

Министерство высшего и среднего специального образования БССР

МИНСКИЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Кафедра радиопередающих устройств и радиотехнических систем

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к лабораторной работе "ИССЛЕДОВАНИЕ ВИДОВ
МОДУЛЯЦИИ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В РТС ПИ" по курсу
"Радиотехнические системы передачи информации"
для специальности 0701

М и н с к 1980

Министерство высшего и среднего специального образования БССР

МИНСКИЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Кафедра радиопередающих устройств и радиотехнических систем

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к лабораторной работе "ИССЛЕДОВАНИЕ ВИДОВ
МОДУЛЯЦИИ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В РТС ПИ" по курсу
"Радиотехнические системы передачи информации"
для специальности 0701

М и н с к 1980

БИБЛИОТЕКА
Минского
радиотехнического
института

А Н Н О Т А Ц И Я

В методических указаниях рассмотрены основные характеристики и качественные показатели работы радиотехнических систем передачи информации, применяющих различные виды импульсной модуляции.

Исследуется влияние шума в канале связи на качество приема сообщений.

Составители: А.И.Прохоров
П.П.Урбанович

- Цель работы:**
1. Закрепить теоретические знания, полученные студентами на лекциях и при самостоятельном изучении литературы.
 2. Изучить схемы и взаимодействие функциональных узлов лабораторной установки.
 3. Получить практические навыки при снятии и исследовании характеристик сигналов с импульсной модуляцией.

В многоканальных системах передачи информации широкое применение получили импульсные переносчики сообщений. Для импульсного переносчика возможны четыре вида модуляции: амплитудно-импульсная или высотно-импульсная (АИМ), фазо-импульсная или время-импульсная (ФИМ), широтно-импульсная или модуляция по длительности (ШИМ) и частотно-импульсная (ЧИМ) либо интервально-импульсная (ИИМ). При этом соответствующий параметр переносчика изменяется по закону изменения модулирующей функции.

Амплитудно-импульсная модуляция (АИМ)

Различают амплитудно-импульсную модуляцию первого рода (АИМ-1) и модуляцию второго рода (АИМ-2)

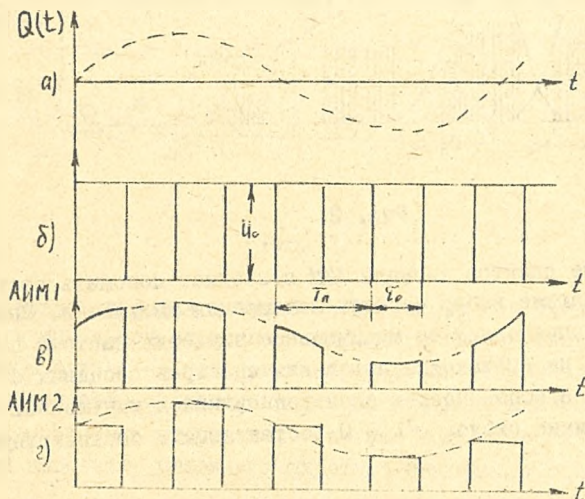


Рис. 1.

При АИМ-1 амплитуда импульса следует за изменением модулирующей функции в течение всего времени существования этого импульса (рис. 1 в).

В случае АИМ-2 амплитудная модуляция импульсов определяется мгновенными значениями функции сообщения, взятыми в моменты $t_k = k T_n$. Амплитуда импульсов в этом случае пропорциональна мгновенному значению модулирующей функции в момент времени t_k и сохраняется постоянной во время импульса (рис. 1 г). Если длительность импульсов $T_c \ll T_n$, то различие между АИМ-1 и АИМ-2 становится неощущаемым.

Частоту повторения импульсов определяют исходя из допустимой точности восстановления непрерывного сообщения при его демодуляции. Минимальное значение частоты повторения импульсов

$$F_{0 \text{ мин}} = 1/T_{0 \text{ макс}} = 2 F_c, \quad (1)$$

где F_c — максимальная частота в спектре передаваемого непрерывного низкочастотного сообщения $Q(t)$.

Примерный вид спектра сигнала АИМ показан на рис. 2.

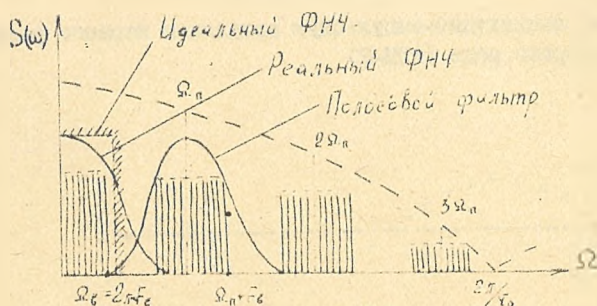


Рис. 2.

Рассмотрение спектра сигнала АИМ позволяет пояснить соотношение (1), определяющее выбор частоты повторения импульсов. Значение $F_{0 \text{ мин}} = 2 F_c$ определяет то минимальное значение частоты повторения, при котором не происходит наложения спектров соседних боковых полос. Характерной особенностью спектров сигналов импульсной модуляции является наличие около $\omega = 0$ оставшихся, соответствующих

частотам передаваемых сообщений. Это указывает на возможность демодуляции фильтром нижних частот, пропускающим на выход лишь составляющие с частотами от 0 до $2 \pi F_c$ и отфильтровывающим все остальные. Имеется также возможность демодуляции сигнала АИМ с помощью полосовых фильтров, настроенных на частоту Ω , $2 \Omega_n$ и т.д., и полосой пропускания $2 F_c$.

Широтная импульсная модуляция (ШИМ)

Различают два вида модуляции импульсов по ширине: двустороннюю (ШИМ) и одностороннюю широтную модуляцию (ОШИМ) (рис. 3 б и в)

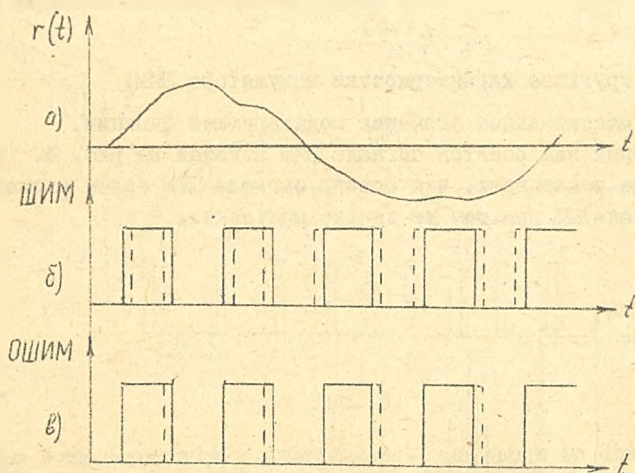


Рис. 3.

Широтная модуляция называется двухсторонней симметричной, если оба фронта импульсов сдвигаются на одинаковые временные интервалы, в противном случае ее называют двухсторонней несимметричной.

В зависимости от того, каким образом устанавливается связь между моментом отсчета мгновенных значений модулирующей функции $r(t)$ и шириной импульса, различают широтную импульсную модуляцию первого

рода (ШИМ-1) и второго рода (ШИМ-2).

В случае ШИМ-1 длительность импульсов определяется значениями модулирующей функции $\Gamma(t)$ в моменты возникновения переднего или заднего фронта импульсов (рис. 3).

При ШИМ-2 длительность импульсов пропорциональна мгновенным значениям модулирующего напряжения в тактовых точках, т.е. при $t = T_n, 2T_n \dots kT_n$.

Обычно применяется ОШИМ-1. При $\tau \ll T_n$ различие между ШИМ-1 и ШИМ-2 неущественно.

Коэффициент широтной модуляции импульсов определяется как

$$m_\tau = 2 \frac{\Delta \tau_{\max}}{\tau_0},$$

для двусторонней ШИМ

$$m_\tau = \frac{\Delta \tau_{\max}}{\tau_0}; \quad \Delta \tau_{\max} = A_{\text{шим}} \cdot \tau_{\max}$$

и для ОШИМ

$$m_\tau = \frac{\Delta \tau_{\max}}{2\tau_0}.$$

где $A_{\text{шим}}$ — крутизна характеристики модулятора ШИМ;

τ_{\max} — максимальное значение модулирующей функции.

Примерный вид спектра сигнала ШИМ показан на рис. 4. Его рассмотрение показывает, что спектр сигнала ШИМ более сложен, чем спектр сигнала АМ при том же законе модуляции.

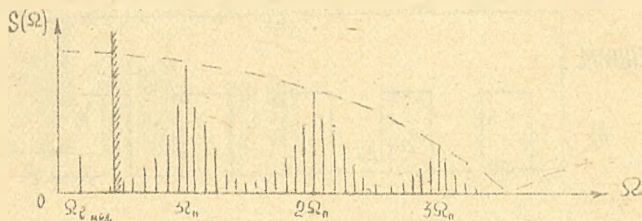


Рис. 4.

Помимо постоянной составляющей и полезной компоненты, отображающей сообщение, спектр ШИМ содержит бесконечное число гармоник частота повторения $k \Omega_n$, около которых имеются теоретически бесконечное множество боковых частот $k \Omega_n \pm m \Omega_c$, быстро убывающих при увеличении m . Таким образом, единственным и практически применимым способом демодуляции ШИМ является использование

фильтра нижних частот, т.е. тем же методом, что и демодуляция АИМ. Однако при этом принципиально невозможно выделить полезное сообщение без искажений, так как полюсу пропускания ФНЧ непременно попадут спектральные компоненты с частотами

$$(k \Omega_n - m \Omega_c) < \Omega_c.$$

При рациональном выборе параметров модуляции эти искажения можно сделать достаточно малыми.

Фазовая импульсная модуляция (ФИМ)

При ФИМ сдвиг импульсов относительно тактовых точек kT_n изменяется по закону изменения модулирующих функции $r(t)$, отображающей передаваемую информацию (рис. 5).

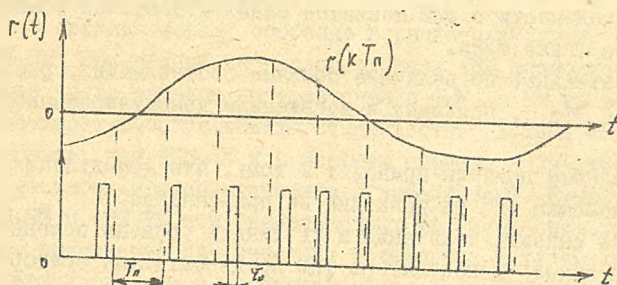


Рис. 5.

При этом амплитуда и длительность импульсов не изменяется.

На рис. 6 приведен примерный вид спектра сигнала с ФИМ для случая, когда импульсы имеют прямоугольную форму, а модулирующая функция $r(t)$ — синусоидальную.

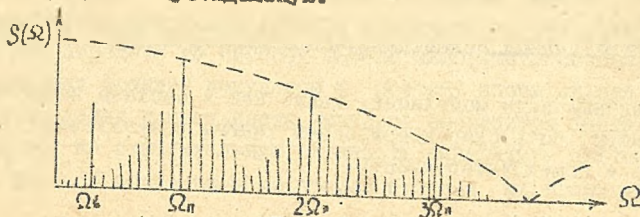


Рис. 6.

В спектре сигнала ФИМ, помимо постоянной составляющей и незначительной по амплитуде полезной компоненты Ω , имеется бесконечное множество гармоник с частотами $k\Omega_n$, окруженных составляющими $n\Omega_n \pm m\Omega$, причем симметричные относительно $n\Omega_n$ компоненты нижних и верхних боковых полос имеют различные амплитуды.

Демодуляция ФИМ с помощью ФНЧ возможна, однако при этом амплитуда полезной компоненты на выходе фильтра составляет 5-10% от амплитуды при демодуляции АИМ и сопровождается значительными искажениями. Это объясняется следующими причинами.

При АИМ и ПИМ изменяется амплитуда или ширина импульса, что сопровождается соответствующим значительным изменением средней мощности передатчика, в результате в спектре модулированного сигнала создается достаточно интенсивная полезная компонента. При ФИМ передаваемая информация заложена в положении импульсов относительно тактовых точек, поскольку все импульсы имеют одинаковую форму, а их сдвиги при модуляции невелики, среднее значение подмагничивающей с ФИМ меняется слабо и полезная компонента в ее спектре также мала.

Значительные по величине боковые составляющие, расположенные слева от Ω_n , приводят к искажениям демодулированного сигнала.

Указанные причины приводят к тому, что демодуляция сигнала с ФИМ с помощью ФНЧ на практике не применяется.

Чтобы снизить искажения и увеличить уровень полезной составляющей на выходе демодулятора ФИМ предварительно преобразуют в какой-либо другой вид импульсной модуляции, допускающей более эффективную демодуляцию фильтром нижних частот.

Возможны следующие виды преобразования:

- а) ФИМ \rightarrow ШИМ;
- б) ФИМ \rightarrow АИМ;
- в) ФИМ \rightarrow АФИМ (амплитудно-фазовая импульсная модуляция).

Сравнительная характеристика импульсных видов модуляции

Различные виды модуляции, также как и системы передачи информации, могут быть охарактеризованы такими показателями, как эффективность и помехоустойчивость.

Для оценки эффективности вводятся коэффициенты, характеризующие использование основных параметров системы передачи информации: мощности сигнала, полосы частот, пропускной способности. Помехоустойчивость видов модуляции оценивается величиной среднего квадрата ошибки воспроизведения непрерывного сообщения или вероятностью ошибки приема дискретного сообщения в условиях действия помех.

Из рассмотренных видов модуляции наилучшими показателями по эффективности и помехоустойчивости обладает АИМ.

При идеальных параметрах и идеальном способе приема эффективность ФИМ, ШИМ, ЧИМ одинаковы и равны эффективности ЧМ. В реальных условиях (при неоптимальных параметрах) эффективность ВИМ и ШИМ несколько меньше, чем при ЧМ.

Помехоустойчивость системы передачи информации в целом определяется совокупностью способов модуляции, примененных на первой (модуляция поднесущих) и на второй (модуляция несущей) ступенях.

Обычно на первой ступени применяются АИМ, ШИМ, ФИМ; на второй — АМ, ЧМ или ФМ. Способ модуляции АИМ-АМ практически не используется из-за низкой помехоустойчивости.

Широкое использование, особенно в радиотелеметрии, получил способ АИМ-ЧМ. Применение на первой ступени АИМ позволяет реализовать большее число каналов по сравнению с ФИМ, а ЧМ на второй ступени обеспечивает высокую помехоустойчивость. Системы ШИМ-ЧМ несколько сложнее, чем АИМ-ЧМ и в меньшей степени подвержены влиянию частотных нестабильностей приемника и передатчика. Шумовые ошибки систем ШИМ-ЧМ и АИМ-ЧМ при эквивалентных условиях примерно одинаковы. Широкое применение для передачи телефонных и телеметрических сообщений нашли системы с передачей по способу ФИМ-АМ, имеющие малые пороговые сигналы и, следовательно, малые флуктуационные ошибки.

Недостатком ФИМ является невозможность реализовать в системе большое число каналов. Например, в радиорелейной связи число каналов в системах с ФИМ не превосходит $24 + 48$.

Преимущество систем ФИМ-АМ перед системами ШИМ-АМ состоит в лучшем энергетическом использовании передатчика. Это объясняется тем, что при передаче по способу ШИМ-АМ информация содержится только в положениях фронтов импульсов и поэтому значительная часть энергии в пределах длительности импульса расходуется бесполезно.

Несмотря на относительную сложность аппаратуры систем с частотной и фазовой модуляцией на второй ступени их применение ока-

зывается наиболее целесообразным для передачи сообщений на большие расстояния с высокой точностью.

ОПИСАНИЕ ЛАБОРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ

Лабораторная установка обеспечивает:

1. Формирование импульсно-модулированных последовательностей с различными видами модуляции — АИМ, ОИИМ, ШИМ, ФИМ, ФИМ/АИМ.
2. Имитацию воздействия аддитивного нормального шума на импульсно-модулированный сигнал.
3. Демодуляцию импульсно-модулированных последовательностей.

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СХЕМА

Функциональная схема лабораторной установки приведена на рис. 7. На схеме приняты следующие обозначения:

- ИС — источник сообщения;
ГП — генератор поднесущей;
ГПН — генератор пилообразного напряжения;
 Σ — сумматор;
Ид.М — ждущий мультивибратор;
 \int — интегратор;
ОГР — ограничитель;
ФС — формирующая схема;
ДЦ — дифференцирующая цепь;
ГШ — генератор шума;
ТГ — триггер;
ФНЧ — фильтр нижних частот;
П — переключатель.

(Арабскими цифрами обозначены разные переключатели, римскими — номер галеты).

С помощью переключателя П "Вид модуляции" в схеме производятся коммутации обеспечивающие формирование на передающей стороне того или иного вида модуляции.

Примечание: на схемах и на передней панели лабораторной установки односторонняя ШИМ обозначается как ШИМ-1, двусторонняя — как ШИМ-2, ФИМ/АИМ —

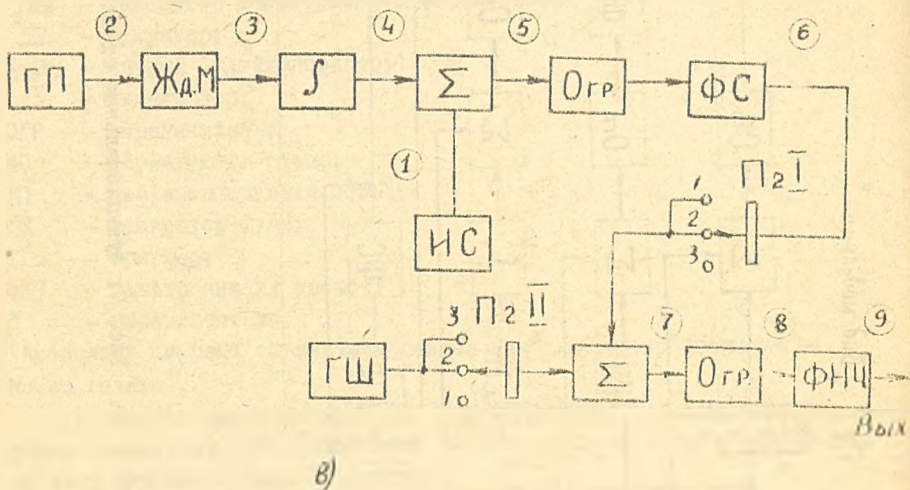
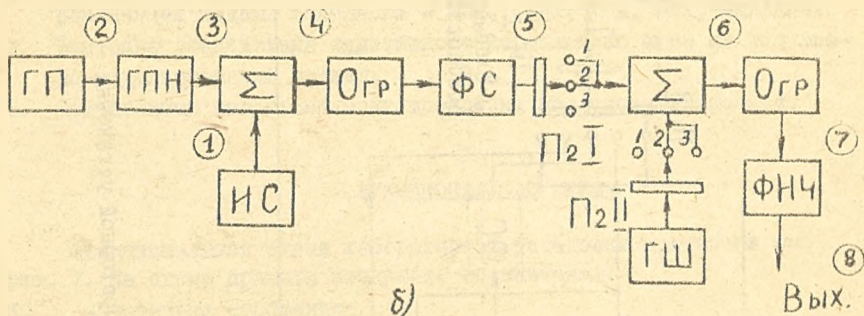
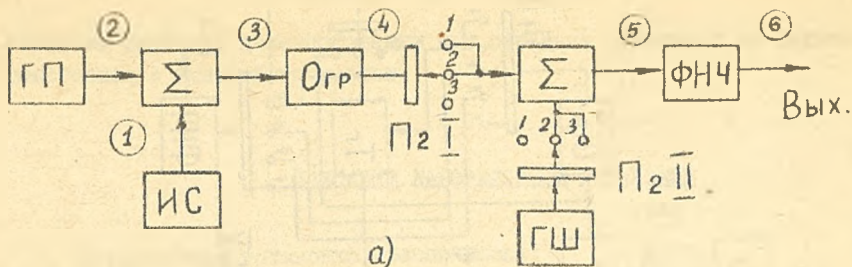


Рис. 8а. Функциональные схемы линий с АРМ (а), АРМ1 (б), АРМ2 (в)

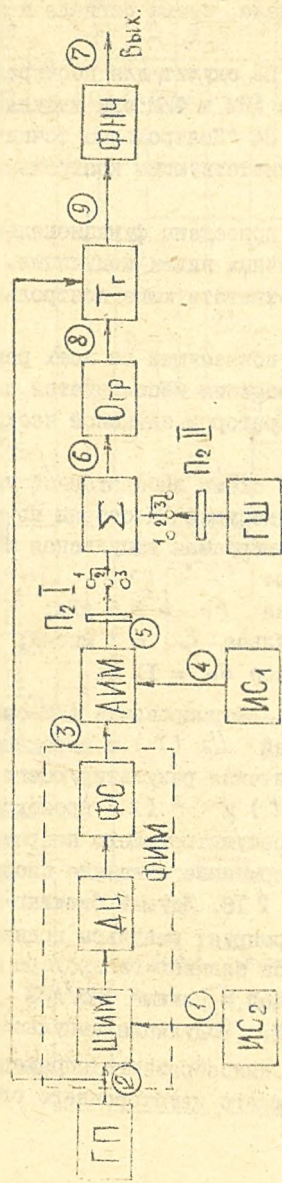
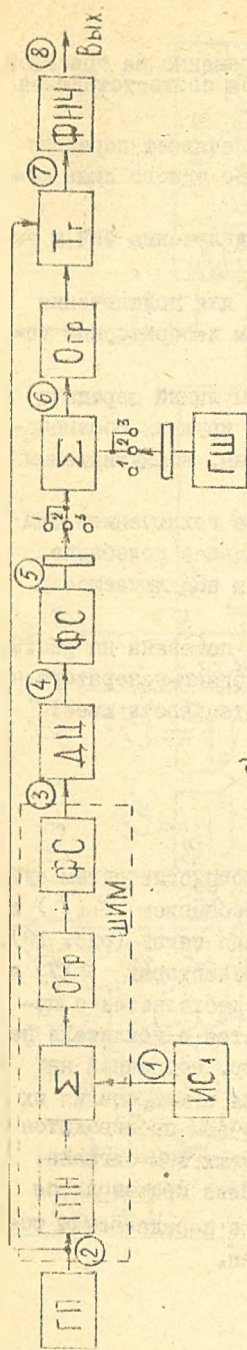


Рис. 86. Функциональные схемы линий связи с ФИМ (а), ФИМ/АИМ (б)

как ФИМ.АИМ. Одновременно на приемной стороне подключается соответствующая схема демодулятора.

Переключатель П2 "Входные воздействия" обеспечивает передачу на демодулятор сигнала, суммы сигнала и шума либо одного лишь шума.

Переключатель П3 служит для поочередного подключения ФНЧ к выходам демодуляторов АИМ и ФИМ при модуляции ФИМ/АИМ.

Переключатель П4 "Контрольные точки" служит для подключения осциллографа к соответствующим контрольным точкам лабораторной установки.

На рис. 7 и 8 приведены функциональные схемы линий передачи сообщений при различных видах модуляции. Цифры в кружках обозначают точки схемы, соответствующие контрольным точкам, коммутируемым переключателем П4.

Для модуляции поднесущей во всех режимах, за исключением ФИМ/АИМ, в качестве сообщения используется синусоидальное колебание, вырабатываемое генератором звуковой частоты ИС и подключаемое к гнездам

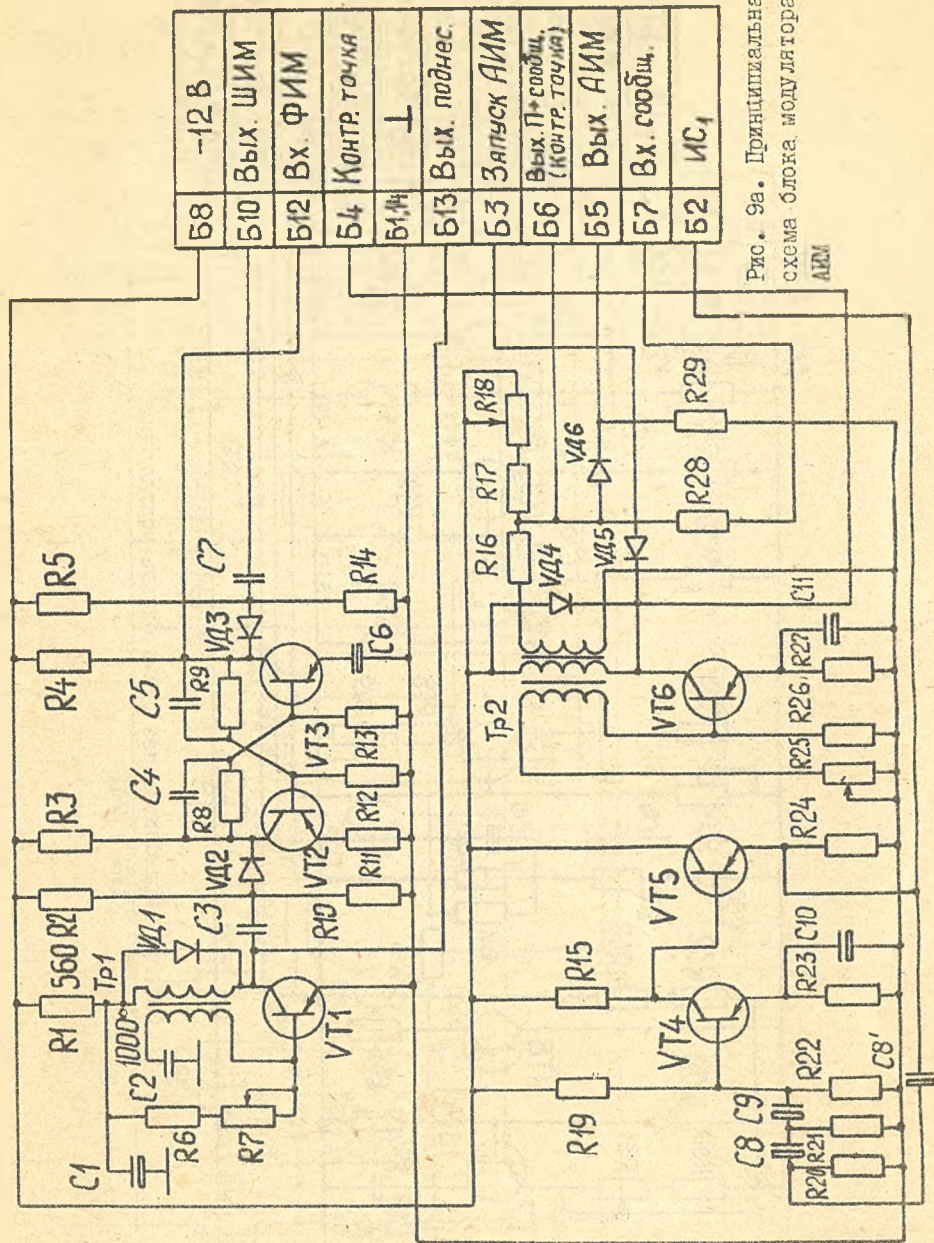
Принципиальная схема лабораторной установки показана на рис.9.

Генератор поднесущей П3 собран по схеме блокинг-генератора на транзисторе Т1. Формируемая импульсная последовательность имеет следующие параметры:

- частота повторения $F_n = 9,5$ кГц;
- длительность импульса $T_0 = 3$ мксек;
- амплитуда импульсов $U_m = 11$ В.

Модулятор АИМ. Формирование АИМ-сигнала происходит путем суммирования поднесущей $U_n(t)$ с передаваемым сообщением $r(t)$ и последующего ограничения результирующего колебания снизу (рис. 10). Суммирование $U_n(t)$ и $r(t)$ происходит на резисторах R17 и R18. Ограничение результирующего напряжения осуществляется с помощью диода Д6. Напряжение смещения диода снимается с усилителя на резисторах R16 - R18. Ждущий блокинг-генератор, собранный на транзисторе Т6, формирует импульсы поднесущей для суммирования их с сообщением. Запуск блокинг-генератора в режиме АИМ производится импульсами поднесущей, в режиме ФИМ/АИМ импульсами ФИМ-сигнала.

Модулятор ОШИМ. Модуляция импульсов по ширине производится путем суммирования пилообразного напряжения (ПН) с передаваемым сообщением и последующего двустороннего ограничения.



Б8	-12 В
Б10	Вых. ШИМ
Б12	Вх. ФИМ
Б4	Контр. точка
Б14	⊥
Б13	Вых. поднес.
Б3	Затяжка АИМ
Б6	Вых. П+соедщ. (контр. точка)
Б5	Вых. АИМ
Б7	Вх. соедщ.
Б2	ИС ₁

Рис. 9а. Принципиальная схема блока модулятора АИМ

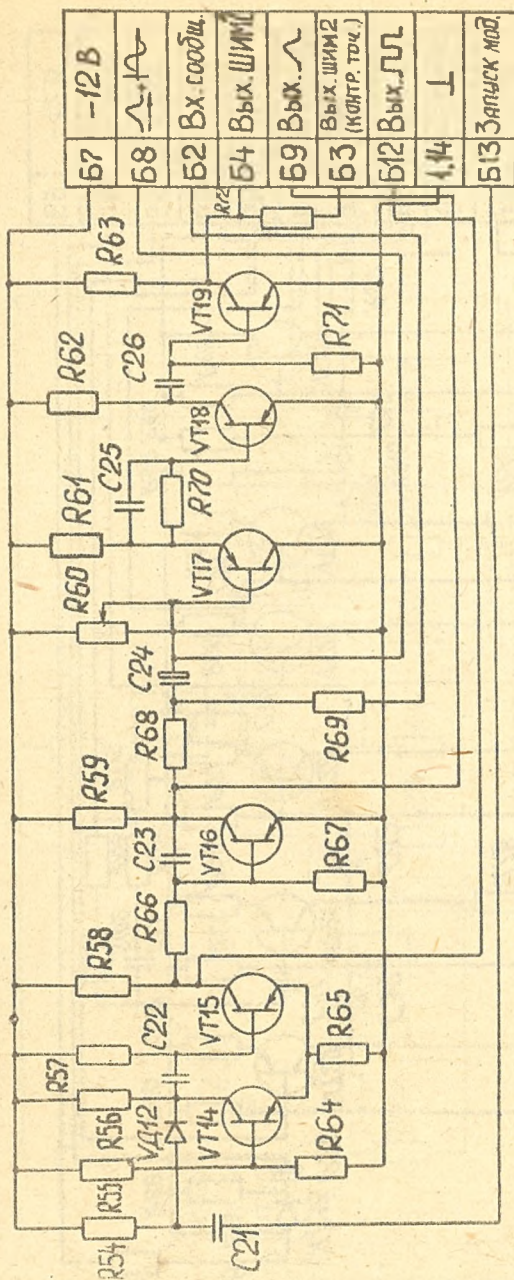


Рис. 9в. Принципиальная схема блока модулятора ШИМ.

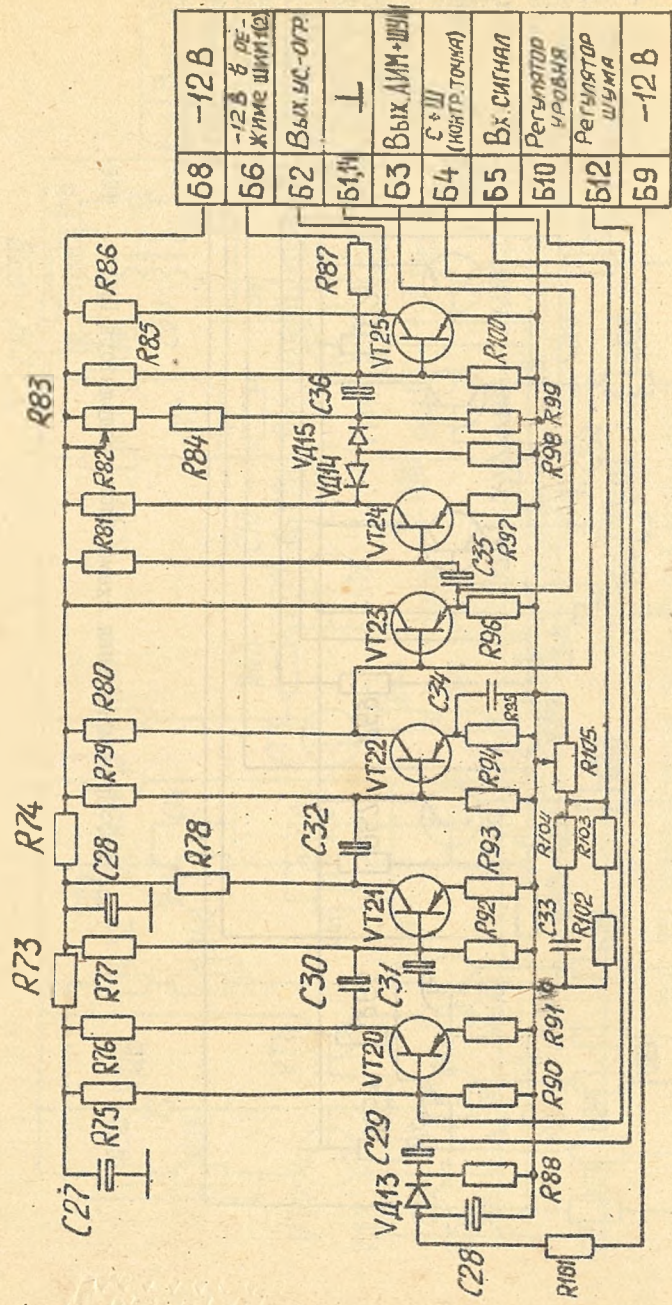
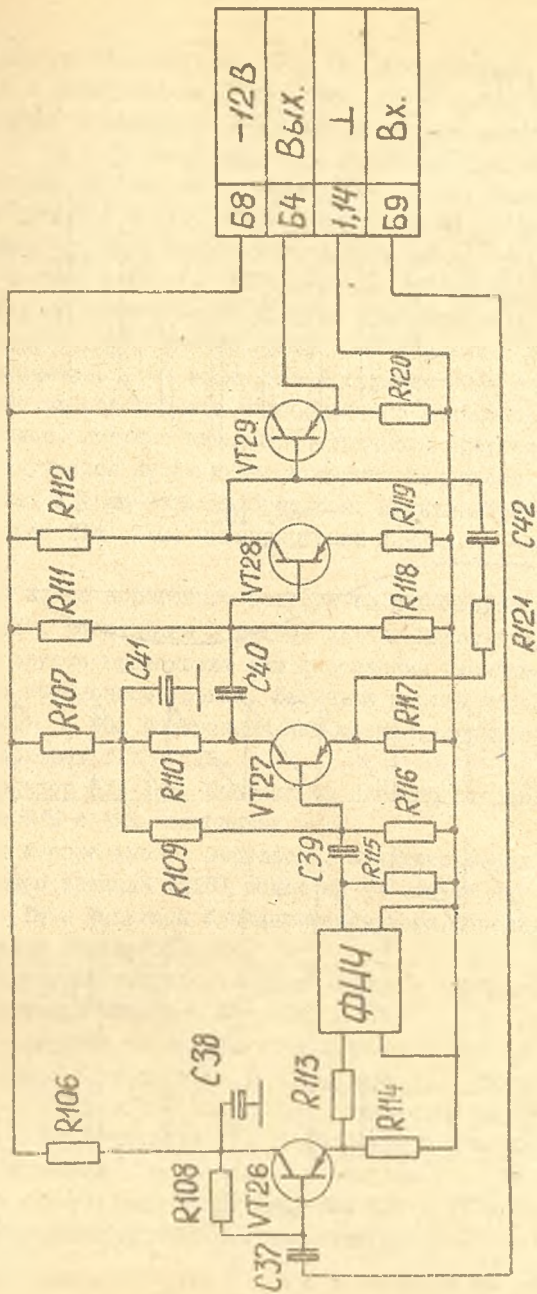


Рис. 9г. Принципиальная схема генератора шума



58	-12В
54	Вых.
1, 14	⊥
59	Вх.

Рис. 9д. Принципиальная схема слота декодера

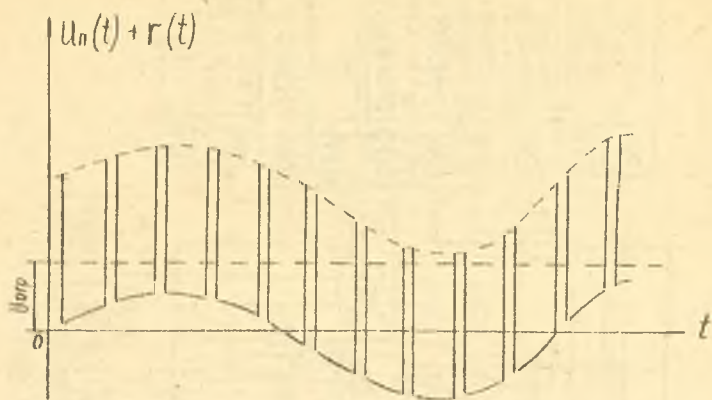


Рис. 10.

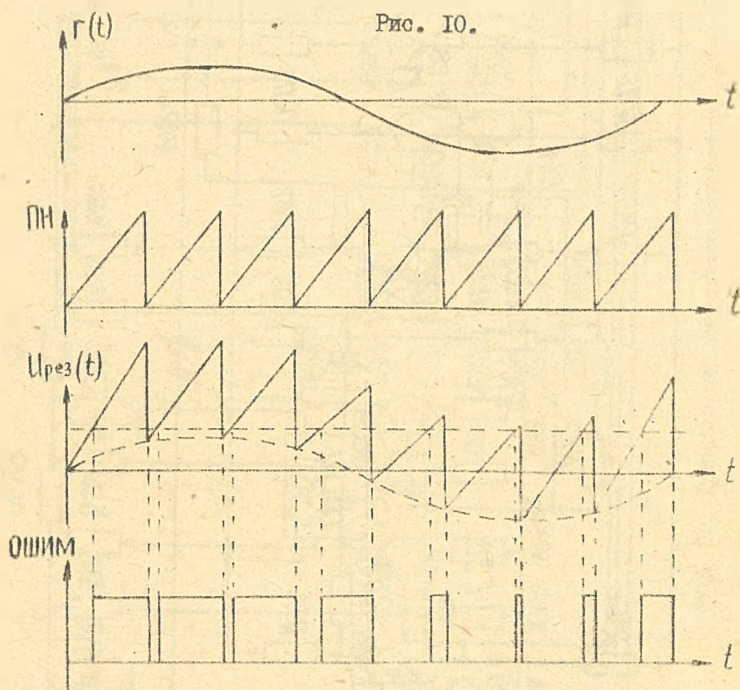


Рис. 11.

ГПН собран на транзисторах Т7 и Т8. Суммирование пилообразного напряжения с передаваемым сообщением производится на резисторе R 42. Двустороннее ограничение суммарного сигнала выполняется с помощью R 33, V 19 и формируется триггером Шмитта. Порог срабатывания триггера регулируется резистором R 34. Каскады, собранные на транзисторах Т11 и Т12, обеспечивают усиление ОШИМ-сигнала.

Модулятор ФИМ. ФИМ-сигнал получается путем дифференцирования импульсов ОШИМ (С18, R 52). В качестве формирующей схемы используется ждущий блокинг-генератор на транзисторе Т13.

Модулятор ШИМ. Формирование ШИМ-сигнала с двусторонней модуляцией осуществляется также, как и сигнала ОШИМ с той лишь разницей, что вместо одностороннего пилообразного напряжения используется двустороннее, имеющее вид равнобедренного треугольника. Двустороннее ПН получается путем интегрирования импульсов модулятора ШИМ, расширенных ждущим мультивибратором. Мультивибратор выполнен на транзисторах Т14, Т15, интегрирующий усилитель собран на транзисторе Т16.

В качестве порогового устройства используется каскад на транзисторе Т17, работающем в режиме ключа. Переход ключа из одного состояния в другое происходит при достижении входным пилообразным напряжением порогового уровня. Величина порога регулируется переменным резистором R 60. Полученный ШИМ-сигнал усиливается далее каскадами на транзисторах Т17 - Т19.

Модулятор ФИМ/АИМ. Состоит из последовательно соединенных модуляторов ФИМ и АИМ, описанных выше.

Последовательность импульсов, модулированных по фазе с выхода формирующего каскада (Т13), подается на запуск ждущего блокинг-генератора (Т6). Импульсы блокинг-генератора используются в качестве поднесущей в модуляторе АИМ.

Демодуляция импульсно-модулированных последовательностей производится демодуляторами АИМ, ШИМ и ФИМ.

Для имитации воздействия аддитивных помех на импульсно-модулированный сигнал последний на сумматоре Σ складывается с шумовым напряжением генератора шума (ПШ). В качестве первичного источника используется стабилитрон Д13, работающий в режиме лавинного пробоя. Шумовое напряжение, снимаемое с резистора R 88, усиливается трехкаскадным усилителем на транзисторах Т20 - Т22. Регулировка уровня шума производится переменным резистором R 89.

Суммирование сигнала с шумом происходит на резисторе R 92.

на который сигнал поступает с делителя $R_{103} - R_{105}$ через разделительную цепь R_{102} , СЗЗ.

Демодуляция АИМ-сигнала производится с помощью фильтра нижних частот ФНЧ, а также с помощью полосовых фильтров ПФ с последующим детектированием сигнала.

Сигнал на демодулятор АИМ поступает с выхода эмиттерного повторителя (Т26). Входным напряжением повторителя в зависимости от положения переключателя П2 "Входное воздействие" может быть сигнал, шум, его сумма. Сообщение с выхода ФНЧ усиливается трехкаскадным усилителем на транзисторах Т27 - Т29.

Демодуляция ШИМ-сигнала также производится с помощью ФНЧ.

Демодуляция ФИМ-сигнала выполняется путем преобразования его в ШИМ-сигнал с последующей низкочастотной фильтрацией.

Преобразование реализуется триггером, собранным на транзисторах Т2 и Т3. На один из отдельных входов триггера подаются импульсы генератора поднесущей, на второй - ФИМ-сигнал.

Для уменьшения влияния помех и изменения уровня принимаемого сигнала на результат демодуляции ШИМ и ФИМ последовательности предельно ограничиваются.

Двустороннее ограничение усиленного в каскаде Т24 напряжения производится с помощью диодов Д14 и Д15, включенных встречно. Порог ограничения устанавливается изменением напряжения смещения диодов с помощью потенциометра R_{83} . Далее сигнал усиливается каскадом на Т25.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

I. Собрать схему измерений. Звуковой генератор (ЗГ) ГЗ-102 используется в качестве источника сообщения ИСИ. Частоту ЗГ установить 200 Гц и выходное напряжение ЗГ подать на гнезда "Сигнал" на передней панели лабораторной установки.

Измеритель нелинейных искажений (ИНИ) С6-1 служит для измерения ошибки воспроизведения сообщения. Напряжение на вход ИНИ снимается с гнезд "Контроль", включенных параллельно гнездам "Оциллограф".

Правила пользования измерителем нелинейных искажений описаны в инструкции по ИНИ.

П. Просмотреть и зарисовать осциллограммы напряжений в контрольных точках для всех режимов модуляции. Качественно описать характер воздействия аддитивной помехи на импульсно-модулированные сигналы при малых, средних и больших отношениях сигнал/шум.

Ш. Измерить коэффициент нелинейных искажений $K_{ни}$ воспроизведения передаваемого сообщения при различных видах модуляции в зависимости от отношения сигнал/шум (для 5-6 значений).

Представить результаты измерений на одном графике и провести сравнение помехоустойчивости различных видов импульсной модуляции.

Величина отношения сигнал-шум оценивается по результатам измерения мощностей сигнала и шума на выходе сумматора. С этой целью необходимо с помощью переключателя "Контрольные точки" подключить гнезда "Контроль" к выходу сумматора, а переключатели "Входные воздействия" обеспечат поочередную подачу на его вход сигнала и шума. Измерение мощности производится с помощью ИНИ.

ЛУ. Произвести оценку величины перекрестных искажений, обусловленных использованием одной поднесущей для передачи двух сообщений в режиме ФИМ/АИМ в отсутствие действия шума. Для этого необходимо провести измерения $K_{ни}$ воспроизведения сообщений, передаваемых путем ФИМ и АИМ при различных соотношениях индексов и коэффициентов модуляций. Оценку последних произвести с помощью осциллографа. Определить область допустимых значений индексов и коэффициентов ФИМ и АИМ, при которых уровень перекрестных искажений не превышает заданной величины 3%.

У. Снять модуляционную характеристику модулятора АИМ

$$K_m = f(U_m) \quad \text{и построить график.}$$

U_m — амплитуда управляющего напряжения ЗГ.

Частоту звукового генератора установить равной 1 кГц.

УІ. Выбрать значение U_m в середине линейного участка характеристики и установить его на выходе ЗГ.

УІІ. Поддерживая $U_m = \text{const}$, равное выбранному значению, определить частоту модуляции, при которой происходит искажение синусоидального напряжения на выходе УНЧ.

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1. Функциональная схема установки.
2. Осциллограммы напряжений в контрольных точках. Качественная

характеристика воздействия аддитивных помех на импульсно-модулированные сигналы.

3. Результаты оценки помехоустойчивости различных видов импульсной модуляции. Сравнительная характеристика помехоустойчивости.
4. Результаты измерений перекрестных искажений для комбинированной модуляции ФИМ/АИМ. Оценка области допустимых значений параметров модуляции.
5. Результаты выполнения пунктов У-УП.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Каковы принципы и техническая реализация модуляций импульсных последовательностей?
2. Охарактеризуйте спектральные свойства модулированных импульсных последовательностей.
3. Способы демодуляции импульсно-модулированных сигналов.
4. Дайте сравнительную характеристику помехоустойчивости импульсных видов модуляции.
5. Какими показателями оценивается помехоустойчивость модуляции?
6. Как измеряется мощность случайного процесса?
7. Назовите причины появления перекрестных искажений при комбинированных видах модуляции.
8. Достоинства и недостатки различных видов импульсной модуляции.
9. Какие фильтры НЧ применяются в РТСИ и ВРК. Преимущества и недостатки?
10. Какие требования предъявляются к модуляторам и демодуляторам РТСИ и ВРК?

Составители: Анаголий Иванович Прохоров
Павел Павлович Урбанович

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
к лабораторной работе " ИССЛЕДОВАНИЕ ВИДОВ
МОДУЛЯЦИИ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В РТС ПИ" по курсу
" Радиотехнические системы передачи информации"
для специальности 0701

Ответственный за выпуск Прохоров А.И.
Редактор Пекленкова Л.И.

Подписано в печать 18.03.80 . Формат 60 х 84 1/16 .
Объем усл. печ. л. 1,8. Уч-изд. л. 1,5. Заказ 264 .
Тираж 200 экз. Бесплатно.

Отпечатано на рогапринге МРТИ. 220069. Минск, Подлесная, 6.