

**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ**

А.В. Старых

**ПОСОБИЕ
по выполнению лабораторных работ
по дисциплине
«БОРТОВЫЕ РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ»**

Часть IV
**«РАДИОНАВИГАЦИОННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ
ВОЗДУШНЫХ СУДОВ»**

*для студентов
специальности 160903
всех форм обучения*

Москва-2007

**МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РФ
ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЛУЖБА
ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ**

**Кафедра авиационных радиоэлектронных систем
А.В. Старых**

**ПОСОБИЕ
по выполнению лабораторных работ
по дисциплине
«БОРТОВЫЕ РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ»**

**Часть IV
«РАДИОНАВИГАЦИОННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ
ВОЗДУШНЫХ СУДОВ»**

*для студентов
специальности 160903
всех форм обучения*

Москва-2007

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

Изучение функциональной схемы автоматического радиоконпаса АРК-15 и проверка его технических характеристик

Цель работы:

1. Ознакомление с назначением и комплектностью.
2. Изучение структурной схемы.
3. Проверка работоспособности.

1.1. Назначение и основные технические характеристики

Автоматический авиационный радиоконпас (АРК) - приемное устройство, установленное на воздушном судне, позволяющее определить курсовой угол радиостанции (КУР) - это угол между продольной осью самолета и направлением на приводную или широкоэвещательную радиостанцию (ШВРС), установленную в известной географической точке земной поверхности. Радиоконпас позволяет решать навигационные задачи:

- совершать полет на радиостанцию и от нее с визуальной индикацией КУР (при этом $KYR = 0^\circ$ или $KYR = 180^\circ$);
- определять пеленг на радиостанцию по указателю курса;
- обеспечивать непрерывный отсчет КУР;
- совершать заход на посадку по системе ОСП (на ДПРМ, БПРМ установлены приводные радиостанции типа ПАР-8, выдерживая $KYR = 0^\circ$ мы выдерживаем направление полета на ДПРМ или БПРМ);
- вести прием и прослушивание сигналов радиостанций, работающих в диапазоне частот 150 - 1799,5 кГц.

Основные тактико-технические характеристики радиоконпаса:

Диапазон частот	150-1799,5 кГц
Интервал между частотами настройки	500 Гц
Погрешность установки частоты	± 100 Гц
Чувствительность приемника:	
в диапазоне 150-200 кГц	не хуже 8 мкВ
в диапазоне 200-1799,5 кГц	не хуже 5 мкВ
Дальность действия при $H = 10$ км	до 340 км
Погрешность индикации при подлете к приводной радиостанции	$\pm 2^\circ$
Ток потребления по сети	
~ 36 В, 400 Гц	1 А
+ 27 В	2 А

1.2. Теоретические сведения

Принцип пеленгации радиостанции, используемый в АРК, аналогичен принципу, применяемому в спортивной игре "Охота на лис". Используя рамочную антенну (см. рис. 1.1), подключенную к микроамперметру, определяем направление на радиостанцию по величине принимаемого сигнала (фиксирует микроамперметр).

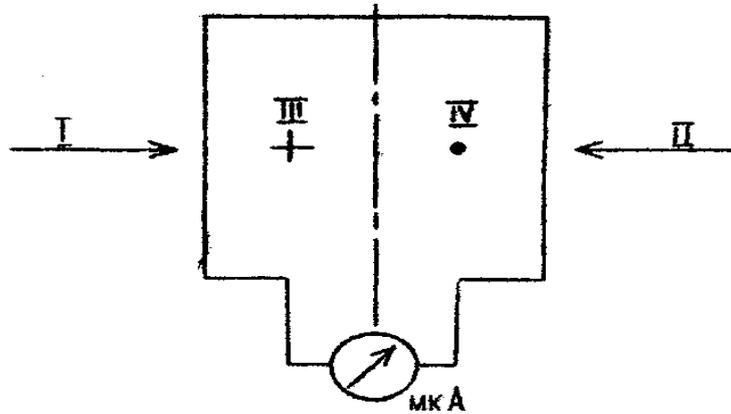


Рис. 1.1. Антенна в виде рамки, применяемая при пеленгации радиостанций.

Пусть антенна на рис. 1.1 находится в плоскости данного листа бумаги. Поставив лист вертикально (а соответственно и антенну) и поворачивая лист (антенну) вокруг вертикальной оси, мы будем наблюдать изменение тока в цепи антенны. При приходе сигнала от радиостанции слева (случай I) или справа (случай II) ток в антенне будет максимальный, при направлении от нас (случай III) и к нам (случай IV) ток будет минимальный.

Изменение величины ЭДС, наводимой в антенне, в зависимости от направления характеризуется диаграммой направленности (ДН) антенны.

На рис. 1.2 приведена ДН данной рамочной антенны в горизонтальной плоскости (то есть плоскости, перпендикулярной оси антенны на рис. 1.1).

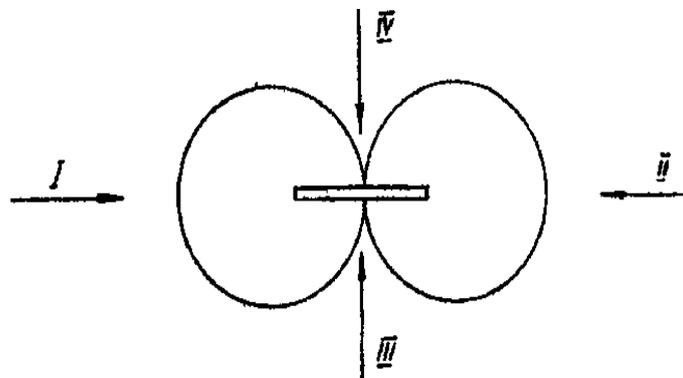


Рис. 1.2. Диаграмма направленности рамочной антенны.

Она представляет собой "восьмерку" (два ярко выраженных минимума - III, IV, два максимума - I, II). То есть, применяя антенну только в виде рамки, мы получаем двузначное пеленгование (одно от другого отличается на 180°). Для получения однозначности отсчета в радиоконпасах применяют вторую антенну (ненаправленную), ДН ее изображена на рис. 1.3, а. Складывая сигналы от ненаправленной и рамочной антенн в радиоконпасе получают суммарную ДН в виде кардиоиды (рис. 1.3, б) с одним ярко выраженным минимумом.

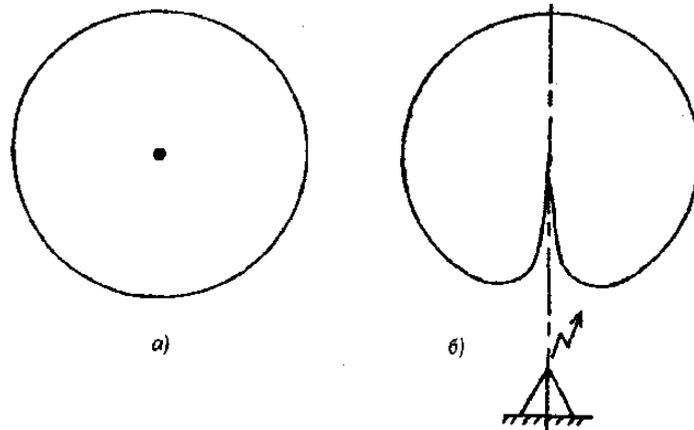


Рис. 1.3. Диаграммы направленности ненаправленной антенны (а) и суммарная ДН (кардиоиды - б) рамочной и ненаправленной антенны и горизонтальной плоскости.

Пеленгование в АРК осуществляется по минимуму приемного сигнала. Такой метод имеет как преимущество (большая крутизна характеристики, небольшое угловое отклонение в горизонтальной плоскости от минимума приема и сигнал в антенне резко возрастает), так и недостаток (при минимуме приема в рамочной антенне нет сигнала).

Рассмотрим работу АРК по структурной схеме (рис. 1.4). Эпюры, поясняющие эту работу, приведены на рис. 1.5.

В АРК-15 в качестве рамочной антенны используется система, состоящая из двух взаимно перпендикулярных обмоток и гониометра. Гониометр представляет собой устройство, имеющее две взаимно перпендикулярные неподвижные полевые катушки и одну подвижную искательную катушку, размещенную в пространстве между полевыми катушками. Каждая из неподвижных катушек гониометра соединена с одной обмоткой рамочной антенны, а подвижная катушка с входом усилителя рамки.

На искательной (подвижной) катушке наводится ЭДС, зависящая от ориентации искательной катушки в поле неподвижных катушек гониометра так же, как ЭДС на зажимах вращающихся рамочных «антенн от направления на радиостанцию». То есть система из двух взаимно перпендикулярных рамок, соединенных с гониометром с точки зрения диаграммы направленности, может рассматриваться, как обычная вращающаяся рамочная антенна.

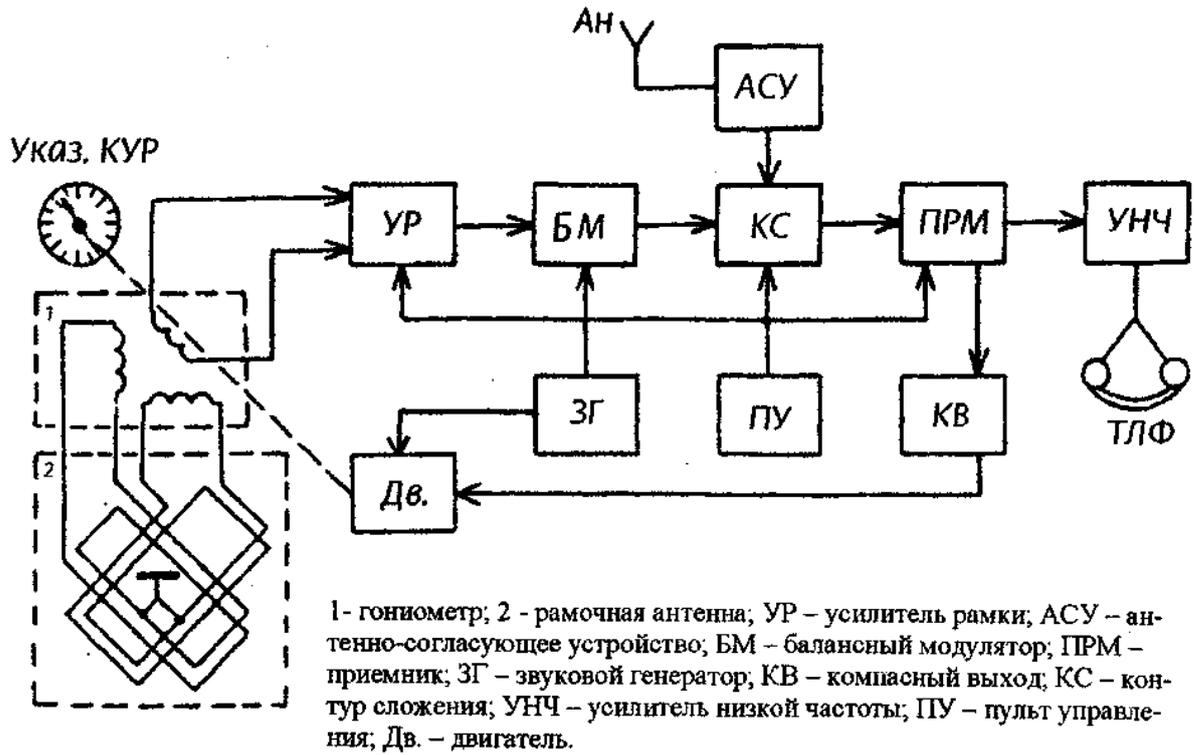


Рис. 1.4. Структурная схема самолетного радиоконпаса АРК-15

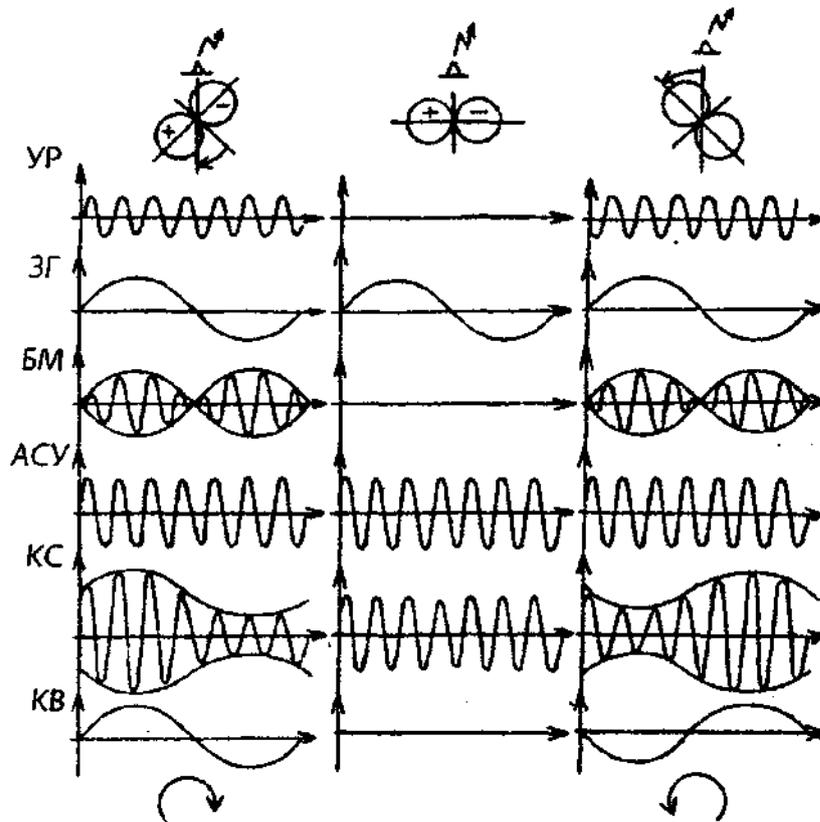


Рис. 1.5. Эпюры напряжений в точках структурной схемы

Сигнал с подвижной катушки гониометра, усиленный услителем рамки - УР (см. рис. 1.4, 1.5), поступает на балансный модулятор (БМ), где модулируется частотой звукового генератора (ЗГ).

С БМ балансно-модулированный сигнал поступает на контур сложения (КС), куда также поступает, через антенно-согласующее устройство, сигнал с ненаправленной антенны. В результате взаимодействия двух сигналов на выходе КС мы получаем амплитудно-модулированный сигнал, у которого коэффициент амплитудной модуляции зависит от направления приема.

Естественно мы помним, что сигнал от рамочной антенны бывает только в случае несовпадения направления приходящего сигнала с направлением нулевого приема.

Фаза модуляции определяется фазой рамочного сигнала (по высокой частоте) и свидетельствует о стороне отклонения приходящего сигнала относительно направления минимума ДН рамочной антенны. Сигнал с КС усиливается, детектируется в приемнике (ПРМ). Низкочастотный сигнал с помощью фильтров разделяется на два: звуковой сигнал приводной станции поступает через УНЧ на телефоны, и сигнал частоты внутреннего ЗГ - поступает на компасный выход (КВ).

В КВ сигнал частоты ЗГ усиливается, преобразовывается и поступает на двигатель (Дв.), который поворачивает подвижную катушку гониометра до пропадания сигнала в рамочной антенне (на клеммах подвижной катушки). Сторона вращения двигателя Дв. определяется фазой сигнала на входе КВ.

1.3. Состав радиокompаса АРК-15

Комплектация АРК-15 зависит от типа самолета, на который он устанавливается. Основной комплект радиокompаса АРК-15 состоит из блоков (смотри рис. 1.6):

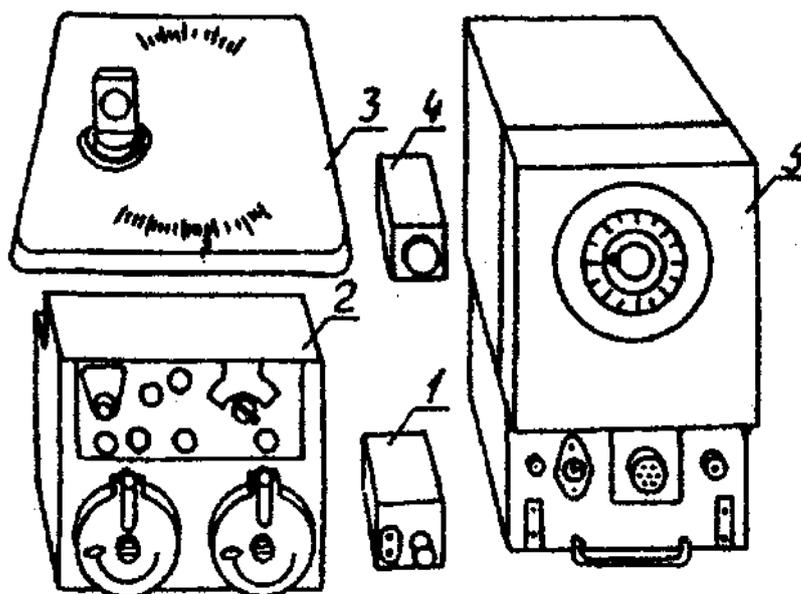
- приемника;
- пульта управления (одного или двух);
- блока рамочной антенны (рамки);
- антенного согласующего устройства;
- эквивалента рамочного кабеля.

Кроме того, радиокompас не может работать без других устройств, входящих в комплектность самолета или других систем.

К таким устройствам относятся:

- ненаправленная антенна;
- указатели курсового угла радиостанции (КУР) - ИКУ-1А, СУЦ, СУШ и т.д. (выход АРК-15 подключен к этим приборам).

Антенное согласующее устройство служит для согласования ненаправленной антенны с антенным высокочастотным кабелем, подсоединенным к входу приемника (так как длина кабеля и действующая высота ненаправленной антенны различны на разных типах самолетов).



1 - антенно-согласующее устройство; 2 - пульт управления; 3 - рамочная антенна; 4 - блок рамочной антенны; 5 - приемник.

Рис. 1.6. Состав АРК- 15.

Эквивалент рамочного кабеля предназначен для согласования рамки АРК-15 с приемником (так как в зависимости от типа самолета длина кабеля различна и эквивалент как бы дополняет недостающую длину кабеля до 10 метров).

В кабине экипажа установлены указатели КУР и пульта управления. Управление АРК-15 осуществляется пультом, органы управления которого служат (смотри рис.1.7):

- два устройства набора частоты - устанавливается рабочая частота приема сигналов от маяка (приемник настраивается ни одну из них);

- переключатель "канал" на два положения "1-2" - осуществляет подключение одного из двух наборных устройств (1 или 2) к приемнику (и приемник автоматически настраивается на частоту, набранную на устройстве набора);

- кнопка "Рамка" - служит для ручного изменения стрелки указателя КУР (стрелка гониометра синхронно обрабатывает - изменяется направление приема рамочной антенны);

- переключатель "ВЫКЛ-КОМ-АНТ-РАМ" - переключает режимы работы АРК-15 ("ВЫЮГ - АРК-15 выключен, "КОМ" - основной режим однозначной пеленгации, при котором к приемнику подключена рамочная и ненаправленная антенны, "АНТ" - к приемнику подключается только ненаправленная антенна, пеленгация не осуществляется, прослушивается звуковая информация,

- "РАМ" - к приемнику подключается только рамочная антенна);

- потенциометр " Громк." - для регулировки звукового сигнала в телефонах;

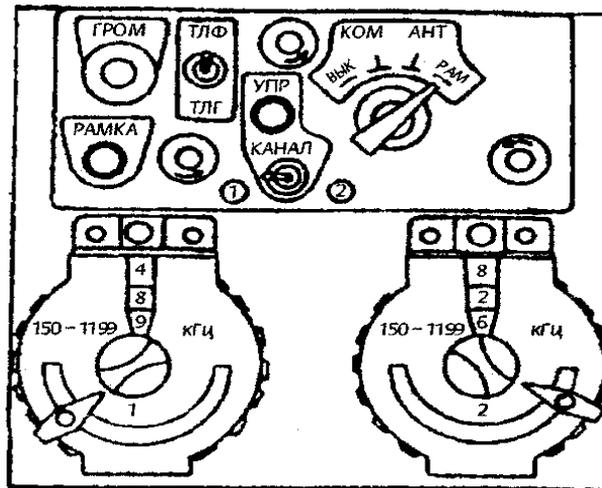


Рис. 1.7. Лицевая панель пульта управления АРК - 15

- кнопка "Упр." - для переключения пультов АРК-15 (если два пульта, то нажимая ее мы переключаем управление АРК к другому пульту управления);
- переключатель "ТЛФ-ТЛГ" - в режиме "ТЛГ" подключается внутренний дополнительный звуковой генератор для прослушивания в телефонах манипулированного немодулированного сигнала радиостанции.

На пульте управления расположены три лампочки подсвета пульта.

На передней панели блока приемника расположен указатель гониометра (показывает тот же КУР, что и указатели пилотов), низкочастотный и высокочастотные разъемы, часы наработки радиокompаса.

1.4. Испытатель радиокompасов ИРК.

Для проверки на самолете радиокompаса АРК-15 применяется испытатель радиокompасов ИРК-3 (подсоединяется на самолете к контрольному гнезду, выведенному в удобное для технического обслуживания место - например, в кабине экипажа).

Испытатели радиокompасов ИРК-2, ИРК-3 позволяют произвести проверку следующих основных параметров радиокompаса:

- чувствительности приемника в режиме "ТЛГ";
- предельной чувствительности радиокompасов по приводу;
- точности градуировки.

В состав ИРК-2 входят прибор ИРК-2, курсозадатчик, комплект кабелей, эквивалентов и переходников. При проверке на самолете курсозадатчик присоединяется на присосках к рамочной антенне и с помощью его имитируется КУР.

Испытатель ИРК-3 подсоединяется к самолетной схеме АРК-15 через штепсельный разъем в кабине (или техотсеке) экипажа. Никаких дополнительных соединений к блокам АРК-15 не требуется.

Справа, на стенде установлен испытатель радиоконпасов ИРК-2, служащий для проверки технических параметров АРК-15.

1.5. Порядок выполнения работы

ВНИМАНИЕ! Перед выполнением работы обязательно согласовать с преподавателем перечень необходимых проверок.

1. Включить питание стенда, установив тумблеры + 27 В, ~ 115 В 400 Гц, 36 В 400 Гц в верхнее положение, тумблер "ДИН" также в верхнее положение.

2. Включить АРК-15, установив переключатель режимов работы на пульте управления поочередно в положения "Компас", "Антенна", "Рамка". При этом должны загореться лампочки подсвета пульта управления, а в динамике должен появиться шум (ручку "Громкость" в крайнее правое положение).

3. Установить режим работы "Антенна". С помощью первого устройства набора частоты настроиться на частоту какой-либо мощной приводной или ШВРС радиостанции (частоту спросить у инженера лаборатории или у преподавателя). В динамике появляется звуковой сигнал (музыка, позывные в виде азбуки Морзе).

4. Переключатель режима работ в положение "Компас". При этом стрелка указателя КУР (смотрим на указатель УШ, встроенный в стенд) должна подходить к положению пеленга на принимаемую радиостанцию.

5. Проверить работу переключателя "ТЛФ-ТЛГ". Устанавливаем в положение "ТЛГ" - в динамике появляется тон звуковой частоты (если мешает звуковая информация от радиостанции измените на наборном устройстве частоту приемника). Устанавливаем переключатель "ТЛГ-ТЛФ" в положение "ТЛФ" - тон звуковой частоты в динамике должен пропасть.

6. Вращая ручку "Громкость" на пульте управления, убедитесь в действии регулятора при положениях переключателя режимов работы "Антенна", "Рамка", "Компас". При этом уровень сигнала в динамике должен уменьшаться (при вращении влево) либо увеличиваться (при вращении вправо).

7. В каждом из режимов "Компас", "Антенна", "Рамка" убедиться в наличии вращения стрелки указателя (на УШ) при нажатии кнопки "Рамка".

8. Настроиться на первом наборном устройстве частоты вновь на мощную радиостанцию. Режим работы "Компас". Набрать на втором наборном устройстве частоту, полученную в процессе настройки на радиостанцию на первом устройстве. Перевести переключатель "Канал 1-2" в положение "2". Настройка приемника на радиостанцию должна не измениться (качество звучания в динамике, положение стрелки указателя).

9. Проверить соответствие положения стрелки на УШ (на стенде) с положением стрелки на гониометре (лицевая панель приемника). Разность показаний не должна превышать $\pm 0,5^\circ$.

10. Заметить положение стрелки указателя. Нажать кнопку "Рамка" и от-

вести стрелку указателя на $\approx 90^\circ$. После отпущения кнопки стрелка должна вернуться на прежнее место. Отвести стрелку указателя УШ на $\approx 270^\circ$. После отпущения кнопки стрелка должна вернуться на прежнее место по кратчайшему пути. Строго фиксировать положение стрелки во всех трех случаях (при настройке на радиостанцию, после двух нажатий кнопки "Рамка" и возвращения стрелки).

11. Потенциометр "Отзывчивость" (находится на передней панели приемника) повернуть влево на $1/3$ оборота и выполнить пункт 10.

12. Потенциометр "Отзывчивость" повернуть вправо на $1/3$ от первоначального положения и выполнить пункт 10.

13. Установить потенциометр "Отзывчивость" в оптимальное положение (стрелка УШ при пеленге радиостанции не колеблется; после отпущения кнопки "Рамка" и возвращении стрелки как слева, так и справа, стрелка устанавливается в одно и то же положение).

14. Выключить АРК-15, выключить питание ~ 36 В 400 Гц, 115В 400 Гц, +27 В стенда.

1.6. Содержание отчета

1. Название работы и ее цель.
2. Назначение, состав, органы управления, теоретические сведения (кратко) - по согласованию с преподавателем.
3. Название каждого пункта выполненной работы и ее результаты с выводом (например, пункт 5 "Проверка регулировки громкости в режимах "Антенна", "Компас", "Рамка").

Окончательные выводы по всей работе.

1.7. Контрольные вопросы

1. Назначение, состав, тактико-технические данные АРК-15.
2. Принцип действия пеленгации в АРК-15.
3. Режимы работы.
4. Назначение органов управления на ПУ.
5. Использование АРК-15 при посадке.
6. Назначение эквивалента рамочного кабеля.
7. Назначение АСУ.
8. Нарисовать структурную схему АРК-15 и изобразить вид сигнала (его эюру) в любой точке этой схемы.
9. Назначение потенциометра "Отзывчивость" (на основании выполнения пунктов лабораторной работы).
10. Что такое чувствительность приемника, погрешность установки частоты и т.д. (из ТТД на АРК-15)?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2

ИЗУЧЕНИЕ БОРТОВОЙ НАВИГАЦИОННО-ПОСАДОЧНОЙ АППАРАТУРЫ КУРС МП-2

Цель работы:

1. Ознакомление с назначением и комплектностью.
2. Изучение функциональной схемы.
3. Проверка КУРС МП-2 на работоспособность.

2.1 Назначение и основные технические характеристики

Навигационно-посадочная аппаратура КУРС МП-2 предназначена для обеспечения полетов самолетов по сигналам радиомаяков международной системы навигации VOR. (при полете на маршруте выдается информация об азимуте наземного маяка VOR, а также фиксируется момент пролета маяков, выполнения предпосадочных маневров и посадки по системе ILS (международная) и СП-50 (отечественная) - в этом случае на борту ВС индицируется отклонение самолета от линии курса (вертикальная стрелка) и от линии глиссады (горизонтальная стрелка), а также фиксируется момент пролета ближнего, среднего, дальнего радиомаяков при посадке.

Аппаратура КУРС МП-2 работает в двух режимах: маршрут – при горизонтальном полете - решает навигационные задачи; посадка- решает задачу захода на посадку по приборам.

Основные тактико-технические характеристики КУРС МП-2:

Курсовой канал:

Рабочий диапазон частот	108,00 - 117,95 МГц
Количество фиксированных каналов	200
из них:	
посадки	20
навигации (VOR)	180
Интервал между каналами	50 кГц
Частоты каналов посадки:	
первый канал	108,1 МГц
последующие N-ые каналы	через 0,2 МГц
Частоты каналов VOR	Все, кроме 20 каналов посадки
Частоты модуляции <i>в режиме VOR:</i>	
поднесущая	9960 Гц
модулирующая	30 Гц
<i>в режиме посадки СП-50:</i>	

поднесущая	10000 Гц
модулирующая	60 Гц
<i>в режиме посадки ILS:</i>	
модулирующая	90 Гц и 150 Гц

Глиссадный канал:

Рабочий диапазон частот	329,3 - 335 МГц
Количество фиксированных каналов	20
Интервал между каналами	300 кГц
Частоты модуляции	90 Гц и 150 Гц

Маркерный канал

Несущая частота (частота излучения)	75 МГц
Частоты модуляции:	
1-го маркера (БПРМ)	3000 Гц
2-го маркера (СПРМ)	1300 Гц
3-го маркера (ДПРМ)	400 Гц
Чувствительность в режимах:	
«посадка»	1 мВ ± 40%
«маршрут»	не хуже 150 мкВ

2.2. Принцип работы бортовой навигационно-посадочной аппаратуры.

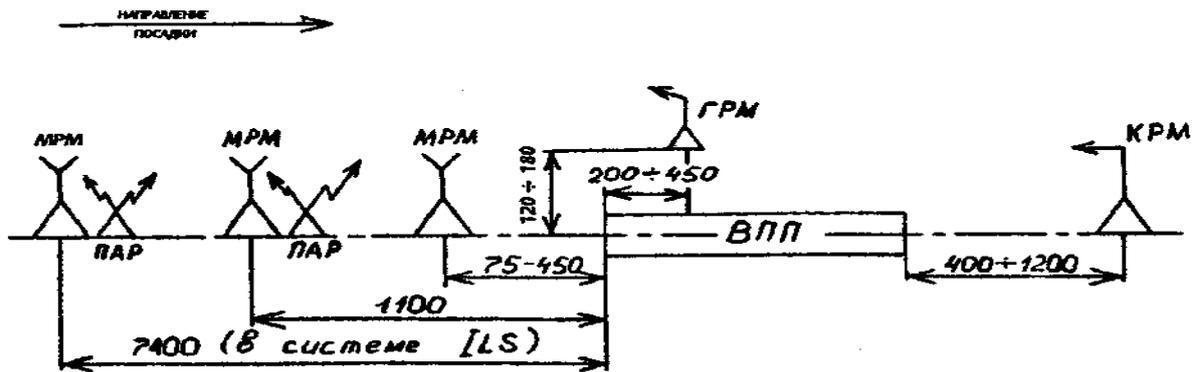
2.2.1. Наземное оборудование системы посадки

В состав наземного оборудования входят (при работе КУРС МП-2 в режиме "Посадка"):

- три маркерных радиомаяка МРМ;
- курсовой радиомаяк КРМ;
- глиссадный радиомаяк ГРМ.

Указанный состав наземного оборудования соответствует одному направлению посадки. Обычно при одной ВПП два противоположных направления посадки (направление посадки выбирается наземным диспетчерским составом в зависимости от направления ветра и других условий). В этом случае наземное оборудование курсоглиссадной системы удваивается. Расположение оборудования относительно ВПП (для одного направления посадки) приведено на рис. 2.1.

Различают КРМ типа СП-50 (отечественный) и ILS (зарубежный). Курсовой радиомаяк КРМ имеет фиксированную диаграмму направленности. Диаграммы направленности (ДН) КРМ типа СП-50 показаны на рис. 2.2. КРМ данного типа предназначен для задания линии курса посадки, совпадающей с осью ВПП. Линия курса - это линия, глубина модуляции на которой равна нулю. По



для одного направления посадки

Рис 2.1. Размещение наземного оборудования курсоглиссадной системы

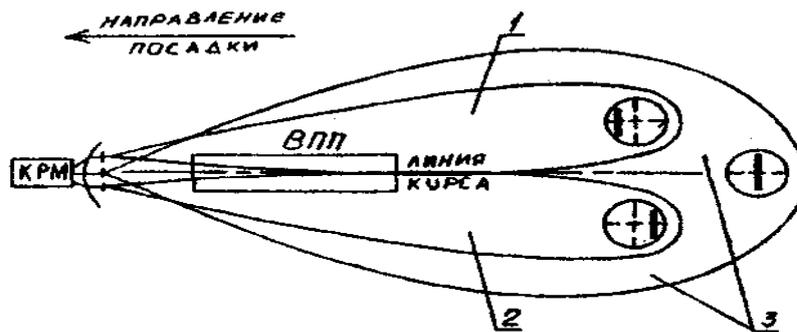


Рис. 2.2. Диаграммы направленности КРМ типа СП-50.

принципу формирования линии курса посадки радиомаяки типа СП-50 относятся к радиомаякам с «опорным напряжением». Радиомаяки типа СП-50 могут работать на одном из шести фиксированных каналов в диапазоне частот 108,3 - 110,3 МГц с частотным интервалом 0,4 МГц (система СП-50) либо на одном из двадцати каналов в диапазоне частот 108,1 - 111,9 МГц с частотным интервалом 0,2 МГц.

Для задания линии курса посадки радиомаяк КРМ на одной из несущих частот излучает сигналы опорной и переменной фаз. Антенная система радиомаяка формирует в пространстве три диаграммы направленности. Сигнал опорной фазы излучается нейтральной антенной радиомаяка, которая формирует диаграмму направленности в виде широкого лепестка 3. Несущая частота этого сигнала модулирована по амплитуде колебаниями поднесущей частоты 9960 Гц (в дальнейшем 10 кГц) с глубиной модуляции 30%, которая, в свою очередь, модулирована по частоте сигналом 60 Гц с девиацией частоты $\Delta f = \pm 1,1$ кГц.

Информация о сигнале опорной фазы содержится в напряжении 60 Гц, амплитуда и фаза которого не изменяются в пределах диаграммы направленности маяка.

Две боковые антенны излучают сигнал переменной фазы. Антенны формируют диаграммы направленности в виде двух узких лепестков 1 и 2 с нулевым излучением вдоль линии курса. Диаграммы направленности 1 и 2 по внешнему виду абсолютно идентичны. Сигнал переменной фазы представляет собой амплитудно-модулированное колебание, несущая частота которого промодулирована по амплитуде напряжением 60 Гц, причем для формирования этого сигнала применяют балансную модуляцию.

Боковые антенны создают поле балансно-модулированных колебаний частотой 60 Гц со сдвигом фазы поля в одном лепестке диаграммы на 180° относительно фазы в другом, т.е. сигналы частоты 60 Гц в лепестках диаграммы противофазны, в левом (по направлению посадки) лепестке диаграммы совпадают по фазе с сигналом опорной фазы 60 Гц, в правом - противоположны. На линии курса глубина модуляции сигнала переменной фазы равна нулю и изменяется по мере удаления от нее вправо или влево. Таким образом, амплитуда огибающей сигнала переменной фазы пропорциональна величине отклонения ВС от оси ВПП, а фаза огибающей зависит от стороны отклонения. Фазовые соотношения между сигналами опорной и переменной фаз содержат информацию о стороне отклонения от оси ВПП, а амплитуда сигнала переменной фазы - о величине этого отклонения.

Зона действия маяков КРМ по дальности составляет 45 км и ограничена в горизонтальной плоскости сектором $\pm 15^\circ$ от оси ВПП.

Диаграммы направленности КРМ типа ILS приведены на рис. 2.3.

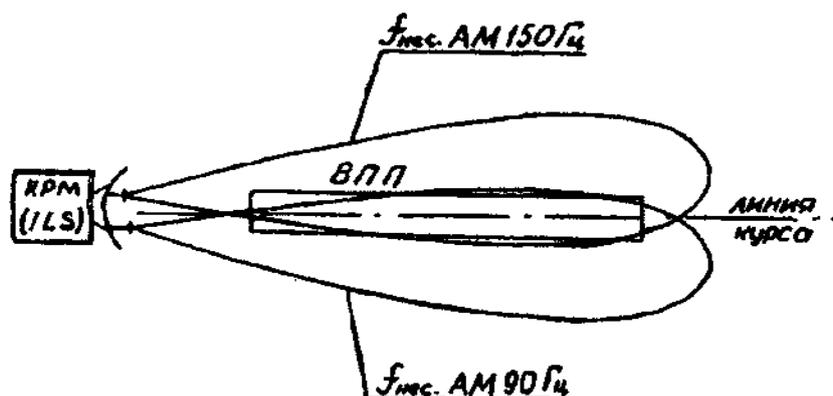


Рис. 2.3. Диаграммы направленности КРМ типа «ILS».

Курсовой радиомаяк данного типа формирует две диаграммы направленности (за счет двух антенн). Левая ДН (со стороны КРМ) представляет собой сигнал несущей частоты 108 - 112 МГц, промодулированный по амплитуде час-

тотой 150 Гц, правая ДН - сигнал $f_{нес} = 108-112$ МГц, промодулированный по амплитуде частотой 90 Гц.

В бортовой аппаратуре КУРС МП-2 происходит сравнение глубин модуляции (разность глубин модуляции - РГМ) сигналов низкой частоты 90 Гц и 150 Гц. Если преобладает сигнал 150 Гц, то самолет находится вправо от ЛК, если преобладает сигнал 90 Гц, то влево от линии курса. Если сигналы 90 Гц и 150 Гц равны, то самолет находится на линии курса. Чем больше РГМ, тем больше угловое отклонение самолета от ЛК.

Данный метод определения углового отклонения самолета от ЛК называется методом сравнения.

Глиссадные маяки (ГРМ) типа СП-50 и типа ILS устроены по принципу КРМ типа ILS (т.е. используют метод сравнения). Диаграммы направленности ГРМ типа ILS приведены на рис. 2.4.

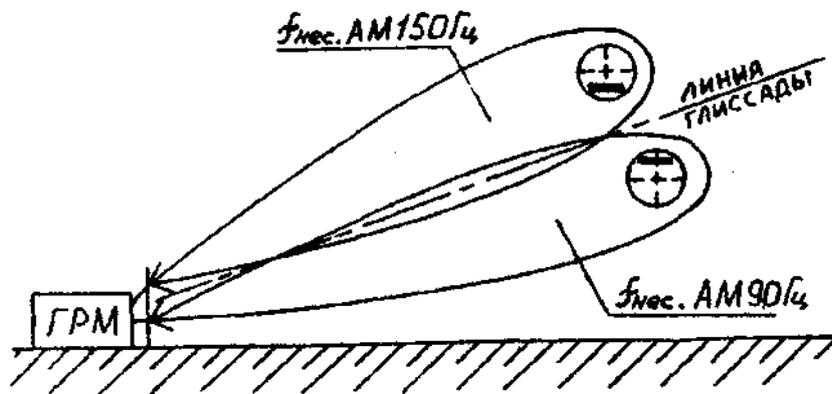


Рис. 2.4. Диаграммы направленности ГРМ.

Сигнал верхней ДН представляет собой сигнал несущей частоты диапазона 329-335 МГц, промодулированный по амплитуде сигналом низкой частоты 150 Гц, сигнал нижней ДН - несущая частота 329-335 МГц, промодулированная низкой частотой 90 Гц.

В КУРС МП-2 сравниваются амплитуды сигналов частот 150 Гц и 90 Гц (по аналогии с КРМ типа ILS). Преобладание сигнала 150 Гц - стрелка отклоняется вниз (линия глиссады ЛГ внизу), преобладает сигнал 90 Гц - стрелка отклоняется вверх (ЛГ вверху). Сигналы 90 Гц и 150 Гц равны - самолет находится на линии глиссады (стрелка центре прибора).

Глиссадные маяки типа СП-50 выполнены аналогично, что и ГРМ типа ILS с той лишь разницей, что верхний лепесток промодулирован частотой 90 Гц, а нижний частотой 150 Гц. То есть, преобладание сигнала 150 Гц - стрелка отклоняется вверх (линия глиссады вверху); преобладает сигнал 90 Гц - стрелка отклоняется вниз. Маркерные радиомаяки (МРМ) устанавливаются как на маршруте, так и при посадке. При посадке устанавливается три МРМ (см. рис. 2.1)

Диаграммы направленности МРМ представляют собой однолепестковый вертикальный телесный угол (см. рис. 2.5).

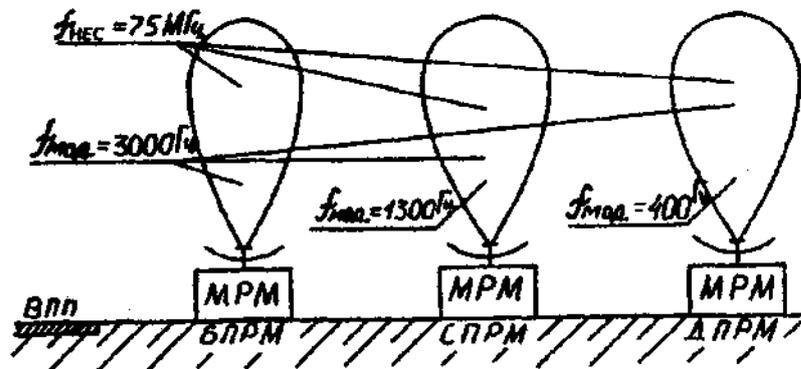


Рис. 2.5. Диаграмма направленности МРМ.

Сигнал МРМ представляет собой несущую частоту 75 МГц, промодулированную звуковыми частотами 400 Гц (внешний, от ВПП на удалении 7400 метров, применяется за рубежом), 1300 Гц (средний, 1050 метров от ВПП), 3000 Гц (внутренний или ближний, 75 - 400 метров от ВПП). Кроме того, для опознавания (какой МРМ пролетел самолет) звуковые частоты манипулируются (азбука Морзе): дальний МРМ - 2 тире в секунду, средний - 6 точек и 2 тире в секунду, ближний - 6 точек в секунду.

Высота самолета от МРМ при полете на маршруте (десятки тысяч метров) и при посадке (десятки метров) различна. В связи с этим предусмотрено переключение чувствительности маркерных приемников (МРП) в КУРС МП-2. При "маршруте" чувствительность лучше (150 мкВ), при "посадке" хуже (1мВ). Если перед посадкой экипаж не произведет переключение в положение "посадка", то возможно срабатывание МРП от боковых лепестков ДН МРМ в момент нахождения самолета не над МРМ, а в стороне, на удалении от МРМ (экипаж в момент пролета самолетом МРМ при посадке фиксирует высоту, контролируя глиссаду, что может вызвать нежелательные последствия в условиях плохой видимости). Не переключение в "маршрут" вызовет несрабатывание при пролете МРМ на эшелоне.

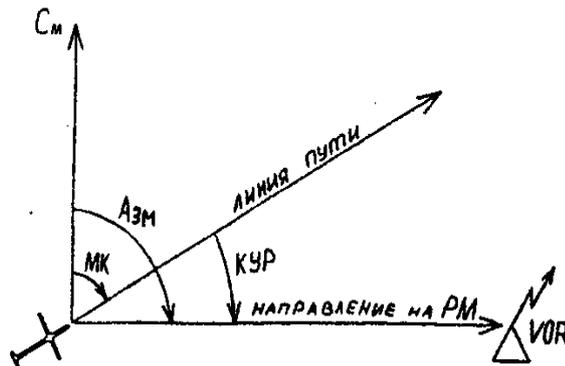
Принцип работы радиомаяка VOR (данный режим используется при полете на эшелоне) подробно рассматривается в лекциях. Для последующего понимания работы КУРС МП-2 в режиме VOR можно сказать следующее.

В режиме VOR. на антенне Курс МП-2 наводятся сигналы опорной и переменной фазы. Сигнал опорной фазы представляет собой несущую частоту диапазона 108,00 - 117,95 МГц, промодулированный по амплитуде поднесущей 9960 Гц, которая (9960 Гц), в свою очередь, промодулирована по частоте сигналом 30 Гц с девиацией ± 480 Гц.

Сигнал переменной фазы представляет собой несущую частоту диапазона 108,00 - 117,95 МГц, промодулированную по амплитуде 30 Гц.

Фазы частот 30 Гц опорного и переменного сигналов совпадают в направлении на магнитный север. В любом другом направлении от самолета на маяк фаза переменного сигнала 30 Гц отстает от фазы опорного сигнала 30 Гц на угол, равный углу между этим направлением и направлением на магнитный север.

Измеряя с помощью КУРС МП-2 эту разность фаз частоты 30 Гц, мы получаем информацию об азимуте радиомаяка VOR (см. рис. 2.6).



МК - магнитный курс; АЗМ - азимут маяка VOR ; КУР - курсовой угол РМ.

Рис. 2.6. Полет самолета по маякам VOR.

2.2.2 Бортовое оборудование системы посадки

Бортовое оборудование КУРС МП-2 принимает излучаемые наземными маяками сигналы, обрабатывает их, выделяет полезную информацию (ΔK - отклонение от линии курса, $\Delta \Gamma$ - отклонение от линии глиссады, ΔK VOR - азимут маяка VOR, момент пролета маркерных маяков).

Систему КУРС МП-2 можно разделить на три функциональных канала: курсовой, глиссадный и маркерный.

Курсовой канал принимает и обрабатывает сигналы от наземного КРМ (в режиме "посадка") и от маяков VOR (в режиме "навигация"). Структурная схема представлена на рис.2.7.

В режиме VOR на вход курсового приемника (КРП) поступает сигнал несущей частоты 108 - 117,95 МГц, промодулированный по амплитуде частотой 10 кГц (поднесущая). Частота 10 кГц, в свою очередь, промодулирована по частоте сигналом 30 Гц. Это сигнал опорной фазы. И сигнал несущей частоты 108 - 117,95 МГц, промодулированный по амплитуде 30 Гц - переменная фаза.

Курсовой радиоприемник работает как обыкновенный супергетеродинный приемник. На выходе КРП (после амплитудного детектора) мы получаем два сигнала: один - частотой 10 кГц, промодулированный по частоте 30 Гц (опорная фаза), второй - сигнал частоты 30 Гц (переменная фаза).

Сигнал опорной фазы поступает на вход фильтра (Ф) 10 кГц. Этот фильтр настроен на частоту 10 кГц и не пропускает другие частоты (т.е. сигнал переменной фазы через фильтр 10 кГц не пройдет).

Сигнал переменной фазы (30 Гц) проходит через фильтр нижних частот - ФНЧ (этот фильтр пропускает только частоту 30 Гц) и поступает далее на фазовый детектор (ФД).

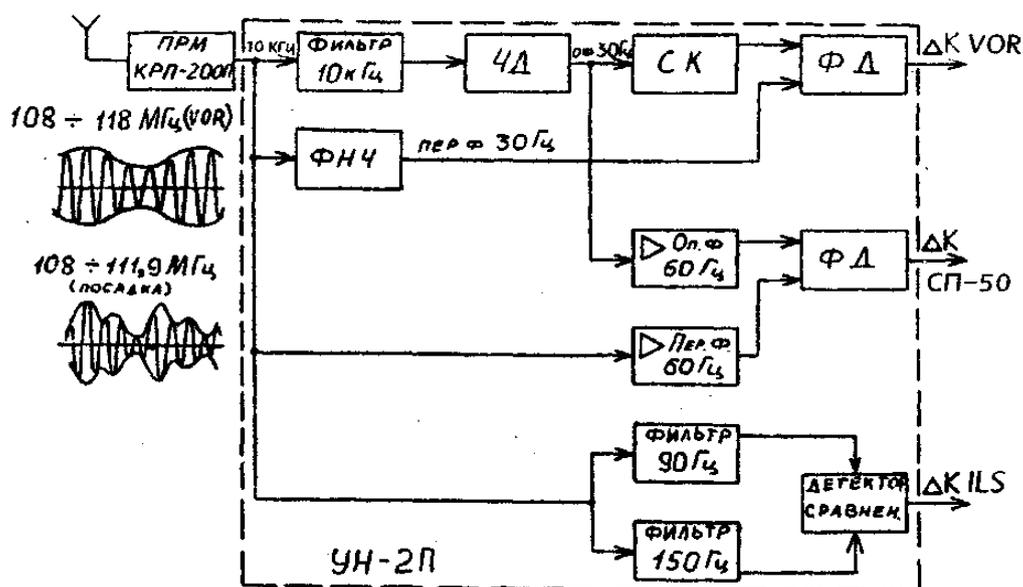


Рис. 2.7. Структурная схема канала курса КУРС МП 2

С выхода фильтра 10 кГц сигнал опорной фазы поступает на частотный детектор (ЧД). На выходе ЧД мы имеем сигнал частотой 30 Гц, который через селектор курса (СК) подается на фазовый детектор.

На входе ФД мы имеем два сигнала частотой 30 Гц, разность фаз которых несет в себе информацию об азимуте.

На выходе ФД мы получаем сигнал постоянного тока, величина которого пропорциональна разности фаз (ΔK VOR). Этот сигнал поступает на стрелочный прибор (вертикальная стрелка).

Селектор курса представляет собой фазовращатель (может менять фазу проходящего через него сигнала), ось которого механически связана с механическим цифровым указателем азимута. Вращая ось фазовращателя СК, мы изменяем фазу сигнала 30 Гц опорной фазы до совпадения с фазой сигнала переменной фазы. В момент совпадения вертикальная стрелка установится на сере-

дину прибора (так как разность фаз на входе ФД равна 0, на выходе ФД будет также 0). По механическому указателю СК мы отсчитываем азимут маяка VOR.

При работе КУРС МП-2 в режиме "посадка-СП-50" на вход КРП поступают сигналы от КРМ: несущей частоты 108 - 111,9 МГц, промодулированный по амплитуде частотой 60 Гц - сигнал переменной фазы; сигнал опорной фазы - несущая частота в диапазоне 108 - 111,9 МГц, промодулированная по амплитуде поднесущей частотой 10 кГц, которая в свою очередь промодулирована по частоте сигналом 60 Гц. Разделение этих сигналов (по низкой частоте, после детектирования в КРП) происходит аналогично с помощью фильтров 10 кГц и ФНЧ (аналогично режиму VOR). С выхода ЧД мы получаем сигнал 60 Гц опорной фазы, а с выхода КРП сразу сигнал переменной фазы 60 Гц, которые усиливаются в соответствующих усилителях (Δ) и поступают на ФД. С выхода ФД получаем управляющий сигнал, значение которого зависит от амплитуды сигнала переменной фазы (что пропорционально угловому отклонению самолета от линии курса), а знак соответствует стороне отклонения самолета от ЛК. Этот сигнал Δ К СП-50 поступает на стрелочный прибор и отклоняет вертикальную стрелку.

При работе КУРС МП-2 в режиме "Посадка - ILS" на вход КРП поступает сигнал несущей частоты 108 - 111,9 МГц, промоделированный по амплитуде совмещенной частотой 90/150 Гц. С выхода КРП (после амплитудного детектора) этот сигнал поступает на фильтры 90 Гц и 150 Гц и разделяется по двум каналам. На детекторе сравнения амплитуды сигнала 90 Гц и сигнала 150 Гц сравниваются.

На выходе детектора сравнения мы получаем сигнал в виде постоянного тока, направление которого указывает превышение сигнала 150 Гц (одно направление) или 90 Гц (противоположное направление). Сила тока же пропорциональна величине превышения одного сигнала (т.о. пропорциональна угловому отклонению самолета от ЛК). Этот ток протекает через катушку и отклоняет вертикальную стрелку (чем больше ток, тем больше отклонение, направление тока соответствует стороне отклонения стрелки). Структурная схема глissадного канала приведена на рис. 2.8.

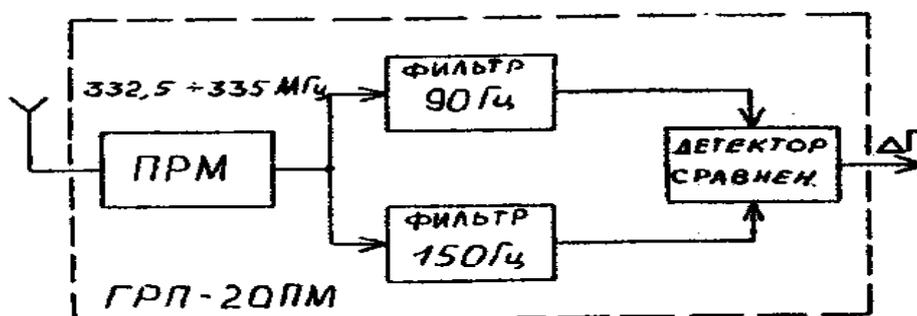


Рис. 2.8. Структурная схема канала глissады КУРС МП-2.

На вход глассадного радиоприемника (ГРП) поступает сигнал несущей частоты 329,3 - 335 МГц, промодулированный по амплитуде частотами 90 Гц и 150 Гц. Принцип работы аналогичен курсовому каналу в режиме "ILS". Постоянный ток на выходе детектора проходит через катушку и отклоняет горизонтальную стрелку. Следует учитывать, что в маяках типа ILS верхний лепесток модулируется частотой 150 Гц, нижний – 90 Гц, в маяках же типа СП-50 верхний – 90 Гц, нижний – 150 Гц. Поэтому при превышении амплитуды 150 Гц в ILS стрелка уйдет вниз, в СП-50 же вверх. То есть всегда включать на селекторе систем тот режим (СП-50 или ILS), который соответствует наземному глассадному радиомаяку.

На вход маркерного радиоприемника (смотри рис. 2.9) поступает сигнал несущей частоты 75 МГц, промодулированный по амплитуде частотой 400 Гц или 1300 Гц или 3000 Гц (в зависимости, какой маяк пролетаем).

С выхода амплитудного детектора ПРМ мы получаем сигналы низкой частоты, которые поступают на соответствующий фильтр, проходят его и поступают на релейный каскад Р (усилитель, нагрузкой которого является реле).

При достаточной амплитуде сигнала (например, 3000 Гц) срабатывают реле, подсоединяя своими контактами + 27 В на световое табло (например, "Ближний маркер"), которое загорается и на звонок кабины экипажа (который звонит). Низкочастотный сигнал поступает также с выхода детектора ПРМ на

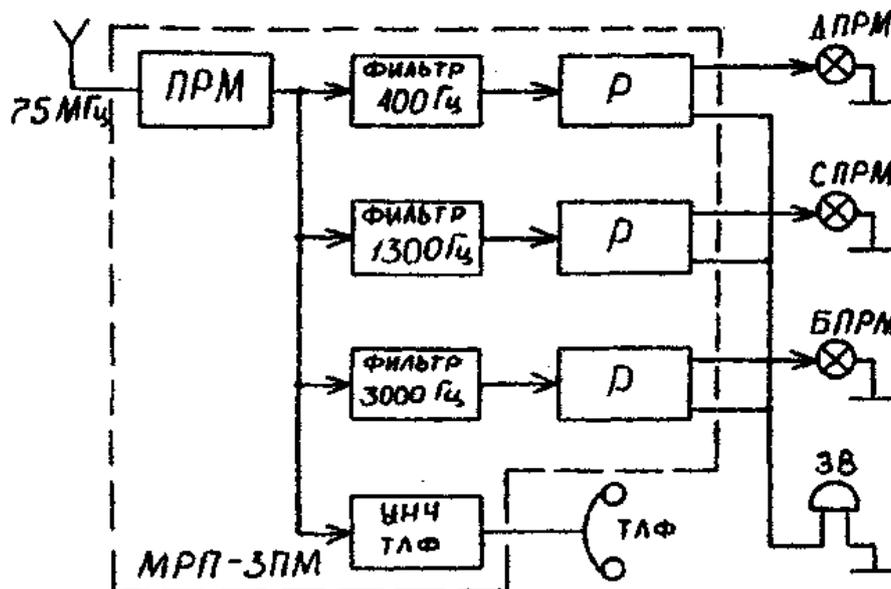


Рис. 2.9. Структурная схема маркерного канала КУРС МП-2.

усилитель низкой частоты телефонов (УНЧ ТЛФ), где усиливается и подается в телефоны экипажа, которые слышат манипулированный низкочастотный сигнал данной частоты (например, шесть точек - пролетаем ближний маркерный маяк).

2.3. Состав аппаратуры КУРС МП-2

Аппаратура КУРС МП-2 состоит из двух полукомплектов (см. рис. 2.10).

В ее состав входят как идентичные блоки в двух экземплярах, так и блоки в единственном экземпляре. На рис. 2.10 представлен комплект КУРС МП-2:

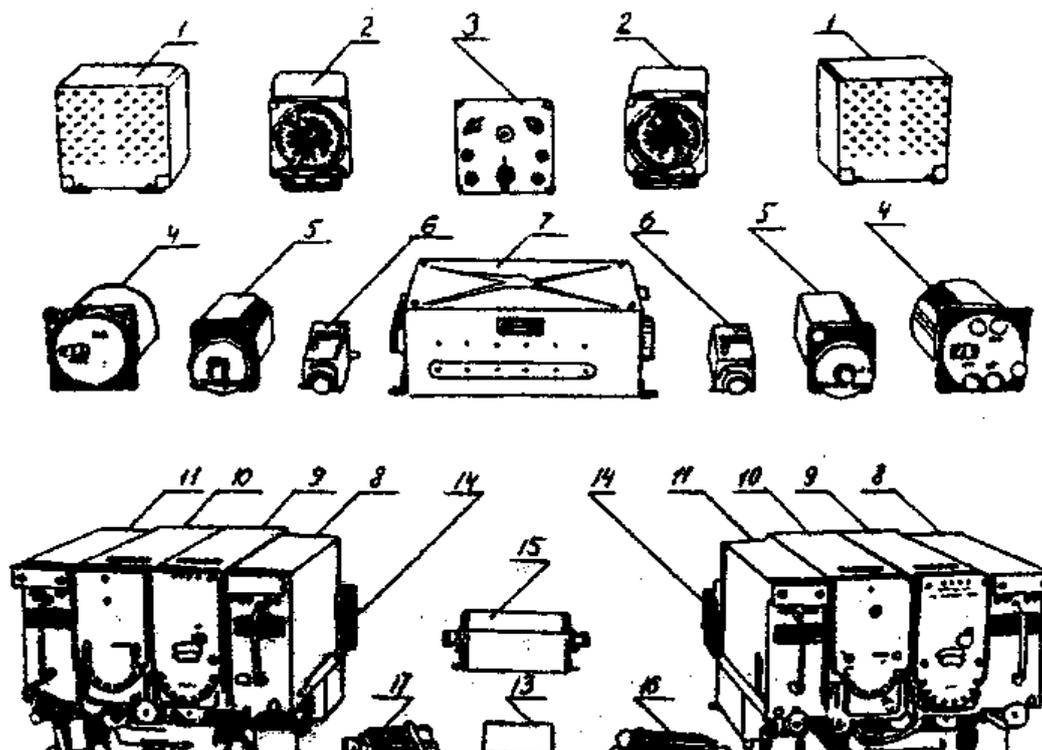


Рис. 2.10. Состав оборудования КУРС МП-2.

Моноблок одного полукомплекта:

- 8 - глассадный радиоприемник ГРП-20ПМ,
- 9 - навигационное устройство УН-2П,
- 10 - курсовой радиоприемник КИП - 200 ПМ,
- 11 - маркерный радиоприемник МРП - 3ПМ,
- 12 - блок сигналов готовности ВСГ,
- 14 - амортизационная рама с распределительной коробкой.

Блоки, входящие в состав в двух экземплярах (для каждого полукомплекта свой блок):

- 1 - блок усилителей полупроводниковый БУПЗ,
- 2 - индикатор курсовых углов ИКУ-1А,
- 4 - селектор курса СК,
- 5 - блок управления ВУ,

6 - блок переключения питания ПП.

Блоки системы КУРС МП-2 в единственном экземпляре:

3 - селектор систем (режимов) СС,

7 - блок коммутации К,

13 - блок установки электрического баланса и контроля нуля (блок баланса СП-50) УБМ,

15 - фильтр нижних частот,

16 - делитель мощности ВО - 009М,

17 - делитель мощности ВО - 010.

2.4. Малогабаритный имитатор маяков МИМ-66

Для проверки аппаратуры КУРС МП-2 на соответствие НТП (норм технических параметров) применяются имитаторы маяков МИМ-66, ЛИМ-70.

Наибольшее применение нашел МИМ-66, который позволяет провести проверку и на самолете (без снятия блоков КУРС МП-2) и в лаборатории АТБ. Для выполнения лабораторной работы необходимо знать назначение органов управления имитатора МИМ-66.

Включение МИМ-66 осуществляется включением тумблера "27 В - откл."

Выход имитатора (высокочастотный разъем "Выход") соединяется высокочастотным кабелем с входом соответствующего приемника КРП, ГРП, МРП (высокочастотные разъемы на амортизационной раме моноблока против соответствующего приемника).

Проверка работы МИМ-66 производится включением (в верхнее положение) тумблера "Самоконтроль". На вольтметре стрелка устанавливается на риску. В случае отклонения от риски производится регулировка потенциометром "Уровень ВЧ". После проверки переключатель установить в нижнее положение.

В верхней части имитатора приведена таблица.

Первая сверху строка "Курс" - приведены частоты КРП в режиме посадки. Вторая строка "Глисс. СП" - соответствующие им частоты глиссадного приемника ГРП в режиме СП-50 (т.к. в КУРС МП-2 устанавливается оператором только частота КРП, частота же ГРП устанавливается автоматически - каждой частоте КРП соответствующая частота ГРП). Третья строка "Глисс. ILS" - соответствующие частоты ГРП в режиме "ILS".

Нижняя часть таблицы (четыре строки) показывают уровень (величину, значение) выходного сигнала имитатора в милливольтках ("МВ") при различных режимах проверки ("КУРС", "Глисс", "Маркер" при установке галетных переключателей (2 шт.) "ЗАТУХАНИЕ" (находятся внизу имитатора) в соответствующее положение.

Например, проверяя КРП, нужно установить сигнал на выходе МИМ-66 равный 1 мВ. Смотрим таблицу. В строке "МВ" под цифрами "1,0" в строке "КУРС" указано значение "53,0". Соответственно устанавливаем галетные переключатели: левый на "3", правый на "50". Этим самым мы установили затух-

хание 53 дБ и на выходе имитатора будет сигнал равный 1мВ. Аналогично производится установка величины выходного сигнала при проверке ГРП (строка "Глисс"), МРП (строка "Маркер"). Галетным переключателем "Частота глиссады" устанавливается частота несущей МИМ-66 при проверке ГРП.

Галетными переключателями "Частота курса" устанавливается значение несущей частоты при проверке КРП (как в режиме "VOR", так и в режиме "Посадка").

При помощи галетного переключателя режимов устанавливается сигнал для проверки приемников (КРП, ГРП, МРП) в соответствующем режиме работы:

"СП-К" - курсовой приемник КРП в режиме СП-50;

"СП-Г" - глиссадный приемник ГРП в режиме СП-50;

"М 400" - маркерный приемник МРП, имитируется сигнал пролета дальнего маркера;

"М 1300" - МРП, имитируется сигнал пролета среднего маркера;

"М 3000" - МРП, имитируется сигнал пролета ближнего маркера;

"ILS-L" - курсовой приемник КРП в режиме ILS;

"ILS-G" - глиссадный приемник ГРП в режиме ILS;

"VOR." - курсовой приемник КРП в режиме VOR.

В рамках "Азимут" (правая сторона панели) галетным переключателем устанавливается значение имитирующего азимута (от 0° до 360° через 45°) при проверке режима VOR. Две кнопки (под этим переключателем) позволяют имитировать азимут - 8° (левая) и + 8° (правая) путем нажатия этих кнопок.

Кнопка "Контроль питания" служит для проверки питающего напряжения + 27 В (при нажатии стрелка вольтметра показывает напряжение +27 В). В левой части панели в рамке "Отклонение" галетным переключателем устанавливается имитация отклонения самолета от ЛК и ЛГ для ГРП и КРП при посадке ("0" - на линии курса или глиссады; "КР" - круг, т.е. стрелка в пределах круга прибора КППМ (ПНП); 1Т, 2Т, 3Т, 4Т, 5Т - одна точка, две точки и т.д. отклонения стрелки на КППМ). Сторона отклонения устанавливается нижним переключателем.

2.5. Порядок проведения работы

ВНИМАНИЕ! Перед выполнением работы обязательно согласовать с преподавателем перечень необходимых проверок.

Проверка КУРС МП-2 производится на режимах: маркер, VOR, СП-50, ILS. В режиме VOR работает маркерный и курсовой каналы. В режимах СП-50 и ILS работают курсовой, глиссадный и маркерный каналы. Перечень параметров, которые необходимо проверить в процессе выполнения работы, **обязательно** согласовать с преподавателем.

2.5.1. Проверка в режиме VOR

В этом режиме проводится проверка технических параметров:

1. Точность установки линии заданного пути на селекторе курса.
2. Угловая чувствительность.
3. Точность индикации текущего азимута и курсовых углов.
4. Уровень напряжения телефонного выхода КРП-200П.
5. Уровень срабатывания бленкера.
6. Проверка работы АРУ КРП-200П.

Проведем проверку параметров 1, 2, 5. Для этого соединить высокочастотный разъем "Выход" имитатора МИМ-66 высокочастотным кабелем с разъемом "1Ф2"/"2Ф2" одного из полукомплектов (к этому разъему подключается курсовая антенна). Включить МИМ-66 (тумблер "27 - ОТКЛ" в положение "27"). Нажать кнопку "Контроль питания" - стрелка прибора МИМ-66 должна установиться в черный сектор (26 - 30 В). Переключатель "Самоконтроль" - "Уровень ВЧ" в положение "Самоконтроль" - стрелка прибора устанавливается в черный сектор СК.

Переключатель "Самоконтроль" - "Уровень ВЧ" в положение «Уровень ВЧ» - потенциометром «Уровень ВЧ» установить стрелку в черный сектор "УР ВЧ".

Галетный переключатель режимов установить в положение "VOR". С помощью галетных переключателей "Частота курса" установить частоту 112,00 МГц.

Переключателями "Затухание" установить максимальное затухание сигнала, подаваемого с МИМ-66 на вход КРП-200П (левый переключатель на деление "10", правый - на деление "100"). Переключатель "Азимут" в положение "0".

На лицевой панели стенда:

Включить питание +27 В, 115 В 400 Гц. На СС переключатель "1 - СОВМ - 2" в положение "1", если кабелем МИМ-66 подключили к первому полукомплекту и в "2", если подключен второй полукомплект.

На БУ установить частоту 112,00 МГц.

1. Проверка уровня срабатывания бленкера.

Переключателями "Затухание" на МИМ-66 уменьшаем затухание сигнала имитатора (увеличиваем тем самым уровень сигнала на входе КРП) дискретным переключением влево до момента срабатывания бленкеров (на КППМ закрываются бленкеры "К", на СС гаснет лампочка "К1" проверяемого первого полукомплекта, на СК загорается табло "НА" или "ОТ"). Отсчитываем затухание на этих переключателях в дБ. По нижней таблице МИМ-66 переводим отсчитанные значения в микровольты. Порог срабатывания бленкеров должен быть не более 10 мкВ.

2. Проверка угловой чувствительности.

На МИМ-66 устанавливаем переключатели "Затухание" в положение при котором устойчиво сработали бленкеры (уровень сигнала \approx на 20-30 дБ больше порога срабатывания бленкеров).

На лицевой панели стенда переключатель " Δ К " в нижнее положение (находится под лампочкой " VOR "), переключатель " Δ Г " - " Δ К " (расположен между двумя парами клемм) в положение " Δ К " (вправо), переключатель "50 мкА" - "250 мкА" (находится под микроамперметром - в положение "250 мкА" (вправо).

Задать на имитаторе "Азимут" - "+ 8°" (нажать кнопку "+8 °"). По микроамперметру произвести отсчет тока (который протекает через катушку КППМ - $R_{кат} = 1$ кОм). Он должен быть равен 250 мкА ± 10 %.

3. Проверка точности установки линии заданного пути.

В этом случае проверяется соответствие значений азимута на имитаторе значениям курса на СК.

На МИМ-66 установить "Азимут", равный 90°.

На СК установить переключатели в положение "НА". Ручкой СК установить курс, при котором стрелка КППМ установится в среднее положение, (значение курса на СК около 90°).

Сравнить значения курса на СК и значения "Азимут" на МИМ-66. Расхождения не должны быть больше $\pm 2^\circ$.

Произвести аналогичную проверку при значениях "Азимут" на МИМ-66-0°, 180°, 270°.

2.5.2. Проверка курсового канала в режимах ILS и СП-50.

В режиме ILS в курсовом канале проверяются параметры:

1. Электрический баланс.
2. Угловая чувствительность.
3. Уровень срабатывания бленкеров.
4. Проверка резервирования.

Проведем проверку 1, 2, 3 параметров курсового канала в режиме " ILS ".

1. Для проверки электрического баланса на МИМ-66 устанавливаем:

- режим " ILS-L";
- "частота курса" - значение 109,5 МГц;
- "затухание" - значение 53,0 дБ;
- "отклонение" - в положение "0";
- "влево - вправо" - в положение "0".

На стенде:

- на БУ установить 109,5;
- на СС " ILS-СП-50" в положение " ILS".

По аналогии с проверкой в режиме VOR , производим измерение протекающего через обмотку тока. Он должен быть ± 5 мкА (регулировка потенциометром "баланс ILS " на передней панели УН-2П).

Для проверки угловой чувствительности на МИМ-66 переводим переключатель "Отклонение" в положение "ЗТ", переключатель "влево - вправо" - в положение "влево" или "вправо". Измеряем ток через обмотку прибора КППМ. Он должен быть $150 \text{ мкА} \pm 10 \%$ (регулировка потенциометром "чувств. ILS" на передней панели УН-2П).

Проверка уровня срабатывания бленкера производится следующим образом:

- оба переключателя "Затухание" устанавливаем в положение "10" и "100";
- плавно уменьшая затухание выходного сигнала МИМ-66 (вращение переключателей "Затухание" влево, против часовой стрелки), наблюдаем момент срабатывания бленкеров "К" на КППМ (на СС гаснет красная лампочка "К1");
- отсчитываем значение затухания по ручкам "Затухание";
- по таблице на лицевой панели МИМ-66 по горизонтали "КУРС" (значения затухания в дБ) и горизонтали "МВ" (значение выходного сигнала в милливольтах) находим величину выходного сигнала МИМ-66. Он должен быть не более 10 мкВ. В режиме

СП-50 в курсовом канале проверяются параметры:

1. Электрический баланс.
2. Угловая чувствительность.
3. Уровень срабатывания бленкера.
4. Фазовый сдвиг.
5. Проверка резервирования.

Проведем проверку 1, 2, 3 из вышеуказанных параметров курсового канала в режиме СП-50.

1. Проверка электрического баланса в СП-50 подразумевает проверку пределов регулировки электрического баланса (т.к. электрический нуль курсового канала в режиме СП-50 устанавливается на "0" членом экипажа). На МИМ-66 установить:

- режим "СП-К";
- "отклонение" - в положение "ЗТ".
- "влево - вправо" - в положение "влево" или "вправо".

На стенде, на СС " ILS -СП-50" - в положение "СП-50". Для проверки данного параметра необходимо нажать кнопку "баланс СП-50" первого полукомплекта (на блоке баланса СП-50) и в нажатом положении повернуть ее влево до упора. Не отпуская кнопку, измерить ток через КППМ. Он должен быть не менее 30 мкА.

Нажать кнопку и повернуть вправо до упора. Также измерить ток. Он должен быть не менее 30 мкА. При измерении учитывать, что ток через микроамперметр меняет свое направление на противоположное.

Проверка угловой чувствительности производится путем измерения тока, протекающего через КППМ. Ток должен быть $250 \text{ мкА} \pm 10\%$ (регулировка потенциометром "Чувствит. СП-50" на передней панели УН-2П).

Проверка уровня срабатывания бленкера производится аналогично про-

верке в режиме ILS . Значение уровня выходного сигнала МИМ-66 должно быть также не более 10 мкА.

2.5.3. Проверка глиссадоого канала в режимах ILS и СП-50

В режиме ILS в глиссадном канале проверяются те же параметры, что и курсового канала: электрический баланс, угловая чувствительность, уровень срабатывания бленкера, проверка резервирования. Установим на МИМ-66:

- режим ' ILS -G";
- "частота глиссады" - 332,6 МГц;
- "затухание" - значение 56,0;
- "отклонение" - в положение "0";
- вниз-вверх" - в положение "0".

На стенде:

- на БУ установить 109,5 (что соответствует частоте ГРП-20ПМ -332,6 МГц);
- на СС " ILS - СП-50" в положение " ILS ";
- отсоединить высокочастотный кабель (соединяющий "Выход" МИМ-66 с моноблоком КУРС МП-2) от входа курсового приемника КРП-200П и подсоединить к входу глиссадного приемника ГРП-20ПМ (разъем "1Ф3/2Ф3").

1. Стабильность электрического нуля.

После срабатывания бленкеров и погасания красной лампочки "Г1" на СС произвести измерение тока через КППМ (Δ Г), который должен быть не менее 10 мкА.

2. Угловая чувствительность.

Устанавливаем на МИМ-66 "Отклонение" в положение "ЗГ", "вниз-вверх" - в положение "вверх" или "вниз". Измеряем ток через КППМ. Он должен быть $132 \text{ мкА} \pm 10 \%$ (регулировка потенциометром "чувств." на передней панели ГРП-20ПМ).

3. Уровень срабатывания бленкера.

На имитаторе переключателя "Затухание" устанавливаем в положения "10" и "100" (максимальное затухание выходного сигнала МИМ-66). Плавно увеличивая выходной сигнал имитатора (вращая ручки "Затухание" влево, против часовой стрелки), наблюдаем момент срабатывания бленкеров (закрывается "Г" на КППМ, гаснет красная лампочка "Г1" на СС). По таблице на МИМ-66 по горизонтали "Глисс." (значение затухания в дБ на МИМ-66) находим наше полученное значение и отсчитываем соответствующее ему значение в строке "МВ" (величина выходного сигнала МИМ-66 в мВ). Это значение должно быть не более 50 мкВ.

Проверка глissадного канала в режиме СП-50 аналогична проверке в режиме ILS. Полностью аналогичны как сами параметры, так и их номинальные и допусковые значения.

Обычно проверка глissадного канала проводится в одном режиме: или "ILS" или СП-50 (т.к. сигнал, подаваемый на вход глissадного канала, аналогичен в обоих режимах).

2.5.4. Проверка маркерного канала

Проверяются технические параметры:

- чувствительность;
- уровень напряжения основного телефонного выхода:
- уровень напряжения дополнительного телефонного выхода.

Проведем проверку только одного параметра - чувствительности (как в режиме "Маршрут", так и в режиме "Посадка"). Для этого установить на МИМ-66:

- режим "M400";
- "затухание" в положение "100" и "10"

На стенде:

- отсоединить высокочастотный кабель от входа ГРП-20ПМ и подсоединить ко входу МРП-ЗПМ (разъем "1Ф1/2Ф1");
- на СС переключатель "Маршрут - Посадка" - в положение "Маршрут".

Уменьшая плавно затухание (по аналогии с предыдущими проверками), наблюдать момент загорания лампочки "400 Гц" на стенде. Произвести отсчет значения выходного сигнала МИМ-66, пользуясь горизонталями "МВ" и "Маркер" на таблице лицевой панели МИМ-66 (по аналогии с предыдущими проверками). Это значение должно быть не более 0,15 мВ.

Перевести переключатель "Маршрут - Посадка" в положение "Посадка". Должна погаснуть лампочка "400 Гц" на стенде.

Продолжить плавное уменьшение затухания выходного сигнала МИМ-66 переключателями "Затухание". Наблюдать момент вновь загорания лампочки "400 Гц". Произвести отсчет значения выходного сигнала (горизонтали "МВ" и "Маркер" МИМ-66). Это значение должно быть $1 \text{ мВ} \pm 0,4$.

Произвести аналогичную проверку чувствительности маркерного канала для:

- маркера, работающего на частоте модуляции 1300 Гц (на МИМ-66 переключатель режимов в положение M1300);
- маркера, работающего на частоте модуляции 3000 Гц (переключатель режимов МИМ-66 в положение M3000). Для всех маркеров значение чувствительности МРП-ЗПМ в режиме "Маршрут" должно быть не более 0,15 мВ, в режиме "Посадка" - $1 \text{ мВ} \pm 0,4$.

Выключить имитатор МИМ-66 и стенд проверки КУРС МП-2.

2.6. Содержание отчета

Название работы и ее цель.

Назначение, состав, органы управления, теоретические сведения (коротко, своими словами) - предварительно согласовать с преподавателем.

Нарисовать вид (эпюру) каждого сигнала, подаваемого с МИМ-66 при выполнении лабораторной работы.

Перечень контролируемых параметров, их номиналы, допуски, результаты контроля.

Выводы по каждому пункту выполненной лабораторной работы.

Окончательные выводы по всей работе.

2.7. Контрольные вопросы

1. Назначение и применение экипажем навигационно-посадочной системы КУРС МП-2.

2. Принцип действия режимов КУРС МП-2.

3. Основные тактико-технические данные КУРС МП-2. Комплектность.

4. Режимы работы: ILS, СП-50, VOR . Поясните их особенности.

5. Прохождение сигналов в каналах СП-50-курс, ILS-курс, СП-50-глиссада, ILS -глиссада и маркерного канала.

6. Рассказать структурную схему ГРП, КРП, МРП. Нарисовать вид сигнала (эпюру) в любой точке схемы.

7. Назначение органов управления КУРС МП-2.

8. Назначение и применение имитатора МИМ-66.

9. Органы управления МИМ-66.

10. Рассказать методику измерения конкретного технического параметра данного канала в определенном режиме.

11. Что такое амплитудная и частотная модуляции?

12. Нарисуйте эпюру сигнала, поступающего на вход ГРП, КРП, МРП в режиме "Посадка" при нахождении самолета влево (вправо) относительно линии курса, вверх (вниз) относительно глиссады при ILS и СП-50.

13. Покажите нахождение потенциометров регулировки, указанных при выполнении лабораторной работы.

Лабораторная работа №3

Компоновка РЭО и антенн на ВС

Принципы компоновки антенн

Основные требования к компоновке антенн на ВС сводятся к обеспечению:

- требований к ДН, поляризации и электромагнитной совместимости РЭО и удобству эксплуатации;
- заданной дальности действия сопрягаемой с антеннами аппаратуры на любой частоте в соответствии с НТД на бортовое оборудование данного типа ВС;
- работы антенн в условиях обледенения и электростатических разрядов, а также защиты их от ударов молнии.

Антенное согласующее устройство должно иметь массу и габариты, позволяющие разместить его в непосредственной близости от антенны. Допустимо разделение согласующего устройства на два блока с тем, чтобы элементы настройки антенны размещались непосредственно возле антенны, а элементы связи – на некотором удалении.

Компоновка антенн на ВС выполняется с учетом указанных общих требований. При компоновке приходится исходить из компромиссных соображений и принимать во внимание такие факторы, как аэродинамическое сопротивление, вносимое антеннами; сохранение ДН, антенны при ее установке на ВС; обеспечение заданного уровня ЭМС; минимальное ухудшение энергетических возможностей и дальности действия РЭА и удобство эксплуатации.

Аэродинамическое сопротивление, вносимое антеннами, снижается при использовании не выступающих антенн, конструкция которых должна приводить к минимальному ослаблению прочности ВС. Такие антенны размещают в наименее напряженных местах конструкции данного ВС. Выступающие антенны должны иметь минимально возможные размеры и располагаться вдоль воздушного потока.

Направленные свойства антенн изменяются при установке на ВС. Экранирующее действие конструкции ВС приводит в ряде случаев к необходимости использования двух антенн для одного РЭУ, одна из которых обслуживает верхнюю (или левую) полусферу ВС, а другая – нижнюю (или правую) полусферу. Антенны РЭА, чувствительные к влиянию имеющихся на борту переизлучателей, размещают по возможности дальше от других антенн или выступающих элементов конструкции ВС. Рациональной мерой является размещение таких антенн вблизи от электрического центра ВС, где в силу продольной симметрии ВС действие переизлучателей минимально. Подобное размещение, например, целесообразно для рамочной антенны АРК. Эту антенну, а также антенну ДИСС, которые представляют собой элементы измерительной

системы, необходимо тщательно юстировать относительно продольной оси ВС. Антенна ДИСС требует юстировки и в вертикальной плоскости.

При размещении на ВС могут измениться и остронаправленные ДН радиолокаторов и других устройств. Для предупреждения искажений ДН размеры выреза для антенны должны быть такими, чтобы обеспечивался определенный зазор между краем ДН и краем выреза в обшивке. При размещении антенны МНР, например при любом положении антенны во время обзора (сканирования), угол δ между нормалью к крайней точке отражателя (рефлектора) антенны и вырезом в обшивке должен быть не менее $2...3^\circ$ (см рис.3.1).

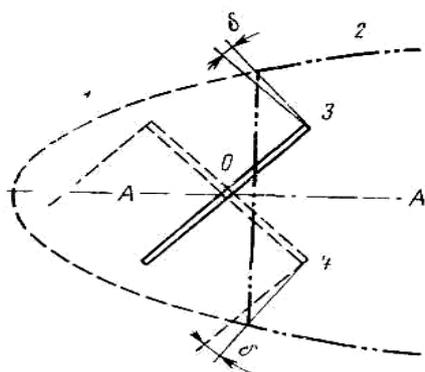


Рис. 3.1 Построение контура выреза в носовой части фюзеляжа самолета для сканирующей антенны МНР:

1 – контур обтекателя антенны; 2 – контур обшивки самолета; 3, 4 – крайние положения антенны при сканировании (А–А – продольная ось самолета; О – ось поворота антенны)

Электромагнитная совместимость может ухудшиться из-за взаимосвязи между антеннами. Для уменьшения взаимовлияния следует разносить антенны РЭУ, одновременно работающие на близких частотах. Этой мерой достигается увеличение развязки между антеннами. Нормируемые значения развязки составляют 20 дБ в диапазоне ГКМВ и ДКМВ волн и 40...50 дБ в диапазоне УКВ. Увеличение развязки до 70...80 дБ требуется для нормальной работы радиовысотомера и ДИСС. Улучшению ЭМС способствует такая ориентация антенн (если она возможна), при которой минимумы их ДН располагаются по линии, соединяющей взаимодействующие антенны.

Проверить степень ЭМС при выбранном размещении антенн можно только на модели ВС или при натурных испытаниях.

Сохранение энергетических возможностей РЭА достигается приближением антенн к месту размещения сопрягаемой с ними аппаратуры. Важным является определение, какому из элементов оборудования (РЭА или антенне) следует отдать предпочтение: можно выбрать место расположения РЭА (например, в общем техническом отсеке) и приблизить к нему антенну или выбрать расположение антенны, наиболее благоприятное для обеспечения аэродинамических требований и условий ЭМС, и приблизить к ней сопрягаемую аппаратуру. Согласующее устройство, предназначенное для настройки антенны, располагают как можно ближе к соответствующей антенне.

Удобство технического обслуживания требует наличия свободного доступа к разъемам, соединяющим антенну с аппаратурой. Предусматриваются

специальные лючки, через которые можно проверить крепление разъемов. Соединение антенны с фидерным трактом и аппаратурой должно обеспечивать возможность легкой расстыковки и подсоединения измерительной аппаратуры.

Особенности компоновки антенн на ВС обусловлены диапазоном радиоволн, в котором работает сопрягаемая с ними аппаратура, и типом ВС (самолет, вертолет), на котором они размещаются.

Антенны гектометровых и километровых волн представляют собой, как правило, приемные антенны с ненаправленной или слабонаправленной диаграммами. Наиболее часто в качестве ненаправленной используется шлейфовая антенна (АРК), являющаяся устройством связи с основным принимающим элементом антенны – корпусом ВС. Слабонаправленные антенны реализуют обычно на основе рамочных антенн с поворотной ДН (АРК, РСДН).

Отсутствие на ВС передающих антенн, работающих в данных диапазонах, облегчает решение проблемы ЭМС, а работа в режиме приема снимает вопросы электрической прочности антенны. Низкая частота принимаемых сигналов позволяет удалять антенны от соответствующей РЭА практически на любое расстояние, возможное в пределах ВС.

Выбор места установки шлейфовой антенны определяется, в основном, наличием свободного от других антенн участка фюзеляжа соответствующей длины. Лобовое сопротивление антенны мало из-за небольшой высоты выступающей части антенны и дополнительно снижается с помощью обтекателя. Рамочные антенны для снижения лобового сопротивления помещают в углубления в корпусе ВС, закрывая их радиопрозрачным материалом. Рамочную антенну АРК располагают в электрическом центре ВС. На дозвуковых самолетах вследствие влияния киля и стабилизатора электрический центр смещается от физического центра в сторону хвостового оперения. Смещение возрастает при верхнем расположении стабилизатора. На одновинтовых вертолетах электрический центр находится впереди главного редуктора. При размещении приемных антенн РСДН следует избегать близости антенны и соответствующих фидерных линий от мощных источников переменного тока, так как помехи с частотой бортовой сети переменного тока могут привести к нарушению работы аппаратуры РСДН.

Антенны декаметровых волн представляют собой приемопередающие устройства, предназначенные для возбуждения корпуса ВС или отдельных его частей. Тип и место установки декаметровой антенны определяются в основном требованиями к ДН антенны и особенностями конструкции ВС. От выбора места размещения зависит и излучаемая (принимаемая) мощность, так как меняется степень связи антенны с соответствующими конструктивными элементами ВС. Коэффициент связи увеличивается при размещении антенны в местах максимальной концентрации токов, например вблизи поверхностей с наименьшим радиусом кривизны. Согласующее устройство или его элементы настройки размещают непосредственно возле антенны с целью повышения ее к. п. д.

Антенны метровых волн представляют собой самостоятельные излучатели электромагнитной энергии, ДН которых формируется с участием корпуса ВС. Поэтому такие антенны устанавливают на сравнительно ровных участках фюзеляжа диаметром не менее 0,2 длины волны. Для антенн метрового диапазона характерны дифракционные искажения ДН, обусловленные экранирующим действием корпуса ВС, и интерференционные искажения, вызванные переизлучением энергии элементами ВС. Диаграмму, близкую к круговой, в одной из полусфер на частотах, меньших 120 МГц, можно получить при установке антенны вблизи электрического центра ВС. Интерференционные явления возрастают с приближением антенны к концам фюзеляжа, приводя к глубоким провалам в ДН антенны.

Антенны дециметровых и сантиметровых волн по своим характеристикам подобны наземным антеннам, устанавливаемым над идеально проводящей поверхностью. Это свидетельствует о том, что на параметры такой антенны оказывает влияние только экранирующее действие элементов конструкции ВС. Интерференционные искажения в этом диапазоне маловероятны. Поэтому требования к месту установки антенн рассматриваемого диапазона менее критичны.

Вертолетные антенны (см. рис.3.2) любого диапазона требуют более тщательного выбора места установки. Это связано со сложностью формы вертолета, меньшими его размерами и большим числом выступающих деталей конструкции (стойки и колеса шасси, крыло, несущий винт, автомат перекоса и т. п.).

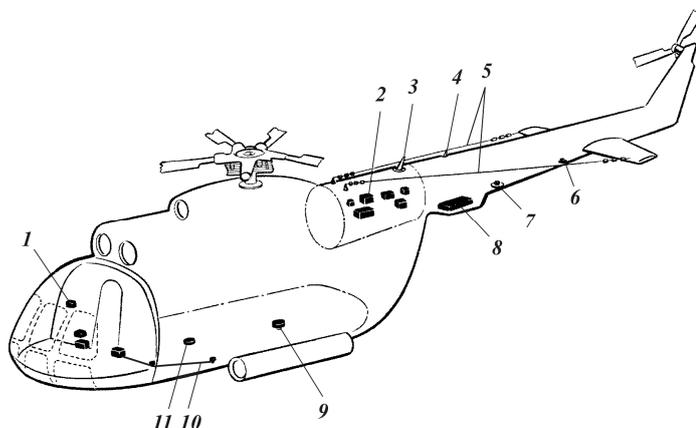


Рис. 3.2 **Размещение РЭО и антенн на вертолете Ми-8:**

1 – этажерка с блоками РЭО за правым пилотом (СПУ, АРК, АРК УКВ); 2 – отсек РЭО (РСБС, РСДС, РВ, блоки ДИСС); 3 и 4 – антенны РСБС (метрового и дециметрового диапазонов); 5 – антенна РСДС; 6 и 7 – передающая и приемная рупорные антенны РВ; 8 – моноблок ДИСС с антенной; 9 – антенный блок АРК УКВ; 10 и 11 – ненаправленная и рамочная антенны АРК

Малые размеры поверхностей, на которых располагается антенна, могут приводить к искажениям ДН. Отрицательное влияние на параметры РЭО оказывает применяемая на некоторых вертолетах разборная конструкция. Наличие в обшивке вертолета стыков с плохим электрическим контактом, а также элементов (дверей, съемных панелей и т. д.) с переменным электрическим контактом вызывает значительное изменение электрических характеристик антенн и появление электрического шума. Эти обстоятельства являются отличительным признаком ДН одной и той же антенны самолета и вертолета. К особенностям вертолетных антенн можно отнести и ослабление требований к аэродинамическому сопротивлению и механической прочности антенн.

Поэтому на вертолете можно использовать выступающие антенны, более простые по конструкции и практически не снижающие его механическую прочность. На вертолетах соосной конструкции имеется возможность установки антенн на хвостовых шайбах, а на вертолетах поперечной схемы – на киле.

Повышение электромагнитной совместимости (ЭМС) при компоновке оборудования достигается пространственным разнесом (в пределах выделенного для РЭО места) аппаратуры, работающей на близких частотах, и особенно удалением от мощных импульсных устройств другой аппаратуры. Из этих соображений передатчик (или блок приемопередатчика) радиолокатора целесообразно размещать в носовом отсеке ВС непосредственно за антенной радиолокатора. При такой компоновке сокращается длина волновода и уменьшаются потери энергии.

При прокладке кабельных линий к РЭА и другому оборудованию избегают соседства линий передачи мощных импульсных сигналов и линий электропитания и передачи сигналов слаботочной аппаратуры.

Удобство эксплуатации РЭО включает меры по облегчению работы экипажа и меры, направленные на облегчение технического обслуживания оборудования.

Меры по облегчению работы экипажа связаны с размещением органов управления, контроля и индикации в пределах зоны рабочих мест экипажа, что представляет собой самостоятельную задачу. Удаление аппаратуры от кабины экипажа сопряжено с увеличением длины и массы проводов и ростом вероятности наводки на них мешающих сигналов других устройств.

Меры, облегчения технической эксплуатации должны предусматривать свободный доступ в отсеки, где размещена аппаратура, а также к самой РЭА вне зависимости от того, загружено или нет ВС. Предусматривается возможность демонтажа и монтажа РЭА и подключения к ней контрольно-проверочной аппаратуры. Для обслуживания РЭА, установленной вне отсеков, необходимы специальные люки, конструкция которых не должна допускать проникновения влаги, топлива и масла к местам установки аппаратуры. Если при проверке аппаратуры необходима телефонная связь с кабиной экипажа, то в местах размещения РЭА устанавливаются абонентские точки (розетки) СПУ. Обязательное условие размещения оборудования и обслуживающих его ка-

бельных линий – свободный доступ к разъемам, с помощью которых аппаратура соединяется с кабелями, а отдельные кабели друг с другом.

Размещение аппаратуры и те аспекты технического обслуживания, которые связаны с заменой аппаратуры одного типа на другой (например, при вводе новых более совершенных систем), существенно облегчаются при стандартизации блоков РЭА. Снижаются и материальные затраты при переоборудовании ВС, которые соизмеримы при отсутствии стандартизации со стоимостью устанавливаемого оборудования. Аппаратура должна быть стандартной не только по размерам, но и по конструкции и кабельной проводке.

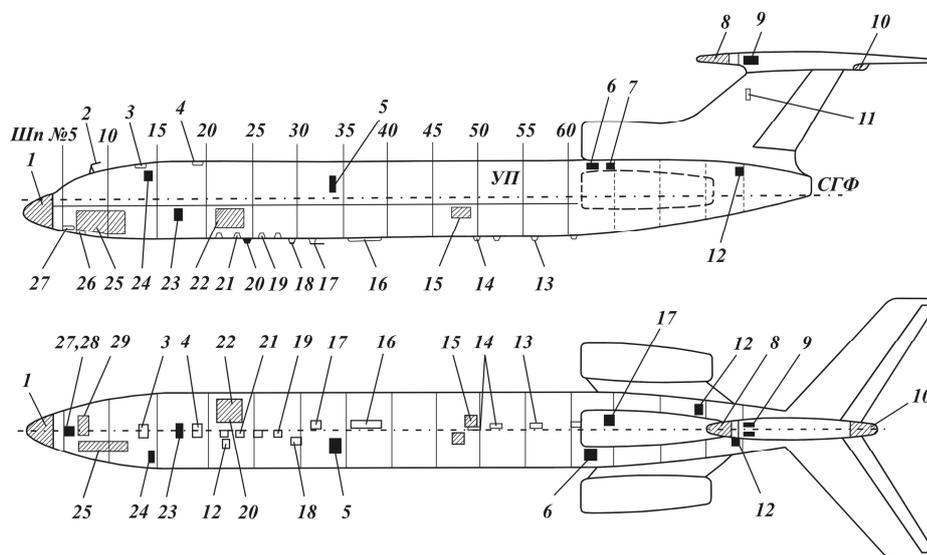
Основные виды компоновки РЭО сформировались на основе опыта проектирования, производства и эксплуатации ВС различных классов. Различают три варианта размещения РЭО: сосредоточенный, распределенный и смешанный. Примеры компоновки РЭО на самолетах и вертолетах ГА приведены на рисунках.

Сосредоточенный вариант предусматривает размещение РЭА группами, в состав каждой из которых входит аппаратура, обслуживающая данный бортовой комплекс. Группы располагаются в одном или двух отсеках на специальных этажерках, что облегчает техническое обслуживание РЭА. При сосредоточенном варианте компоновки упрощается охлаждение аппаратуры, снижаются длина и масса межблочной кабельной проводки, упрощается техническое обслуживание. К недостаткам этого варианта можно отнести усложнение проблемы ЭМС, удлинение высокочастотных линий связи с антеннами и рост потерь энергии при ее передаче. Могут возникнуть трудности и при центровке ВС. Эти недостатки меньше сказываются при использовании двух технических отсеков, находящихся в передней и хвостовой частях фюзеляжа. Несмотря на отмеченные недостатки, сосредоточенный вариант компоновки РЭО приобретает на самолетах I и II классов характер стандартного варианта.

Распределенный вариант размещения РЭО характерен для легких самолетов с относительно небольшой высотой полета и вертолетов. При этом варианте компоновки определяющим является приближение РЭА к соответствующим антеннам. Аппаратуру располагают вдали от источников тепла, мест скопления влаги и зон интенсивной вибрации. Данный вариант компоновки приводит к улучшению энергетических возможностей РЭА, но усложняет проблему создания нормальных климатических условий ее работы и техническое обслуживание оборудования.

Смешанный вариант компоновки РЭО представляет собой сочетание сосредоточенного и распределенного вариантов. На любом ВС даже при наличии двух гермоотсеков ряд РЭУ приходится устанавливать вне герметизированной части фюзеляжа, в основном, из-за стремления уменьшить потери энергии в высокочастотных линиях связи аппаратуры с антеннами. К таким РЭУ относятся устройства сантиметрового диапазона (МНР, ДИСС, РВ).

Размещение радиоэлектронного оборудования и антенн на самолете Ту-154



Размещение РЭО и антенн на самолете Ту-154:

1 – антенна МНР, передняя антенна РСБН и СО УВД, курсовая и глиссадная антенны АСП, абонентский аппарат СПУ (АА СПУ) (под радиопрозрачным носовым обтекателем); 2 – антенна УКВ № 1; 3 и 4 – рамочные антенны АРК № 1, 2; 5 – рабочее место первого бортпроводника (РМБП-1); 6 – РМБП-3; 7 – абонентский аппарат СПУ (АА СПУ); 8 – антенна РСДС; 9 – антенные согласующие устройства; 10 – задняя антенна РСБН и СО УВД (под обтекателем); 11 – щелевые антенны СО УВД; 12 – АА СПУ (показаны не все АА); 13 – антенны СД № 1, 2; 14 – антенны СО УВД; 15 – СД № 1, 2 и СО УВД № 1, 2; 16 – шлейфовая антенна АРК; 17 – антенна УКВ № 2; 18 – антенна РСДН № 1; 19 – приемная и передающая антенны РВ № 2; 20 – антенна РСДН № 2; 21 – передающая и приемная антенны РВ № 1; 22 – РСДС № 1, 2; РВ № 1, 2; РСДН № 1, 2; 23 – АРК № 2; 24 – РМБП-2; 25 – основной отсек оборудования (РСБС № 1, 2; АРК № 1; АСП; РСБН; аварийный магнитофон; усилители СГУ); 26 – антенна МРП; 27 – моноблок ДИСС; 28 – приемопередатчик МНР; 29 – блоки МНР и ДИСС; СГФ – строительная горизонталь фюзеляжа

Ультракоротковолновая радиостанция БАКЛАН-5 (ЛАНДЫШ-20)

УКВ радиостанция «Баклан-5» («Ландыш-20») находится в первом техническом отсеке, на средней полке этажерки оборудования, между шпангоутами № 10 и 11 по левому борту, на общей амортизационной раме.

Антенна № 1 расположена в верхней части фюзеляжа в районе шпангоута № 6-8 (чуть дальше кабины пилотов по ходу движения).

Антенна № 2 – в нижней части фюзеляжа в районе шпангоута № 35 (чуть ближе начала крыла), совмещена с не направленной антенной второго комплекта АРК-15.

Основные ТТХ

Диапазон рабочих частот	118 - 135,975 МГц
Выходная мощность передатчика	5 (20) Вт
Чувствительность приемника, не менее	3 (2,5) мкВ

Коротковолновая радиостанция МИКРОН-3В

Моноблоки радиостанции «Микрон-3В» размещены на амортизационной раме, установленной во втором техническом отсеке между шпангоутами № 34-36 по левому борту на этажерке.

Антенна расположена в передней части «сигары» стабилизатора.

Основные ТТХ

Диапазон частот	2 – 23,9999 МГц
Мощность передатчика	400 Вт
Чувствительность приемника	1...3 мкВ

Метеонавигационная радиолокационная станция ГРОЗА-154

Аппаратура метеонавигационного радиолокатора «Гроза-154» расположена в нижней части фюзеляжа, между шпангоутами № 3 и 4 (первый технический отсек прямо по курсу).

Антенна метеонавигационного радиолокатора находится в носовой части фюзеляжа под радиопрозрачным обтекателем.

Основные ТТХ

Рабочая частота	9370±30 МГц
Мощность в импульсе не менее	9 кВт
Чувствительность приемника, не менее	100 дБ/мВт

Самолетный ответчик СОМ-64

Расположен под полом пассажирского салона по центру, между шпангоутами № 46-48.

Две антенны СО RBS расположены в нижней части фюзеляжа в районе шп. № 49 и 52 (чуть ближе начала силовых установок).

Передняя антенна СО УВД находится в носовой части фюзеляжа под радиопрозрачным обтекателем.

Задняя антенна СО УВД в задней части сигары стабилизатора под радиопрозрачным обтекателем.

Щелевые антенны СО УВД на киле.

Основные ТТХ**В режиме УВД:**

Частота запросных сигналов	835; 837,5; 840 МГц
Мощность передатчика	0,2 ... 1,0 кВт
Чувствительность приемника, не менее	84 дБ/мВт
Частота ответных сигналов	730; 740; 750 МГц

В режиме RBS:

Частота запросных сигналов	1030 МГц
Мощность передатчика	0,2 ... 1,0 кВт
Чувствительность приемника, не менее	104 дБ/мВт
Частота ответных сигналов	1090 МГц

**Доплеровский измеритель скорости и угла сноса
ДИСС-013**

Аппаратура «ДИСС-013» расположена в нижней части фюзеляжа, между шпангоутами № 3 и 4 (первый технический отсек прямо по курсу).

Антенны ДИСС – в носовой части фюзеляжа под радиопрозрачным обтекателем.

Основные ТТХ

8800 МГц

Несущая частота	
Выходная мощность передатчика	0,26 Вт
Чувствительность приемника по захвату, не менее	109 дБ/мВт

Автоматический радиокompас АРК-15М

Блок первого полукомплекта установлен в первом техническом отсеке, на верхней полке этажерки оборудования по левому борту, в районе шпангоутов № 12 и 13. Блок второго полукомплекта установлен во втором техническом отсеке, прямо по курсу, в районе шпангоутов № 16 и 17.

Антенны расположены: два комплекта рамочных антенн в верхней части фюзеляжа (за подлицо) в районе шпангоута № 14 и 19 (над люком в первый технический отсек); шлейфовая АРК №1 (ненаправленная) антенна – в нижней части фюзеляжа в районе шпангоута № 36-40 (практически у начала крыла), а АРК №2 чуть ближе в районе шп. № 35 (совмещена с антенной р/с Баклан).

Основные ТТХ

Диапазон частот	150-1799,5 кГц
Чувствительность ПРМ (в режиме «ГЛФ» при соотношении сигнал/шум 6дБ):	
на участке диапазона 150-200 кГц; не хуже	8 мкВ
на участке диапазона 200-1799,5 кГц; не хуже	5 мкВ

Радиовысотомер РВ-5

Блоки «РВ-5» размещены во втором техническом отсеке снизу по левому борту между шпангоутами № 21 и 22.

Два комплекта антенн расположены в нижней части фюзеляжа в районе шпангоута № 22-28.

Основные ТТХ

Диапазон частот передатчика	4,2...4,4 ГГц
Выходная мощность передатчика, не менее	0,4 Вт
Чувствительность приемника по захвату, не менее	90 дБ/мВт

Самолетный дальномер СД-67

Расположен под полом пассажирского салона по центру, между шпангоутами № 47-49.

Две антенны расположены в нижней части фюзеляжа в районе шп. № 56 и 61 (перед началом силовых установок).

Основные ТТХ

Несущая частота передатчика в диапазоне	1025...1150 МГц
Выходная мощность передатчика	0,7...4 кВт
Диапазон рабочих частот приемника	962...1213 МГц
Чувствительность приемника (пороговая), не хуже	116 дБ/мВт

Навигационно-посадочная аппаратура КУРС МП-2

Оба полукомплекта навигационно-посадочной аппаратуры «КУРС МП-2» находятся в первом техническом отсеке, на верхней полке этажерки оборудования между шпангоутами № 9-12 по левому борту.

Курсовая и глиссадная антенны находятся под радиопрозрачным носовым обтекателем. Антенна МРП расположена в нижней части фюзеляжа в районе шп. №7 (прямо под кабиной пилотов).

Основные ТТХ

Курсовой радиоприемник КРП-200П

Рабочий диапазон частот	108,00...117,95 МГц
Чувствительность приемника, не хуже	7,5 мкВ

Глиссадный радиоприемник ГРП-20ПМ

Рабочий диапазон приемника	329,3...335,0 МГц
Угловая чувствительность, не хуже	50 мкВ

Маркерный радиоприемник МРП-3ПМ

Несущая частота	75 МГц
Чувствительность радиоприемника	
режим «посадка», не хуже	1 мВ
режим «маршрут», не хуже	150 мкВ

Радиосистема ближней навигации РСБН-2СА

Блоки «РСБН-2СА» размещены в первом техническом отсеке на нижней, средней и верхней полках этажерки оборудования по левому борту, между шпангоутами № 7-11.

Передняя антенна РСБН (передняя полусфера) расположена в носовой части фюзеляжа под радиопрозрачным обтекателем. *Задняя антенна* РСБН (задняя полусфера) – в задней части сигары стабилизатора под радиопрозрачным обтекателем.

Основные ТТХ

Самолетный запросчик дальности СЗД-М

Диапазон частот	772-800 МГц
Мощность в импульсе	0,4 кВт
Число:	10
частотных каналов кодов	4
частотно-кодированных каналов	40

Приемник СПАД-2

Диапазон частот по каналу:	
азимутальному	905,1...932,4 МГц
дальномерному	936,6...966,9 МГц
Чувствительность приемника по каналу:	
азимутальному	119 дБ/мВт
опорных сигналов	110 дБ/мВт
дальномерному	108 дБ/мВт
позывных	105 дБ/мВт
Дискретность сетки частот	0,7 МГц
Число частотных каналов	40

Блок дальности БД-2А

Пределы измеряемой дальности	0...440 км
------------------------------	------------

Блок измерения азимута (БИА)

Пределы измерения азимута	0...360°
Точность измерения азимута	0,25°

Бортовой аварийный магнитофон МАРС-БМ

Бортовой аварийный магнитофон служит для записи (документирования) переговоров между членами экипажа по СПУ и СГУ и с наземными службами по каналам радиосвязи.

Расположен в первом техническом отсеке.

Основные ТТХ

Число каналов записи	4
Длительность записи	непрерывная
Диапазон частот речевой информации	300...3400 Гц

Бортовой магнитофон АРФА-МБ

Расположен в шкафу, между кабиной и 1 салоном по левому борту.

Бортовой магнитофон «АРФА-БМ» предназначен для воспроизведения музыкальных программ на борту пассажирских самолетов. В аппаратуру входят бортовой четырехдорожечный магнитофон воспроизведения (блок 27А-10) и комплект кассет (блок 27А-30).

Основные ТТХ

Количество каналов воспроизведения	4
Скорость движения носителя при воспроизведении	9,53 м/с
Диапазон рабочих частот	70...8000 Гц
Продолжительность непрерывного звучания в зависимости от толщины носителя	2-3 ч

Аварийная радиостанция Р-855УМ

Расположена в гардеробе кабины экипажа.

Радиостанция Р-855УМ предназначена для связи летчика, члена самолета или вертолета, потерпевшего аварию или совершившего вынужденную посадку, с самолетами и вертолетами спасательной службы и привода их к месту нахождения члена экипажа.

Основные ТТХ

Рабочая частота	121,5 МГц
Мощность передатчика в режиме несущей	не менее 0,13 Вт
Чувствительность приемника	не хуже 25 мкВ

СОДЕРЖАНИЕ

Лабораторная работа №1. Изучение функциональной схемы автоматического радиоконпаса АРК-15 и проверка его технических характеристик	3
Лабораторная работа №2. Изучение бортовой навигационно-посадочной аппаратуры КУРС МП-2.....	12
Лабораторная работа №3. Компоновка РЭО и антенн на ВС.....	31