведется по формуле

$$C = 0,00075 \cdot L^1;$$

- долговременные нормы на показатели ошибок ОЦК на МПС длиной L определяются в соответствии с формулами

$$ESR = C \cdot A_{esr} = 0,08 \cdot C$$

$$SESR = C \cdot A_{SESR}/2 = 0,001 \cdot C$$

Методика измерений

Измерения цифровых каналов на соответствие нормам проводятся в зависимости от выполняемой функции технической эксплуатации и могут быть подразделены на следующие виды:

- измерения на соответствие долговременным нормам;
- измерения при вводе в эксплуатацию;
- измерения при техническом обслуживании.

Измерения показателей ошибок проводятся с прекращением связи отдельно для каждого направления передачи. Допускается проводить измерения по шлейфу, т.е. с помощью одного прибора, передатчик которого подключается на вход одного направления измеряемого канала, а приемник на выход другого; на противоположном конце измеряемого канала выход первого направления соединяется со входом второго. При этом результаты измерения должны сравниваться с удвоенными нормами на данный канал для одного направления передачи.

Измерения на соответствие долговременным нормам

Измерения на соответствие долговременным нормам проводятся при сертификационных испытаниях, а также эксплуатационных исследованиях, организуемых в рамках работ по повышению эксплуатационной надежности сети или станции, и выполняются по отдельному графику работ силами производственных лабораторий или других подразделений по указанию администрации.

Измерения этого вида являются наиболее длительными и полными. Соответствие нормам по показателям ошибок должно оцениваться не менее 1 месяца. Применяемые для этой цели средства измерения должны быть автоматизированными, с запоминанием или регистрацией результатов измерения и выходом на ПЭВМ.

Измерения по шлейфу при долговременных измерениях не рекомендуются. При использовании этого метода получение отрицательного результата (несоответствия нормам) требует повторения измерений отдельно для каждого на правления передачи.

Показатели ошибок цифровых каналов для оценки их на соответствие долговременным нормам измеряются с помощью средств измерений показателей ошибок, в которых предусмотрено получение стандартизованного измерительного сигнала. При этих измерениях следует использовать сигнал в виде псевдослучайной последовательности длиной $2^{11}-1$ бит.

До начала измерений в приборе устанавливаются:

- скорость передачи 64 кбит/с, входное и выходное сопротивление, тип стыка, вид испытательной последовательности ($2^{11} - 1$), источник тактового сигнала, выравнивание входного сигнала (если это необходимо), показатели регистрируемых ошибок (ESR и SESR, а если их нет в приборе, то ES и SES), в соответствии с руководством по эксплуатации на конкретное применяемое средство измерений и типа стыка измеряемого канала;
- цикл измерения, равный 30 суткам (если в приборе имеется такая возможность) и интервал измерения не более 1 часа для регистрации промежуточных результатов, режим отображения (за цикл измерений, за интервал измерений, с начала измерений).

Если в приборе нет функции запоминания промежуточных результатов для последующего вывода на печать или встроенного принтера, а прибор предусматривает подключение внешнего принтера для распечатки промежуточных результатов, то необходимо подключить внешний принтер.

По окончании цикла измерений полученные результаты сравнивают с нормами, рассчитанными для данного канала согласно подразделу 8.1, или

непосредственно, считывая результаты измерения показателей ошибок ESR и SESR, или, если результаты получены в виде ES и SES, то путем расчета. В последнем случае из общей длительности измерения следует вычесть время неготовности, которое должно быть зафиксировано прибором.

Измерения при вводе в эксплуатацию

Измерения при вводе в эксплуатацию проводятся на соответствие оперативным нормам. Эти измерения показателей ошибок проводятся в течение более коротких периодов времени. Цель этих измерений состоит в том, чтобы убедиться в правильной работе цифрового канала с точки зрения передачи информации и выполнения действий по техобслуживанию.

Показатели ошибок цифровых каналов для оценки их соответствия нормам по вводу в эксплуатацию измеряются теми же специализированными средствами измерения, что и при долговременных измерениях. Время измерения должно составлять, как правило, 24 часа. Если измеряемый канал образован в тракте и аппаратуре, где уже работают и подвергались тщательным измерениям аналогичные цифровые каналы, измерения могут быть сокращены до 15 минут или 1 часа.

При длительности цикла 24 часа интервал измерений рекомендуется устанавливать от 15 минут до 1 часа, при длительности цикла 15 минут - 1 минуту.

По результатам измерений в течение заданного цикла измеренные значения показателей ошибок - количество секунд с ошибками ES и количество секунд, пораженных ошибками SES, в течение времени готовности сравниваются с нормами для соответствующей длительности измерений.

Измерения при техническом обслуживании

При техническом обслуживании цифровых каналов измерения проводятся в процессе обнаружения повреждений, при их отсутствии измерения проводить не рекомендуется.

По результатам измерений в течение заданного цикла измеренные значения показателей ошибок: количество секунд с ошибками ES и количество секунд, пораженных ошибками SES в течение времени готовности

сравниваются с нормами для соответствующей длительности. Промежуточные результаты используются для локализации неисправности, поэтому в этих случаях особенно желательна их регистрация.

При локализации неисправности измерения могут проводиться по участкам канала, в том числе и на уровне вышестоящих трактов путем выделения в промежуточном пункте сигнала, соответствующего проверяемому каналу со скоростью 64 кбит/с, из цифрового сигнала со скоростью 2 Мбит/с и измерения показателей ошибок необходимого канала на данном участке. Подобные функции заложены в большинство современных анализаторов ошибок. Возможно проведение измерений в обратном направлении путем подачи измерительного сигнала в определенный канальный интервал сигнала со скоростью 2 Мбит/с и измерение показателей ошибок на выходе необходимого канала. Первое измерение может проводиться без прекращения связи по первичному цифровому тракту, кроме проверяемого канала, а второе требует прекращения связи в этом тракте.

Содержание отчета

1. Название занятия.
2. Цель занятия.
3. Используемые материалы.
4. Отчет о проведении занятия
5. Выводы

Контрольные вопросы

1. Перечислить общие характеристики ОЦК и долговременные нормы на показатели ошибок для ОЦК.
2. Рассказать о методике измерений ОЦК на соответствие долговременным нормам.
3. Рассказать о методике измерений ОЦК при вводе в эксплуатацию.
4. Рассказать о методике измерений ОЦК при техническом обслуживании.

Лабораторное занятие №10

Тема: Ознакомление с конструкцией и исследование работы синхронного транспортного модуля STM-1 (STM-N)

Цель: Изучить структурную схему формирования SNM-1 из потоков PDH и из потока E1 2 Мбит/с

Материалы: инструкционная карта выполнения работы, схема формирования STM-1.

План лабораторного занятия:

1. Изучить структуру формирования синхронного транспортного модуля STM-1 из потоков PDH.
2. Изучить общий алгоритм формирования модуля STM.
3. Изучить алгоритм формирования синхронного транспортного модуля STM-1 из потоков E1.
4. Выполнить задание и составить отчет о лабораторном занятии
5. Сделать выводы и защитить лабораторное занятие

Теоретическая часть

Структура формирования синхронного транспортного модуля STM-1 из потоков PDH представлена на рисунке 10.1 (скорости цифровых потоков указаны округленно).

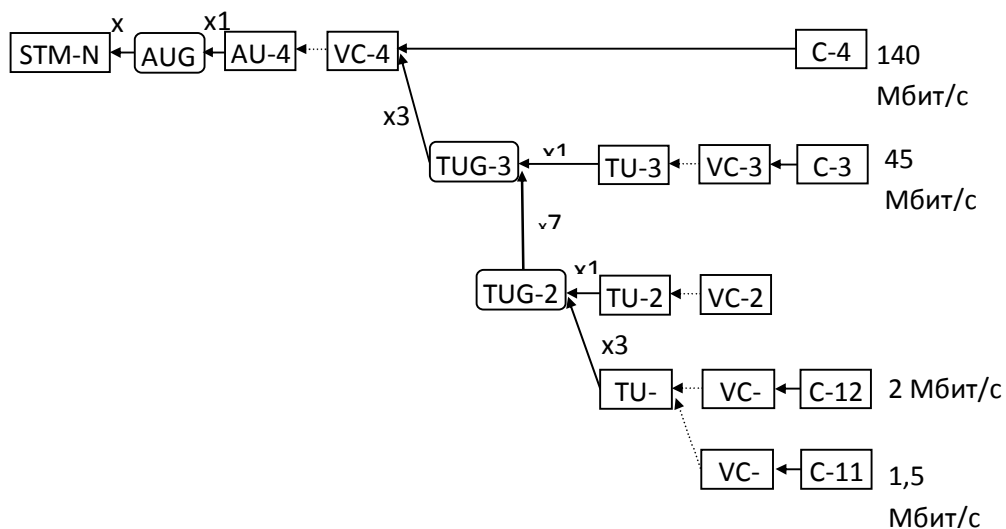


Рисунок 10.1 – Структура формирования STM из PDH

При формировании модулей SDH используется принцип контейнерных перевозок. Подлежащие передаче сигналы предварительно размещаются в стандартных контейнерах С (Container). Контейнер – информационная структура (или элементарный временной кадр), состоящий из информационных битов и битов контроля аппаратуры плезиохронной цифровой иерархии со скоростями передачи: 2 Мбит/с (Е1), 34 Мбит/с (Е3), 140 Мбит/с (Е4). Контейнеры распознаются по букве С, за которой следуют, в зависимости от типа контейнера, одна или две цифры. Первая цифра идентифицирует иерархический уровень асинхронного потока. Вторая цифра указывает на стандарт PDH (американскому стандарту соответствует цифра 1, европейскому – цифра 2). Различают контейнеры низкого уровня (С - 11 – для американской системы, С - 12 – для европейской) и высокого уровня С - 3 и С - 4. Объем контейнера определяется либо по времени (обычно 125 мкс), либо по объему информации в байтах в зависимости от скорости компонентного потока.

Для каждого контейнера необходимы «перевозочные документы», т.е. служебная информация, характеризующая передаваемую информацию (виртуальный контейнер). Виртуальный контейнер VC формируется добавлением к полезной информации, содержащейся в контейнере С, служебной информации, называемой трактовым заголовком (Path Overhead, РОН). Виртуальные контейнеры формируются и расформируются в точках окончания трактов. Трактовый заголовок позволяет осуществлять контроль качества трактов "из конца в конец" и передавать аварийную и эксплуатационную информацию. Эта служебная информация позволяет осуществлять проверку непрерывности связи, оценку вероятности ошибки, индикацию аварии и др.

В структуре мультиплексирования виртуальный контейнер типа VC12 определен как контейнер низкого порядка, VC3 и VC4 – контейнеры высокого порядка.

Общий алгоритм формирования модуля STM предусматривает следующие основные этапы:

- выделение определенного объема входного сигнала для формирования соответствующего контейнера;
- формирование контейнера путем добавления некоторого числа байтов, необходимых для выравнивания скоростей контейнера и STM (стаффинг);
- добавление заголовка и формирование виртуального контейнера;
- загрузка контейнера в трибутарный (подлежащий последующей передаче с более высокой скоростью) или административный блок;
- мультиплексирование определенного числа блоков.

Тракты, соответствующие виртуальным контейнерам 1-го и 2-го уровня VC-11 и VC-12, относятся к трактам низшего порядка, а виртуальным контейнерам 3-го и 4-го уровней VC-3 и VC-4 – высшего. При мультиплексировании циклы различных компонентных потоков могут не совпадать как между собой, так и с циклом агрегатного потока. Для разрешения указанной проблемы в СЦИ служат *указатели PTR (pointer)*. Они указывают, где именно внутри цикла синхронного транспортного модуля STM-1 находятся начальные позиции циклов компонентных потоков. Это позволяет легко производить ввод-вывод потоков. Виртуальные контейнеры 1-го, 2-го и 3-го уровней вместе с соответствующими указателями образуют *субблоки TU (Tributary Unit)*, а 4-го уровня - *административный блок AU (Administrative Unit)*. Таким образом, $TU_n = VC_n + TU_PTR$ ($n=11, 12, 2, 3$); $AU-4 = VC-4 + AU_PTR$. Один или несколько субблоков, занимающих определенные фиксированные позиции в нагрузке виртуального контейнера высшего порядка, называются *группой субблоков TUG (Tributary Unit Group)*. Один или несколько административных блоков, занимающих определенные фиксированные позиции в нагрузке STM, называются *группой административных блоков AUG (Administrative Unit Group)*. В европейской схеме преобразований она состоит из одного AU-4.

Наконец, синхронный транспортный модуль STM-1 образуется добавлением к группе административных блоков AUG *секционного заголовка SOH (Section OverHead)*, который состоит из заголовков *мультиплексной*

MSOH (Multiplexer Section OverHead) и *регенерационной секций* RSOH (Regenerator Section OverHead). Эти заголовки служат для контроля, управления и ряда других функций. При этом RSOH передается между соседними регенераторами, а MSOH – между пунктами, где формируются и расформируются STM, проходя регенераторы транзитом.

Таким образом, $STM-1 = AUG + SOH$, где $SOH = RSOH + MSOH$.

Формирования STM-1 из цифрового потока 2 Мбит/с.

Рассмотрим процесс формирования STM-1 из цифрового потока 2 Мбит/с. Основой формирования контейнера C-12 является кодовый цикл цифрового потока E1 длительностью 125 мкс. При указанной скорости за это время должно быть передано 32 канальных интервала (32 байта). Каждому канальному интервалу соответствует скорость цифрового потока, равная 64 кбит/с. Учитывая, что исходные цифровые потоки формируются различными источниками и могут отличаться по скоростям, информация размещается в контейнер C-12, где для возможности выравнивания скоростей к ней добавляются 2 байта. Таким образом, за время 125 мкс будет передано 34 байта информации и, следовательно, скорость передачи будет равна 2176 кбит/с. На следующем этапе путем добавления одного байта трактового заголовка РОН формируется виртуальный контейнер VC-12. Трактовый заголовок добавляется в пункте формирования VC-12 и устраняется в пункте его расформирования. Он содержит набор служебной информации, обеспечивающей целостность передачи от пункта формирования до пункта приема. Таким образом, VC-12 содержит 35 байт и имеет скорость передачи 2240 кбит/с. Для определения места этого виртуального контейнера в потоке, образованном последующим мультиплексированием, к VC-12 добавляется один байт указателя. В итоге сформирован так называемый трибутарный блок TU-12, содержащий 36 байт и имеющий скорость цифрового потока 2304 кбит/с. Аналогичным образом формируются такие же трибутарные блоки от других входных цифровых потоков. В европейской структуре предусматривается формирование группы трибутарных блоков TUG-2 из трех TU-12 с объемом информации 108 байт и скоростью цифрового потока 6912 кбит/с. Переход на более высокий уровень

осуществляется синхронным мультиплексированием 7 цифровых потоков TUG-2. Путем добавления 3 служебных байт и 15 байт для выравнивания скоростей формируется группа трибутарных блоков TUG-3, содержащая 774 байта и имеющая скорость цифрового потока 49536 кбит/с. В этом потоке размещен 21 поток со скоростью 2 Мбит/с. В дальнейшем процедура повторяется – мультиплексированием с коэффициентом 3 и добавлением заголовка POH формируется виртуальный контейнер VC-4, содержащий 2349 байт и имеющий скорость 150336 кбит/с. Добавив 9 байт указателя PTR, получим административный блок AU-4. При формировании модуля STM-1 группа административных блоков AUG получается мультиплексированием с коэффициентом, равным 1. При формировании STM-4 и т.д. соответственно изменяется коэффициент мультиплексирования. При формировании STM-1 на выходе AUG будет 2358 байт и скорость цифрового потока 150912 кбит/с. Формирование модуля заканчивается добавлением секционного заголовка SOH емкостью 72 байта (27 байт – заголовок регенерационной секции RSOH и 45 байт – заголовок мультиплексной секции MSOH). Таким образом, транспортный модуль STM-1 представляет собой информационный блок емкостью 2430 байт со скоростью потока 155,52 Мбит/с. Следует отметить, что в STM-1 объединены 63 цифровых потока со скоростью 2 Мбит/с и место каждого потока определено с помощью заголовка и указателя, что дает возможность выделения любого потока в нужном месте без расформирования всего потока. Формирование модуля STM –1 из других ступеней иерархии PDH осуществляется по такому же алгоритму.

Содержание отчета

1. Название занятия.
2. Цель занятия.
3. Используемые материалы.
4. Отчет о проведении занятия
5. Выводы

Контрольные вопросы

1. Привести алгоритм формирования синхронного транспортного модуля STM-1 из потоков PDH согласно схемы.
2. Привести общий алгоритм формирования модуля STM.
3. Привести алгоритм формирования синхронного транспортного модуля STM-1 из потоков E1.

Лабораторное занятие №11

Тема: Ознакомление с конструкцией и исследование работы одного из узлов аппаратуры волоконно-оптической системы передачи

Цель: Исследовать конструкцию и принцип работы оптического передатчика ВОСП.

Материалы: инструкционная карта выполнения работы, схема передающего оптического модуля, плата с передающим оптическим модулем цифровой системы передачи.

План лабораторного занятия:

1. Изучить структурную схему передающего оптического модуля.
2. Изучить устройство передающего оптического модуля на плате.
3. Изучить принцип работы передающего оптического модуля.
4. Выполнить задание и составить отчет о лабораторном занятии
5. Сделать выводы и защитить лабораторное занятие

Теоретическая часть

Оптический передатчик ВОСП реализуется в форме единого передающего оптического модуля (ПОМ) - электронно-оптического преобразователя, осуществляющего преобразование электрических сигналов в оптические сигналы. Обобщенная структурная схема ПОМ приведена на рисунке 11.1, где приняты следующие обозначения:

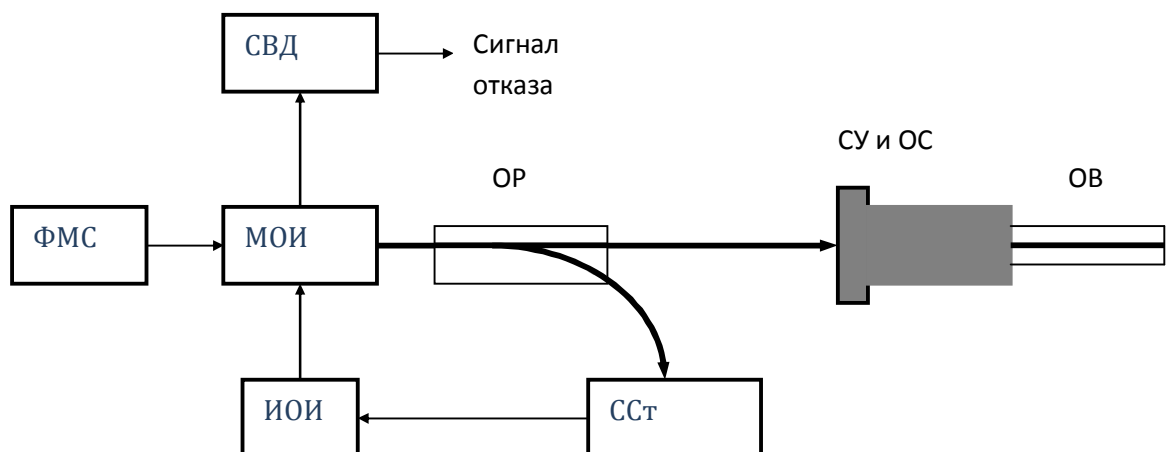


Рисунок 11.1 – Структурная схема оптического передатчика

- ФМС – формирователь модулирующего сигнала, осуществляющий преобразование сигнала, поступающего с выхода оборудования сопряжения ВОСП, для оптимального режима работы оптического модулятора или источника оптического излучения;

- МОИ – модулятор оптического излучения; здесь осуществляется модуляция одного из параметров оптического излучения (интенсивности, частоты, фазы, поляризации и др.);

- ИОИ – источник оптического излучения;

- ОР – оптический разветвитель, обеспечивающий отвод оптического сигнала на ССт;

- ССт – схема стабилизации режима работы источника оптического излучения;

- ЛОС – линейный оптический сигнал (модулированное оптическое излучение, передаваемое по оптическому кабелю;

- СВД – схема встроенной диагностики, предназначенная для контроля работоспособности ПОМ;

- СУ и ОС – согласующее устройство и оптический соединитель, обеспечивающие ввод оптического сигнала в оптический кабель;

- ОВ – оптическое волокно.

Основным блоком, определяющим качество функционирования ПОМ, является источник оптического излучения.

Требования к источникам оптического излучения ПОМ

- длина волны оптического излучения должна совпадать с одним из окон прозрачности оптического волокна;

- достаточно большая мощность выходного излучения и эффективность его ввода в оптическое волокно;

- допускать возможность модуляции оптического излучения различными способами;

- достаточно большой срок службы;

- минимальное потребление электрической энергии или высокая эффективность;

- минимальные габариты и вес;
- простота технологии производства, обеспечивающая невысокую стоимость и высокую повторяемость параметров и характеристик.

Содержание отчета

1. Название занятия.
2. Цель занятия.
3. Используемые материалы.
4. Отчет о проведении занятия
5. Выводы

Контрольные вопросы

1. По структурной схеме передающего оптического модуля привести функциональное назначение входящих блоков.
2. По структурной схеме передающего оптического модуля привести принцип работы оптического передатчика.
3. Привести требования, предъявляемые к передающим оптическим модулям.

Лабораторное занятие №12

Тема: Исследование работы одного из типов коммутационного оборудования передачи данных

Цель: Исследовать работу модема сети передачи данных

Материалы: инструкционная карта выполнения работы, схема устройства современного модема сети передачи данных, макет модема сети передачи данных.

План лабораторного занятия:

1. Изучить структурную схему современного модема сети передачи данных.
2. По структурной схеме изучить алгоритм работы модема сети передачи данных.
3. Изучить органы управления и порты макета модема сети передачи данных и его алгоритм работы.
4. Выполнить задание и составить отчет о лабораторном занятии
5. Сделать выводы и защитить лабораторное занятие

Теоретическая часть



Рисунок 1 - Устройство современного модема сети передачи данных

Модем состоит из адаптеров портов канального и DTE—DCE интерфейсов; универсального (PU), сигнального (DSP) и модемного процессоров; постоянного (ПЗУ, ROM), постоянного энергонезависимого

перепрограммируемого (ППЗУ, EPROM) оперативного (ОЗУ, RAM) запоминающих устройств и схемы индикаторов состояния модема.

Порт интерфейса DTE—DCE обеспечивает взаимодействие с DTE. Если модем внутренний, вместо интерфейсов DTE—DCE может применяться интерфейс внутренней шины компьютера ISA. Порт канального интерфейса обеспечивает согласование электрических параметров с используемым каналом связи. Канал может быть аналоговым или цифровым, с двух- или четырехпроводным окончанием.

Универсальный процессор выполняет функции управления взаимодействием с DTE и схемами индикации состояния модема. Именно он выполняет посылаемые DTE AT-команды и управляет режимами работы остальных составных частей модема. Также универсальный процессор может реализовывать операции компрессии/декомпрессии передаваемых данных.

Интеллектуальные возможности модема определяются в основном типом используемого PU и микропрограммой управления модемом, хранящейся в ROM. Путем замены или перепрограммирования ROM иногда можно достичь существенного улучшения свойств модема. Такого рода модернизация некоторых моделей модемов может обеспечить поддержку новых протоколов или сервисных функций, таких как автоматическое определение номера (АОН) вызывающего абонента. Для облегчения такой модернизации в последнее время вместо микросхем ROM стали широко применяться микросхемы флэш-памяти (FlashROM).

Схема EPROM позволяет сохранять установки модема в так называемых профайлах или профилях модема на время его выключения. Память RAM интенсивно используется для временного хранения данных и выполнения промежуточных вычислений как универсальным, так и цифровым сигнальным процессорами.

На сигнальный процессор, как правило, возлагаются задачи по реализации основных функций протоколов модуляции (кодирование сверточным кодом, относительное кодирование, скремблирование и т.д.), за исключением разве что собственно операций модуляции/демодуляции.

Последние операции обычно выполняются специализированным модемным процессором.

Содержание отчета

1. Название занятия.
2. Цель занятия.
3. Используемые материалы.
4. Отчет о проведении занятия
5. Выводы

Контрольные вопросы

1. Перечислить и охарактеризовать элементы структурной схему современного модема сети передачи данных.
2. По структурной схеме привести алгоритм работы модема сети передачи данных.
3. Перечислить органы управления и порты макета модема сети передачи данных
4. Привести алгоритм настройки и работы макета модема сети передачи данных.

Заключение

Методическое пособие для проведения лабораторных занятий по МДК 02.01 Основы построения и технической эксплуатации многоканальных систем передачи, специальности 11.02.06 Техническая эксплуатация транспортного радиоэлектронного оборудования предназначено для самостоятельного выполнения лабораторных занятий и содержит необходимый теоретический материал. Для правильного и окончательного проведения практических занятий необходимо руководствоваться не только теоретическим материалом, но так же, методическим пособием для проведения практических и лабораторных работ по предмету, содержащим правила составления отчета и контрольные вопросы, которые необходимо отразить в отчете. Сочетание двух методических пособий и курса лекций по предмету гарантируют хорошее усвоение предмета обучающимися.

Список использованной литературы

1. Исаев А.Н., Рабочая учебная программа модуля ПМ.01 Монтаж, ввод в действие и эксплуатация устройств транспортного радиоэлектронного оборудования, специальности 11.02.06 Техническая эксплуатация транспортного радиоэлектронного оборудования (по видам транспорта), Тихорецк, 2016.

2. Сластина Т.Ф., Учебное пособие профессионального модуля ПМ. 02. Техническая эксплуатация сетей и устройств связи, обслуживание и ремонт транспортного радиоэлектронного оборудования МДК 02.01 Основы построения и технической эксплуатации многоканальных систем передачи, Улан-Удэ, 2013 г.

3. Шмытинский, В. В., Глушко В. П. Многоканальные системы передачи – М.: Маршрут, 2002. – С. 1-31.