

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ РСФСР**
**КУЙБЫШЕВСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ им. С. П. КОРОЛЕВА**

ИССЛЕДОВАНИЕ БОРТОВОЙ РЛС ОБЗОРА ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ

КУЙБЫШЕВ 1982

Министерство высшего и среднего специального
образования РСФСР

Куйбышевский ордена Трудового Красного Знамени
авиационный институт им. С.П.Королева

ИССЛЕДОВАНИЕ БОРТОВОЙ РЛС
ОБЗОРА ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Методические указания
к лабораторной работе по курсу "Радиотехнические
системы"

Куйбышев 1982

УДК: 621.396.962 (075.8)

Методические указания предназначены для изучения на лабораторных занятиях принципов построения и конструктивных особенностей обзорных радиолокационных систем на примере самолетной метеонавигационной станции "Гроза". Указания рассчитаны для студентов специальности 0705 ("Конструирование и производство радиоаппаратуры"), но также могут быть полезны для студентов других специальностей.

Составители: Н и к о л ь с к и й Б.А.,
Г р о м ч е в В.Я.

Рецензенты: В.А. М а н я н и н , Е.А. М у ш т а к о в

Утверждена на редакционно-издательском
совете института 12.12.1980 г.

Ц е л ь р а б о т ы - изучение принципа действия и устройства бортовой РЛС обзора земной поверхности; изучение особенностей конструктивного выполнения блоков РЛС "Гроза"; исследование характеристик приемно-усилительного тракта РЛС "Гроза".

1. НАЗНАЧЕНИЕ, СОСТАВ И ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ РЛС "ГРОЗА"

Основу лабораторной установки составляет самолетная метеонавигационная РЛС "Гроза", представляющая собой некогерентный импульсный радиолокатор, в котором используется дальномерно-пеленгационный метод определения координат наземных или воздушных объектов.

РЛС "Гроза" устанавливается на самолетах гражданской авиации и служит для получения радиолокационной карты местности. Кроме того, станция позволяет наблюдать метеос обстановку впереди самолета, что дает возможность определить местоположение опасных для самолета метеообразований таких, как грозовые очаги, области градообразования и т.д., а также обнаружить встречные самолеты, горные вершины и другие препятствия на пути следования самолета.

В состав РЛС входят следующие основные блоки:

антенный, предназначенный для излучения зондирующих и приема отраженных сигналов и пеленгации цели;

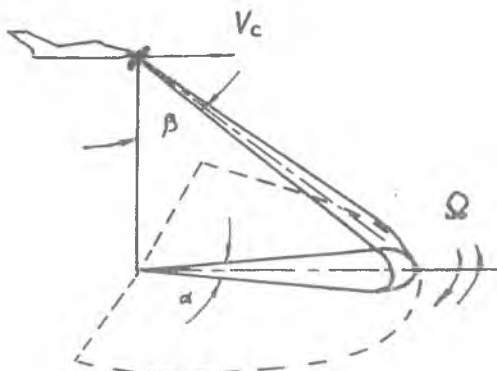
приемно-передающий, формирующий СВЧ-импульсы, преобразующий и усиливающий отраженные сигналы;

индикаторный с пультом управления, осуществляющий усиление видеосигналов, развертку и индикацию радиолокационного изображения и управление работой всей станцией.

Принцип действия радиолокатора заключается в следующем.

Импульсы бортового передатчика излучаются антенной в узком секторе пространства и облучают наземные объекты (рис. 1) или гидрометеообразования (рис. 2). Диаграмма направленности приемно-передающей антенны станции сканирует в азимутальной плоскости в секторе $\pm 100^\circ$ с частотой Ω .

Отраженные радиосигналы возвращаются обратно в антенну, причем задержка сигналов будет определяться дальностью расположения отражающего объекта:



Р и с. 1.

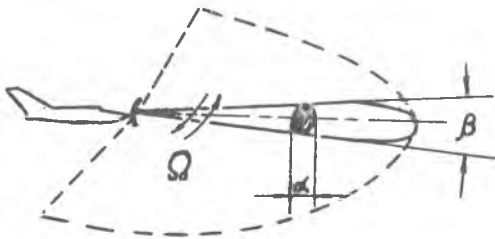
$$\tau = \frac{2R}{c},$$

где R - дальность до объекта;
 c - скорость распространения радиоволн.

Принятые антенной сигналы усиливаются, детектируются в приемнике и подаются на индикатор, построенный на электронно-лучевой трубке (ЭЛТ). На экране получается двумерное радиолокационное изображение местности в полярных координатах "дальность-азимут".

В соответствии с назначением РЛС "Гроза" может работать в различных режимах.

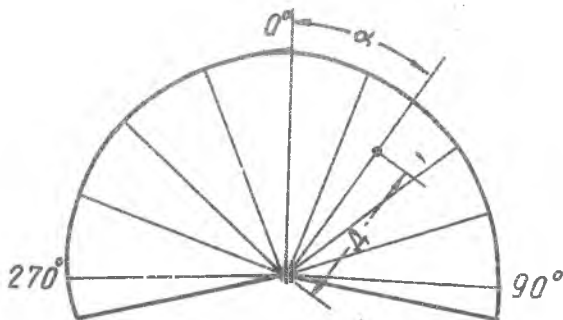
В режиме "Земля" диаграмма направленности антенны (ДНА) в горизонтальной плоскости узкая ($\sim 3^{\circ} \dots 4^{\circ}$), а в вертикальной плоскости ДНА формируется по закону "косеканс-квадрат" (зерная диаграмма) (см. рис. 1). Такая ДНА позволяет осуществить равномерную заветку экрана индикатора при приеме сигналов, отраженных от объектов, которые находятся на различных дальностях от РЛС. В этом случае различие мощности отраженных сигналов, вызванное изменением дальности, компенсируется соответствующим изменением коэффициента усиления антенны. Получаемая на экране радиолокационная карта местности дает возможность оператору (летчику, штурману) ориентироваться при отсутствии видимости по таким характеристическим объектам, как города, сооружения, бездорожья и т.п.



Р и с. 2.

В режимах "Метео" и "Контур" ДНА формируется узкой в обеих плоскостях (см. рис. 2). Максимум ДНА в вертикальной плоскости совпадает с направлением полета, что дает возможность наблюдать воздушную обстановку во время полета. Режим "Контур" позволяет обнаружить и выделить наиболее опасные для полеты зоны гидрометеорообразований.

Развертка по дальности на экране ЭЛТ прочерчивается по радиусу от центра сектора к периферии (рис. 3). Одновременно создается круговая развертка синхронно с вращением антенны.



Р и с. 3.

Выходные сигналы приемника используются для получения яркостной отметки путем модуляции луча ЭЛТ. Радиальное смещение отметок относительно центра экрана определяется дальностью до отражающего объекта (D), а угловое смещение – азимутальным углом (α).

2. ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКТИВНОГО ВЫПОЛНЕНИЯ СТАНЦИИ "ГРОЗА"

Конструктивно станция "Гроза" выполнена по схеме децентрализованной полиблочной компоновки. Каждый блок станции представляет собой схемно- и конструктивно-технологически законченное изделие. Такое построение обеспечивает пространственную гибкость системы, что позволяет размещать отдельные блоки в различных местах самолета с последующим объединением их с помощью кабельной сети.

Недостатками такой компоновки являются необходимость индивидуальной защиты блоков от различных дестабилизирующих факторов и увеличение объема и массы системы в 1,25-1,5 раза по сравнению с централизованной моноблочной компоновкой.

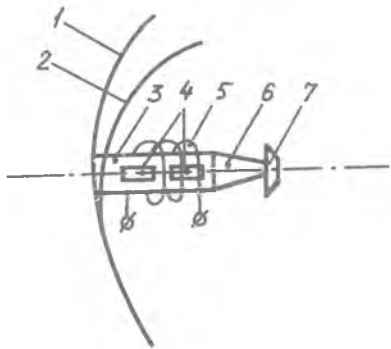
Для повышения технологичности конструирование блоков станции (кроме антенного блока) выполнено с учетом требований размерно-параметрических рядов типовых конструкций. Компоновка отдельных блоков осуществлена с использованием прогрессивного функционально-узлового метода конструирования.

С целью снижения массы и потребляемой энергии станции в блоках широко применяются интегральные микросхемы, полупроводниковые приборы, печатный монтаж, а ряд конструктивных элементов выполнен из магниевых сплавов.

Компоновка и монтаж блоков позволяет осуществить свободный доступ к любым узлам и элементам, что значительно повышает технологичность изготовления и настройки блоков, а также обеспечивает их высокую ремонтопригодность.

Рассмотрим подробней конструкцию отдельных блоков станции.

Антенный блок конструктивно можно разделить на отражатель, облучатель, редуктор азимута, редуктор наклона, волноводный тракт и вращатель плоскости поляризации.



Р и с. 4.

Отражающая поверхность параболоида выполнена из металлизированной стеклоткани СММ.

Отражатель специальной формы представляет собой поверхность

Отражатель блока(рис.4) представляет собой комбинированную конструкцию, состоящую из параболического отражателя (1) и отражателя специальной формы (2) для формирования веерного луча типа "косеканс-квадрат". Параболический отражатель представляет собой симметричный параболоид вращения, изготовленный из стеклоткани путем склейки с использованием эпоксидно-фенольного связующего.

двойной кривизны, также изготовленную из стеклоткани на основе эпоксидно-фенольного связующего. Его отражающая поверхность выполнена из металлизированной стеклоткани МС, металлизированные нити которой расположены строго горизонтально и имеют шаг 3 мм.

Такая конструкция отражателей позволяет формировать две ДНА в зависимости от режима работы РЛС. Переключение ДНА осуществляется путем изменения плоскости поляризации волны, облучающей отражатель. В режимах "Метео" и "Контур" используется электромагнитная волна вертикальной поляризации, которая не возбуждает никакой ЭДС в горизонтальных нитях отражателя специальной формы и отражается только от металлизированной основы параболического зеркала. В этом случае формируется узкая ДНА. В режиме "Земля" используется волна с горизонтальной поляризацией, которая, отражаясь сетчатой металлизированной основой отражателя специальной формы, образует веерную ДНА.

Оба отражателя жестко соединены между собой и установлены на металлический штампованный держатель часеобразной формы, выполненный из сплава АМЦ. На держателе жестко закреплен зубчатый сектор наклона.

Облучатель блока состоит из металлического дискового отражателя диаметром 60 мм (7), закрепленного на фторопластовой пробке (6), запрессованной в открытом конце круглого волновода (3). Облучатель установлен в фокусе отражателя и не перемещается при наклоне отражателя. Он крепится к круглому волноводу, в котором размещен ферритовый вращатель плоскости поляризации (4). Подмагничивающая обмотка вращателя (5) размещена на наружной поверхности волновода и защищена от проникновения влаги путем пропитки. Для увеличения электрической прочности вращателя он со стороны приемопередатчика герметизирован за счет установки на его фланце прокладки из фторопластовой пленки.

Волноводный тракт блока состоит из вращающегося волноводного перехода и соединительных волноводных элементов. Вращающийся волноводный переход представляет собой два волновода, связанных между собой корпусом, обеспечивающим их вращение относительно друг друга. Волноводы выполнены из алюминиевого сплава, а корпус из нержавеющей стали. Герметизация перехода достигается за счет установки в нем резиновых уплотнительных колец.

Поворот излучающей части антенного блока по азимуту в пре-

делах углов $\pm 100^\circ$ относительно продольной оси самолета производится с помощью реверсивного редуктора, состоящего из пяти пар цилиндрических шестерен и кривошипно-коромыслового механизма. Выходная шестерня редуктора жестко связана с подвижной частью антенны. На выходе редуктора установлен электродвигатель, а реверсирование подвижной части осуществляется с помощью кривошипно-коромыслового механизма. С осью вращения антенны по азимуту через безлифтовую шестерню связан вращающийся трансформатор развертки.

Корпус редуктора азимута выполнен из магниевого сплава. Снизу корпус заканчивается фланцем, к которому жестко крепится основание подвижной части с установленным в нем вращателем плоскости поляризации. Основание имеет гвезда для установки подвыпников наклона отражателя и фланец для крепления облучателя. В нижней части корпуса имеется кронштейн, к которому с помощью хомута крепится вращающийся волноводный переход.

Перемещение отражателя по углу места в пределах углов $\pm 11^\circ$ осуществляется редуктором наклона, состоящим из пяти пар цилиндрических шестерен и одной конической пары. Редуктор наклона жестко закреплен сверху на корпусе редуктора азимута и своей выходной шестерней сцепляется с зубчатым сектором, закрепленным на держателе. Корпус редуктора выполнен из магниевого сплава.

Оба редуктора имеют функциональные предохранительные муфты. Все электромеханизмы блока защищены специальными кожухами, под которые в случае необходимости может подаваться охлаждающий воздух от самолетной воздушной магистрали.

Крепление блока на самолете осуществляется с помощью фланца, который находится на задней стороне корпуса редуктора азимута.

Основу конструкции приемно-передающего блока составляет несущий каркас, состоящий из собственно каркаса, лицевой панели и задней стенки. На несущем каркасе размещены все узлы и элементы блока, включая магнетрон. На лицевой панели блока размещены держатели предохранителей и электрический счетчик времени, на заднюю стенку выведен выходной волноводный фланец и врубной теплоизоляционный разъем. Блок закрыт кожухом.

Габариты блока соответствуют габаритам унифицированного корпуса ЗС нормали "Корпуса и стеллажи для авиационной радиоэлектронной аппаратуры".

Блок размещается в герметичной кабине самолета на аморти-

зационной раме. Для обеспечения нормального теплового режима блока через окно, расположенное в задней нижней части его кожуха, должен подводиться охлаждающий воздух от самолетной воздушной магистрали или автономного вентилятора.

Индикаторный блок станции конструктивно объединен с пультом управления станции. Все радиоэлементы и узлы блока размещены на профилированном шасси. Боковые стенки, дно и задняя стенка - съемные, благодаря чему достигается доступ к любой части схемы.

На передней панели блока расположены прямоугольный экран электронно-лучевой трубки, закрытый несъемной шкалой из белого органического стекла, и все органы управления и переключения режимов станции. На верхней планке блока расположен электрический счетчик часов наработки.

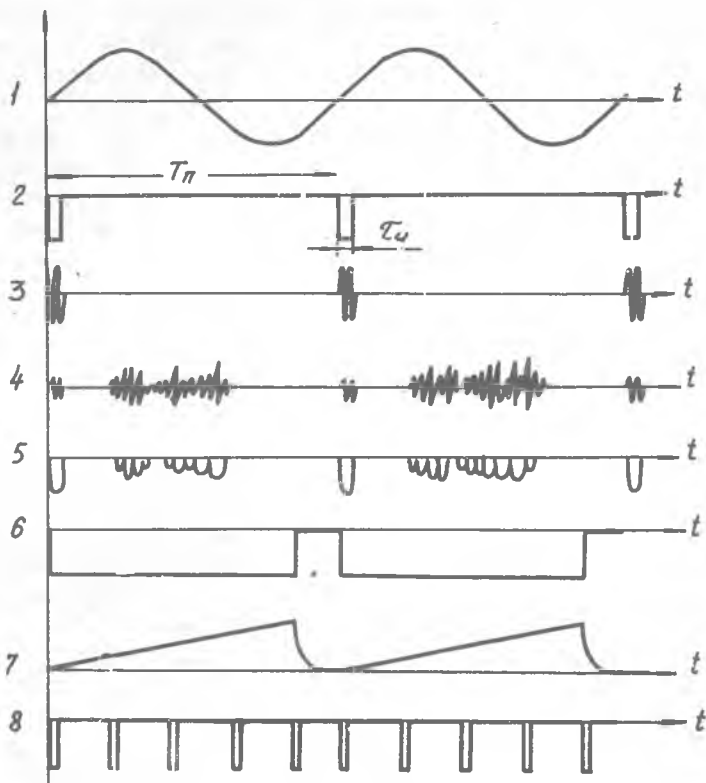
В самолетах блок устанавливается на амортизационной раме в герметичной кабине.

3. ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СХЕМА РЛС "ГРОЗА"

Упрощенная функциональная схема РЛС "Гроза" приведена на рис. 5, а графики напряжений в различных точках схемы - на рис. 6.

Под влиянием напряжения U_{15} В 400 Гц (см. рис. 6, график 1) модулятор М формирует отрицательные импульсы длительностью 2 мкс и амплитудой 7,4 кВ (см. рис. 6, график 2). Эти импульсы возбуждают генератор высокой частоты ГВЧ магнетронного типа, который вырабатывает радиоимпульсы такой же длительности со средней мощностью 8 Вт (см. рис. 6, график 3). Импульс ГВЧ через высокочастотный переключатель "прием-передача" П, состоящий из циркулятора и разрядника защиты приемника, направляется в антенну и излучается в пространство. Одновременно импульс ГВЧ через аттенуатор поступает в смеситель СМ1 системы АПЧ.

Отраженные от объектов сигналы через антенну и переключатель П поступают на смеситель приемника СМ2 (см. рис. 6, график 4). В качестве гетеродина Г применена лампа обратной волны (ЛОВ), сигнал которой делится поровну между смесителями приемника и АПЧ. Система АПЧ вырабатывает сигнал, пропорциональный отклонению промежуточной частоты от номинального значения. Этот сигнал воздействует через схему регулирования на напряжение управляющего эле-



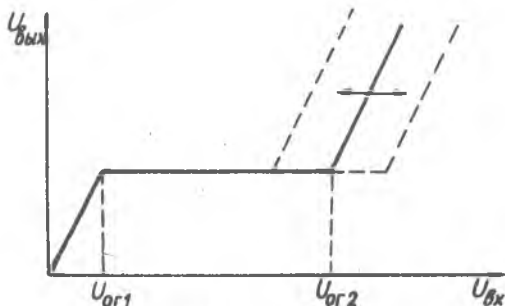
Р и с. 6.

китрода гетеродина, перестраивая его по частоте таким образом, чтобы свести к минимуму отклонение промежуточной частоты от номинального значения. Через эту же схему производится ручная подстройка РЛС по частоте (РРЧ). После преобразования в смесителе сигналы на промежуточной частоте поступают в ПУПЧ и далее в УПЧ, в котором производится основное усиление. В ПУПЧе осуществляется ручная регулировка усиления (РРУ) и временная автоматическая регулировка усиления (ВАРУ) сигналов.

Схема ВАРУ, расположенная в модуляторе, запирает приемник на время действия зондирующего сигнала.

УПЧ имеет линейно-логарифмическую характеристику для обеспечения широкого динамического диапазона входных сигналов приемника. На выходе УПЧ включен детектор Д, с которого снимаются видеосигналы (см. рис. 6, график 5).

Применение УПЧ с логарифмической характеристикой ухудшает контрастность радиолокационного изображения на экране индикатора. Трудно, например, различить изображение суши, водной поверхности и строений. Поэтому для повышения четкости изображения таких целей на экране индикатора в РЛС "Гроза" применен так называемый трехтоновый видеосушитель.



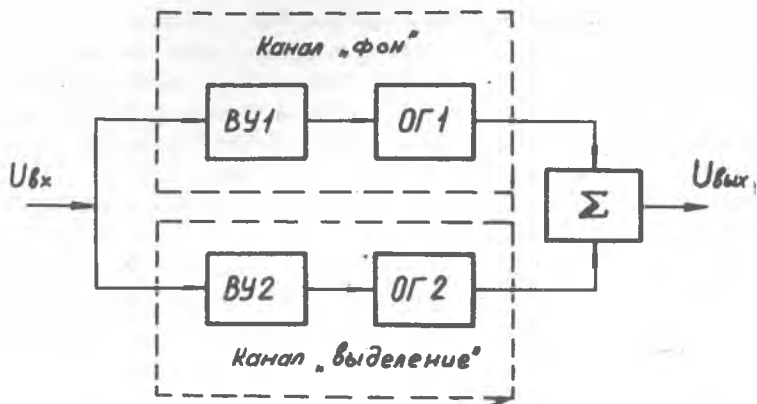
Р и с. 7.

Амплитудная характеристика видеосушителя в режиме "Земля" показана на рис. 7. Для получения такой характеристики видеосушитель выполнен двухканальным. Упрощенная структурная схема видеосушителя показана на рис. 8. В канале "Фон" осуществляется ограничение сиг-

налов сверху ограничителем ОГ1. Поэтому этот канал усиливает только слабые сигналы. В канале "Выделение" сигналы ограничиваются ограничителем ОГ2 снизу, что обеспечивает выделение сильных сигналов. Уровень ограничения во втором канале можно регулировать ручкой "Контраст" на индикаторе и тем самым получать желаемую контрастность изображения. На выходе видеосушителя сигналы обоих каналов суммируются. Таким образом, на характеристике рис. 7 первый линейный участок соответствует каналу "Фон", а второй — каналу "Выделение".

В режиме "Метео" характеристика видеосушителя линейна во всем диапазоне амплитуд входных сигналов (рис. 9).

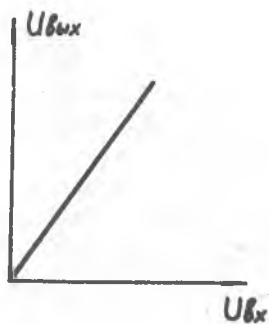
В режиме "Контур" характеристика линейна только до определенного уровня, выше которого усиление резко снижается (рис. 10).



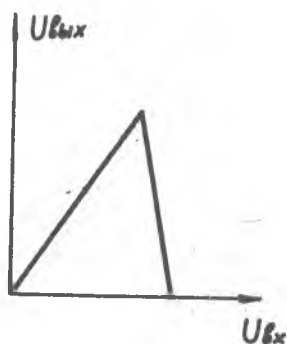
Р и с. 8.

Это дает возможность выделять на экране особо опасные гидрометеорообразования, которые просматриваются в виде темных контуров на светлом фоне других отражений.

В видеоусилитель поступают также импульсы подсвета (на время прямого хода развертки) (см. рис. 6, график 6) и калибровочные метки дальности (см. рис. 6, график 8) из устройства синхронизации, которые после смешивания с видеосигналами подаются на катод ЭИТ. Импульсы подсвета и пикобразцы импульсов развертки



Р и с. 9.

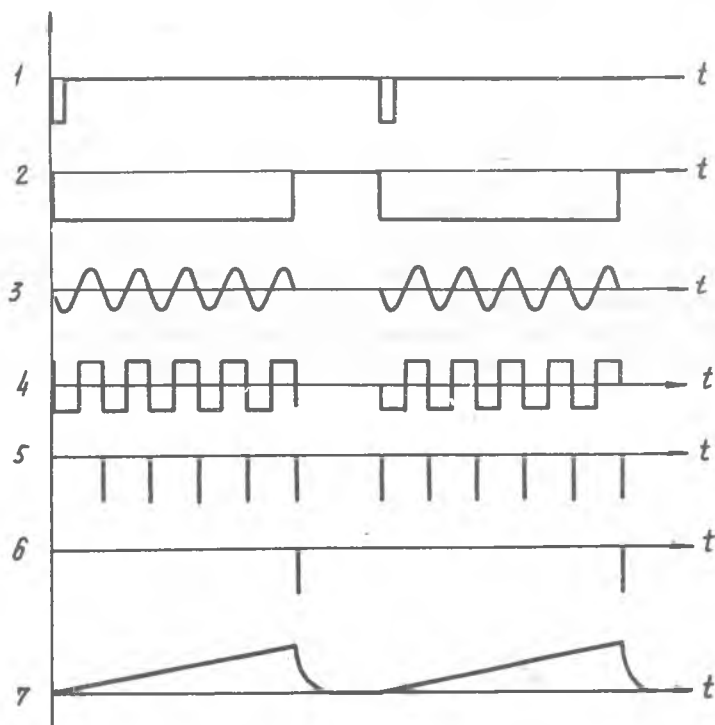


Р и с. 10.

(см. рис. 6, график 7) имеют длительность выбранного диапазона дальностей. Калибрационные метки с интервалами, соответствующими 10, 25 или 50 км, образуют на экране масштабную сетку дальности. Пилообразные импульсы развертки жестко связаны с калибрационными метками. Развертка всегда начинается первой меткой, совпадающей со старт-импульсом, а заканчивается одной из последующих меток в зависимости от выбранной длительности развертки.

Рассмотрим работу схемы синхронизации. Графики напряжений в различных точках схемы показаны на рис. II.

Старт-импульсом модулятора (см. рис. II, график 1) запускается триггер ТГ (см. рис. II, график 2). Импульсом триггера включается задающий генератор ЗГ, который вырабатывает синусоидаль-



Р и с. II.

ные колебания с периодом, соответствующим 10, 25 или 50-ти км (см. рис. II, график 3). Период колебаний устанавливается переключателем "Длительность развертки". Формирующий каскад ФК превращает колебания ЭГ в прямоугольные (см. рис. II, график 4). Генератор импульсов ГИ вырабатывает узкие отрицательные импульсы, соответствующие передним фронтам импульсов формирующего каскада (см. рис. II, график 5). Эти импульсы являются калибрационными метками и следуют в виде усилитель, а также в трехразрядный счетчик СЧ, с выхода которого снимается определенный импульс для сброса триггера ТГ (см. рис. II, график 6).

Импульс триггера управляет работой генератора развертки ГР, представляющего собой генератор пилообразного тока. Переключателем "Длительность развертки" в зарядную цепь включается различное число витков дросселя ДР. Пилообразные импульсы тока (см. рис. II, график 7) подаются на ротор импульсного вращающегося трансформатора ВТ, связанного с механизмом сканирования антенны по азимуту. В статорных катушках ВТ наводятся пилообразные токи, промодулированные по амплитуде с частотой сканирования антенны. Эти токи поступают в отклоняющую систему ЭЛТ. Так как статорные катушки взаимно перпендикулярны, то в горловине ЭЛТ образуется вращающееся пилообразное магнитное поле, а развертка на экране получается радиально-секторная.

Основные технические данные РЛС "Гроза"

Длительность импульсов	2 мкс;
Частота повторения	400 Гц;
Длина волны СВЧ колебаний	3 см;
Мощность в импульсе	10 кВт;
Чувствительность приемника	100 дБ/мВт;
Диапазон сканирования антенны в азимутальной плоскости	$\pm 100^\circ$;
Диапазон наклона антенны в угломерной плоскости	$\pm 10^\circ$;
Длительность развертки	30, 50, 125, 250, 200-375 км;
Потребляемая мощность	
от сети 115 В, 400 Гц	500 ВА;
от сети 27 В	65 Вт;
Масса	30,5 кг.

4. СТАТИСТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОБЗОРНЫХ РЛС

Обнаружение реальных целей радиолокационными станциями затрудняется из-за целого ряда случайных помех, которыми является шум, принятые антенной из окружающего пространства, а также внутренние шумы приемника. Кроме того, сигналы, отраженные от реальных целей, флуктуируют. В связи с этим прием сигналов необходимо рассматривать как некоторую статистическую задачу, при решении которой используются методы теории вероятностей, теории случайных процессов и математической статистики.

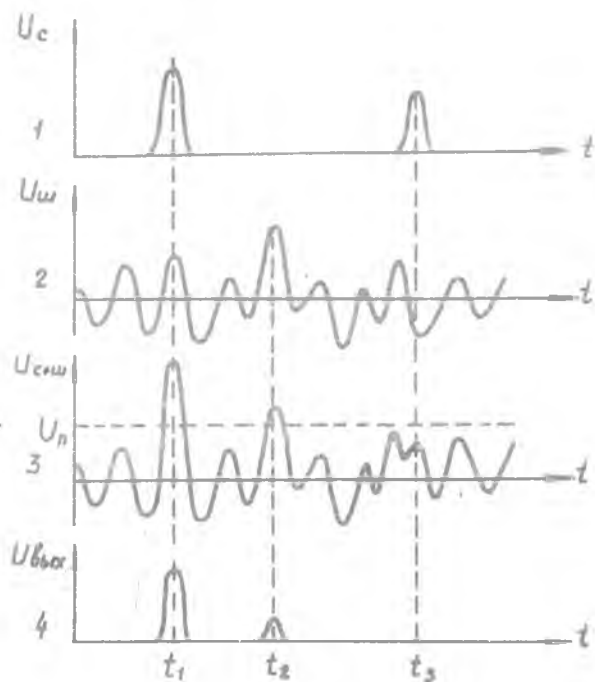
Наибольший интерес при обнаружении полезного сигнала на фоне случайных шумов представляет тот случай, когда сигнал соизмерим со средним уровнем шумов. Решение задачи обнаружения можно представить в виде результата сравнения принятых сигналов с определенным пороговым уровнем в пороговом устройстве. Наличие напряжения на выходе порогового устройства свидетельствует о приеме сигнала, а его отсутствие — о приеме только шума.

Возможные ситуации при обнаружении сигналов показаны на рис. 12, где изображены осциллограммы напряжений чистого сигнала (1), шума (2) и смеси сигнала с шумом (3) на входе порогового устройства, а также сигнал на его выходе (4). На графике (см. рис. 12, график 3) показан уровень порога U_n , с которым сравнивается входной сигнал.

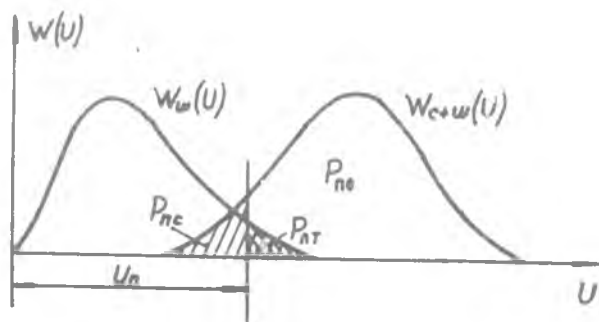
Из графиков видно, что в момент t_1 происходит правильное обнаружение сигнала, в момент t_2 — ложная тревога, в момент t_3 — пропуск сигнала. Ложная тревога и пропуск цели являются ошибками обнаружения и носят случайный характер, так как обусловлены случайными флуктуациями шума и сигнала.

В неавтоматизированных РЛС решение об обнаружении сигнала принимает оператор по изображению на индикаторе. Решение о наличии сигнала принимается в том случае, когда яркость какой-либо отметки на экране, по мнению оператора, превышает некоторый уровень шумовых засветов, рассматриваемых как фон. Этот уровень и является своеобразным "мысленным порогом". Качество работы устройства обнаружения, включая и оператора, будет определяться вероятностью появления указанных ошибок.

На рис. 13 показаны плотности распределения вероятностей шу-



Р и с. 12.



Р и с. 13.

ма $W_{\text{ш}}(U)$ и смеси сигнала с шумом $W_{\text{с+ш}}(U)$ на входе порогового устройства.

Для выбранного порогового уровня U_n вероятность ложной тревоги $P_{\text{лт}}$ определяется выражением

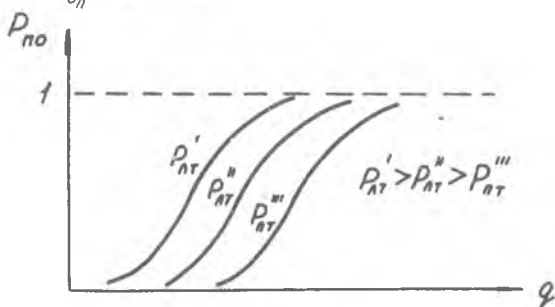
$$P_{\text{лт}} = \int_{U_n}^{\infty} W_{\text{ш}}(U) \alpha U,$$

а вероятность пропуска сигнала -

$$P_{\text{нс}} = \int_0^{U_n} W_{\text{с+ш}}(U) \alpha U.$$

На практике обычно имеют дело с вероятностью правильного обнаружения:

$$P_{\text{по}} = 1 - P_{\text{нс}} = \int_{U_n}^{\infty} W_{\text{с+ш}}(U) \alpha U.$$



Р и с. 14.

Зависимость $P_{\text{по}} = f(q)$, где q отношение мощности сигнала к мощности шума при заданной вероятности ложной тревоги, называется характеристикой обнаружения. Примерный вид этой зависимости показан на рис. 14. По этим зависимостям можно определить пороговое отношение сигнал/шум q_n , при котором обеспечиваются заданные вероятности $P_{\text{по}}$ и $P_{\text{лт}}$.

5. ОПИСАНИЕ УСТАНОВКИ ДЛЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Лабораторная установка включает в себя комплект РЛС "Гроза", имитатор цели, пульт управления и контроля, импульсный генератор и осциллограф. Имитатор цели позволяет имитировать распределенную

цель с различной отражающей способностью. С помощью ручек управления имитатора координаты распределенной цели могут изменяться.

Пульт управления и контроля служит для включения и контроля питающих напряжений, для включения различных каналов станции, для контроля и наблюдения процессов в различных точках схемы РЛС.

Органы управления РЛС расположены на пульте управления РЛС, совмещенной с индикатором, и имеют следующую маркировку и назначение.

Кнопки "РЛС" и "Откл" предназначены для подключения и отключения источников первичного питания.

Переключатель режимов имеет маркировку "Готов", "Земля", "Метео", "Контур", "Снос". В режиме "Готов" производится 3-5-минутная выдержка включения питания станции, необходимая для прогрева.

Переключатель длительности развертки, имеющий маркировку "30", "50", "125", "250", "375" км, позволяет изменять дальность наблюдения и, соответственно, масштаб радиолокационного изображения.

Регулятор "Яркость" служит для установки удобной для наблюдения яркости всего изображения на индикаторе: "Контраст" позволяет установить порог ограничения сигналов в трехтоновом видеосигнале. Регулятором "Метки" можно изменить яркость калибровочных меток дальности. Регулятор "Частота" используется для ручной регулировки частоты гетеродина. Регулятор "Наклон" позволяет изменять наклон ДНА в вертикальной плоскости. Кнопки ">" и "<" служат для ручного управления антенной в режиме "Снос".

6. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

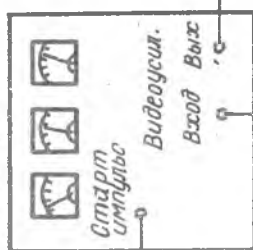
1. Ознакомиться с назначением и принципом действия РЛС, назначением и действием органов управления и контроля, работой других устройств, входящих в лабораторную установку.

2. Соединить аппаратуру согласно схеме, приведенной на рис. 15.

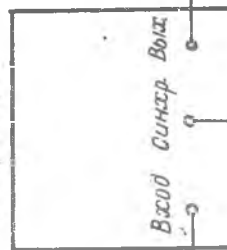
3. С разрешения преподавателя включить установку и контрольно-измерительную аппаратуру.

Включение станции производится в следующей последовательности: питающие напряжения включаются тумблерами "II5 В" и "27В"

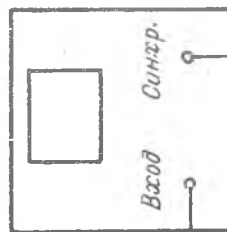
Пульт управления
и контроля



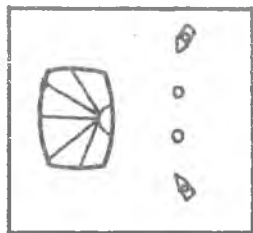
Импульсный
генератор



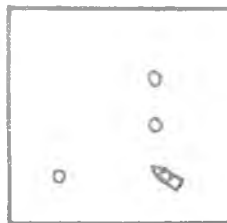
Осциллограф



Индикатор



Имитатор цели



Р и с. 15.

на пульте контроля и управления. Далее тумблером "ПО" включается преобразователь напряжения ~ 36 В, а тумблером " ~ 36 В" это напряжение подается на станцию. По измерительным приборам пульта контроля и управления проконтролировать наличие и величину питающих напряжений. Включение станции осуществляется кнопкой "РЛС" на индикаторе. После 3-5-минутного прогрева станции, когда на индикаторе появится радиальная развертка, включается имитатор цели тумблером "Вкл. имитатора" и сканирование антенны тумблером "Сканир".

4. Проверить общую работоспособность РЛС. Для этого РЛС включить в режим "Земля", а развертку дальности поставить в положение "125 км". Ручками "Яркость" и "Контрастность" на индикаторе РЛС, а также ручками имитатора "Регулировка выхода", "Дальность цели" и "Протяженность цели по дальности" установить на экране индикатора отметку цели, удобную для наблюдения и имеющую различную градацию яркости по азимуту. С помощью меток дальности определить дальность имитируемой цели и протяженность цели по дальности. По шкале, нанесенной на экране индикатора, определить положение цели в азимутальной плоскости. Зарисовать отметку цели на экране с указанием дальности и азимута.

Последовательно включая РЛС в режимы "Метео" и "Контур", зарисовать отметки цели в этих режимах. Обратит внимание на изменение яркости отметок в различных режимах.

5. Провести исследование работы трехтонового видеоусилителя. Для этого включить имитатор цели, включить импульсный генератор и осциллограф. Переключатель режимов РЛС поставить в положение "Земля", а ручку "Контрастность" в крайнее правое положение. Импульсный генератор установить в идущий режим и запустить его старт-импульсом с пульта контроля и управления. Синхронизацию осциллографа осуществить от импульсного генератора.

На вход видеоусилителя подать с импульсного генератора положительный импульс амплитудой 1В, длительностью 10 мкс и задержанный относительно импульса запуска примерно на 200 мкс. Для этого выход импульсного генератора соединить с клеммой "Вход" на пульте управления, переключатель П2 установить в положение 3, а переключатель П1 в положение 8. Ручкой "Яркость" на индикаторе РЛС установить по осциллографу амплитуду выходного напряжения видеоусилителя, равную 10В. Плавно изменяя амплитуду выходного им-

пульса генератора импульсов от 0 до 5В, снять амплитудную характеристику видеоусилителя.

Аналогично снять амплитудную характеристику при положении ручки "Контрастность" в крайнем левом положении.

Последовательно переключая РЛС в режимы "Метео" и "Контур" и плавно изменяя амплитуду входных импульсов от 0 до 3В, снять амплитудную характеристику видеоусилителя в этих режимах.

6. Произвести анализ результатов, полученных при выполнении п.п. 4 и 5, в результате которого найти объяснение зависимости изменения яркости отметок цели на экране индикатора в различных режимах работы РЛС от вида амплитудной характеристики видеоусилителя.

7. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

Технический отчет по результатам лабораторной работы должен содержать:

1. Упрощенную функциональную схему РЛС "Гроза".

2. Эскизы экрана индикатора с отметками от цели для трех режимов работы РЛС. Для одного из режимов указать дальность цели, протяженность цели по дальности и координаты цели в азимутальной плоскости.

3. Амплитудные характеристики видеоусилителя при работе РЛС в режимах "Земля", "Метео", "Контур".

4. Основные выводы о проделанной работе.

К о н т р о л ь н ы е в о п р о с ы

1. Назначение и принцип действия РЛС "Гроза".

2. Рассказать работу станции по упрощенной функциональной схеме.

3. Каковы конструктивные особенности РЛС "Гроза".

4. В чем состоят особенности работы станции в различных режимах?

5. Как производится определение дальности и азимута в РЛС?

6. С какой целью изменяется амплитудная характеристика видеоусилителя в различных режимах работы РЛС?

Л и т е р а т у р а

1. А г р а н о в с к и й К.Ю., З л а ж о г у р с к и й Д.Н.
К и с е л е в В.Г. Радиотехнические системы. - М.: Выс-
шая школа, 1979, с.335.
2. Д ы м о в а А.И., А л ь б а ц М.Е., Б о н ч - Б р у -
е в и ч А.М. Радиотехнические системы. - М.: Советское
радио, 1975, с.440.

С о д е р ж а н и е

1. Назначение, состав и принцип действия РЛС "Гроза"....	3
2. Особенности конструктивного выполнения станции "Гроза".....	5
3. Функциональная схема РЛС "Гроза".....	9
4. Статистические характеристики обзорных РЛС.....	16
5. Описание установки для экспериментальных исследований.....	18
6. Порядок выполнения работы.....	19
7. Содержание отчета.....	22
К о н т р о л ь н ы е в о п р о с ы	22
Л и т е р а т у р а	23

Составители: Борис Аркадьевич Никольский,
Василий Яковлевич Громчев

ИССЛЕДОВАНИЕ БОРТОВОЙ РЛС ОБЗОРА ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Лабораторная работа
по курсу "Радиотехнические системы"

Редактор Н.В.К а с а т к и н а
Техн.редактор Н.М.К а л е н ю к
Корректор С.С.Р у б а н

Подписано в печать 26.07. 82 г. Формат 60x84 I/16.
Бумага оберточная белая. Печать оперативная. Усл.п.л. I,4.
Уч.-изд.л. I,3. Тираж 300 экз. Заказ № 3337

Куйбышевский ордена Трудового Красного Знамени
авиационный институт им. С.П.Королева, г.Куйбышев,
ул. Молодогвардейская, 151.

Областная типография им. В.П.Мяги, г.Куйбышев,
уд. Венцека, 60.