4946

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

ИЗУЧЕНИЕ РАДИОРЕЛЕЙНОЙ СТАНЦИИ РРС-1

Методические указания
к лабораторным работам

Рязань 2015

УДК 621.396.43

Изучение радиорелейной станции РРС-1: методические указания к лабораторным работам / Рязан. гос. радиотехн. ун-т.; сост.: В.А. Корнеев, А.В. Егоров. Рязань, 2015. 24 с.

Изложены принципы функционирования, особенности построения и основные характеристики аппаратуры РРС-1, методика измерения ее основных параметров.

Предназначены для студентов 4-го курса дневной формы обучения направления «Инфокоммуникационные технологии и системы связи».

Ил. 13. Библиогр.: 2 назв.

Радиорелейная станция, приемопередающее устройство

Печатается по решению редакционно-издательского совета Рязанского государственного радиотехнического университета.

Рецензент: кафедра РУС Рязанского государственного радиотехнического университета (зав. кафедрой проф. С.Н.Кириллов)

Изучение радиорелейной станции РРС-1

Составители: К о р н е е в Валерий Александрович
Е г о р о в Алексей Владимирович

Редактор Р.К. Мангутова
Корректор С.В. Макушина
Подписано в печать 30.08.15. Формат бумаги 60х84 1/16.
Бумага писчая. Печать трафаретная. Усл. печ. л. 1,5.
Тираж 100 экз. Заказ 3085.
Рязанский государственный радиотехнический университет.
390005, Рязань, ул. Гагарина, 59/1.
Редакционно-издательский центр РГРТУ.

I. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

1. Изучить схему и конструктивные особенности малоканальной РРС-1М.
2. Ознакомиться с методами измерения основных характеристик и параметров станции.
3. Оценить соответствие измеренных характеристик и параметров техническим требованиям.

II. ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ
(выполняется до проведения работы)

1. Изучить основные технические данные системы РРС-1М.
2. Изучить структурную схему системы и нарисовать ее.
3. Подготовить таблицы и сетки для записи цифровых и графических значений измеряемых величин.

III. ЗАДАНИЕ К ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ № 1, 2

1. Включить и настроить систему.
2. Провести измерения следующих характеристик аппаратуры:
- мощностей на выходе передатчика и блока частотных развязок;
- затухания сигнала в блоке частотных развязок.
3. Снять характеристику дискриминатора приемника телеграфного канала и следующие зависимости:
- уровня моделирующего напряжения на входе передатчика от уровня сигнала на входе телефонного блока;
- флюктуационного шума на выходе телефонного канала от уровня принимаемого сигнала.
4. Исследовать спектральные характеристики сигналов на выходе РРС-1М.
5. Исследовать сквозные характеристики ТФ канала системы, т.е. снять зависимости:
- АЧХ ТФ канала;
- амплитудную характеристику ТФ канала;
- уровня межканальной помехи на выходе ТФ канала от уровня сигнала в соседнем канале.
6. Оценить соответствие измеренных характеристик и параметров техническим требованиям и назвать причины, которые могут вызвать отклонения от этих требований.
7. Ответить на контрольные вопросы.

Абонемент учебной литературы

НАУЧНАЯ БИБЛИОТЕКА
РЯЗАНСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
РАДИОТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

IV. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Включить аппаратуру и проконтролировать работу блоков в следующем порядке.

1. Предварительные установки

На блоке частотных развязок поставить:

- переключатели РАЗНОС ВОЛН в положение 67;
- тумблер освещения шкал в положение ВКЛ.

На приемопередатчике поставить:

- тумблер РАБ-ДЕЖ - в положение ДЕЖ;
- тумблеры АПЧ и КАЛИБР - в положение ВЫКЛ.

На телефонном блоке поставить:

- тумблеры ТРАЗ-ОКОН и ОДНОК-ОКОН в положение ОКОН;
- переключатели ВНУТР. УПЛ. - ВНЕШН. УПЛ. ОКОН - ВНЕШН. УПЛ.РЕТР. в положение ВНУТР.УПЛ.;
- в среднее положение ключи ПВУ;
- переключатель индикатора в положение У1.

На телеграфном блоке:

- переключатели СЕТЬ-ВЫКЛ-АКК - в положение ВЫКЛ.

2. Включение

Ручками регулировки напряжения на сетевом щите включить питание и установить стрелку прибора в закрашенном секторе.

На приемопередатчике:

- переключатель АКК-ВЫКЛ-СЕТЬ - в положение СЕТЬ;
- включить освещение шкал тумблера СВЕТ;
- на шкалах настроек приемника и передатчика установить номер волны 118.

ЗАМЕЧАНИЯ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ

Включение аппаратуры производить только с разрешения преподавателя или лаборанта и в полном соответствии с указаниями. Перемещение приборов и отключение заземлений запрещаются.

Программа № 1

1. Измерение мощности

Переключатель режима работы приемопередатчика - в положении ДЕЖ. Подключить эквивалент антенны к выходу передатчика. Перевести переключатель режима работ в положение РАБ и измерить прибором В7-15 напряжение ВЧ на гнездах эквивалента. При всех дальнейших переключениях эквивалента антенны переходить в режим

ДЕЖ. Подключить эквивалент к блоку частотных развязок (БЧР) (разъем "Антенна"), правый кабель которого присоединить к выходному разъему передатчика. Установить на БЧР номер волны 118 правой ручкой блока. Измерить напряжение на гнездах эквивалента.

Значение мощности ВЧ установить расчетным путем для сопротивления эквивалента антенны, равного 75 Ом. Затухание сигнала в БЧР определить по формуле:

Z, дБ = $P_{вых.пер}$, дБм - $P_{вых.БЧР}$, дБм.

2. Проверка характеристики дискриминаторов приемника телефонного канала

Переключатели вида питания телеграфного блока поставить в положение СЕТЬ, переключатели режима работы поставить в положение ОКОН, вида работы - в положение БОДО.

Звуковой генератор подключить к гнездам 9-10 линейного щита (вход передатчика). Установить выходной уровень сигнала генератора 0,01 В.

Характеристику дискриминатора снять по индикаторному прибору телеграфного блока. Переключатель контроля поставить в положение 1ТГ (проверка 1-го канала) и 2ТГ (проверка 2-го канала).

Снять характеристику дискриминатора для 1-го канала, меняя частоту звукового генератора от 8000 до 9500 Гц через каждые 100 Гц. Для измерения во втором канале изменять частоту от 12000 до 13300 Гц.

После проведения измерений выключить телеграфные каналы.

3. Зависимость уровня модулирующего напряжения от уровня сигнала на входе телефонного блока

Подключить вольтметр В3-41 к гнездам 9 и 10 линейного шита.

Подключить звуковой генератор к гнездам 3, 4 линейного щита (вход 1-го канала телефонного блока). Установить частоту колебаний звукового генератора 1500 Гц.

Снять зависимости, меняя выходной уровень сигнала ЗГ от 0,05 до 0,8 В, при двух положениях переключателя режима работы 1-го канала: 4ТГ и 4ТФ2.

4. Определение зависимости уровня флюктуационного шума на выходе телефонного канала от напряжения входного сигнала высокой частоты

Подключить ВЧ генератор Г4-6 к входному разъему приемника. Тумблер включения генерации Г4-6 поставить в положение ВКЛ. Режим работы - ЧМ. Установить уровень выходного сигнала не менее 10 мкВ. На блоке приемопередатчика тумблер АПЧ поставить в положение ВЫКЛ. Настроить генератор на частоту приемника с помощью

микротелефонной гарнитуры. Переключатель телефонного блока "Контроль" поставить в положение "1".

После настройки генератора включить АПЧ.

Подключить вольтметр В3-41 к гнездам 1-2 линейного щита (выход 1-го телефонного канала). На телефонном блоке установить режим 4ТГ телефонного канала. Установить режим непрерывной генерации (НГ) генератора Г4-6. По минимуму шумов убедиться в настройке генератора на частоту приемника и в случае необходимости провести подстройку. Снять зависимость уровня шума на выходе телефонного канала при изменении напряжения ВЧ на входе приемника от 0 до 30 мкВ.

Программа № 2

1. Просмотр спектральных характеристик сигналов на выходах РРС-1М

Включить и подготовить к работе анализатор спектра СКЧ-3 согласно инструкции на этот прибор.

Подключить СКЧ-3 к выходу группового тракта приемника (гнезда 13-14 линейного щита). Выставить масштаб развертки анализатора 20 кГц.

Просмотреть и зарисовать спектр группового сигнала на выходе приемника:

а) при отсутствии ВЧ сигнала;

б) при наличии слабого непрерывного сигнала от генератора Г4-6 (0,5 - 1 мкВ).

Подключить анализатор спектра к гнездам 1-2 (выход 1-го телефонного канала). Поставить масштаб развертки 5 кГц.

Просмотреть и зарисовать сигналы на выходе телефонного канала:

а) при отсутствии сигнала ВЧ;

б) при наличии ЧМ сигнала от генератора Г4-6.

2. Исследование сквозных характеристик телефонного канала системы РРС-1М

Подключить звуковой генератор к входу 1-го телефонного канала (гнезда 3, 4 линейного щита). Установить частоту колебаний звукового генератора 1,5 кГц и выходной уровень 0,15 В. Включить режим РАБ работы приемопередатчика. Вращая ручку настройки передатчика (ручка "Волна" на левой половине приемопередающего блока), настроить его на частоту приемника по максимуму громкости звукового тона в телефоне, при этом переключатель телефонного блока "Контроль" должен находиться в положении "I".

А. Изменяя выходную частоту ЗГ от 100 Гц до 4 кГц, снять сквозную АЧХ тракта.

Б. Установить выходную частоту ЗГ 1,5 кГц. Изменяя выходной уровень ЗГ от 0 до 0,5 В, снять сквозную амплитудную характеристику тракта при двух режимах работы 1-го канала: 4ТГ и 4ТФ2.

В. Подключить вольтметр В3-41 к гнездам 5, 6 (выход 2-го телефонного канала). Поставить переключатель режима работы 2-го канала в положение 4ТФ2.

Изменяя выходной уровень ЗГ от 0,05 до 1 В, измерить уровень междуканальной помехи при двух режимах работы 1-го канала: 4ТГ и 4ТФ2.

V. РАДИОРЕЛЕЙНАЯ СТАНЦИЯ РРС-1М. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Назначение и основные технические данные

Станция РРС-1М используется для организации малоканальных стационарных и подвижных радиорелейных линий связи, а также для получения радиорелейной вставки в уплотненные проводные линии связи.

Аппаратура работает в диапазоне метровых волн на частотах 60 ÷ ÷ 69,975 МГц (5,0 ÷ 4,3 м). Весь диапазон разбит на 134 фиксированные частоты с интервалом в 75 кГц.

Обеспечивается одновременная дуплексная связь по двум телефонным и двум телеграфным каналам. Каждый телефонный канал может быть включен по двух- или четырехпроводной схеме, т. е. без разделения приема и передачи по каналам или с разделением. Первый телефонный канал допускает вторичное уплотнение телеграфными каналами с помощью проводной аппаратуры П-313 и П-310.

Телефонные каналы допускают передачу неподвижных изображений с помощью фототелеграфных аппаратов.

Телеграфные каналы обеспечивают однополосную работу буквопечатающих аппаратов СТ-35 и двухполюсную работу аппаратов П-100.

На любой промежуточной станции радиолинии возможно ответвление любого канала. Ретрансляция остальных каналов производится по низкой (тональной и надтональной) частоте.

Выходы телефонных каналов станции допускают сопряжение их с телефонными каналами аппаратуры проводной (П-310, П-312, П-313) и радиорелейной связи. Допускается применение внешней аппаратуры уплотнения по частоте с групповым спектром 300 ÷ 16000 Гц. При

внешнем уплотнении радиоканала проводной аппаратурой П-310 и П-312 первый телефонный канал используется для служебной связи.

Используются частотное разделение каналов и ОБП-ЧМ модуляция.

Дальность связи на одном интервале - 45 км.

Максимальная длина линии - 120 км.

Характеристика передатчика

Выходная мощность.....2,5 Вт
Мощность на выходе блока усиления мощности.....25 Вт
Девиация на один телефонный канал.....6 кГц
Девиация на один телеграфный канал.....3 кГц
Стабильность частоты передатчика.....$\pm 10^{-4}$

Характеристика приемника

Чувствительность при отношении "сигнал/шум" = 20 .... не хуже 2 мкВ
Промежуточные частоты.....6,6 МГц и 460 МГц
Полоса пропускания УПЧ.....48 кГц
Ослабление по зеркальному каналу не менее.....78 дБ
по соседнему каналу не менее.....80 дБ
Стабильность частоты гетеродина.. .....$\pm 10^{-4}$
Температурный коэффициент частоты передатчика и гетеродина приемника.....$\pm 4 \cdot 10^{-6}$

Характеристика аппаратуры уплотнения

Величина поднесущей второго канала.....7400 Гц
Частоты телеграфных каналов:
1-го.....8,5 и 9,1 кГц
2-го.....12,2 и 12,8 кГц
Полоса пропускания телеграфного канала:
1-го.....8,4÷9,2 кГц
2-го.....12,1÷12,9 кГц
Эффективная ширина полосы телефонного канала:
1-го.....300 ÷ 3400 Гц
2-го.....300 ÷ 2700 Гц
Коэффициент нелинейных телефонных искажений. .....5 %
Входное и выходное сопротивление телефонных каналов.....600 Ом
Скорость телеграфирования.....70 бод

Коэффициент телеграфных искажений при двух ретрансляциях.....5 %

Как видно, по качественным характеристикам радиорелейная линия, оборудованная аппаратурой РРС-1М, не соответствует нормам и рекомендациям МККР. Но благодаря своим хорошим эксплуатационным характеристикам аппаратура РРС-1М нашла широкое применение там, где не требуется протяженная многоканальная связь, а также для обеспечения аварийной связи на некоторых радиорелейных линиях.

ОПИСАНИЕ АППАРАТУРЫ

Антенное устройство

Прием и передача ВЧ сигналов осуществляются на антенны типа "волновой канал" со взаимно-перпендикулярной поляризацией. Горизонтальная и вертикальная антенны выполнены в виде одного крестообразного устройства, которое при работе устанавливается на мачте высотой 14,5 м.

Одна из антенн используется для передачи, другая служит приемной антенной. Такая крестообразная конструкция приемной и передающей антенн позволяет разместить их на одной общей мачте и обеспечивает высокое переходное затухание между антеннами (не менее 39 дБ).

Антенна типа "волновой канал" состоит из ряда параллельных металлических вибраторов, расположенных в одной плоскости и укрепленных на направляющей металлической штанге. Активный вибратор с помощью фидера длиной 25 м соединяется или со входом приемника, или с выходом передатчика. Остальные вибраторы (рефлектор и 2 директора) являются пассивными.

Вертикальная антенна настроена для работы в диапазоне частот 65÷70 МГц (88÷154 фиксированные частоты), а горизонтальная – для работы в диапазоне 60÷65 МГц (21÷87 фиксированных частот). Вертикальная антенна имеет ширину главного лепестка ДНА в горизонтальной плоскости $70 \div 80^0$, горизонтальная антенна $45 \div 72^0$. Коэффициент усиления антенны по сравнению с полуволновым вибратором не менее 6 дБ.

Блок частотных развязок

Блок частотных развязок предназначен для разделения по частоте передающего и приемного трактов и обеспечивает одновременную их работу на одну антенну.

Блок обеспечивает при разносе частот приема и передачи на 5 МГц подавление сигнала передатчика на входе приемника на 50 дБ. Потери при передаче сигнала передатчика в антенну или сигнала от антенны в приемник ≤ 3 дБ.

Блок частотных развязок представляет собой систему высокочастотных фильтров с плавной настройкой, образующих два плеча (рис. 1).

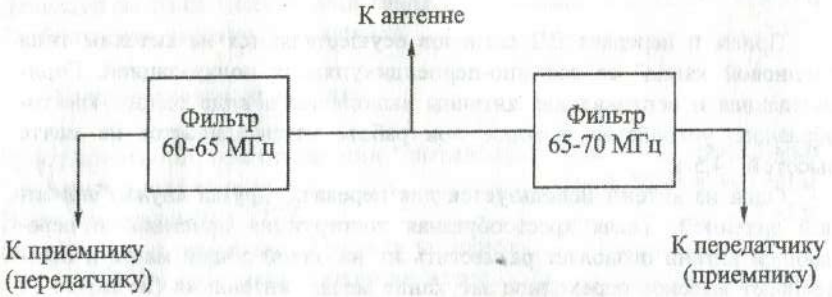


Рис. 1. Блок частотных развязок

Включение БЧР позволяет осуществить работу приемопередатчика на одну горизонтальную или вертикальную антенну "волновой канал".

Фидер, идущий от антенны, подключается к входу БЧР АНТЕННА. Приемник или передатчик подключается к левому или правому плечам блока частотных развязок в зависимости от рабочих частот.

В качестве фильтров в блоке используются колебательные контуры на сосредоточенных элементах.

Подробно работа блока изложена в [1. С.343].

Расположен блок частотных развязок в верхней части стойки (рис. 2). На передней панели имеются две ручки для плавной настройки на нужную частоту (номер волны).

На рис. 2 1 - блок частотных развязок; 2 - приемопередатчик; 3 - телефонный блок; 4 - телеграфный блок; 5 - блок усиления мощности; 6 - линейный щит; 7 - сетевой щит; 8 - антенно-фидерное устройство.

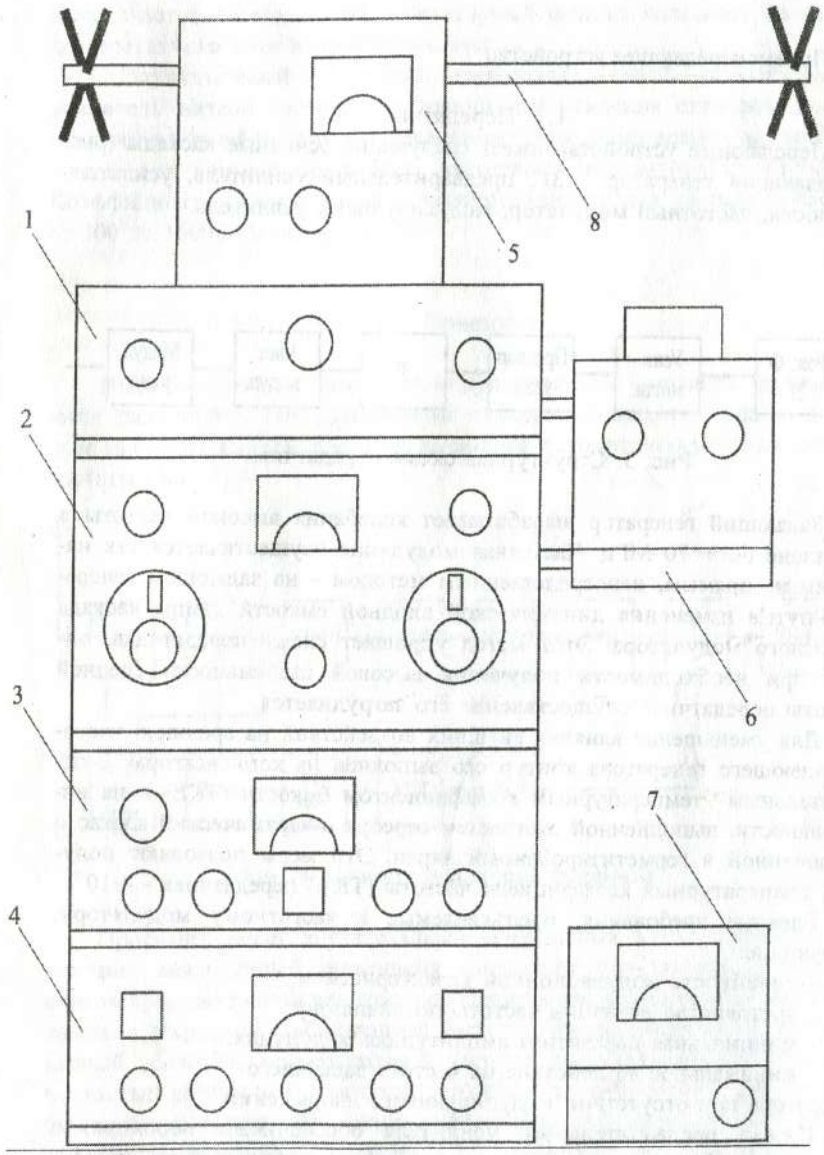


Рис. 2. Общий вид стойки РРС-1М

Приемопередающее устройство

1. Передатчик

Передающее устройство имеет следующие основные каскады (рис. 3): задающий генератор ЗГ, предварительный усилитель, усилитель мощности, частотный модулятор, модулирующий усилитель.

Рис. 3. Структурная схема передатчика

Задающий генератор вырабатывает колебания высокой частоты в диапазоне 60 ÷ 70 МГц. Частотная модуляция осуществляется так называемым прямым, непосредственным методом - на задающем генераторе путем изменения динамической входной емкости лампы каскада частотного модулятора. Этот метод упрощает схему передатчика, однако при необходимости получения высокой стабильности средней частоты передатчика осуществление его затрудняется.

Для уменьшения влияния внешних воздействий на среднюю частоту задающего генератора контур его выполнен на конденсаторах с отрицательным температурным коэффициентом ёмкости (ТКЕ) и на индуктивности, выполненной вжиганием серебра в керамический каркас и заключенной в герметизированный экран. Эти меры позволяют получить температурный коэффициент частоты (ТКЧ) передатчика - $4 \cdot 10^{-6}$.

Главные требования, предъявляемые к частотному модулятору, следующие:

- линейность модуляционной характеристики;
- постоянство девиации частоты по диапазону;
- минимальная паразитная амплитудная модуляция;
- минимальное воздействие на частоту задающего генератора при отсутствии модулирующего напряжения.

Каскад предварительного усилителя обеспечивает необходимое напряжение раскачки усилителя мощности и стабильный по частоте режим работы задающего генератора.

В каскаде усиления мощности происходит дальнейшее усиление высокочастотной мощности. Режекторный фильтр подавляет на выходе передатчика токи второй гармоники.

Модуляционный усилитель представляет собой двухкаскадный усилитель низкой частоты, служащий для усиления сигналов, поступающих из телефонного и телеграфного блоков, до величины, необходимой для нормальной работы частотного модулятора передатчика. Коэффициент усиления модуляционного усилителя в диапазоне частот от 300 до 16000 Гц не менее 200.

2. Приемник

Высокочастотные частотно-модулированные сигналы принимаются радиоприемным устройством супергетеродинного типа с двойным преобразованием частоты, имеющим автоматическую подстройку частоты (рис. 4).

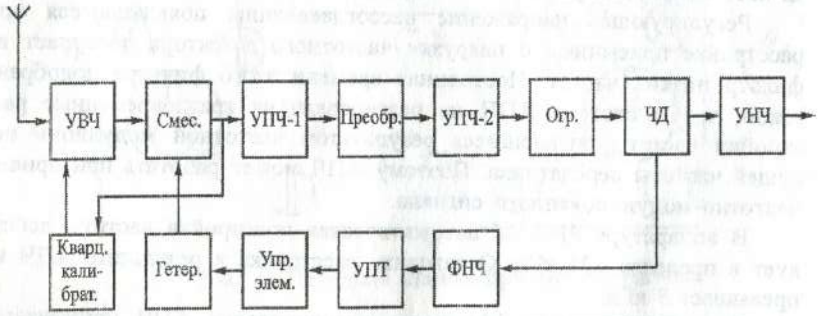


Рис. 4. Структурная схема приемника

Приемник имеет двухкаскадный резонансный УВЧ, смеситель, гетеродин, аналогичный задающему генератору передатчика, усилитель первой промежуточной частоты, преобразователь, выполненный на одной лампе, с кварцевой стабилизацией частоты гетеродинной части, трехкаскадный усилитель промежуточной частоты, амплитудный ограничитель, частотный детектор и групповой усилитель низкой частоты. Для осуществления автоподстройки частоты напряжение выхода частотного детектора через фильтр нижних частот в УПТ поступает на управляюший элемент, аналогичный частотному модулятору передатчика. Каскад кварцевого калибратора предназначен для проверки точности градуировки часто-

ты приемника и передатчика, что обеспечивает беспоисковое вхождение в связь.

Необходимая избирательность приемника обеспечивается включением в УПЧ-2 одиннадцатиконтурного полосового фильтра сосредоточенной селекции.

Роль ограничителя амплитуды сигнала выполняет последний каскад УПЧ-2, работающий в режиме сеточного ограничения.

Частотный детектор выполнен на ламповом каскаде с двумя расстроенными контурами. Один из них настроен на частоту 430 кГц, другой - на 490 кГц при центральной (промежуточной) частоте 460 кГц. Такая схема обеспечивает достаточную линейность амплитудно-частотной характеристики частотного детектора в диапазоне ±30 кГц и соответственно небольшие нелинейные искажения в полосе принимаемых частот.

Автоматическая подстройка частоты гетеродина предназначена для обеспечения бесподстроечного ведения связи. Кроме того, точная настройка приемника на частоту передатчика при многоканальной связи необходима для уменьшения переходных помех.

Регулирующее напряжение рассогласования, появляющееся при расстройке приемника, с нагрузки частотного детектора поступает на фильтр низких частот. Постоянная времени этого фильтра подобрана такой, чтобы система АПЧ не реагировала на кратковременные расстройки частоты, являющиеся результатом частотной модуляции несущей частоты передатчика. Поэтому АПЧ может работать при приеме частотно-модулированного сигнала.

В аппаратуре РРС-1М автоматическая подстройка частоты действует в пределах ±25 кГц. Остаточная расстройка в результате АПЧ не превышает 3 кГц.

Для увеличения коэффициента регулирования АПЧ применяется каскад УПТ, который усиливает напряжение рассогласования и подает его на каскад управителя частоты.

3. Конструкция и основные регулировки приемопередающего устройства

Приемопередающее устройство построено полностью на электронных лампах и имеет в своем составе 20 ламп типа 12Ж1Л, одну лампу 12П17Л и один двойной диод типа 6Х2П.

Основные регулировки и переключатели приемопередающего устройства размещены на передней панели блока (рис. 5).

Приемопередающее устройство включается переключателем 5. Передающее устройство начинает функционировать при переключении тумблера 3 в положение РАБ.

Переключатели 1, 8 и измерительный прибор 4 обеспечивают проверку режима всех ламп приемопередатчика и уровень сигнала на входе и выходе передающего устройства. Потенциометр 10 позволяет устанавливать уровень частотной модуляции регулированием уровня низкочастотного группового сигнала на входе частотного модулятора.

Шкально-верньерные устройства 9 и 11 позволяют выставить определенную частоту работы соответственно приемника и передатчика.

Тумблер 6 служит для выключения АПЧ. Выходные разъемы передатчика и приемника обозначены соответственно 2 и 7.

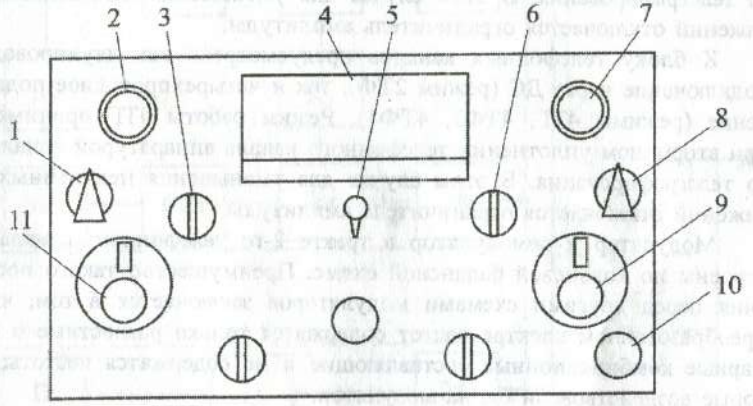


Рис. 5. Передняя панель приемопередатчика

Блок телефонных каналов

В телефонном блоке происходит образование группового сигнала двух телефонных каналов и выделение из принимаемого группового сигнала двух телефонных каналов тональной частоты (рис. 6).

Сигнал от абонента первого телефонного канала подается на групповой усилитель передатчика без преобразования спектра частот. Сигнал от абонента 2-го канала, пройдя дифференциальную систему ДС и амплитудный ограничитель АО, поступает на модулятор Мод., где происходит преобразование передаваемых частот в надтональные частоты. Нижняя боковая полоса частот преобразованного сигнала через

полосовой фильтр ПФ2 с полосой пропускания 4,7 ÷ 7,1 кГц поступает на вход группового модуляционного усилителя передатчика.

Передача сигналов вызова и служебные переговоры обеспечиваются переговорно-вызывным устройством ПВУ.

Приходящий от абонента сигнал индукторного вызова с частотой 16 ÷ 25 Гц преобразуется в вызывной сигнал с частотой 800 Гц, который можно передавать в соответствующем телефонном канале.

К блоку телефонных каналов предусмотрено как двухпроводное подключение через ДС (режим 2ТФ), так и четырехпроводное подключение (режимы 4ТГ, 4ТФ2, 4ТФ1). Режим работы 4ТГ принимается при вторичном уплотнении телефонного канала аппаратурой тонального телеграфирования. В этом случае для уменьшения нелинейных искажений отключается ограничитель амплитуды.

К блоку телефонных каналов предусмотрено как двухпроводное подключение через ДС (режим 2ТФ), так и четырехпроводное подключение (режимы 4ТГ, 4ТФ2, 4ТФ1). Режим работы 4ТГ принимается при вторичном уплотнении телефонного канала аппаратурой тонального телеграфирования. В этом случае для уменьшения нелинейных искажений отключается ограничитель амплитуды.

Модулятор и демодулятор в тракте 2-го телефонного канала построены по кольцевой балансной схеме. Преимущество такого построения перед другими схемами модуляторов заключается в том, что в преобразованном спектре частот содержатся только разностные и суммарные комбинационные составляющие и не содержатся частоты, которые воздействовали бы на модулятор.

Вид работы станции определяется положением переключателя 10 (рис. 7). Режимы работы 1-го и 2-го каналов выставляются соответственно переключателями 12 и 9. Индикаторный прибор 5 и переключатель 11 обеспечивают проверку режима работы блока и уровней сигналов в каналах. Выходные уровни принимаемых сигналов по 1-му и 2-му каналам устанавливаются потенциометрами 1 и 8. Потенциометр 2 регулирует уровень сигнала, подаваемого от внешней аппаратуры уплотнения; 3 - ключ вызова абонента; 4 - разговорные ключи телефонных каналов, т.е. прослушивания; 6 - ключ контроля телефонных каналов; 7 - потенциометр установки измерительного уровня.

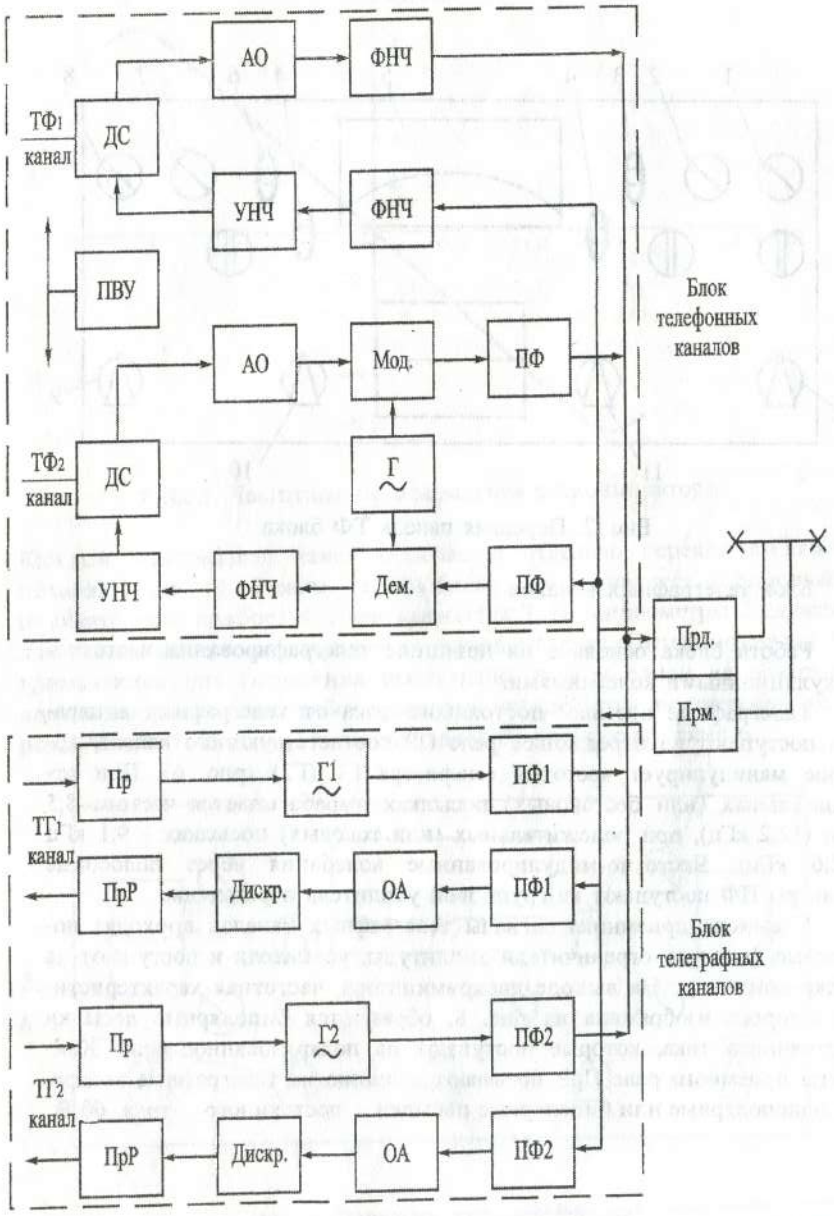


Рис. 6. Структурная схема оконечной станции (ОРС)

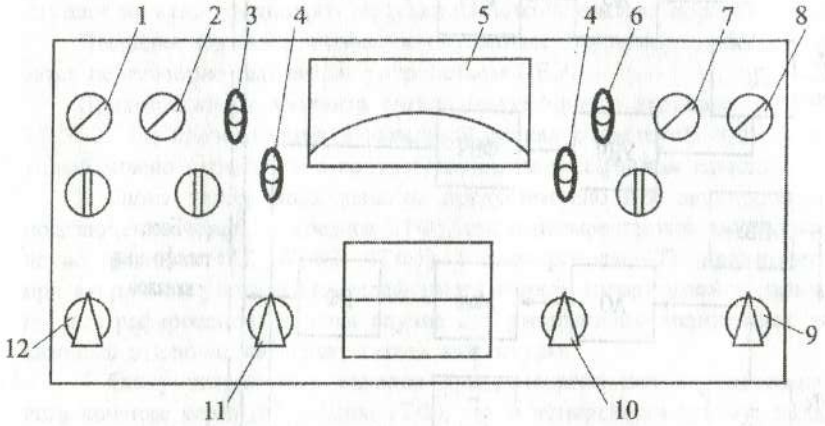


Рис. 7. Передняя панель ТФ блока

Блок телеграфных каналов

Работа блока основана на принципе телеграфирования частотно-модуляционными колебаниями.

Телеграфные посылки постоянного тока от телеграфных аппаратов поступают на передающее реле ПР соответствующего канала, которое манипулирует частотой генератора Г1 (Г2) (рис. 6). При отрицательных (или бестоковых) посылках вырабатывается частота 8,5 кГц (12,2 кГц), при положительных (или токовых) посылках - 9,1 кГц (12,6 кГц). Частотно-модулированные колебания через полосовые фильтры ПФ поступают на групповой усилитель передатчика.

С выхода приемника сигналы телеграфных каналов проходят полосовые фильтры, ограничители амплитуды, усилители и поступают на дискриминаторы. На выходе дискриминатора, частотная характеристика которого изображена на рис. 8, образуются биполярные посылки постоянного тока, которые поступают на поляризованное реле. Контакты приемного реле ПрР посылают в линию на телеграфные аппараты однополярные или биполярные посылки постоянного тока 60 В.

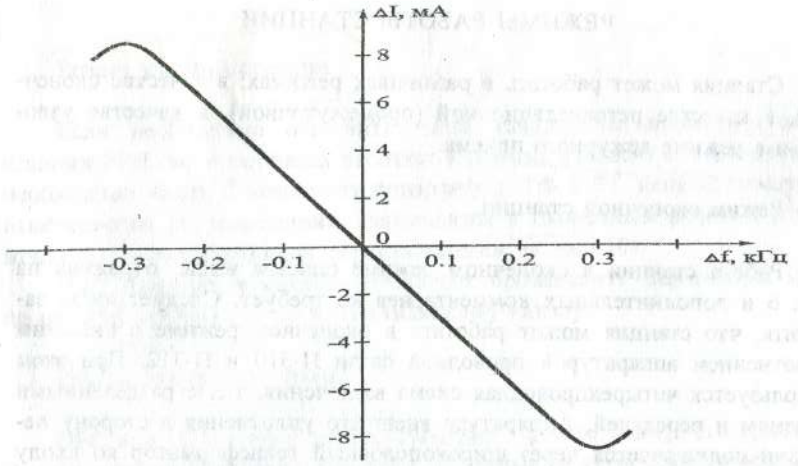


Рис. 8. Частотная характеристика дискриминатора

Каждый телеграфный канал включается отдельно переключателями питания 3 (рис. 9). Режим работы блока контролируется с помощью индикаторного прибора 4 и переключателя 7. Потенциометры 2 служат для установки уровня входного передающего реле. Потенциомет ры 1 применяются для устранения превышения тока в одной из обмоток приемного реле. Вид работы каналов определяется положением переключателя 5. Режим работы выставляется переключателями 6.

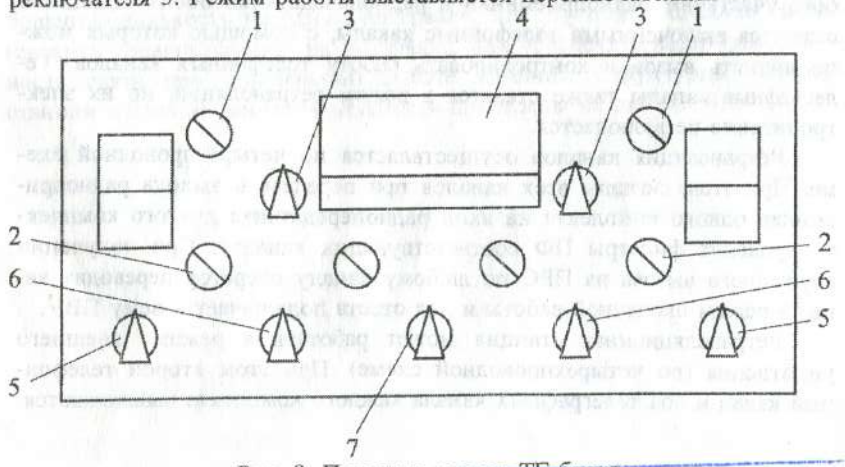


Рис. 9. Передняя панель ТГ блока

НАУЧНАЯ БИБЛИОТЕКА
РЯЗАНСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
РАДИОТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

РЕЖИМЫ РАБОТЫ СТАНЦИИ

Станция может работать в различных режимах: в качестве оконечной, в качестве ретрансляционной (промежуточной), в качестве узловой и в режиме дежурного приема.

Режим оконечной станции

Работа станции в оконечном режиме описана выше, отражена на рис. 6 и дополнительных комментариев не требует. Следует лишь заметить, что станция может работать в оконечном режиме с внешним уплотнением аппаратурой проводной связи П-310 и П-312. При этом используется четырехпроводная схема включения, т.е. с разделенными приемом и передачей. Аппаратура внешнего уплотнения в сторону передачи подключается через широкополосный трансформатор ко входу модуляционного усилителя радиопередатчика, а на стороне приема - к выходу радиоприемника. Ширина спектра сигнала внешнего уплотнения не более 0,3 ÷ 16 кГц.

Режим ретрансляционной станции

Все каналы станции переводятся в режим ретрансляции (положение 1 всех переключателей режима на рис. 10). Для осуществления ретрансляции дуплексной связи работают две станции. При этом в работе участвуют радиоприемники и радиопередатчики обеих станций и остаются включенными телефонные какалы, с помощью которых можно принять вызов и контролировать работу телефонных каналов. Телеграфные каналы также ставятся в режим ретрансляции, но их электропитание не включается.

Ретрансляция каналов осуществляется по четырехпроводной схеме. При этом сигналы всех каналов при передаче с выхода радиоприемника одного комплекта на вход радиопередатчика другого комплекта проходят фильтры ПФ соответствующих каналов. При получении служебного вызова на ПРС по любому каналу оператор переводит канал в режим оконечной работы и для ответа подключает к нему ПВУ.

Ретрансляционная станция может работать в режиме внешнего уплотнения (по четырехпроводной схеме). При этом второй телефонный канал и оба телеграфных канала каждого комплекта выключаются.

НАУЧНАЯ БИБЛИОТЕКА

Режим узловой станции

Если необходимо ответвить часть каналов на промежуточной станции РРЛ, то эта станция работает в режиме узловой. В этом случае необходимо иметь 2 комплекта аппаратуры. ТФ и ТГ каналы, которые ответвляются от радиолинии, переводятся в оконечный режим (положение 11 соответствующих переключателей на рис. 10).

ПВУ каждого комплекта позволяет производить переговоры как по ретранслируемому, так и ответвляемому каналу.

Режим дежурного приема

ОРС или ПРО могут быть поставлены в режим дежурного приема. В этом режиме включены только радиоприемные устройства и оба ТФ канала, которые обеспечивают прием служебного вызова (рис. 11). При приеме сигнала частоты тонального вызова по одному из ТФ каналов срабатывает соответствующий приемник тонального вызова ПТВ, звонит звонок. Оператор, приняв вызов, переключает станцию в рабочий режим (т.е. включает передатчик) и связывается с вызывающей станцией.

Работа станции с блоком усиления мощности

При применении блока усиления мощности можно получить большую дальность на одном интервале, или улучшить качество связи (снизить уровень шумов) на интервале, или обеспечить заданную дальность связи при пониженной высоте антенны. Структурные схемы станции с блоком усиления мощности приведены на рис. 12, 13.

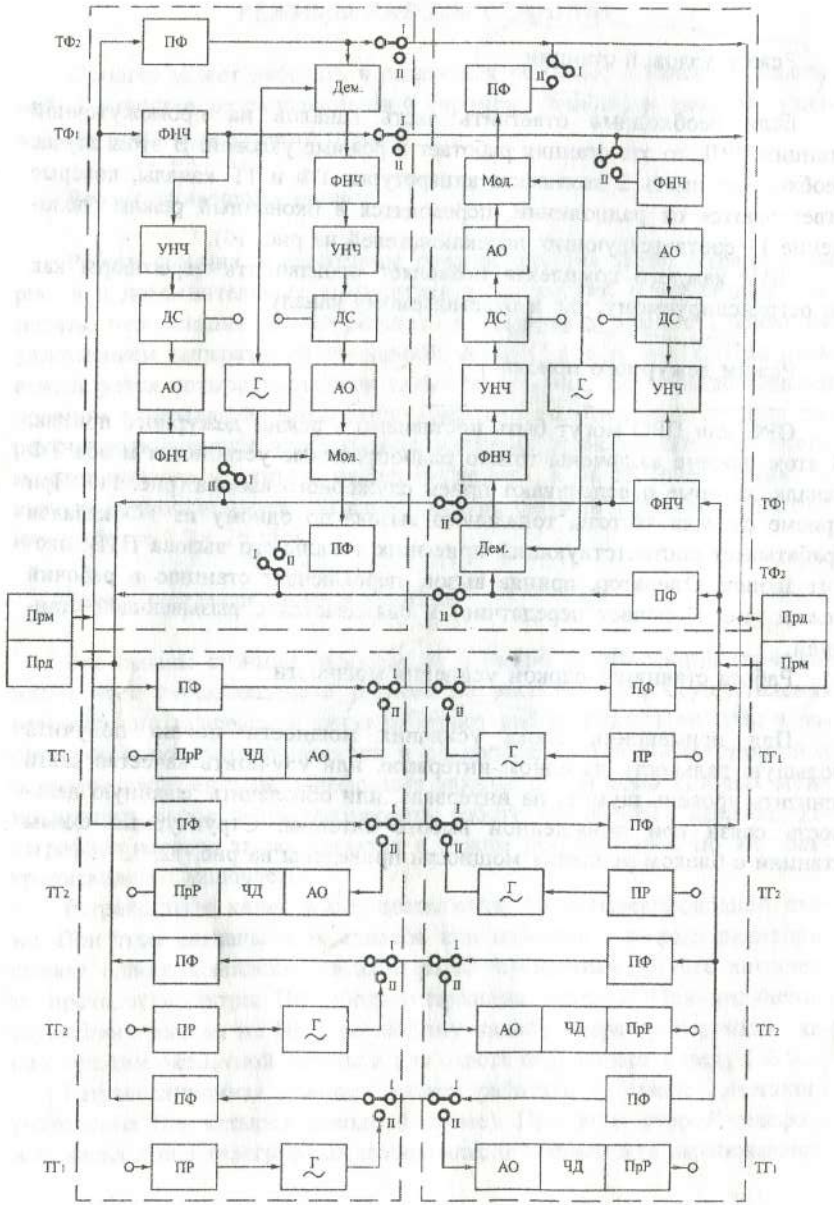


Рис. 10. Структурная схема ПРС и УРС

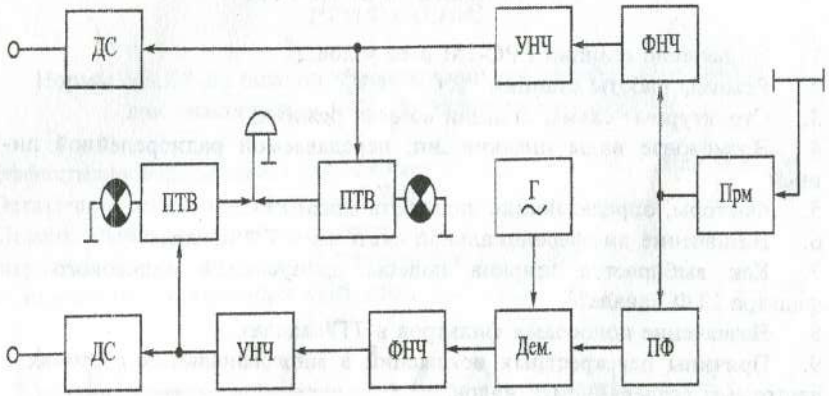


Рис. 11. Структурная схема станции в режиме дежурного приема

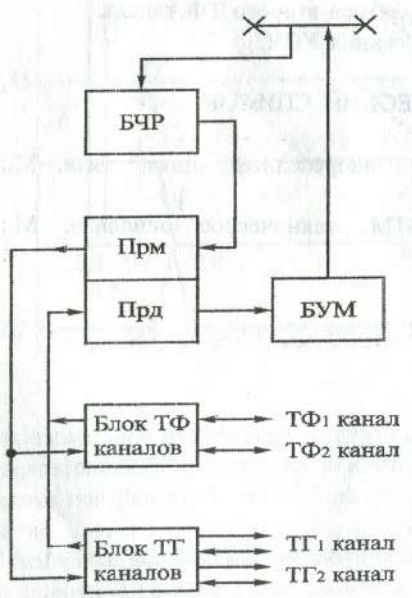


Рис. 12. Структурная схема станции с блоком усиления мощности и двумя антеннами

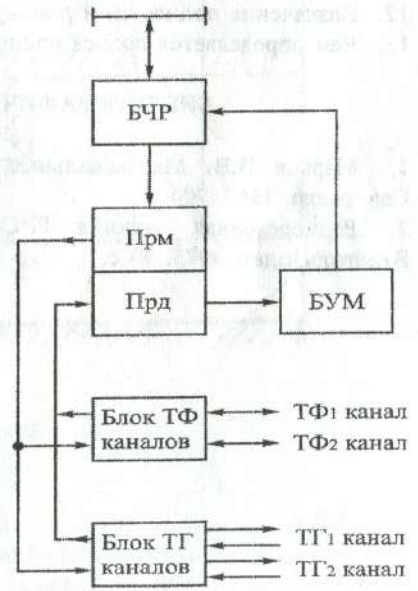


Рис. 13. Структурная схема станции с блоком усиления мощности и общей антенной

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Назначение станции РРС-1М и ее узлов.
2. Режимы работы станции.
3. Структурные схемы станции во всех режимах.
4. Возможные виды информации, передаваемой радиорелейной линией.
5. Факторы, определяющие дальность связи РРС.
6. Назначение дифференциальной системы в ТФ каналах.
7. Как выбирается ширина полосы пропускания полосового фильтра 2ТФ канала?
8. Назначение полосовых фильтров в ТГ каналах.
9. Причины перекрестных искажений в многоканальных системах с частотным разделением каналов.
10. Назначение амплитудных ограничителей в ТФ и ТГ каналах.
11. Полоса пропускания группового тракта.
12. Назначение поднесущей демодулятора второго ТФ канала.
13. Чем определяется полоса пропускания УПЧ?

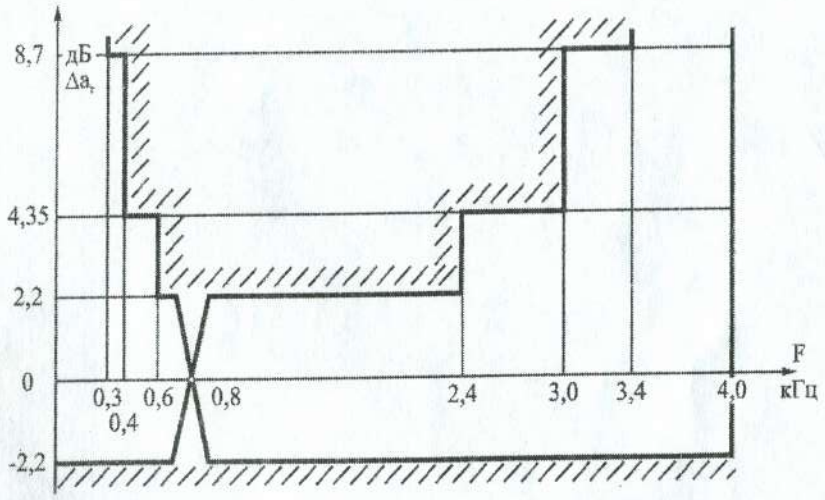
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Марков В.В. Малоканальные радиорелейные линии связи. М.: Сов. радио, 1963. 704 с.
2. Радиорелейная станция РРС-1М: техническое описание. М.: Внешторгиздат, 1975. 90 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Нормы МККР на основные характеристики телефонного канала для участка цепи ВСС протяжённостью 2500 км

Эффективно передаваемая полоса частот .....300-3400 Гц
Остаточное затухание на частоте 800 Гц .....7 дБ
Максимальное отклонение остаточного
затухания Δа (см. рисунок) на частоте 800 Гц за час
от номинального значения не более .....± 2,2 дБ



Максимальное отклонение амплитудной
характеристики от прямолинейного
закона при Рвх от -17 до +3,5 дБ не
более .....± 0,3 дБ
Суммарные нелинейные искажения не более .....1,5 %
Абсолютное время распространения не более .....250 мс
Неравномерность ГВЗ: на Fн .....20 мс
на Fв .....10 мс

Электрическое эхо

Время распространения токов эха, мс	0	20	40	60	80	100
Минимальное затухание токов эха, дБ	1,4	11,1	17,1	22,7	27,2	30,9

Расхождение частот в канале ТЧ не более .....± 2 Гц

Среднеминутная псофометрическая
мощность шума, пВт0, которая может
быть превышена в течение не более
Т % времени любого месяца: 20% 7500 пВт0
0,1 % 47500 пВт0