

Министерство образования и науки Украины
Севастопольский национальный технический университет



"ИССЛЕДОВАНИЕ АППАРАТУРЫ УПЛОТНЕНИЯ С ИМПУЛЬСНО-КОДОВОЙ МОДУЛЯЦИЕЙ"

Методические указания
к выполнению лабораторной работы
по дисциплине **"Системы передачи данных"**
для студентов дневной и заочной форм обучения
направления **"Компьютерные науки"**

**Севастополь
2010**



УДК 621.394.74

Исследование аппаратуры уплотнения с импульсно-кодовой модуляцией.

Методические указания к выполнению лабораторной работы по дисциплине "Системы передачи данных". / Сост. В.С. Чернега. – Севастополь: Изд-во СевНТУ, 2010.– 20 с.

Цель указаний: Помочь студентам в изучении принципов временного уплотнения линий связи на основе импульсно-кодовой модуляции, а также методов исследования цифровых систем передачи информации.

Методические указания предназначены для выполнения лабораторной работы по дисциплине "Системы передачи данных" для студентов дневной и заочной формы обучения.

Методические указания рассмотрены и утверждены на научно-методическом семинаре и заседании кафедры информационных систем (протокол № 11 от 12 мая 2010 г.)

Допущено учебно-методическим центром СевНТУ в качестве методических указаний.

Рецензент:

Савочкин А.А. канд. техн. наук, доцент кафедры радиотехники

СОДЕРЖАНИЕ

1. Цель работы	4
2. Основные теоретические положения	4
2.1. Принципы импульсно-кодовой модуляции	4
2.2. Структура информационных потоков	5
2.3. Диагностика ошибок и синхронизация в системах с ИКМ	9
3. Описание лабораторной установки	12
3.1. Состав установки	12
3.2. Устройство и функционирование ИКМ-30	13
4. Программа работ	16
5. Содержание отчета	16
6. Контрольные вопросы	17
Библиографический список	18

1. Цель работы

Изучить способы организации цифровых каналов с импульсно-кодовой модуляцией и процессы, происходящие в передающих и приемных частях систем временного уплотнения физических линий. Исследовать осциллограммы сигналов в характерных точках аппаратуры и измерить их параметры.

2. Основные теоретические положения

2.1. Принципы импульсно-кодовой модуляции

В аппаратуре уплотнения с импульсно-кодовой модуляцией (ИКМ) применяется временное разделение каналов с последующей дискретизацией, квантованием и оцифровкой отсчетов аналогового сигнала.

Принцип временного разделения основан на том, что общий тракт связи предоставляется поочередно каждому абоненту на некоторое время $t_{ки}$, так называемый канальный интервал. Каждый абонент подключается к тракту периодически с периодом дискретизации t_d , и посылает в групповой тракт свой канальный сигнал. Очевидно, что длительность канального сигнала будет $t_{ки} < t_d$. При N_k абонентов $t_{ки} \leq t_d/N_k$ и чем больше N_k , тем меньше (короче) канальный сигнал.

Таким образом, при временном разделении каналов непрерывные сигналы преобразуются в импульсные, дискретные во времени канальные сигналы. Они ортогональны, поэтому на приеме их можно разделить при помощи синхронной системы демультиплексирования. После разделения, по каждому канальному сигналу путем интерполяции восстанавливают исходное сообщение [1,2,3].

В системах уплотнения с ИКМ мгновенные значения отсчетов амплитуды аналогового входного сигнала квантуются и затем преобразуются в цифровую форму. Процесс квантования дискретных отсчетов заключается в том, что весь диапазон сигнала $S(t)$ делится на Q разрешенных уровней с некоторым шагом. Затем мгновенные значения отсчетов сигнала $S(t)$ округляются до ближайшего разрешенного уровня $S_{кв}(t)$. Полученный таким образом сигнал называется квантованным АИМ. Этот сигнал далее при идеальной передаче будет несколько отличаться от $S(t)$. Это отличие носит название шума квантования $N_{кв}$. С увеличением Q или с уменьшением уровень шумов квантования уменьшается.

На рисунке 2.1 приведена иллюстрация процесса преобразования одного аналогового сигнала $S(t)$ в ИКМ-сигнал. Для упрощения рисунка количество уровней квантования Q взято равным 8. Длительность одного бита канальной кодовой комбинации обозначено через τ_0 .

Отсчету амплитуды аналогового входного сигнала ставится в соответствие одна из 256 возможных кодовых комбинаций. Таким образом, оцифрованный голосовой сигнал одного канала, с ограниченной шириной спектра 0,3 – 3,4 кГц, передается в виде 8-разрядного двоичного кода с частотой повторения $f_d = 1/t_d = 8$ кГц, скорость передачи битов при этом составляет 64 Кбит/с.

Шум квантования представляет собой изменяющуюся во времени разницу между исходным и оцифрованным сигналом.

$$N_{\text{кв}}(t) = S(t) - S_{\text{кв}}(t).$$

Для того чтобы ослабить влияние этого шума на слабые аналоговые сигналы преобразование сигнала в код выполняют по нелинейному закону: меньшим значениям входного сигнала ставится в соответствие большее изменение выходного кода, и наоборот. Для этого на стороне передатчика перед аналого-цифровым преобразователем устанавливается компрессор, а на приемной стороне перед цифро-аналоговым преобразователем — экспандер [2,4].

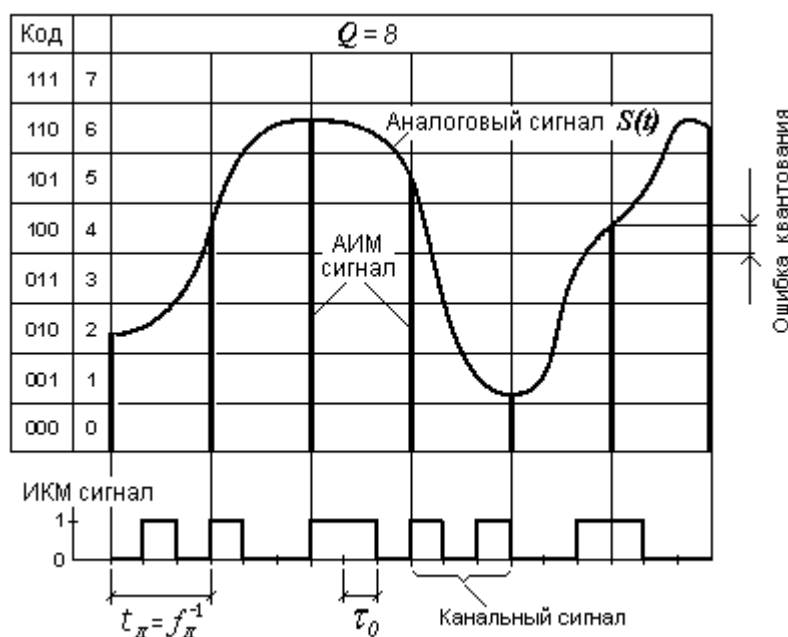


Рисунок 2.1 — Иллюстрация аналого-цифрового преобразования

2.2. Структура информационных потоков

Информационный поток на выходе аппаратуры уплотнения (групповой сигнал) формируют в виде кадров (*frames*) и мультикадров (*multi frames*). **Кадр** — это битовая последовательность фиксированной длины, которая состоит из нескольких канальных интервалов (**тайм-слотов**), содержащих информационные или управляющие биты, и передается с частотой 8 кГц. **Мультикадр** — битовая последовательность фиксированной длины, состоящая из нескольких кадров. В аппаратуре уплотнения ИКМ-30 мультикадры передаются с частотой 8 кГц.

Скорость передачи группового сигнала в линии связи $B_{\text{ГС}}$ зависит от количества битов на отсчет n_6 , частоты дискретизации $f_{\text{д}}$ и числа формируемых каналов $N_{\text{к}}$:

$$B_{\text{ГС}} = n_6 \cdot f_{\text{д}} \cdot N_{\text{к}}.$$

В настоящее время в мире используются два стандарта построения аппаратуры уплотнения: американский и европейский [4,6]. В американском стандарте кадр состоит из 24 канальных интервалов (так называемых В-каналов). Каждый тайм-слот включает 8 битовых интервалов. Поток 8-битовой последовательности одного канального интервала со скоростью 64 кбит/с называют **основным цифровым каналом (ОЦК)**. Кроме этого в начале каждого кадра выделяется один битовый интервал для передачи бита F синхронизирующей последовательности. Информационный поток 24-канального кадра называется **первичным цифровым потоком** и обозначается символом T1. Структура кадра потока T1 показана на рисунке 2.2 (а). В связи с тем, что частота дискретизации выбрана 8 кГц, то период дискретизации (и соответственно длина кадра) равны 125 мкс. За это время должно быть передано $(24 \times 8 + 1) = 193$ битов, в результате чего битовая скорость группового потока должна быть 1544 Кбит/с.



Рисунок 2.2 — Структура кадров первичного цифрового потока

В европейском стандарте на выходе аппаратуры уплотнения формируется первичный цифровой поток, получивший название E1 (рисунок 2.2 (б)). Поток E1 также имеет цикловую структуру и предусматривает разделение на 32 основных цифровых канала (ОЦК) по 64 кбит/с. Для передачи отсчетов аналоговых сигналов выделены **канальные интервалы (КИ)** — тайм-слоты (*Time Slot* — TS) от 0 до 31. Для каждого канального интервала в составе цикла отводится 8 битов. Следовательно 256 битов цикла должны быть переданы за 125 мкс (частота дискретизации 8 кГц). Поэтому скорость передачи сигналов E1 равна 2048 кбит/с.

Нулевой канальный интервал отводится под передачу символа цикловой синхронизации (СЦС). Структура символа синхронизации показана на рисунке 2.3. Различаются четные и нечетные циклы. В канальном интервале КИ0 нечетных циклов передается символ FAS (*Frame Alignment Signal*, который включает в

себя последовательность цикловой синхронизации вида 0011011 и один служебный бит S_i (интернациональный бит), зарезервированный под задачи международного использования. В интервале КИ0 нечетных циклов передается символ NFAS, не содержащий кодовой последовательности цикловой синхронизации.

В составе символа NFAS (рисунок 2.3) на первой временной битовой позиции передается элемент S_i зарезервированный под задачи международного применения. На третьей позиции передается бит A , который применяется для передачи сигналов о неисправностях. Затем следуют пять служебных битов $Sn4$, $Sn5$, $Sn6$, $Sn7$, $Sn8$ (национальные биты), используемые для передачи сигналов сетевого управления первичной сети E1, диагностики и дополнительных процедур контроля ошибок.



Рисунок 2.3 — Структура служебного нулевого кадрового интервала

Для реализации возможности передачи сигналов управления и взаимодействия (СУВ) узлов коммутации, формируют дополнительно к цикловой еще и сверхцикловую структуру потока E1. Структура группового сигнала сверхцикловой структуры показана на рисунке 2.4. Сверхцикл образуется шестнадцатью циклами, которые нумеруются от 0 до 15. Протяженность сверхцикла составляет $(16 \times 125 \text{ мкс}) = 2 \text{ мс}$. Начало сверхцикла отмечается введением в 16-й каналный интервал нулевого цикла синхрогруппы 0000, которая является символом синхронизации сверхцикла.

Канальные интервалы КИ1...КИ15 и КИ17...КИ31 каждого из циклов отведены под передачу информационных сигналов, а КИ0 и КИ16 — под передачу служебной информации. Интервалы КИ0 в четных циклах предназначены для передачи символа цикловой синхронизации, имеющего вид 0011011 и занимающего битовые позиции P2 ... P8 (см. рисунок 2.3). В канальном интервале КИ0 на битовой позиции P1 всех циклов передается информация постоянно действующего канала передачи данных.

В нечетных циклах интервалы P3 и P6 тайм-слота КИ0 используются для передачи информации о потере цикловой синхронизации ($A=1$ — авария ЦС) и снижении остаточного затухания каналов до значения, при котором в каналах может возникнуть самовозбуждение ($P6=1$ — остаточное затухание ниже нормы).

Интервалы P4, P5, P7 и P8 являются свободными, их занимают единичными сигналами для улучшения работы выделителей тактовой частоты.

В интервале КИ16 нулевого цикла (Ц0), как уже отмечалось выше, передается символ сверхцикловой синхронизации вида 0000 (P1...P4), а также сигнал Y о потере сверхцикловой синхронизации (P6=1 — авария СЦС). Остальные три разрядных интервала P5, P7 и P8 свободны. На этих позициях обычно передаются соответственно биты 1 0 1.

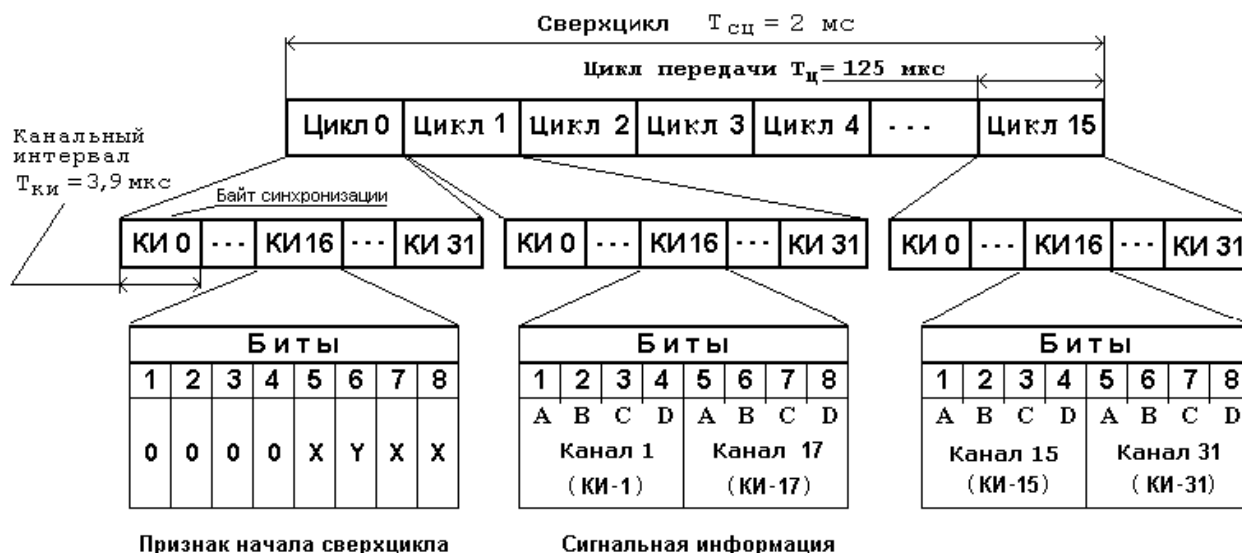


Рисунок 2.4 — Структура сверхцикла группового потока E1

В канальном интервале КИ16 остальных циклов (Ц1...Ц15) передаются четыре бита сигнализации A, B, C и D, причем в Ц1 передаются биты сигнализации для 1-го и 17-го каналов ТЧ, в Ц2 — для 2-го и 16-го, в 15-м — для 15 и 31-го каналов.

Для формирования требуемого спектра передаваемого в линию сигнала, а также условий по обеспечению синхронизации внутренних генераторов тактовой частоты приемника и передатчика, двоичные сигналы подвергаются дополнительному преобразованию – линейному кодированию [5]. В аппаратуре уплотнения с ИКМ используются несколько видов линейного кодирования: AMI, B8ZS и HDB3.

При кодировании AMI (*Alternative Mark Inversion*) двоичный ноль передается нулевым напряжением, а двоичная единица — чередованием импульсов положительного и отрицательного напряжения. У такого сигнала практически отсутствует постоянная составляющая. Однако при передаче последовательности двоичных нулей кодированный AMI сигнал не изменяется во времени. В такой ситуации схема синхронизации по тактам не может выделить тактовую частоту для синхронизации генератора на приемной стороне. Это может привести к ошибкам при регистрации принимаемых сигналов.

При кодировании **B8ZS** (*Bipolar with 8 Zeros Suppression*) формируется биполярная кодовая комбинация с заменой 8-битовых комбинаций вида 00000000 на квазитроичные последовательности 000VB0VB. Здесь В — обычный биполярный сигнал, V — импульс, нарушающий правило чередования полярности **BPV** (*bipolar violation*). Код B8ZS используется в американской аппаратуре уплотнения при кодировании потока T1.

Алгоритм биполярного кодирования с высокой плотностью **HDB3** (*High Density Bipolar 3*) предусматривает замену во входной последовательности комбинаций из четырёх последовательных нулей группой B00V, где V — бит, который нарушает правило чередования полярности, а B — компенсирующий бит.

При кодировании по HDB3 после трех "0" в линию связи обязательно передается импульс одной из полярностей. Для того чтобы на приемной стороне он не был воспринят как единица, применяется *нарушение* правила перехода, которое требует обязательного чередования положительных и отрицательных импульсов. Поэтому при кодировании по методу HDB3 после трех значений "0" передается импульс того же знака (так называемый V-импульс), что и у последнего импульса, представлявшего значение "1", т.е. 0000 $\Rightarrow$ 000V.

Однако в связи с введением дополнительного импульса в линии возникает постоянная составляющая. Чтобы обеспечить смену полярностей следующих друг за другом дополнительно вводимых импульсов, производится замена первого нуля следующей группы четырех "0" так называемым B-битом, полярность которого противоположна полярности предшествующего линейного импульса. Приемник декодирует группу B00V как четыре нулевых элемента. В результате этих действий в линии связи группа B00V чередуется с последовательностью 000V. Дополнительно вставляемые биты единичной амплитуды поддерживают баланс импульсов положительной и отрицательной полярности.



Рисунок 2.5 — Форма представления цифровой информации

Дуплексная передача цифровых сигналов E1 и T1 производится по двум парам медных проводов с волновым сопротивлением (импедансом) 120 Ом или по двум коаксиальным кабелям с волновым сопротивлением 75 Ом. Стандартный уровень сигнала импульсов потока E1 с импедансом интерфейса 75 Ом составляет ± 2.37 В (для сигнала бинарной 1) и 0 В (для бинарного 0), а для симметричного

интерфейса с импедансом 120 Ом — ± 3 В (для сигнала бинарной 1) или 0 В (для 0). Реальный сигнал обычно находится в пределах $\pm 10\%$ от этой величины.

В идеальном случае передаваемый импульс является совершенно симметричным. Однако в реальной практике импульс, для уменьшения ширины его спектра, трансформируют при его генерации и передаче по каналу E1. На рисунке 2.5 показаны форма идеальных импульсов и реальных импульсов, которые передается по каналу E1.

2.3. Диагностика ошибок и синхронизация в системах с ИКМ

Передача потока E1 с цикловой структурой ИКМ-30 имеет важный механизм — процедуру встроенной диагностики параметров ошибки. Для этой цели применяются биты S_i в составе символов начала цикла FAS и NFAS (рисунок 2.3).

Процедура использует сверхцикловую структуру 16 циклов, как показано на рисунке 2.4 и механизм расчета параметра ошибки по избыточному циклическому коду CRC-4 (полином X^4+X+1). Биты CRC-4 вычисляются методом деления содержимого восьми последовательных циклов на образующий полином, а остаток от деления в виде 4-битового слова вставляется в следующий сверхцикл для передачи в потоке E1.

Для передачи информации о CRC-4 каждый сверхцикл разбит на две части. Обе части содержат по 8 циклов. Проверочная последовательность кода CRC-4 передается по одному биту в каждом нечетном цикле на месте первой битовой позиции P1 (рисунок 2.3) в составе символа NFAS. Таким образом в течение восьми циклов передаются все четыре бита проверочной последовательности CRC-4.

Оборудование приемника в процессе приема сигналов производит аналогичный расчет и сравнение полученной контрольной последовательности, переданной в следующем сверхцикле. Если в двух полученных контрольных последовательностях имеется расхождение, то генерируется сигнал ошибки CRC-4. В настоящее время в аппаратуру уплотнения ИКМ-30 в линейное оборудование и системы самодиагностики цифровых каналов обязательно встраивается функция анализа по CRC-4.

Когда оборудование приемника получает информацию об ошибке CRC-4, оно генерирует бит E для сообщения передатчику о принятой ошибке. Контроль передачи цифровых сигналов по CRC производится в режиме реального времени непосредственно после установления циклового синхронизма. В этом случае контролируется цикловая синхронизация по CRC-4 и сверхцикловая по кодовой последовательности 001011.

Таким образом для нормальной работы ИКМ-30 необходимы следующие виды синхронизации:

- **тактовая синхронизация**, которая обеспечивает равенство скоростей обработки цифровых сигналов в линейных и станционных регенераторах, коде-

ках и других устройствах цифровой ступени преобразования, осуществляющих обработку сигнала с тактовой частотой F_T ;

- **цикловая синхронизация**, служащая для обеспечения правильного разделения и декодирования кодовых групп цифрового сигнала и распределения декодированных отсчетов по соответствующим каналам в приемной части аппаратуры;
- **сверхцикловая синхронизация**, которая гарантирует на приеме правильное распределение сигналов управления и взаимодействия (СУВ) по соответствующим телефонным каналам. СУВ представляют собой набор сигналов, управляющих работой АТС (набор номера, ответ, отбой, разъединение и пр.)

Цикловая синхронизация осуществляется следующим образом. На передающей станции в состав группового цифрового сигнала в начале цикла вводится символ цикловой синхронизации. На приемной станции имеется приемник синхросимволов (ПСС), который выделяет цикловой синхросимвол из группового цифрового сигнала и тем самым определяет начало цикла передачи. Цикловой синхросимвол должен обладать определенными отличительными признаками, в качестве которых используется заранее определенная и неизменная структура синхросигнала на одном и том же канальном интервале (например, 0011011 в аппаратуре ИКМ-30). Групповой цифровой сигнал в силу случайного характера информационных сигналов такими свойствами не обладает.

Работа системы *сверхцикловой синхронизации*, как и работа системы цикловой синхронизации, основана на передаче сверхциклового синхросимвола в одном из циклов сверхцикла. Кодовая последовательность сверхцикловой синхронизации в ИКМ-30 имеет вид 0000. Она передается в канальном интервале КИ17 одного из 16 циклов. Частота следования сверхциклов, а, следовательно, и символов сверхцикловой синхронизации равна $1/(125 \text{ мкс} \times 16) = 500 \text{ Гц}$. Принцип работы приемника сверхцикловой синхронизации аналогичен работе ПСС.

Все процессы обработки сигналов в аппаратуре уплотнения строго регламентированы по времени. Последовательность обработки сигналов во всех блоках устройства задается генераторным оборудованием (ГО). Это оборудование обеспечивает формирование и распределение всех импульсных последовательностей, управляющих процессами преобразования сигналов в ИКМ-30. В ГО передающей станции импульсные последовательности получают путем деления тактовой частоты высокостабильного задающего генератора ЗГ.

Структура ГО приемной станции отличается тем, что тактовая частота подается не от задающего, а от устройства выделения тактовой частоты из принимаемого сигнала. Установка ГО приема по циклу и сверхциклу осуществляется с помощью сигналов, поступающих от приемников синхросимволов.

3. Описание лабораторной установки

3.1. Состав установки

Лабораторная установка состоит из оконечной станции промышленной аппаратуры уплотнения РСМ-30 (ИКМ-30), генератора звуковых сигналов и электронного осциллографа.

Аппаратура РСМ-30 размещена в отдельной стойке размером 2600×600×225 мм. В стойку вмонтированы монтажные рамы, размещенные на отдельных "этажах" стойки. В этих рамах установлены функциональные блоки аппаратуры уплотнения (рисунок 3.1).

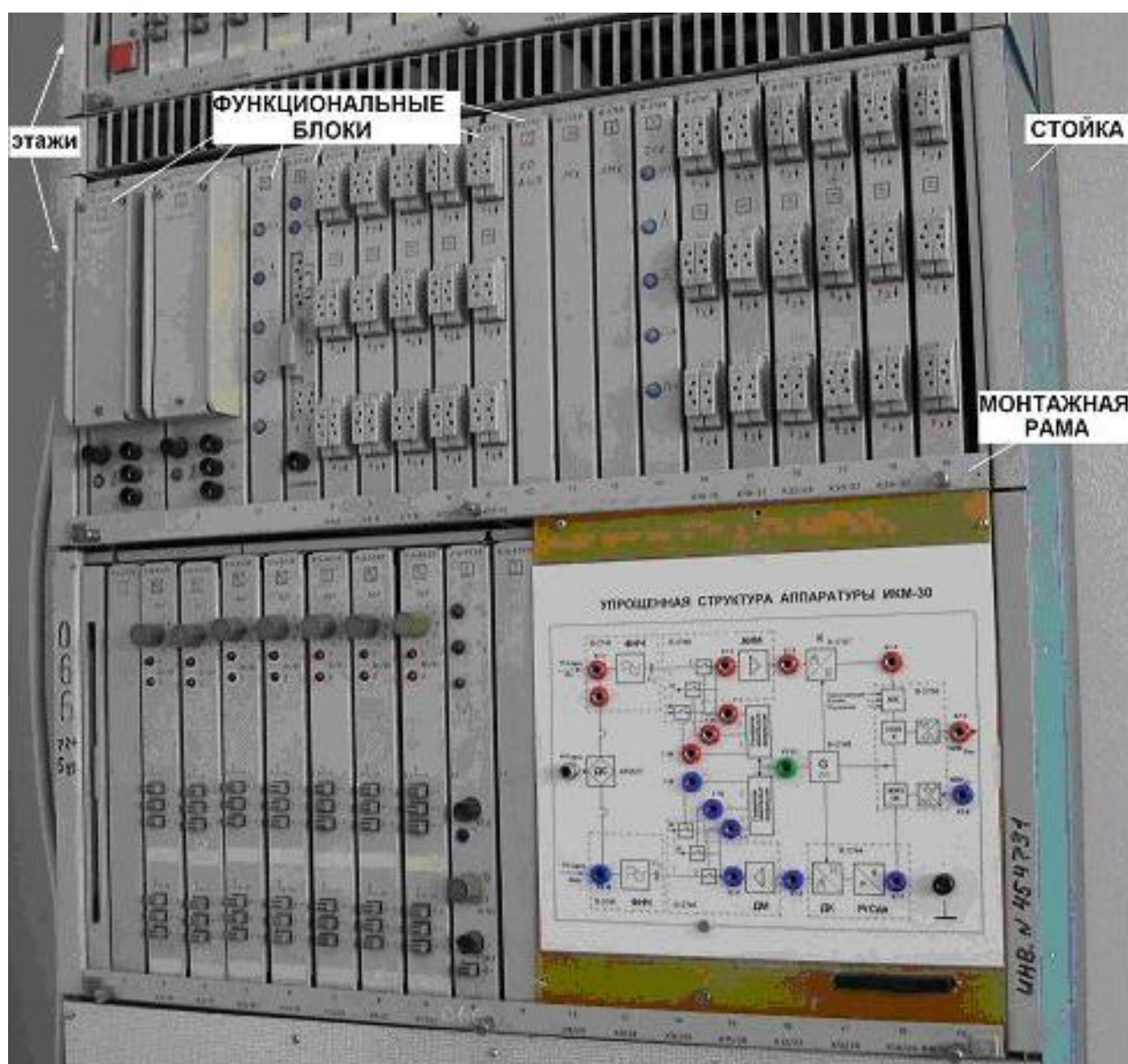


Рисунок 3.1 — Внешний вид двух этажей аппаратуры уплотнения РСМ-30

На нижнем этаже закреплена панель со структурной схемой аппаратуры уплотнения с гнездами, соединенными с характерными точками передающей и приемной частей аппаратуры. Эти гнезда служат для подключения генератора сигналов и осциллографа.

3.2. Устройство и функционирование ИКМ-30

Аппаратура уплотнения имеет блочную конструкцию. В каждом из блоков размещены один или несколько функциональных узлов. Упрощенная функциональная схема ИКМ-30 изображена на рисунке 3.2.

Блок сопряжения (KZU) состоит из трех независимых субблоков, каждый из которых служит для перехода с 4-проводного окончания аппаратуры на двухпроводное. В состав субблока входит дифференциальная система с цепями коммутации (перемычками). Путем установки переключающей колодки, расположенной на передней панели блока, можно обеспечить 2-х или 4-х проводное подключение канальных аналоговых сигналов к аппаратуре уплотнения. В каждом из субблоков также содержится логическая схема, обеспечивающая передачу и прием сигналов управления и взаимодействия (СУВ), которыми обмениваются между собой узлы коммутации.

Низкочастотный блок В 2741 также состоит из трех независимых канальных субблоков передаваемых и принимаемых сигналов. В передающей части субблока осуществляется трансформаторная гальваническая развязка цепей (Тр) аппаратуры с оконечным аналоговым устройством, подавление фильтром нижних частот (ФНЧ) высокочастотных компонентов аналогового сигнала, лежащих выше частоты 3400 Гц, а также усиление входного сигнала (Ус). В приемной части субблока, кроме названных действий дополнительно выполняется коррекция амплитудных искажений восстановленного сигнала устройством АК.

Блок мультиплексирования (уплотнения) В 2746 осуществляет коммутацию сигналов тридцати ограниченных по частоте сигналов тональной частоты (ТЧ). В его состав входят 30 электронных ключей (ЭК), выполненных на МОП-транзисторах, а также формирователь канальных импульсов (ФКИ), реализованный на основе регистра сдвига. Выходы всех ключей объединены в одну точку, которая соединяется с высокоомным входом усилителя АИМ-сигналов (Ус аим). Нагрузка ключевых элементов на высокое сопротивление позволяет избавиться от дополнительной погрешности за счет разброса сопротивлений открытых МОП-транзисторов. Транзисторы по очереди открываются импульсами ФКИ, который вырабатывает распределенные в пространстве канальные импульсы с периодом 125 мкс. Таким образом на выходе мультиплексора формируются отсчеты непрерывных сигналов ТЧ, которые поступают в блок кодера для цифрового преобразования.

Блок кодера В 2747 выполняет преобразование отсчетов канальных сигналов АИМ в 8-разрядные кодовые комбинации. На время преобразования АИМ-отсчеты запоминаются на конденсаторе.

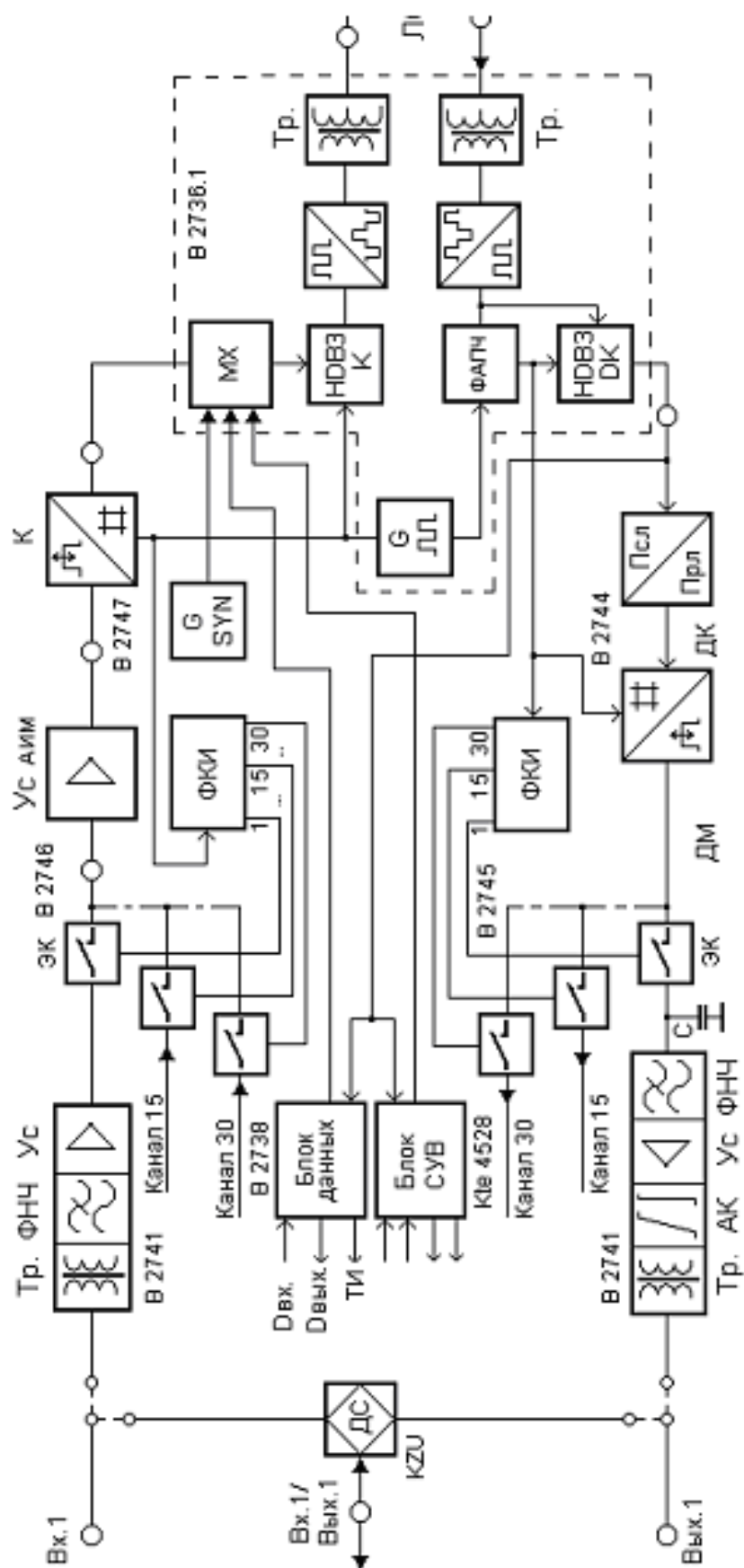


Рисунок 3.2 - Упрощенная функциональная схема аппаратуры уплотнения ИКМ-30

В этом же блоке размещен генератор канальных импульсов, формирователь символа цикловой синхронизации и несколько вспомогательных схем.

В генераторном блоке В 2736.1 содержатся модули, осуществляющие поддержку передачи и приема цифровых сигналов. В процессе передачи участвуют генератор тактовых импульсов (G), работающий с частотой 2048 кГц, мультиплексор цифровых потоков, линейный кодер типа HDB3 или AMI, схема преобразования однополярной двоичной последовательности в разнополярную квазитроичную, а также устройство гальванической развязки и согласования выходного сопротивления аппаратуры уплотнения с используемой линией связи (ЛС). В мультиплексоре производится объединение в единый поток Е1 информационных канальных импульсов, битов символа цикловой синхронизации, битов данных и сигналов управления и взаимодействия. В приемную часть блока В 2736.1 входят устройство гальванической развязки и согласования (Тр), преобразователь разнополярных квазитроичных импульсов в однополярные и модуль декодирования линейного кода HDB3 (AMI). Для выработки тактовых импульсов, управляющих работой приемной части аппаратуры уплотнения, синхронных с поступающими сигналами, в приемную часть блока генератора введено устройство фазовой автоподстройки частоты (ФАПЧ). Это устройство на основе принимаемых из линии связи сигналов и импульсов тактовой частоты 2048 кГц формирует синхронные тактовые импульсы такой же частоты. Преобразованная из HDB3 последовательность подается на блок декодера.

Блок декодера В 2744 состоит из преобразователя последовательного кода в параллельный (Псл/Прл), выполненного на основе регистра сдвига, цифроаналогового преобразователя (ЦАП), устройство выделения слова цикловой синхронизации и ряда устройств, выполняющих функции оценки и контроля поступающих сигналов. На вход блока демодулятора с выхода декодера выдается 8-битовая комбинация, отображающая амплитуду отсчета соответствующего канала. Выходной сигнал устройства выделения слова цикловой синхронизации используется для синхронизации формирователя канальных импульсов приемной части ИКМ-30.

Блок демодулятора В 2745 содержит 30 электронных ключей и формирователь канальных импульсов ФКИ. Все входы электронных ключей соединены вместе и подключены к выходу ЦАП. Выходы каждого из ЭК соединены со входами соответствующих ФНЧ низкочастотных блоков ИКМ-30. На выходах каждого из электронных ключей установлен запоминающий конденсатор С, служащий для запоминания соответствующего канального амплитудно-модулированного импульса, подаваемого с ЦАП. Электронные ключи поочередно замыкаются под действием тактовых канальных импульсов и таким образом распределяют отсчеты канальных сигналов по соответствующим выходам аппаратуры уплотнения.

В приемной части низкочастотного блока В 2741 путем фильтрации и коррекции дискретных отсчетов сигналов формируются непрерывные канальные сигналы.



В аппаратуре уплотнения ИКМ-30 имеется **блок канала данных (В 2738)**. Он позволяет использовать для передачи данных один из канальных интервалов: КИ1, КИ16 или КИ17, либо два канальных интервала: КИ1 и КИ16 или КИ1 и КИ17. Передача данных по каждому каналу осуществляется в двух направлениях со скоростью 56 кбит/с. Один бит канального интервала данных применяется для целей синхронизации.

Блок сигналов управления и взаимодействия (СУВ) Кте 4528 обеспечивает передачу и прием управляющих сигналов узлов коммутации. В этом же блоке расположена схема формирования слова синхронизации сверхцикла для его передачи в общем потоке Е1, а также схема распознавания этого слова при приеме.

Кроме рассмотренных блоков в состав ИКМ-30 также входит ряд вспомогательных блоков, реализующих функции сигнализации и контроля функционирования всей аппаратуры, блоков, обеспечивающих питающими напряжениями функциональных модулей, дистанционного питания регенераторов и промежуточной станции.

4. Программа работы

- 4.1. Изучить принципы организации цифровых каналов связи, иерархию цифровых каналов, структуры циклов и сверхциклов потоков Т1 и Е1.
- 4.2. Рассчитать шумы квантования при изменении количества битов на отсчет от 8 до 12.
- 4.3. Изучить функциональную схему аппаратуры уплотнения ИКМ-30, особенности ее работы, состав и назначение блоков.
- 4.4. Снять осциллограммы сигналов в характерных точках аппаратуры уплотнения.
- 4.5. Исследовать процессы на выходах функциональных блоков при изменении частоты входных сигналов и количества передаваемых аналоговых сигналов.
- 4.6. Оформить результаты экспериментальных исследований в виде отчета.

Примечание: Пп. 3.1–3.3 выполняются в процессе домашней подготовки.

5. Содержание отчета

- 5.1. Цель и задачи работы.
- 5.2. Результаты расчетов шумов квантования.
- 5.3. Структурная схема ИКМ-30.
- 5.4. Осциллограммы и параметры сигналов в точках измерения при различных условиях эксперимента.
- 5.5. Выводы по работе.

6. Контрольные вопросы

- 6.1. Поясните принцип временного разделения каналов и обоснуйте требуемую частоту дискретизации.
- 6.2. В чем состоит суть ИКМ и поясните влияние разрядности кодового слова, используемого для кодирования отсчета, на уровень шума квантования.
- 6.3. Начертите и поясните структурную схему АЦП и временные диаграммы его работы.
- 6.4. Проведите сопоставимый анализ цифровых потоков T1 и E1.
- 6.5. Дайте определение цикла и сверхцикла передачи и проведите анализ структуры сверхцикла.
- 6.6. Расскажите о необходимости и способах линейного кодирования сигналов, поясните особенности кодирования HDB3, AMI и B8ZS.
- 6.7. Поясните принцип формирования тактовых сигналов на приемной стороне системы передачи данных на основе входной последовательности.
- 6.8. Расскажите о способе реализации цикловой синхронизации.
- 6.9. Расскажите состав и назначение блоков лабораторной установки.
- 6.10. С какой целью на входе и выходе аппаратуры уплотнения устанавливаются фильтры нижних частот?
- 6.11. Какие сигналы относят к СУВ и как они передаются в ИКМ-30?
- 6.12. Зачем нужна гальваническая развязка цепей сопряжения аппаратуры и как она реализована?
- 6.13. Зачем в аппаратуре уплотнения производится циклическое кодирование?
- 6.14. Каким образом биты проверочной последовательности CRC-4 передаются на приемную сторону?
- 6.15. Расскажите о назначении дифференциальной системы и способе ее реализации.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Галкин В.А. Телекоммуникации и сети: учебное пособие для вузов / В.А. Галкин, Ю.А. Григорьев. — М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2003. — 608 с.
2. Гаранин М.В. Системы и сети передачи информации / М.В. Гаранин, В.И. Журавлев, С.В. Кунегин. — М.: Радио и связь, 2001. — 336 с.
3. Зингеренко А.М. Системы многоканальной связи: учебник для вузов связи / А.М. Зингеренко, Н.Н. Баева, М.С. Тверецкий. — М.: Связь, 1980. — 440 с.
4. Столлингс В. Компьютерные системы передачи данных: [Пер. с англ.]/ В.Столлингс. — М.: Изд-во "Вильямс", 2002. — 928 с.
5. Чернега В.С. Компьютерные сети: учебное пособие для вузов / В.С. Чернега, Б. Платтнер. — Севастополь: Изд-во СевНТУ, 2006. — 500 с.
6. Чернега В.С. Расчет и проектирование технических средств обмена и передачи информации / В.С. Чернега, В.А. Василенко, В.Н. Бондарев. — М.: Высш.школа, 1990. —224 с.
7. Техническое описание аппаратуры уплотнения ИКМ-30.

Заказ № _____ от " _____ " _____ 2010. Тираж _____ экз.

Изд-во СевНТУ