

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ

ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ

ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ»

Кафедра авиационных радиоэлектронных систем

Г.Н. Андреев, А.В. Старых, О.Н. Тельпуховская

БОРТОВЫЕ РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ

ПОСОБИЕ

по выполнению лабораторных работ

Часть II

для студентов IV курса

специальности 160903

всех форм обучения

Москва-2005

ББК 052

А 65

Рецензент: канд. техн. наук, доц. Д.Н. Яманов

Андреев Г.Н., Старых А.В., Тельпуховская О.Н.

А 65 Бортовые радиоэлектронные системы: Пособие по выполнению лабораторных работ. Часть 2. - М.: МГТУ ГА, 2005. - 28 с.

Данное пособие издается в соответствии с рабочей программой учебной дисциплины СД.07 «Бортовые радиоэлектронные системы» по Учебному плану специальности 160903 для студентов IV курса всех форм обучения.

Рассмотрено и одобрено на заседаниях кафедры 28.06.05 г. и методического совета 18.10.05 г.

Содержание

Введение

Лабораторная работа № 1. «Изучение функциональной схемы командной радиостанции "Баклан" и исследование ее основных технических характеристик»

Лабораторная работа №2. «Изучение функциональной схемы связной радиостанции «Микрон» и исследование её основных технических характеристик»

Введение

В данное пособие по выполнению лабораторных работ по дисциплине "Бортовые радиоэлектронные системы" включены лабораторные работы по радиосвязному оборудованию, в частности, по командной радиостанции ультракоротковолнового диапазона и связной радиостанции коротковолнового диапазона. Выполнение лабораторных работ неразрывно связано с изучением лекционного материала по данному курсу.

Перед выполнением лабораторных работ требуется знать основы построения радиоприемников, радиопередатчиков; назначение и работу усилителей высокой, промежуточной и низкой частоты, детекторов, модуляторов, смесителей, генераторов (выполняющих функции гетеродинов). Хорошо представлять себе различные виды модуляции (амплитудная, частотная и т.д.), используемые в радиосвязи.

Используя лекционный материал, разобраться, что такое телефонная связь на верхней боковой полосе с подавленной несущей (так называемый режим ОМн - однополосная модуляция с частично подавленной несущей).

Для выполнения лабораторных работ требуются твердые знания основных параметров радиоприемников, радиопередатчиков (нелинейные искажения передатчика, ослабление в приемнике паразитных излучений передатчика, полоса пропускания приемника, ослабление побочных каналов приемника, нелинейные искажения приемника и т.д.). Необходимо вспомнить назначение и виды фильтров, применяемых в радиотехнике, что такое электромеханический фильтр.

При изучении функциональной схемы по данным методическим указаниям необходимо знать вид сигнала в каждой точке функциональной схемы, уметь нарисовать его эппюру.

Для обеспечения подготовки студентов к лабораторным занятиям каждое описание работы снабжено контрольными вопросами.

Отчет о выполненной работе оформляется каждым студентом индивидуально на стандартных листах писчей бумаги. Рисунки должны удовлетворять требованиям ЕСКД.

Согласно требованиям Минвуза РФ студент, не сдавший две лабораторные работы, к выполнению следующей не допускается.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

ИЗУЧЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ КОМАНДНОЙ РАДИОСТАНЦИИ "БАКЛАН" И ИССЛЕДОВАНИЕ ЕЕ ОСНОВНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК

Цель работы:

1. Ознакомление с назначением и комплектностью.
2. Изучение функциональной схемы.
3. Исследование основных параметров станции.

1.1. Подготовка к работе

Изучить теоретические сведения.

Ознакомиться с методикой проверки основных параметров **радиостанции**. Ознакомиться с назначением и правилами работы. С контрольно-измерительной аппаратурой, используемой в работе.

1.2. Теоретические сведения.

Бортовая приемо-передающая, ультракоротковолнового (УКВ) диапазона радиостанция "Баклан" предназначена для обеспечения радиосвязью в симплексном режиме (поочередная работа с приема на передачу) экипажей самолетов, вертолетов между собой и с диспетчерами наземных служб УВД.

1.2.1. Состав, комплектность и основные тактико-технические данные.

Радиостанция выпускается в двух вариантах:

- с выходной мощностью передатчика 5 Вт ("Баклан-5");
- с выходной мощностью передатчика 16 Вт ("Баклан-20").

В комплект радиостанции входят:

- амортизационная рама;
- приемопередатчик;
- дополнительный усилитель низкой частоты;
- пульт дистанционного управления.

В радиостанции обеспечивается бесперебойная, бесподстроечная связь в пределах диапазона. Установка необходимой частоты осуществляется при помощи двух ручек на пульте дистанционного управления (ПДУ). Пульт дистанционного управления может располагаться как в непосредственной близости от приемопередатчика, так и на расстоянии до 40 метров.

Питание радиостанции осуществляется от бортовой сети постоянного тока напряжением от 24 В до 29,4 В. Радиостанция сохраняет работоспособность при понижении напряжения питания до 18 В.

Радиостанция рассчитана для работы на самолетную антенну с сопротивлением 50 Ом и коэффициентом бегущей волны (КБВ) не менее 0,4. Связь с антенной осуществляется коаксиальным кабелем типа РК 50-7-11 с волновым сопротивлением 50 Ом.

В зависимости от типа самолетного переговорного устройства (СПУ), применяемого на данном типе летательного аппарата, радиостанция выпускается либо с дополнительным УНЧ под низкоомные или высокоомные телефоны, либо без дополнительного УНЧ (в этом случае УНЧ имеется в составе СПУ).

В табл. 1.1 приведены основные данные радиостанции.

Таблица 1.1

№ п/п	Наименование параметра	Номинальное значение и допуск	
		Баклан-5	Баклан-20
1.	Диапазон частот, МГц	118,000-135,975	118,000-135,975
2.	Дискретность каналов связи, кГц	25	25
3.	Число каналов связи	720	720
4.	Нестабильность частоты радиостанции, %	0,001	0,001
5.	Выходная мощность, Вт	≥5	≥16
6.	Коэффициент модуляции передатчика, %	85-100	85-100
7.	Чувствительность приемника, мкВ	≤2,5	≤2,5
8.	Порог срабатывания подавителя шума, мкВ	≤2,5	≤2,5
	При работе в системе со смещенной несущей, мкВ Выходное напряжение приемника	≤20	≤20
9.	- на нагрузке 600 Ом, В	≥7,8	≥7,8
	-с дополнительным УНЧ на четырех парах низкоомных телефонов, В	8,5-15,6	8,5-15,6
10.	-с дополнительным УНЧ на четырех парах высокоомных телефонов, В	50-100	50-100
	Эффективность АРУ (при изменении входного сигнала от 5 мкВ до 0,1 В) - изменение напряжения на выходе ПРМ	≤3	≤3
11.	Промежуточная частота, МГц Полоса пропускания приемника	20	20
12.	- при ослаблении сигнала на 6 дБ, кГц	>±8	>±8
	- при ослаблении сигнала на 60 дБ, кГц	≤±18,5	≤±18,5
13.	Ослабление ложных каналов приемника, дБ	80	80
14.	Ослабление паразитных излучений передатчика, дБ	85	90
15.	Неравномерность частотной характеристики приемника в диапазоне 300-2500 Гц, дБ	≤6	≤6
16.	Потребляемая мощность питания 27 В, Вт		
	- в режиме «прием»	30	30
	- в режиме «передача»	85	180
17.	Время перехода с канала на канал, с	1	1
18.	Время перехода с приема на передачу, с	0,5	0,5
19.	Высотность, М	14000	14000
20.	Диапазон рабочих температур, С°	-54 - +55	-54 - +55
21.	Максимальная относительная влажность при t = +40С°, %	98	98
22.	Наработка на отказ	2000	2000
23.	Ресурс	20000	20000
24.	Межремонтный ресурс	6000	6000
25.	Цикличность работы, мин:		
	- передача	1	1
	-прием	4	4
26.	Размеры, мм:		
	- приемопередатчик	370*124*90	
	- амортизационная рама	410*136*140	
	-пульт дистанционного управления	70*146*64	
27.	Масса, кг:		
	- приемопередатчик	4	
	- амортизационная рама	1,15	
	-пульт	0,555	

1.2.2. Функциональная схема радиостанции "Баклан".

Функционально радиостанция состоит из трактов приема, передачи и общих устройств: системы питания, системы перестройки, системы управления. Функциональная схема радиостанции приведена на рис. 1.1. (см. приложение электрические схемы)

Приемный тракт

Входной сигнал частотой диапазона 118 - 135,975 МГц с дискретностью 25 кГц с антенны поступает через антенный фильтр, антенный коммутатор, входную цепь на вход усилителя высокой частоты (УВЧ).

Антенный фильтр служит для подавления гармонических составляющих частоты сигнала. Представляет собой фильтр низких частот, состоящий из трех звеньев типа "ш", Антенный коммутатор предназначен для коммутации сигналов в режиме "прием" и "передача" В режиме "передача" подается управляющее напряжение +16,5 В на диоды, они открываются и пропускают сигнал с оконечного каскада усилителя мощности в антенну. В режиме "прием" сигнал +16,5В отсутствует, диоды заперты, и сигнал, принятый антенной, поступает во входную цепь приемника.

Входная цепь представляет собой двухконтурный полосовой фильтр, перестраиваемый варикапами. Для улучшения линейности колебательной системы применено встречно-последовательное включение варикапов.

Однокаскадный усилитель высокой частоты обеспечивает эффективное усиление входящего сигнала. Полоса пропускания УВЧ составляет 1 МГц. Выполнен он на полевом тетраде типа 2П306Б по схеме с общим истоком. УВЧ охвачен автоматической регулировкой усиления (АРУ), она осуществляется изменением потенциала второго затвора полевого транзистора. На выходе УВЧ включен двухконтурный полосовой фильтр, перестраиваемый варикапами дискретно через 1 МГц.

С выхода полосового фильтра сигнал поступает на вход смесителя (СМ). Смеситель собран на полевом триоде типа 2П301Б по схеме с общим истоком. На исток этого транзистора, одновременно из синтезатора (через коммутатор "прием-передача") поступают колебания гетеродина. Частота гетеродина в режиме "прием" изменяется дискретно через 25 кГц в диапазоне 138,000-155,975 МГц. Колебания сигналов от УВЧ и гетеродина преобразуются в смесителе в колебания разностной промежуточной частоты (ПЧ), равной 20 МГц.

Нагрузкой смесителя является кварцевый фильтр, настроенный на частоту $f_{np}=20$ МГц, с полосой пропускания 18 кГц, обеспечивающий необходимое ослабление по соседнему каналу. Для согласования выходного сопротивления каскада УВЧ с входным сопротивлением фильтра, выходного сопротивления фильтра и входного сопротивления первого каскада усилителя промежуточной частоты (УПЧ) служат параллельные контура.

Усилитель промежуточной частоты служит для усиления сигнала до величины, обеспечивающей нормальную работу детектора сигнала и детектора АРУ. Он состоит из четырех усилительных каскадов. Первый и второй каскады охвачены системой АРУ. Первый каскад УПЧ выполнен по каскадной схеме (полевой транзистор 2П306Б и транзистор 2Т368А) общий исток - общая база. Напряжение АРУ подается на второй затвор второго транзистора. Нагрузкой каскада является контур. Сигнал с выхода первого каскада УПЧ через разделительный конденсатор поступает на вход второго каскада УПЧ, выполненного на полевом транзисторе типа 2П306Б по схеме с общим истоком. Нагрузкой второго каскада УПЧ является однозвенный широкополосный кварцевый фильтр, служащий для увеличения реальной чувствительности приемника в тракте УПЧ. Напряжение АРУ подается на второй затвор полевого транзистора второго каскада УПЧ (аналогично, как и в первом каскаде УПЧ). Для согласования фильтра с выходом второго каскада и входом третьего каскада применены параллельные контура. Включение этих контуров со стороны кварцевого фильтра полное, со стороны каскадов УПЧ - частичное. Третий и четвертый каскады УПЧ выполнены на n-p-n транзисторах типа 2Т368А (3-й каскад) и 2Т368А,

2Т316Б (4-й каскад) по каскадной схеме общий эмиттер - общая база. Нагрузками каскадов служат параллельные контура.

Через разделительный конденсатор сигнал промежуточной частоты поступает на вход детектора сигнала и АРУ, который выполнен на транзисторе типа 2Т368А по схеме с общим коллектором для напряжения сигнала (снимается с эмиттера через резистор) и по схеме с общим эмиттером для напряжения АРУ (снимается с коллектора). Постоянная составляющая протектированного сигнала с детектора АРУ поступает на вход усилителя постоянного тока АРУ. Звуковой сигнал с детектора сигнала через КС фильтр поступает на усилитель низкой частоты, усилитель "Селкол", через фильтр верхних частот (ФВЧ) - на подавитель шума.

Автоматическая регулировка усиления предназначена для обеспечения нормальной работы тракта УИТЧ в широком амплитудном интервале входного сигнала. С этой целью сигнал АРУ усиливается усилителем постоянного тока АРУ, выполненным на микросхеме 140УД1, и поступает через диод на каскад УВЧ, первый и второй каскады УПЧ, изменяя их усиление в зависимости от величины приходящего сигнала, а также поступает на схему отключения подавителя шума при работе приемника в системе со сдвигом несущей. Для устойчивой работы системы АРУ, в усилителе УПТ АРУ, введена отрицательная обратная связь по переменному току.

Подавитель шума (ТШР) предусмотрен для устранения шума в телефонах в отсутствие сигнала от корреспондента. Это обеспечивается отключением усилителя низкой частоты (УНЧ) при отсутствии сигнала на входе приемника или при слабых, неразборчивых на фоне шумов, сигналах. При отношении уровней сигнала и шума, равном или больше трех, подавитель шума включает УНЧ.

Подавитель шума состоит из двухзвенного фильтра верхних частот, усилителя шума, детектора шума, триггера ПШ, ключа ГПИ,

Сигнал с выхода детектора сигнала поступает на фильтр верхних частот, пропускающий высокочастотные составляющие (шум) и не пропускающий протектированный низкочастотный сигнал. Напряжение шума с выхода ФВЧ поступает на усилитель шума, который выполнен на микросхеме типа 140УД1Б (операционный усилитель). Для стабилизации работы усилителя он охвачен отрицательной обратной связью по постоянному току.

С выхода усилителя ПШ напряжение шумов через разделительный конденсатор поступает на детектор шума, выполненный по схеме удвоения на диодах. Детектор шума детектирует напряжение шумов, в результате чего постоянное напряжение на нагрузке детектора увеличивается. Далее сигнал поступает на вход триггера ПШ, выполненного на микросхеме 122УД1В. Под действием возрастающего постоянного напряжения на нагрузке детектора ПШ триггер срабатывает и переводит транзистор ключа ПШ в режим насыщения. Ключ ПШ срабатывает, и сигнал с тракта УПЧ не проходит в тракт УНЧ.

При появлении сигнала уменьшается уровень шумов на входе усилителя шума и, соответственно, уменьшается постоянная составляющая на выходе детектора шума, что переводит триггер ПШ в другое устойчивое состояние, при котором транзистор ключа ПШ заперт. Ключ ПШ открывается, и сигнал без ослабления поступает с выхода системы; автоматической регулировки громкости (АРГ) на вход фильтра нижних частот и усиливается усилителем низкой частоты.

При работе приемника в системе со сдвигом несущей возникают биения с частотами, которые могут оказаться в спектре шумов тракта подавителя шума. Чтобы при такой ситуации обеспечить прохождение сигнала в тракт усилителя низкой частоты, предусмотрено автоматическое отключение подавителя шума. Для этого сигнал автоматической регулировки усиления с выхода УПТ АРУ поступает на вход схемы автоматического отключения подавителя шума, которая выполнена на двух диодах и резисторах. При малых уровнях несущей напряжение АРУ велико, схема отключения ПШ не влияет на работу усилителя шума. С увеличением сигнала на входе приемника, напряжение на выходе УПТ

АРУ падает, схема автоматического отключения ПШ изменяет режим усилителя шума (уменьшая усиление), уменьши шум на входе детектора шума, уменьшается постоянная составляющая на входе триггера ПШ. Триггер переходит в другое устойчивое состояние, при котором ключ ПШ открыт и сигнал проходит через тракт УНЧ.

В приемнике предусмотрено ручное отключение подавителя шума, которое осуществляется с передней панели пульта дистанционного управления (ПДУ).

Усилитель низкой частоты предназначен для усиления сигналов звуковой частоты, поступающих с детектора приемника, для усиления сигналов звуковой частоты, поступающих с детектора самопрослушивания передатчика в режиме "передача", а также для работы с аппаратурой "Селкол". Тракт УНЧ состоит из маломощного и дополнительного мощного усилителей. В состав маломощного усилителя входит система автоматического регулятора громкости (АРГ), фильтр нижних частот, предварительный усилитель и усилитель мощности.

Напряжение звуковой частоты с детектора сигнала через резисторный делитель поступает на вход АРГ, выполненного на микросхеме 2КТС12. Автоматический регулятор громкости предназначен для стабилизации выходного напряжения УНЧ. В систему АРГ входят: детектор АРГ, усилитель постоянного тока, аттенюатор АРГ и усилитель переменного напряжения. Принцип регулировки заключается в изменении сопротивления сток-исток транзистора аттенюатора АРГ при изменении величины сигнала на входе блока. В результате происходит деление сигнала между балластным резистором и изменяющимся от величины сигнала сопротивлением сток-исток аттенюатора АРГ. Порог срабатывания АРГ регулируется потенциометром.

С выхода АРГ сигнал, через разделительный конденсатор и ключ ГШ1 поступает на фильтр нижних частот (ФНЧ), который служит для улучшения соотношения сигнал-шум на выходе приемника и обеспечивает затухание частоты 3920 Гц на 20 дБ. ФНЧ состоит из двух дросселей, 14 параллельно соединенных конденсаторов, а также трех конденсаторов, соединенных параллельно второму дросселю. Дроссели включены последовательно прохождению сигнала.

С выхода ФНЧ сигнал поступает на вход предварительного усилителя, выполненного на микросхеме 140УД1Б. Усилитель охвачен отрицательной обратной связью по постоянному и переменному току, что стабилизирует режим работы микросхемы.

С выхода этой микросхемы сигнал поступает на оконечный усилитель (усилитель мощности), выполненный на трех транзисторах, по схеме с последовательным возбуждением. Далее сигнал поступает на согласующий трансформатор, к вторичной обмотке которого подключается вход дополнительного усилителя.

С выхода детектора сигнала напряжение поступает на усилитель "Селкол", предназначенный для усиления сигнала до величины, достаточной для работы оконечного устройства. Усилитель выполнен на микросхеме 140УД1Б. Усилитель охвачен обратной связью по переменному напряжению, глубина которой регулируется потенциометром. С выхода усилителя сигнал через разделительный конденсатор поступает на трансформатор и далее на аппаратуру "Селкол".

Дополнительный усилитель низкой частоты конструктивно не входит в блок приемника, а выполнен отдельно. Он предназначен для усиления сигнала, снимаемого с маломощного усилителя, до мощности, необходимой для нормального прослушивания сигнала при подключении от одной до четырех пар, в зависимости от варианта исполнения, либо низкоомных, либо высокоомных телефонов. Он выполнен по двухтактной схеме на двух транзисторах, работающих в классе В. Нагрузкой усилителей является трансформатор, со вторичной обмотки которого сигнал поступает на авиагарнитур. Для выравнивания амплитудно-частотной характеристики параллельно вторичной обмотке включена последовательная КС корректирующая цепочка.

Конструктивно в блок приемника входит и коммутатор "прием - передача", который предназначен для подключения выхода синтезатора частоты либо к входу смесителя в ре-

жиме "прием", либо к входу передатчика в режиме "передача". В качестве коммутирующего элемента используется диод. В режиме "прием" напряжение +18 В открывает диод, и сигнал с синтезатора подается на смеситель приемника, в режиме "передача" напряжение +18 В снимается, диод закрыт, сигнал с синтезатора подается на предварительный каскад блока передатчика.

Передающий тракт.

Состоит из блоков модулятора и усилителя мощности.

Усилитель мощности (УМ) радиостанции "Баклан-5" состоит из трех каскадов усиления, радиостанций "Баклан-20" из четырех каскадов усиления. Усилитель широкополосный.

Рассмотрим работу УМ радиостанции "Баклан-5", Он состоит из трех каскадов усиления, два из которых модулируемые, антенного коммутатора, детектора самопрослушивания и антенного фильтра.

Сигнал высокой частоты диапазона 118,000 - 135,975 МГц от синтезатора поступает через цепочку контроля (выполненную на диоде и конденсаторе и позволяющую контролировать величину сигнала вольтметром постоянного тока) и П-образный резистивный делитель мощности на предварительный каскад усиления, выполненный на транзисторе типа 2Т922А. Транзистор работает в режиме А. Питание каскада осуществляется от источника +16,5 В.

Нагрузкой первого каскада является входное сопротивление транзистора 2Т922Б предоконечного каскада, подключенное через согласующий трансформатор (выполнен на двух индуктивностях и двух емкостях). Транзистор также работает в режиме А.

Нагрузкой второго каскада является входное сопротивление транзистора 2Т922В оконечного каскада, подключенное также через согласующий трансформатор. Питание оконечного каскада осуществляется двумя напряжениями: +18 В и модулируемым напряжением +13,5 В, которое подается через диод также на предоконечный каскад усиления. Питание всех каскадов осуществляется через проходные фильтры. Транзистор последнего каскада усиления работает в режиме класса С, который создается подачей нулевого смещения на базу. Сигнал с выхода оконечного каскада через антенный коммутатор поступает на антенный фильтр. Согласование выходного сопротивления каскада с волновым сопротивлением антенного фильтра осуществляется с помощью согласующего трансформатора, выполненного на индуктивностях и емкостях.

Антенный коммутатор выполнен на двух диодах, индуктивности, емкости и сопротивлении. В режиме "передача" напряжение +16,5 В поступает на диоды и открывает их. Промодулированный сигнал с коллектора транзистора оконечного каскада через согласующий трансформатор поступает в антенный фильтр. В режиме "прием" диоды закрыты, и сигнал от антенны проходит антенный фильтр и поступает на вход приемника.

Часть промодулированного сигнала с оконечного каскада поступает на детектор самопрослушивания. Продетектированный сигнал через проходной фильтр поступает на УНЧ приемника и далее в наушники ведущего передачу.

Антенный фильтр служит для подавления гармонических составляющих частоты сигнала и представляет собой фильтр нижних частот, состоящий из трех звеньев типа "m". Дроссель, входящий в фильтр, служит для защиты выхода высокочастотного тракта от статистических зарядов, накапливающихся в антенне.

В состав модулятора входят: ручного регулятора чувствительности модуляции ("МОД"), схема питания авиагарнитур, автоматическая регулировка глубины модуляции (АРГМ), ! предварительный усилитель, ограничитель пиков модуляции, схема слежения выходного напряжения модулятора, оконечной усилитель, ключ "прием - передача",

Схема питания авиагарнитур (микрофона) выполнена в виде стабилизирующей цепочки (диод, два сопротивления, емкость).

Потенциометр "МОД" ручкой регулировки чувствительности расположен на передней

панели корпуса приемопередатчика. Он предназначен для понижения чувствительности модулятора при значительных акустических шумах внутри летательного аппарата, что повышает качество передачи.

Сигнал с микрофона через потенциометр "МОД", резистивный делитель напряжения, разделительный конденсатор поступает на вход предварительного усилителя, выполненного на микросхеме 153УД2. Для стабилизации работы микросхемы, усилитель охвачен отрицательной обратной связью по постоянному и переменному току.

Для постоянства коэффициента, модуляции в пределах 85 - 100 %, при больших разбросах уровня входного сигнала, в модуляторе применена схема автоматической регулировки глубины модуляции (АРГМ). В нее входит детектор АРУ, выполненный на транзисторе типа 2Т203Г, эмиттерного повторителя (транзистор типа 2Т201Б), управляющего транзистора типа 2Т201Б (создает управляющее напряжение), полевого транзистора типа 2П103Б (шунтируя вход усилителя, регулирует входное напряжение). Схема АРГМ работает следующим образом. С выхода предварительного усилителя сигнал поступает на детектор АРУ. Если сигнал превышает порог открываний детектора, то транзистор открывается, с коллектора выпрямленное напряжение поступает на базу управляющего транзистора 2Т201Б, он открывается и понижает управляющее напряжение на затворе полевого транзистора, что приводит к уменьшению его сопротивления и уменьшению сигнала на входе усилителя.

С выхода микросхемы сигнал поступает на вход оконечного усилителя, представляющего собой два последовательно включенных двухкаскадных усилителя. Первый выполнен на транзисторах 2Т201Б и 2Т203Г. Второй на транзисторе 2Т602Б и трех параллельно соединенных транзисторах 2Т825А. Оба усилителя охвачены отрицательной обратной связью по постоянному и переменному току. С выхода оконечного усилителя модулятора сигнал поступает на предоконечный и оконечный каскады усилителя мощности, модулируя высокочастотный сигнал, проходящий через эти каскады.

Схема ограничителя пиков модуляции положительной полуволны выполнена на транзисторе типа 2Т203Г. Схема слежения выходного напряжения служит для уменьшения выходного напряжения модулятора, если питающее напряжение превысит +24 В. Это облегчает режим работы передатчика.

Ключ "прием - передача" выполнен на транзисторе 2Т201Б. Служит для запираания оконечного усилителя в режиме "прием", уменьшения коэффициента усиления оконечного усилителя при увеличении напряжения бортовой сети свыше 33 В. В режиме "прием" транзистор переходит в насыщение, вызывает резкое уменьшение потенциала базы входного транзистора оконечного усилителя, при этом выходное напряжение усилителя падает до нуля. В режиме "передача" транзистор 2Т201Б запирается, не оказывая влияния на работу модулятора.

При увеличении напряжения бортовой сети свыше 33 В, со схемы защиты от бросков бортовой сети (из субблока питания) поступает сигнал на базу транзистора ключа и приоткрывает его. Потенциал базы уменьшается, уменьшается напряжение на базе входного транзистора оконечного усилителя, уменьшается выходное напряжение модулятора.

В радиостанции "Баклан-5" вместо трех параллельно установленных в выходном каскаде оконечного усилителя транзисторов применен один.

Синтезатор частоты.

Синтезатор частоты выполняет следующие функции:

- в режиме "прием" работает в качестве гетеродина приемника и вырабатывает гетеродинное напряжение в диапазоне 138,000 - 155,975 МГц с шагом сетки 25 кГц с нестабильностью не хуже $\pm 10 \cdot 10^{-6}$;
- в режиме "передача" работает в качестве возбуждителя передатчика и вырабатывает напряжение возбуждения в диапазоне частот 118,000 - 135,975 МГц с шагом сетки 25 кГц с нестабильностью не хуже $\pm 10 \cdot 10^{-6}$;

- вырабатывает управляющее напряжение для перестройки контуров входной цепи, УВЧ и смесителя приемника;
- обеспечивает задержку включения передатчика при переходе из режима "прием" в режим "передача" и наборе каналов до окончания переходных процессов в синтезаторе, а также блокирует работу передатчика в случае отказа синтезатора.

Генератор, управляемый напряжением (ГУН), обеспечивает перекрытие заданного диапазона частот 118,000 -155,975 МГц. Напряжение с автогенератора усиливается широкополосным усилителем (ШУС) и через коммутатор "прием-передача", расположенный в блоке приемника, поступает на усилитель мощности передающего тракта или смеситель приемника в зависимости от выбранного режима работы.

ГУН подстраивается в кольце фазовой автоподстройки синтезатора частоты (принцип работы фазовой автоподстройки частоты изложен в [Л-3] при описании синтезатора частоты радиостанции "Микрон"). С выхода ГУН сигнал через широкополосный усилитель (ШУС) и через буферный усилитель (БУС) поступает на делитель с постоянным коэффициентом деления (ВЧД) и через формирователь, на делитель с переменным коэффициентом деления, где частота ГУН понижается до 6,25 кГц.

ШУС и БУС обеспечивают усиление сигнала генератора до уровня, необходимого для нормальной работы передатчика и синтезатора, и ослабляют влияние нагрузки на частоту ГУН.

Опорный генератор (ОГ) вырабатывает частоту 6400 кГц, которая через формирователь (формирует уровни сигналов, необходимые для работы логики делителя опорной частоты) поступает на вход делителя опорной частоты (ДОЧ). ДОЧ понижает частоту ОГ до частоты сравнения 6,25 кГц, которая подается на частотно-фазовый детектор (ЧФД).

На второй вход ЧФД подается частота с ДПКД. Если выходная частота ДПКД не равна частоте сравнения 6,25 кГц, то частотно-фазовый детектор вырабатывает сигнал рассогласования, который воздействует на ГУН таким образом, чтобы выходная частота ДПКД стала равной частоте сравнения 6,25 кГц.

Установка необходимого коэффициента деления ДПКД производится с пульта дистанционного управления (ПДУ) по II проводам управления одиннадцатиразрядным кодом через входные цепи.

Входные цепи предназначены для обеспечения работоспособности ДПКД при наличии на проводах управления помех амплитудой до 3 В и обеспечения жизнеспособности ДПКД при наличии на проводах управления помех с амплитудой до 40 В.

Коммутация матрицы электронной перестройки (МЭП) приемника осуществляется шестиразрядным кодом, который формируется из кода управления частотой синтезатора (из одиннадцатиразрядного). МЭП - вырабатывает напряжение перестройки варикапов контуров входной цепи, УВЧ и смесителя в зависимости от набранной на ПДУ частоты.

В режиме "передача" с ЧФД подается сигнал на схему запрета передачи, которая, управляя ключом "прием-передача" в модуляторе, задерживает включение передатчика до тех пор, пока выходная частота ДПКД не станет равной частоте сравнения, т.е. передатчик остается выключенным до окончания переходных процессов в синтезаторе. Схема запрета передачи обеспечивает также отключение передатчика при отказе синтезатора (когда частота ДПКД не сравнивается с частотой сравнения 6.25 кГц).

Питание

Субблок питания обеспечивает напряжениями +5 В, +10 В, +15 В, +16,5В, +17 В, +18 В блоки радиостанции. В его состав входят: сетевой фильтр; компенсационные стабилизаторы +15 В, +16 В, +10 В, +5 В; коммутатор "прием-передача", схема защиты от бросков бортовой сети. Первичным источником напряжения является бортовая сеть постоянного тока +(24 ÷ 29,4) В.

Управление радиостанцией

Выбор канала связи производится с пульта дистанционного управления. Установка той или иной частоты производится набором определенной комбинации управляющих проводов при помощи переключателей, расположенных на ПДУ и связанных с рукоятками установки частоты на нем.

Включение режима "прием" или "передача" осуществляется подачей питания на соответствующие каскады радиостанции. Включение радиостанции в режим "передача" осуществляется соединением с минусом источника питания провода, связанного с тангентой или кнопкой "передача".

На передней панели пульта управления установлен тумблер включения подавителя шума "ПШ".

1.3. Порядок проведения работы

1.3.1. Проверка работоспособности радиостанции.

При отключенных источниках питания произвести соединение блоков радиостанции, контрольно-поверочной и измерительной аппаратуры согласно рис. 1.2. Измеритель ИТМ подключается к антенному разъему радиостанции высокочастотным кабелем РК-50-11. Вольтметр для измерения постоянного напряжения питания авиагарнитуры подключается, параллельно цепи питания авиагарнитуры. В качестве эквивалентной нагрузки микрофона можно использовать резистор номиналом 430 Ом.

После включения на стенде питания и прогрева радиостанции в течение 2-3 мин. нажимается кнопка "передача" и проверяется работа путем прослушивания собственной передачи в телефонах. Измеряется по вольтметру напряжение питания авиагарнитуры. Для проверки работоспособности радиостанции в режиме "прием" необходимо выключить подавитель шума на пульте дистанционного управления. В телефонах на всех частотах связи должен прослушиваться шум, громкость которого должна изменяться при изменении положения регулятора громкости.

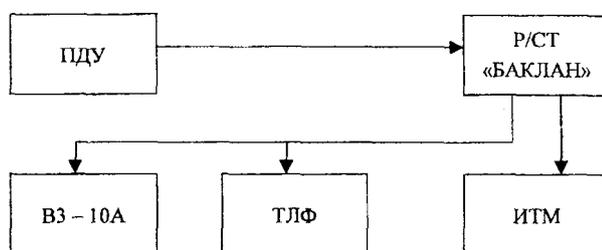


Рис. 1.2. Схема для проверки работоспособности радиостанции

1.3.2. Измерение чувствительности приемника.

Соединить приборы по схеме, приведенной на рис. 1.3. Включить радиостанцию в режим "прием". Установить на ПДУ частоту 118 МГц. Выключить подавитель шума. Регулятор громкости - в положение максимального усиления. Подать на антенный вход от генератора ГЧ-107 высокочастотный сигнал 118 МГц, промодулированный частотой 1000 Гц с глубиной модуляции 30 %. Атенюатор генератора установить в пределах 10-15 мкВ. Подстройку частоты 118 МГц производить по максимальному значению вольтметра ВЗ-13 вращением ручки изменения высокой частоты при малых уровнях сигнала с ГЧ-107.

Измерить напряжение собственного шума приемника, для чего выключить модуляцию на выходе приемника по вольтметру.

Включить модуляцию на ГЧ-107, и аттенюатором генератора установить на выходе приемника (по вольтметру) напряжение, превышающее напряжение шумов на 10 дБ ($U_c/U_m=3$).

Произвести отсчет значения чувствительности приемника по лимбу аттенюатора ГЧ-107.

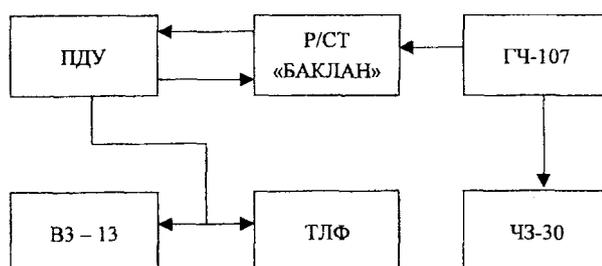


Рис. 1.3.Схема измерения чувствительности, проверки подавителя шума и автоматической регулировки усилителя приемника.

1.3.3. Проверка работы подавителя шума.

Осуществляется согласно схеме на рис. 1.3. Установить на ПДУ частоту 135,975 МГц. Включить тумблер "ПШ" на ПДУ в верхнее положение. Подать с генератора ГЧ-107 высокочастотный сигнал 135,975 МГц, промодулированный частотой 1000 Гц с глубиной модуляции 30 %. По вольтметру проконтролировать наличие напряжения сигнала на выходе приемника. Выключить модуляцию на ГЧ-107. Подавитель шума должен отключить УНЧ приемника (отсутствие напряжения на вольтметре).

Включить модуляцию на ГЧ-107. Установить аттенюатором сигнал на выходе генератора меньше, чем значение чувствительности приемника на 1-2 мкВ. Напряжение на выходе приемника должно отсутствовать. Увеличивая аттенюатором уровень выходного сигнала генератора, определить момент подключения УНЧ - порог срабатывания подавителя шума (на выходе приемника появится сигнал, вольтметр покажет измеренное напряжение). Произвести отсчет значения порога срабатывания подавителя шума по лимбу аттенюатора ГЧ-107, оно должно быть не больше 2,5 мкВ.

Повторить измерение чувствительности на частотах 118 и 127,1 МГц.

1.3.4. Проверка работы автоматической регулировки усиления.

Установите на ПДУ частоту 135,975 МГц. Подать с ГЧ-107 сигнал частотой 135,975 МГц, промодулированный частотой 1000 Гц с глубиной модуляции 30 %. Установить выходное напряжение генератора 5 мкВ. Изменяя уровень сигнала от 5 до 100000 мкВ, определить максимальное изменение на выходе УНЧ (по вольтметру). Неравномерность амплитудной характеристики приемника не должна превышать 3 дБ.

1.3.5. Измерение мощности передатчика.

Соединить приборы по схеме, приведенной на рис. 1.4. Установить на ПДУ частоту 127,1 МГц. Перевести радиостанцию в режим "передача". Произвести отсчет показаний тока по амперметру прибора ИТМ-5. Показание должно быть не менее 0,56 А для радиостанции "Баклан20" и не менее 0,32 А для радиостанции "Баклан-5". Мощность передатчика определяется по формуле:

$$P=I^2 \cdot R, \text{ Вт,}$$

где I - ток в эквиваленте антенны, А ;

R - сопротивление нагрузки передатчика (в нашем случае ИТМ), равное 50 Ом.

1.3.6. Измерение стабильности частоты передатчика.

Проверка стабильности частоты передатчика осуществляется согласно схеме, приведенной на рис. 1.4. Частотомер 43-30 связывается с антенным высокочастотным фидером при помощи отрезка провода длиной 0,5 - 1 метр, навитого на антенный фидер.

Установить на ПДУ частоту 127,1МГц. По истечении 15 мин. после включения питания перевести радиостанцию в режим "передача". Произвести по частотомеру отсчет значения частоты с точностью до 0,1 кГц.

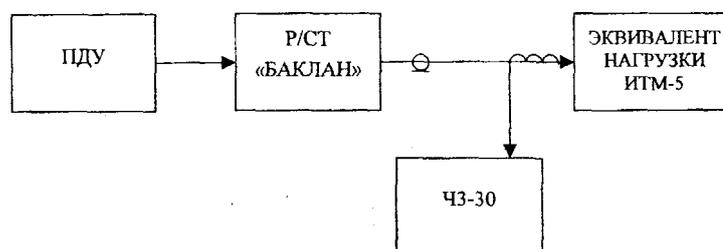


Рис. 1.4. Схема измерения мощности передатчика и стабильности частоты передатчика

Рассчитать относительную нестабильность частоты по формуле:

$$\delta \cdot f_x = \frac{(f_x - 127,1)}{127,1} \cdot 100\%$$

где f_x — измеренное значение частоты передатчика.

Относительная нестабильность частоты передатчика не должна превышать 0,001%.

1.3.7. Анализ неисправности радиостанции.

По согласованию с преподавателем переключением тумблера ввести имитацию неисправности. Применяя контрольно-измерительные приборы, анализируя функциональную схему, учитывая методику измерения основных параметров радиостанции, сделать обоснованные выводы о возможном месте отказа в радиостанции.

1.4. Содержание отчета

1. Название работы и ее цель.
2. Схемы соединений аппаратуры при проверке основных параметров радиостанции.
3. Результаты проверки работоспособности радиостанции и ее основных параметров.
4. Выводы с пояснениями и обоснованиями (по каждому пункту проведения лабораторной работы).

1.5. Контрольные вопросы

1. Основные тактико-технические данные радиостанции.
2. Работа функциональной схемы радиостанции "Баклан".
3. Работа синтезатора частоты.
4. Нарисуйте эпюру сигнала в конкретной точке функциональной схемы.
5. Укажите на функциональной схеме каскады радиостанции, работающие в режиме "передача", в режиме "прием".
6. Поясните конкретный технический параметр радиостанции (например, "ослабление паразитных излучений передатчика").
7. Расскажите методику измерений чувствительности приемника, проверки подавителя шума радиостанции.
8. Диапазон частот и пределы измерения применяемых контрольно-измерительных приборов.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

ИЗУЧЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ СВЯЗНОЙ РАДИОСТАНЦИИ "МИКРОН" И ИССЛЕДОВАНИЕ ЕЕ ОСНОВНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК

Цель работы:

1. Ознакомление с назначением и комплектностью радиостанции.
2. Изучение функциональной схемы.
3. Исследование основных параметров станции.

2.1. Подготовка к работе

Изучить теоретические сведения.

Ознакомиться с методикой проверки основных параметров радиостанции.

Ознакомиться с назначением и правилами работы с контрольно-измерительной аппаратурой, используемой в работе.

2.2. Общие сведения

Бортовые связные радиостанции предназначены для обеспечения связи экипажа с наземными командно-диспетчерскими пунктами, как на малых (являются резервными для командных радиостанций), так и на больших расстояниях (до нескольких тысяч километров). Связные радиостанции работают в коротковолновом (КВ) диапазоне волн 2-24 МГц, обеспечивают симплексную телефонную (в режимах амплитудной модуляции - АМ и однополосной модуляции - ОМ) и телеграфную (в режимах амплитудной модуляции - АТ, частотной модуляции - ЧТ) связь.

Коротковолновые радиостанции имеют дискретную перестройку каналов в рабочем диапазоне частот. Малый шаг сетки частот КВ радиостанции обеспечивает достаточно точную настройку на частоты наземных относительно нестабильных станций. Это позволяет осуществлять связь КВ бортовых станций со всем существующим парком наземных станций. Данные радиостанции обеспечивают симплексную телефонную связь. При применении телеграфной модуляции (сигналы передаются ключом, применяется амплитудная и частотная телеграфия) дальность связи возрастает.

В гражданской авиации применяются следующие типы связных радиостанций: "Микрон", "Карат" (на самолетах и вертолетах местных воздушных линий). В настоящее время устанавливается более современная КВ - радиостанция "Ядро".

2.3. Характеристика сигналов, используемых в радиостанции

В связных радиостанциях сохранены основные принципы построения радиостанций (приемник, передатчик, синтезатор частоты). Отличительной особенностью от УКВ-радиостанций (в частности "Ландыш") является применение различных режимов работы (помимо АМ, применяемой в УКВ - радиостанциях), а также применение синтезатора частот, выполненного всего на одном высокостабильном кварцевом генераторе с применением генератора плавного диапазона.

Рассмотрим режимы работы связных радиостанций. Обычно КВ радиостанции работают в режимах амплитудной модуляции (АМ), однополосной модуляции с частично подавленной несущей (ОМн), амплитудной манипуляции (АТ), частотной манипуляций (ЧТ).

Амплитуда модулирующего сигнала при АМ модуляции:

$$U_{mod} = U_m \cos 2\pi Ft$$

где U_m - значение амплитуды сигнала;
 F - частота колебаний;
 t - время.

Колебание несущей (модулируемой) частоты изменяется по закону:

$$u = U_m(t) \cos 2\pi f_n t \quad (1)$$

где U_m - значение амплитуды;
 f_n - значение несущей частоты;

В процессе АМ модуляции амплитуда несущей частоты изменяется по закону:

$$U_m(t) = U_{m0} + \Delta U_m \cos 2\pi Ft \quad (2)$$

где U_{m0} - амплитуда немодулированного колебания;
 $\Delta U_m = K_{AM} \cdot U_{m.mod}$ - значение несущей частоты;
 K_{AM} - коэффициент передачи модулированного устройства.

Подставляя $U_m(t)$ из выражения (2) в (1), получим:

$$U = U_{m0} \left[\cos 2\pi f_n t + \frac{m}{2} \cos 2\pi (f_n - F)t + \frac{m}{2} \cos 2\pi (f_n + F)t \right]$$

2.4. Комплектность и основные тактико-технические данные радиостанции «Микрон»

Приемопередающая коротковолновая радиостанция «Микрон» предназначена для дальней симплексной радиотелефонной и радиотелеграфной связи экипажей самолетов с диспетчерами служб УВД и между самолетами при относительной скорости полета не более 3000 км/час.

2.4.1. Комплектность

Радиостанция «Микрон» состоит из моноблока, установленного на амортизационной раме, и выносных устройств.

В состав моноблока входят следующие блоки:

- питание датчика опорных частот и приемовозбудителя ПЗ-Мк;
- датчика опорных частот (ДОЧ) П1-Мк;
- приемовозбудителя П2-Мк;
- усилителя мощности П4-Мк;
- амортизационной рамы П10-Мк.

К выносным устройствам относятся:

- пульт управления П7А1-Мк;
- телеграфный ключ П13-Ак;
- согласующее устройство П5-Мк;
- антенный коммутатор П22-Мк;
- фильтр нижних частот П11-Мк.

Таблица 3.1

№ п/п	Наименование параметра	Ед. Измер.	Тип радиостанции		
			«Микрон»	«Карат»	«Ядро 1»
1.	Диапазон частот	МГц	2-24	2-10,1	2-18
2.	Дискретность сетки частот	Гц	100	100	100
3.	Стабильность частот		$0,5 \cdot 10^{-6}$	$30 \cdot 10^{-6}$	$0,5 \cdot 10^{-6}$
4.	Режим работы		АМ, ОМ, ОМн, АТ, ЧТ	АМ	АМ, ОМ, ОМн
5.	Мощность передатчика (пиковая)	Вт	400	80-130	100

6.	Чувствительность приемника	мкВ	1-5	5	3-5
7.	Время перестройки частот	с	26	5	5
8.	Ослабление высших гармонических и комбинационных составляющих передатчика	дБ	≥40	≥40	50
9.	Ослабление сигналов				
	- по промежуточным частотам	дБ	60	60	80
	- по зеркальным каналам	дБ	60	60	60
10.	Высотность	М	10 000	8 000	9000
11.	Напряжение питания	В	115 или 208 В 400 Гц, +27 В	+27 В	+27 В
12.	Масса	кг	35	18	16

2.4.2. Основные технические данные радиостанции.

Радиостанция «Микрон» работает в режимах: ОМ, ОМн, АМ, АТ, ЧТ. Обеспечивает симплексную радиосвязь в диапазоне 2+24 МГц на 220 000 дискретных частотах, с разномом 100 Гц. В радиостанции применена кварцевая стабилизация частоты опорного генератора (ОГ). Набор требуемого канала связи (одного из 220 000) осуществляется при помощи шести ручек установки частоты на пульте дистанционного управления (ПДУ). На ПДУ находятся ручки регулировки громкости, тона, громкости самопрослушивания, тумблер переключения режимов регулировки громкости АРУ (автоматическая регулировка громкости) - РРУ (ручная регулировка громкости), галетный переключатель выбора режима связи (ОМ, ОМн, АМ, АТ, ЧТ), лампочки сигнализации работы режима «передача» («ПРД»), настройки радиостанции («НАСТ»), отказа радиостанции («АВАРИЯ»). Основные данные радиостанции «Микрон» приведены в табл. 3.1. Для сравнения указаны данные радиостанций «Карат» и «Ядро 1».

В зависимости от режимов работы радиостанция «Микрон» может вести связь со станциями, обладающими значениями стабильности частоты:

- при работе в режимах ОМ и АТ (узкая полоса) - не хуже $0,5 \cdot 10^{-6}$;
- при работе в режимах АМ, АТ (широкая полоса) - не хуже $30 \cdot 10^{-6}$.

Радиосвязь с радиостанциями, имеющими в рассмотренных режимах АМ, АТшир и ОМн стабильность соответственно не хуже $30 \cdot 10^{-6}$ и $3 \cdot 10^{-6}$, возможна при подстройке радиостанции «Микрон» на частоту нестабильной станции. Эта подстройка производится простым переключением ручек «сотни Гц» и «единицы Гц» на пульте управления.

Изменение режимов: «АТ узкополосная» - «АТ широкополосная» осуществляется переключением тумблера «АТу - АТш» на телеграфном ключе.

2.5. Структурная схема радиостанции

Она приведена на рис. 2.1 и состоит из приемопередатчика, комплектуемого из прибора питания, датчика опорных частот (ДОЧ), приемовозбудителя и усилителя мощности; пульта управления; согласующего устройства (СУ) для связи с антенной.

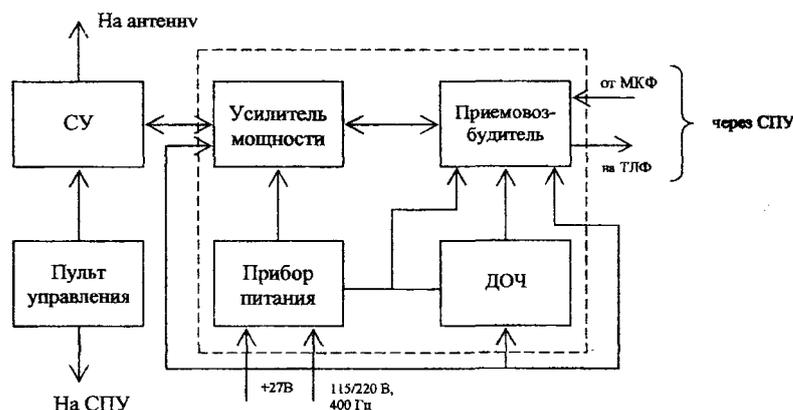


Рис.2 1. Структурная схема радиостанции «МИКРОН»

Назначение блоков радиостанции:

- прибор питания преобразует напряжения бортовой сети +27 В и 115/208 В, 400 Гц в напряжения питания блоков радиостанции;
- ДОЧ генерирует гармонические колебания опорных частот 370 и 500 кГц, 35, 45, 55 и 55,5...65,499МГц,
- приемовозбудитель производит дальнейшее преобразование частот (см. функциональную схему радиостанции), модуляцию колебаний несущих частот, усиление напряжений - в режиме «ПЕРЕДАЧА» (ПРД); усиление напряжений, преобразование частот и детектирование колебаний - в режиме «ПРИЕМ» (ПРМ);
- усилитель мощности производит усиление мощности выходного сигнала в режиме ПРД до номинальной;
- согласующее устройство (СУ) согласует электрические параметры усилителя мощности и антенны станции, которая представляет собой ВОЗБУДИТЕЛЬ - верхнюю часть кия самолета, отдельную от корпуса кия диэлектрической вставкой, и металлическую обшивку кия, фюзеляжа и крыльев (связь с возбудителем - емкостная, масса возбудителя -18,3 кг);
- пульт управления радиостанции служит для выбора рабочей частоты, режима работы и проверки радиостанции.

2.6. Конструкция и размещение радиостанции

Моноблок приемопередатчика состоит из:

амортизационной рамы	П10-МК;
прибора питания	П3-МК;
ДОЧ	П1-МК;
приемовозбудителя	П2-МК;
усилителя мощности	П4-МК.

К выносным устройствам относят:

пульт управления	П7-МК;
согласующее устройство	П5-МК;
телеграфный ключ	П13-МК;
антенный коммутатор	П22-МК;
фильтр нижних частот	П11-МК.

К радиостанции на самолете подключается авиагарнитура, состоящая из микрофона (ларингофона) и головных телефонов, а также тангента включения режима ПЕРЕДАЧА.

Размещение радиостанции: приемопередатчик (1111) - в гермоотсеке с давлением не ниже 400 мм. рт. ст. Антенное согласующее устройство (СУ) - в непосредственной близости

сти от АНТЕННЫ и удаляется от ПП не более 35м, антенный коммутатор (АК) - вблизи СУ. В СУ и АК поддувом от бортовой сети поддерживается внутреннее давление 400...730 мм рт. ст., оба устройства выполнены герметическими. Фильтр нижних частот - в любом месте разрыва кабеля от ПП и СУ. Пульт управления размещается до 50 м от моноблока радиостанции.

ДОЧ генерирует колебания, частоты которых указаны На рис. 2.2. Эти колебания используются в преобразователях частоты - СМЕСИТЕЛЯХ - приемника (ПРМ) и передатчика (ПРД) радиостанции.

2.7. Функциональная схема радиостанции

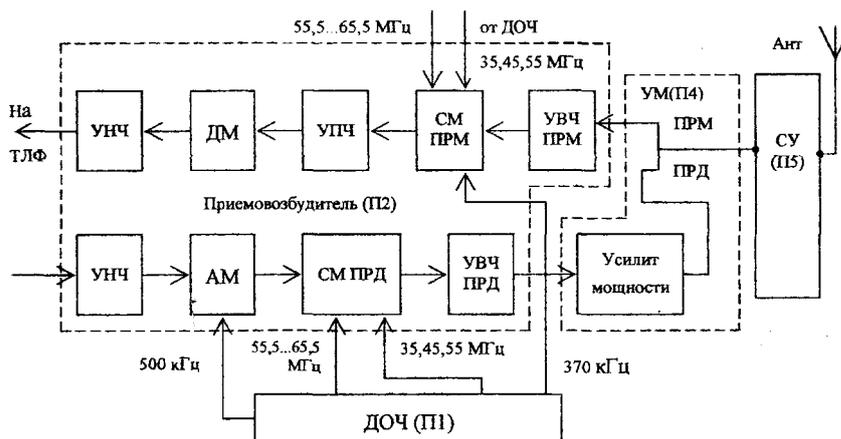


Рис.2.2. Функциональная схема радиостанции «МИКРОН»

В режиме ПРД сигнал от микрофона усиливается усилителем низкой частоты (УНЧ) и подается на амплитудный модулятор (АМ), который модулирует колебания частотой 500 кГц. После этого смесителя (СМ) ПРД преобразует колебания по частоте до частот (2...23,999) МГц, затем они усиливаются по напряжению на усилителе высокой частоты УВЧ - ПРД.

Усиленные промодулированные колебания подаются на усилитель мощности (УМ), а затем через коммутатор «ПРМ-ПРД» и согласующее устройство (СУ) на антенну радиостанции.

В режимах ПРМ принятые антенной колебания через СУ и коммутатор (тангента в положении отжата) подаются на УВЧ-ПРМ, затем через смеситель СМ-ПРМ, преобразующий частоту колебаний до 130 кГц, колебания подаются на усилитель промежуточной частоты (УПЧ). Усиленные по напряжению колебания подаются на демодулятор (ДМ), где выделяется информация в виде огибающей колебаний 130 кГц. После усиления по напряжению усилителем УНЧ колебания огибающей подаются через СПУ на головные телефоны ТЛФ, а также на самолетное переговорное устройство СПУ - для записи (через СПУ) на бортовом магнитофоне.

2.8. Управление радиостанцией

Управление радиостанцией осуществляется с помощью: тумблеров включения питания, тангенты авиагарнитуры, телеграфного ключа и пульта управления. На телеграфном ключе установлены тумблеры «Прием - передача» и «АТузк - АТшир», последний выбирает полосу пропускания приемников в режиме АТ.

В пульте управления имеются:

- переключатель вида связи на пять положений - ОМ, ОМн, АМ, АТ и ЧТ. Первые

три положения используются при работе с микрофоном и приеме речевых сообщений на ТЛФ, последние два - с телеграфным ключом и приеме телеграфных сигналов;

– тумблер переключения вида регулировки усиления - автоматической (АРУ) или ручной (РРУ), в последнем случае используется ручка регулировки громкости;

– ручка регулировки громкости самопрослушивания при передаче - САМО-КОНТРОЛЬ,

– ручка регулировки частоты тона при приеме в режиме АТ (амплитудная телеграфия) ТОН,

– шесть ручек установки рабочей частоты радиостанции - от десятков МГц до сотен Гц;

– индикаторы. НАСТ - горит при настройке радиостанции на рабочую частоту; ПРД - горит в режиме ПРД; АВАР - горит при перегрузке по цепям питания и перегреве блоков.

Выбор частоты связи: после включения радиостанции или смене рабочей частоты лампы НАСТ должна гореть не более 26 секунд.

Работа в режиме ПРИЕМ: установить ручку ГРОМКОСТЬ в крайнее правое положение, прослушать шумы радиостанции, установить частоту связи и прослушать прием информации.

Работа в режиме ПЕРЕДАЧА, нажать тангенту авиагарнитуры, убедиться в загорании лампы ПРД, провести пробную связь с аэродромной радиостанцией, слушая в телефонах собственную передачу (режимы АМ, ОМ, ОМн), убедиться в том, что ручка САМОКОНТРОЛЬ регулирует уровень слышимости.

Проверка станции осуществляется на борту с помощью прибора П-12МК.

2.9. Порядок выполнения работы

2.9.1. Проверка работоспособности радиостанции.

Произвести соединение блоков аппаратуры согласно рис.2.3. Включить питание радиостанции, при этом на пульте управления загорается лампочка "Настройка" (через 2,5-3,5 минуты гаснет).



Рис.2.3. Схема проверки работоспособности радиостанции

Проверить работоспособность приемника в телефонном режиме путем приема сигналов радиостанции. В телефонах должна прослушиваться радиостанция.

Вращая ручку "Громкость", убедиться в плавном изменении уровня сигнала в телефонах.

Проверить переключатель режимов "АРУ-РРУ" (автоматическая регулировка усиления - ручная регулировка усиления). При включении в режим "АРУ" уровень громкости сигналов мощных радиостанций должен заметно снизиться, а уровень громкости слабо слы-

шимых сигналов оставаться без изменения.

Проверить работу системы автонастройки, для чего переключить частоту настройки радиостанции. Горит лампочка "Настройка". Не более чем через 26 с. она должна погаснуть, что говорит о правильной работе системы. Проверить работу радиостанции в режиме "Передача". Для этого нажать кнопку (тангенту) "Передача". Горит лампочка "ПРД". В микрофон произвести голосом счет от 1 до 10. В телефонах должен прослушиваться счет.

Проверить регулировку уровня сигнала самопрослушивания в телефонах путем вращения ручки "Самоконтроль".

Проверить регулятор "ТОН". Установить режим "АТ". Нажать телеграфный ключ. В телефонах будет сигнал звуковой частоты. Вращая ручку "ТОН", убедиться в изменении тональности (частоты) сигнала в телефонах.

2.9.2. Проверка чувствительности приемника

Под чувствительностью приемника "Микрон" понимают то минимальное напряжение сигнала на входе приемника, при котором на выходе приемника создается напряжение, равное 15 В, при соотношении сигнал/шум равном 3.

Чувствительность приемника "Микрон" в режимах "АТузк", "ОМ", "ОМн" должна быть не хуже 1 мкВ, а в режимах "АТшир" и "АМ" - не хуже 3 мкВ.

Для измерения чувствительности необходимо собрать схему, приведенную на рис.2.4. В качестве ГСС (генератор стандартных сигналов) применяется генератор, диапазон генерируемых частот которого перекрывает диапазон работы радиостанции "Микрон" (2 - 23,9999 МГц). В качестве вольтметра может применяться прибор В7-15, В3-2А и др. В качестве нагрузки "ТЛФ" служат четыре пары высокоомных телефонов.

Выход генератора высокой частоты соединяется с клеммой "3" ИТМ (измерителя тока и мощности). "Корпус" от клеммы "3" ИТМ отсоединяется.

Чувствительность должна измеряться в трех точках каждого из четырех поддиапазонов (I подд. = 2-3,9999МГц; II подд. = 4 - 7,9999МГц; III подд. = 8 - 15,9999МГц; IV подд. = 16 -23,9999МГц).

В лабораторной работе проверку чувствительности провести в трех точках разных поддиапазонов на всех режимах работы ("АМ", "АТ", "ОМ" и "ОМн").

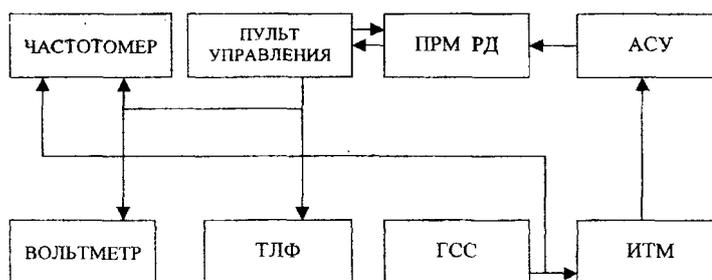


Рис.2.4. Схема для измерения чувствительности приемника

После соединения приборов с блоками радиостанции и проверки правильности соединений включаем питание радиостанции и измерительных приборов.

ВНИМАНИЕ!

Не допускается включение радиостанции в режим "Передача" при отключенном антенном эквиваленте.

Устанавливаем на пульте управления режим «АМ», тумблер "АРУ-РРУ" в положение "РРУ". Подаем с генератора сигнал высокой частоты (соответствующий частоте, установленной на пульте управления), промодулированный по амплитуде сигналом 1000 Гц с глубиной модуляции 30%. Плавной подстройкой частоты ГСС добиваемся максимума показаний вольтметра (т.е. осуществляем точную подстройку частоты генератора под частоту

ту приемника).

Выключаем модуляцию 1000 Гц на генераторе. Регулировкой "Громкость" устанавливаем по вольтметру уровень шума равный 5 В.

Включаем на генераторе модуляцию. Регулировкой уровня высокочастотного сигнала генератора добиваемся показания вольтметра равным 15 В.

Отсчитываем по лимбу генератора значение входного сигнала в мкВ. Это и будет являться значением чувствительности приемника в режиме "АМ".

В случае применения в качестве нагрузки низкоомных телефонов, необходимо значение шума установить равным 0,9 В, а значение сигнал + шум равным 2,7 В.

Проверка чувствительности в режиме "АТ" производится аналогично, но с генератора на вход приемника подается немодулированная частота, равная частоте, установленной на пульте управления приемника. Ручкой "ТОН" на выходе приемника устанавливается сигнал биений равный 1000 Гц (по частотомеру).

Для проверки чувствительности в режимах "ОМ", "ОМн" от генератора подается немодулированное напряжение, частота которого на 1000 Гц выше частоты настройки приемника.

2.9.3. Проверка выходной мощности передатчика.

Измерение производится согласно схеме, приведенной на рис.2.5. Измерение силы выходной мощности передатчика осуществляется путем измерения силы тока в эквиваленте антенны.

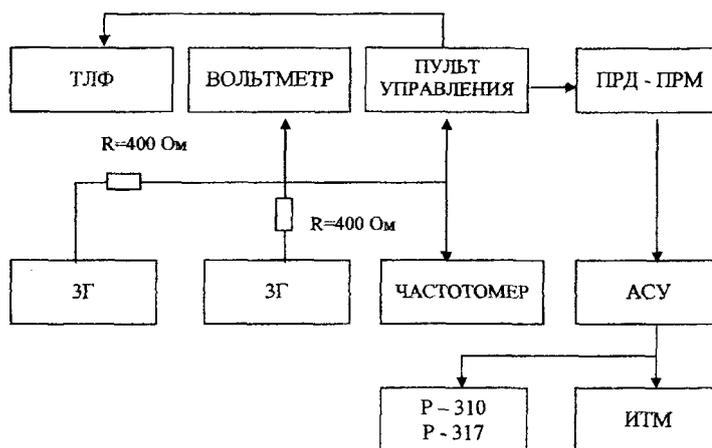


Рис.2.5. Схема измерения мощности передатчика

Телефонная нагрузка подключается аналогично схеме измерения чувствительности. Вольтметр и частотомер подключаются в гнездо микрофона (микрофон отключается).туда же, через резисторы 400 Ом подключаются звуковые генераторы. Выходной кабель АСУ (блок П5-Мк) подключается к ИТМ, клемма "3" ИТМ заземляется. Приемник Р-310 с панорамной приставкой Р-317 посредством витка связи подключается к высокочастотному кабелю, соединяющему антенно-согласующее устройство с эквивалентом антенны. Измерения необходимо проводить на трех частотах в разных поддиапазонах.

Передатчик радиостанции имеет девять поддиапазонов:

- I. подд.= 2 -2,9999 МГц;
- II. подд.= 3 - 3,9999 МГц;
- III. подд.= 4 -5,9999 МГц;
- IV. подд.= 6 -7,9999 МГц;
- V. подд.= 8 - 9,9999 МГц;
- VI. подд.= 10 - 12,9999 МГц;
- VII. подд.= 13-15,9999 МГц;

VIII. подд.= 16 -19,9999 МГц,

IX. подд.= 20 - 23,9999 МГц.

В лабораторной работе измерение мощности производить на одной частоте любого поддиапазона на всех режимах ("АМ", "ОН", "ОМн").

Установить на пульте управления частоту одного из поддиапазонов, переключатель режимов работы установить в положение "АМ", регулятор "самоконтроль" - в крайнее правое положение. От одного из звуковых генераторов (другой отключить) подать сигнал частотой 1000 Гц, напряжением 0,5 В (величины частоты и напряжения контролировать по частотомеру и вольтметру). Включить радиостанцию в режим "передача" нажатием кнопки (или тангенты). По амперметру, вмонтированному в ИТМ, произвести отсчет тока.

Для режима "АМ" величина тока должна быть:

для I, II поддиапазонов - 0,6 - 0,9 А;

для III, IV, V, VI поддиапазонов - 1,5 - 1,9 А;

для VII, VIII, IX поддиапазонов - 1,5-2,0 А.

Произвести замер тока в антенне в режиме "ОМн". От звукового генератора подать сигнал частотой 2000 Гц и напряжением 0,5 В. Включить радиостанцию в режим "передача" и по амперметру ИТМ произвести отсчет величины тока.

Для режима "ОМн" должно быть:

для I, II поддиапазонов - 0,7 - 1,1 А,

для III, IV, V, VI поддиапазонов - 1,7 - 2,0 А;

для VII, VIII, IX поддиапазонов - 1,7 - 2,2 А.

Перевести переключатель режимов в положение "ОМ". Подсоединить к гнезду микрофона второй звуковой генератор (также через сопротивление 400 Ом). Установить на одном ЗГ частоту 1000 Гц напряжением 0,5 В, на другом частоту 3000 Гц напряжением 0,5 В (напряжение и частоту контролировать вольтметром и частотомером поочередно на выходе каждого генератора). Включить режим "передача". Изменяя уровень выходных напряжений генераторов, добиться одинаковых отметок на экране панорамного приемника и произвести отсчет величины тока по амперметру ИТМ. Величины токов для режима "ОМ" для различных поддиапазонов соответствуют режиму "ОМн".

2.9.4. Проверка работоспособности и поиска места отказа с помощью прибора П12-Мк

Произвести соединение блоков аппаратуры согласно схеме, приведенной на рис.2.6.

Прибор П12-Мк (входит в комплект радиостанции "Микрон") подсоединяется к контрольным разъемам обесточенной радиостанции, согласно маркировки на разъемах кабелей прибора и радиостанции. Подсоединение других приборов аналогично схеме проверки работоспособности радиостанции (рис 2.3). С помощью блока П12-Мк контролируются следующие параметры:

- в блоке П1-Мк - 370 кГц, 500 кГц, 2,5 МГц, "УКВ", ТПД "Термостат ОГПГ;
- в блоке П2-Мк - возбуждение с П2, "Термостат ЗМФ П2";
- в блоке П3-Мк - "-10 В ст.", "-20 В ст.", "+27 В ст.", "+125 В ст.", "36 В";
- в блоке П4-Мк - "Анодный ток лампы усилителя мощности (ЛУМ)". "Смещение ЛУМ". "+200 В"

Включить напряжения питания.



Рис.2.6.Схема проверки и поиска места отказа радиостанции «Микрон»

ВНИМАНИЕ!

Не перестраивать частоту, установленную на пульте управления, до погасания табло «Реле времени» прибора ГШ-Мк.

Порядок

Загорания табло прибора Ш2-Мк должен быть следующий:

«реле времени»	«настройка»	«настройка»	ПРМ или ПРД
2,5-3 мин	«УВЧП2»	«СУПБ»	Одно из табло
	«УМПЧ»	«АТ»	«ОМ», «ОМн», «АМ»
	«АТ»		«АТ»

Если радиостанция не настраивается, необходимо определить неисправный блок, контролируя параметры переключателем «Измерения». Параметр должен быть в пределах соответствующего цветного сектора.

При неисправностях в блоке П5-Мк и в антенно-фидерной системе не загорается или не гаснет табло "СуП5" или загорается табло "Авария П5-Мк".

По согласованию с преподавателем переключением тумблера ввести имитацию неисправности радиостанции. Пользуясь прибором П12-Мк, определить место отказа.

3. Содержание отчета

1. Название работы и ее цель.
2. Схемы соединений аппаратуры при проверке параметров радиостанции.
3. Результаты проверки чувствительности приемника и мощности передатчика
4. Измеренные с помощью Ш2-Мк значения параметров радиостанции.
5. Используя функциональную схему радиостанции "Микрон", нарисовать структурную схему радиостанции "Микрон".
6. Выводы по каждому пункту проведенной лабораторной работы (с пояснениями и обоснованием).

4. Контрольные вопросы

1. Основные тактико-технические данные радиостанции. Комплектность.
2. Работа функциональной схемы.
3. Принцип формирования сетки частот.
4. Укажите на функциональной схеме каскады радиостанции, работающие в режиме "передача", в режиме "прием".
5. Нарисуйте эпюру сигнала в конкретной точке функциональной схемы в различных режимах работы ("АМ", "ОМ", "ОМн", "АТ"), а также при передаче и при приеме.
6. Расскажите методику измерения чувствительности приемника и мощности пе-

редатчика в различных режимах.

7. Что такое амплитудная характеристика приемника?
8. Что такое m - коэффициент амплитудной модуляции?
9. Поясните конкретный технический параметр радиостанции (например, "ослабление сигналов по промежуточным частотам, по зеркальным каналам").
10. Назначение прибора П12-Мк.
11. Проверка радиостанции «Микрон» при помощи прибора П12-Мк.
12. Отыскание места отказа радиостанции с помощью прибора П12-Мк.
13. Поясните принцип связи при ОМ, ОМн, АТ.