**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ**

Э.А. Лутин

Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине РАДИОЛОКАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

Часть 1

Для студентов IV и V курсов
специальности 160905
всех форм обучения

Москва – 2008

ФЕДЕРАЛЬНАЯ АВИАЦИОННАЯ СЛУЖБА РФ
ДЕПАРТАМЕНТ ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ

Кафедра технической эксплуатации
радиотехнического оборудования воздушных судов
Э.А. Лутин

Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине РАДИОЛОКАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

Часть 1
Для студентов IV и V курсов
специальности 160905
всех форм обучения

Москва – 2008

Рецензент д.т.н. профессор Логвин А.И.

Лутин Э.А.

Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине "Радиолокационные системы ". Часть I. - М.: МГТУГА, 2008. - 78 с.

Данные методические указания издаются в соответствии с учебной программой для студентов IV и V курсов специальности 160905 всех форм обучения.

Рассмотрены и одобрены на заседаниях кафедры 12.09.2007 г. и методического совета 15.09.2007 г.

Редактор

Подписано в печать

Тираж 150 экз.

Московский государственный технический университет гражданской авиации

Редакционно-издательский отдел

125493 Москва, ул. Пулковская, д. 6а

© Московский государственный технический университет гражданской авиации. 2008 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Лабораторная работа № 1 «Изучение принципов построения штатной радиолокационной КИА»..... 6
2. Лабораторная работа № 2 «Изучение принципов построения бортовой метеонавигационной РЛС «Гроза»..... 26
3. Лабораторная работа № 3 Изучение принципа действия и проверка работоспособности обзорного радиолокатора ДРЛ-7СМ…….36
4. Лабораторная работа № 4 Изучение принципа действия и проверка работоспособности системы СДЦ радиолокатора ДРЛ-7СМ……45
5. Лабораторная работа № 5 Изучение передающих устройств первичного и вторичного каналов радиолокатора ДРЛ -7СМ……..52
6. Лабораторная работа № 6 "Изучение принципов построения радиопередающего устройства РЛС "Гроза".....……56
   49
7. Лабораторная работа № 7 "Исследование приемного устройства радиолокационной станции "Гроза".....……69

ПРИНЯТЫЕ СОКРАЩЕНИЯ

АПЧ - автоматическая подстройка частоты
АРМ - автоматическая регулировка мощности
АЧХ - амплитудно-частотная характеристика
ВАРУ - временная автоматическая регулировка усиления
ВТ - вращающийся трансформатор
ГСВЧ - генератор сверхвысоких частот
ДНА - диаграмма направленности антенны
ИАЧХ - импульсная амплитудно-частотная характеристика
ИЭ - измерительный элемент
КПД - коэффициент полезного действия
КСВН - коэффициент стоячей волны
КИА - контрольно-измерительная аппаратура
ЛАХ - логарифмическая амплитудная характеристика
ЛОВ - лампа обратной волны
МНРЛС - метеонавигационная радиолокационная станция
ППП - переключатель прием-передача
ПУПЧ - предварительный усилитель промежуточной частоты
ПЧ - промежуточная частота
РИП - радиолокационный измерительный прибор
РЛС - радиолокационная станция
РРУ - ручная регулировка усиления
СВЧ - сверхвысокая частота
ТТВУ - трехтоновый видеоусилитель
УПТ - усилитель постоянного тока
УПЧ - усилитель промежуточной частоты
ЧД - частотный детектор
ЭЛТ - электронно-лучевая трубка
ЭОП - эффективная отражающая поверхность
ЭТХ - эксплуатационно-технические характеристики
СДЦ - селекция движущихся целей
ДРЛ - диспетчерский радиолокатор

ВРЛ - вторичный радиолокатор

АФУ - антненно-фидерное устройство

АОРЛ - аэродромный обзорный радиолокатор

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

ИЗУЧЕНИЕ ПРИНЦИПОВ ПОСТРОЕНИЯ ШТАТНОЙ РАДИОЛОКАЦИОННОЙ КИА

Цель работы:

1. Ознакомление с принципами построения и работы приборов типа РИП-3 и ГР-11А.
2. Привитие практических навыков по их применению.

Объект исследования:

1. Радиолокационный измерительный прибор типа РИП-3.
2. Пульт контроля метеонавигационной РЛС «Гроза» ГР-11А.

План работы:

1. Выполнение домашнего задания.
2. Практическая подготовка РИП-3 и работе.
3. Проверка ряда параметров РЛС «Гроза» с использованием приборов РИП-3 и ГР-11А.
4. Оформление отчета.
5. Защита отчета.

Домашнее задание:

1. Изучить по рекомендуемой литературе назначение, структурную схему и особенности использования приборов ГК4-19А и ГР-11А.
2. Определить основные параметры РЛС "Гроза", подлежащие проверке с помощью приборов РИП-3 и ГР-11А.
3. Подготовить форму отчета.

Указания:

1. Студент составляет индивидуальный отчет.
2. Студенты, не представившие форму отчета, к выполнению работы не допускаются.

3. Литература для выполнения домашнего задания:

а) Радиолокационный измерительный прибор РИП-3. Техническое описание.
б) Пульт контроля МНРЛС "Гроза" ГР-11А. Техническое описание.
в) Давыдов П.С. "Авиационная радиолокация"; Справочник. М.; Транспорт, 1984.

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

1. Радиолокационный измерительный прибор типа РИП-3

Прибор РИП-3 предназначен для проверки и настройки метеонавигационных РЛС в полевых и лабораторных условиях. Прибор обеспечивает измерение частоты, мощности спектра СВЧ-импульсов передатчика, чувствительности и полосы пропускания приемника**,** контроль точности автоподстройки частоты и качества согласования элементов антенно-фидерного тракта РЛС. Кроме того, имеется возможность исследования амплитудных и частотных характеристик отдельных каналов и устройств, входящих в состав РЛС.

Рабочий частотный диапазон – сантиметровый;

величина максимальной некалиброванной выходной мощности на нагрузке с КСВН 1,5 - не менее 3 мВт;

стабильность частоты - ± 1 МГц;

обеспечивается измерение средней мощности к мощности непрерывных колебаний на фланце прибора от 1 до 250 мВт с погрешностью не более ± 2,0 дБ.

При работе в качестве генератора имеются режимы:

модуляция меандром в частотой 1000 Гц ± 20%;

модуляция прямоугольными импульсами длительностью 0,5; 1 и 2 мкс и частотой повторения от 300 до 7500 Гц;

модуляция треугольными импульсами, обеспечивающими девиацию от 1 до 10 МГц;

модуляция пилообразным напряжением, обеспечивающим девиацию от 2 до 20 МГц с частотой повторения 5 - 75 Гц;

модуляция внешними прямоугольными импульсами отрицательной полярности длительностью от 0,5 до 10 мкс, частотой повторения от 300 до 7500 Гц и амплитудой 20 – 70 В;

выдается синхронизирующий импульс положительной и отрицательной полярности длительностью 1 мкс и амплитудой не менее 25 В на нагрузке 1 к0м и 50 пФ;

внешний запуск осуществляется импульсами любой полярности длительностью от 0,5 до 10 мкс и амплитудой 4 ÷ 150 В;

задержка СВЧ-импульса относительно запускающего плавно регулируется от 2,0 до 300 мкс в режимах внешнего и внутреннего запуска;

в качестве анализатора спектра прибор обеспечивает измерение спектров в полосе от 2 до 20 МГц.

На рис. 1.1 приведена структурная схема прибора радиолокационного измерительного РИП-3.

Генераторная секция прибора, построенная на клистроне, обеспечивает в диапазоне частот 8000 - 9680 МГц мощность порядка 25 - 150 мВт. В приборе предусмотрена система автоматической регулировки мощности, позволявшая свести колебания мощности по диапазону порядка 8 дБ к величине сравниваемой с погрешностью установки опорного уровня. Сигнал с выхода генератора поступает на твердотельный аттенюатор-переключатель, выполненный на p-i-n диодах и предназначенный для автоматической стабилизации опорного уровня

мощности в диапазоне частот, а также для переключения выхода генератора на коаксиальный разъем , расположенный на передней панели прибора, в режиме выдачи некалиброванной мощности. В стационарном режиме уровень сигнала собственного генератора после аттенюатора-переключателя составляет порядка 3 мВт.

Частотомер прибора связа с 50-омной полосковой линией передачи двумя щелями связи, разнесенными друг от друга на расстояние 2 λ по длине полосковой линии.

Ответвитель, имеющий развязку между каналами 6 дБ, разветвляет сигнал в равных отношениях с уровнем, несколько превышающим 1 мВт, в двух направлениях: на поляризационный аттенюатор (и выходной фланец прибора) и на 3 дБ-делитель, в каждое из плеч которого включены диодная и термисторная секции. Термисторная секция является датчиком СВЧ-мощности в схеме термисторного измерителя мощности. С выхода диодной секции сигнал поступает на схему усилителя системы АРМ, работающего по методу вырезки. Оконечный каскад усилителя представляет собой усилитель постоянного тока, служащий для управления характеристикой ослабления

p-i-n аттенюатора в режиме АРМ.

С выхода частотомера продетектированный сигнал поступает на вход усилителя частотомера, схема которого обеспечивает измерение частоты как непрерывных, так и импульсных сигналов СВЧ.

Формирователь модулирующих импульсов и модулятор обеспечивают работу генератора в режиме внутренней и внешней модуляции, внутреннего и внешнего запуска, а также внутриимпульсной частотной модуляции.

Генератор развертки обеспечивает развертку луча на экране ЭЛТ и, совместно с модулятором, свипирование частоты клистронного генератора в режиме ИАЧХ и анализа спектра.

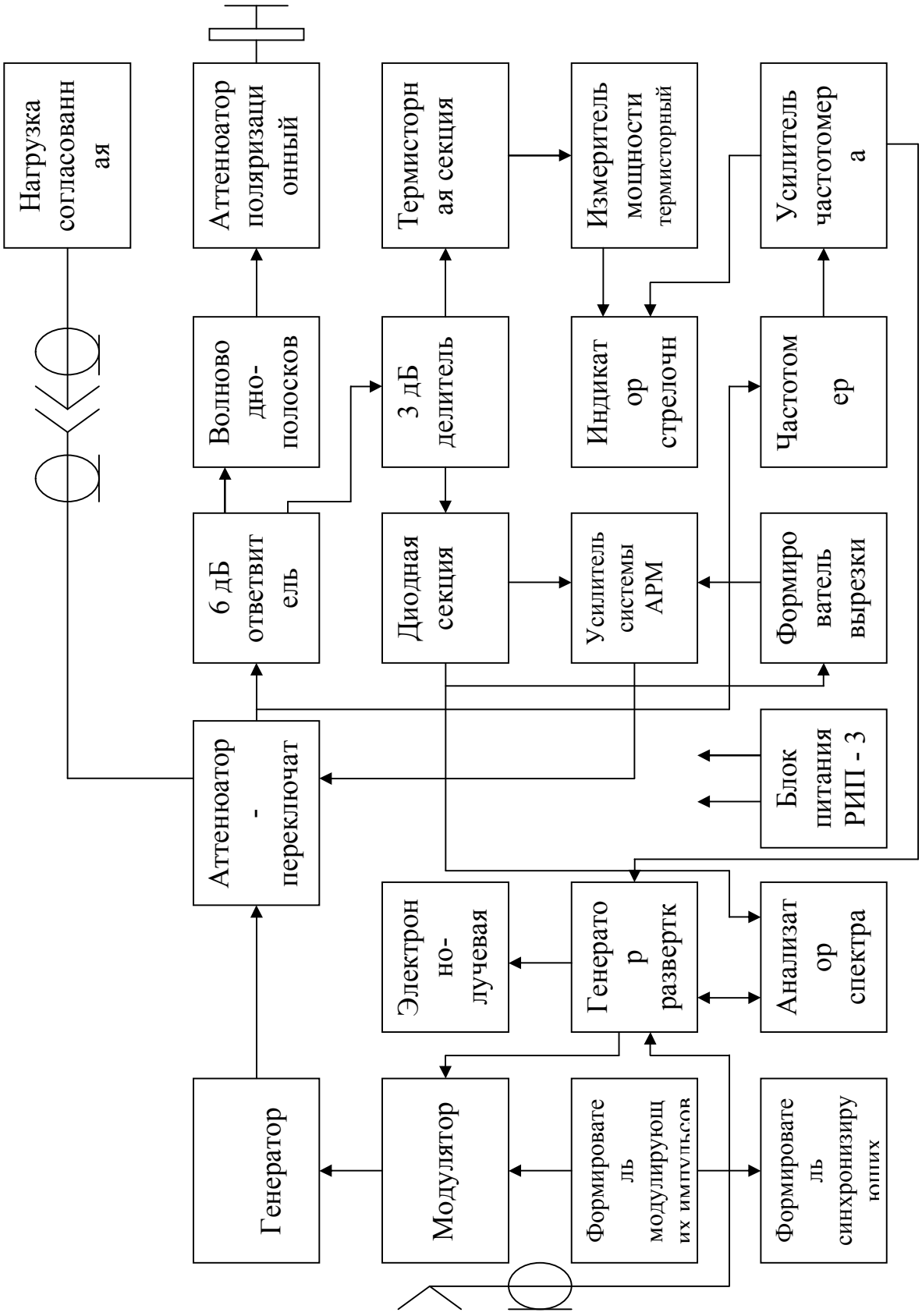


Рис. 1.1 Структурная схема

прибора радиолокационного измерения РИП-3

В режиме измерений характеристик (мощности и частоты) внешнего сигнала внутренний генератор отключается. Внешний сигнал через поляризационный аттенюатор и направленный ответвитель поступает на 3 дБ-делитель (детекторную и термисторную секции) и на вход частотомера. Уровень мощности внешнего сигнала отсчитывается в децибелах по отношению к уровню 1 мВт.

В режиме анализа спектра сигнал от генератора поступает на диодный преобразователь, работающий в режиме смесителя.

Внешний импульсный сигнал подается на смеситель по цепи: поляризационный аттенюатор, 6 дБ-ответвитель, 3 дБ-делитель, диодная секция ответвителя.

Необходимая развязка между сигнальным входом и гетеродином обеспечивается p-i-n аттенюатором, направленным ответвителем и поляризационным аттенюатором.

Указание: При изучении органов управления использовать лицевую панель прибора, исключая всякие переключения и вращение органов управления.

Все органы управления и контроля прибором расположены на передних панелях. Ниже приводится перечень органов управления и контроля с указанием их функций и обозначений на лицевой панели:

ручка переключателя с маркировкой РОД РАБОТЫ предназначена для выбора режима работы прибора. Переключатель имеет пять положений;

положение СПЕКТР позволяет наблюдать спектр радиоимпульсов;

положение ИАЧХ позволяет наблюдать частотные характеристики четырехполюсников;

положение НГ обеспечивает работу прибора в режиме непрерывной генерации;

положение ИМП обеспечивает работу прибора в режиме импульсной модуляции;

положение ВНЕШ.СИГН. позволяет контролировать частоту и мощность внешнего СВЧ-сигнала;

ручка переключателя с маркировкой МОДУЛЯЦИЯ позволяет получить модуляцию клистрона короткими импульсами 0,5 мкс, 1 мкс, 2 мкс, меандром и внешними модулирующими импульсами**;**

ручка с маркировкой ЗАПУСК определяет вид запуска прибора;

ручка с маркировкой ЧАСТОТА регулирует частоту внутренних запускающих импульсов;

ручка о маркировкой ЗАДЕРЖКА регулирует величину задержки радиочастотном импульса по отношению к запускающему;

гнезда с маркировкой СИНХРОИМПУЛЬСЫ ЗАДЕРЖ. - НЕЗАДЕРЖ. служат для выдачи соответственно задержанных и незадержанных синхронизирующих импульсов;

переключатель с маркировкой СИНХРОИМПУЛЬСЫ ⎍⎍ ⎍⎍ служит для установки, полярности синхронизирующих импульсов;

ручка и шкала с маркировкой УСТ. ЧАСТОТЫ служат для установки частоты генератора;

ручка и акала с маркировкой ИЗМЕР. ЧАСТОТЫ служат для настройки частотомера;

ручка с маркировкой ЧУВСТ. частотомера ∇ ∇∇ служит для регулировки чувствительности схемы усилителя частотомера;

ручка с маркировкой УСТ. МОЩНОСТИ ∇ ∇∇ служит для установки калиброванного уровня мощности;

ручка и шкала с маркировкой ОСЛАБЛЕНИЕ, служит для установки ослабления поляризационного аттенюатора;

ручка с маркировкой > О < ∇ ∇∇ служит для плавной подстройки нуля индикатора термисторного моста;

переключатель с маркировкой КАЛИБРОВКА ИЗМЕР. служит для калибровки уровня мощности 1 мВт внешнего и внутреннего сигнала;

переключатель с маркировкой ИНДИКАТОР вместе со стрелочным прибором служит для индикации настройки частотомера и измерения непрерывной и средней импульсной мощности;

ручка с маркировкой ДЕВИАЦИЯ регулирует амплитуду пилообразного напряжения либо амплитуду треугольного импульсе, подаваемых на отражатель клистрона;

ручка с маркировкой ОТРАЖАТЕЛЬ плавно регулирует напряжение на отражателе клистрона;

переключатель с маркировкой ЗОНА позволяет наблюдать зону генерации клистрона и настраивать его по частотной метке;

ручка с маркировкой ЧУВСТ. плавно регулирует чувствительность стрелочного прибора;

ручка с маркировкой РАЗВЁРТКА регулирует частоту развертки осциллографической трубки;

ручка с маркировкой > У регулирует коэффициент усиления вертикального усилителя;

ручка с маркировкой ¤ служит для регулировки яркости изображения на экране трубки;

ручка с маркировкой ◉ служит для фокусировки луча осциллографической трубки;

ручка с маркировкой ↕ обеспечивает вертикальную центровку изображения на экране ЭЛТ;

ручка с маркировкой ↔ обеспечивает горизонтальную центровку изображения на экране ЭЛТ;

гнездо с маркировкой ⊣⊕ служит для подачи импульсов в режиме внешнего запуска и внешней модуляции, а также для подачи сигнала на вход усилителя вертикального отклонения при исследовании частотных характеристик четырехполюсников;

гнездо с маркировкой ⊖→ служит для выдачи некалиброванной СВЧ-

мощности.

На задней панели измерительного блока расположены разъемы для соединений с блоком питания и счетчик наработки времени типа ЭСВ-2,5 - 12,6, а также разъем УПР напряж., служащий для подачи управляющего напряжения непосредственно на отражатель клистрона.

На левой боковой части блока имеется волноводный выход калиброванной СВЧ-мощности, который является входом для внешнего СВЧ. Сечение волновода 28,5 х 12,6 мм.

На передней панели блока питания расположены тумблер включения напряжения питания, лампочка индикации напряжения питания.

На задней панели блока питания расположены предохранители, колодка переключателя напряжения сети, корпусная клемма и розетка подключения кабелей от сети к измерительному блоку.

2. Пульт контроля ГР-11А

Пульт контроля ГВПА предназначен для оценки работоспособности РЛС "Гроза" при предполетных и послеполетных проверках и для выявления неисправностей с локализацией до блока.

Пульт контроля выполнен в виде переносного моноблока, на лицевой панели которого расположены стрелочный индикатор, таблица контролируемых параметров РЛС «Гроза», индикаторные лампы и органы управления. На задней стенке расположен выносной генератор шума и соединительный кабель для контроля чувствительности приемника.

Пульт контроля позволяет проверить следующие параметры радиолокатора «Гроза»:

напряжения + 10, - 10, - 25, - 165 и + 120 В;

работоспособность системы гидростабилизации,

ток магнетрона; мощность передатчика;

токи кристаллов балансных смесителей;

старт-импульс; напряжение выхода АПЧ,

чувствительность приемного тракта.

Погрешности измерений составляет:

для параметров, определяемых постоянными напряжениями ± 4%;

для **переменных** напряжений ± 20%;

для старт-импульсов ± 5%;

для чувствительности ± 3 дБ.

Пульт контроля имитирует старт-импульсы и позволяет проверить индикаторный тракт при выключенном передатчике. Генератор старт-импульсов вырабатывает импульсы отрицательной полярности амплитудой 6,5 ± 1,5 В с частотой следования 350 ± 60 Гц, при нагрузке на генератор 200 Ом. Питание пульта осуществляется напряжением 115 В 400 Гц и 27 В. Масса пульта не превышает 6,5кг.

Структурная схема пульта представлена на рис.1.2

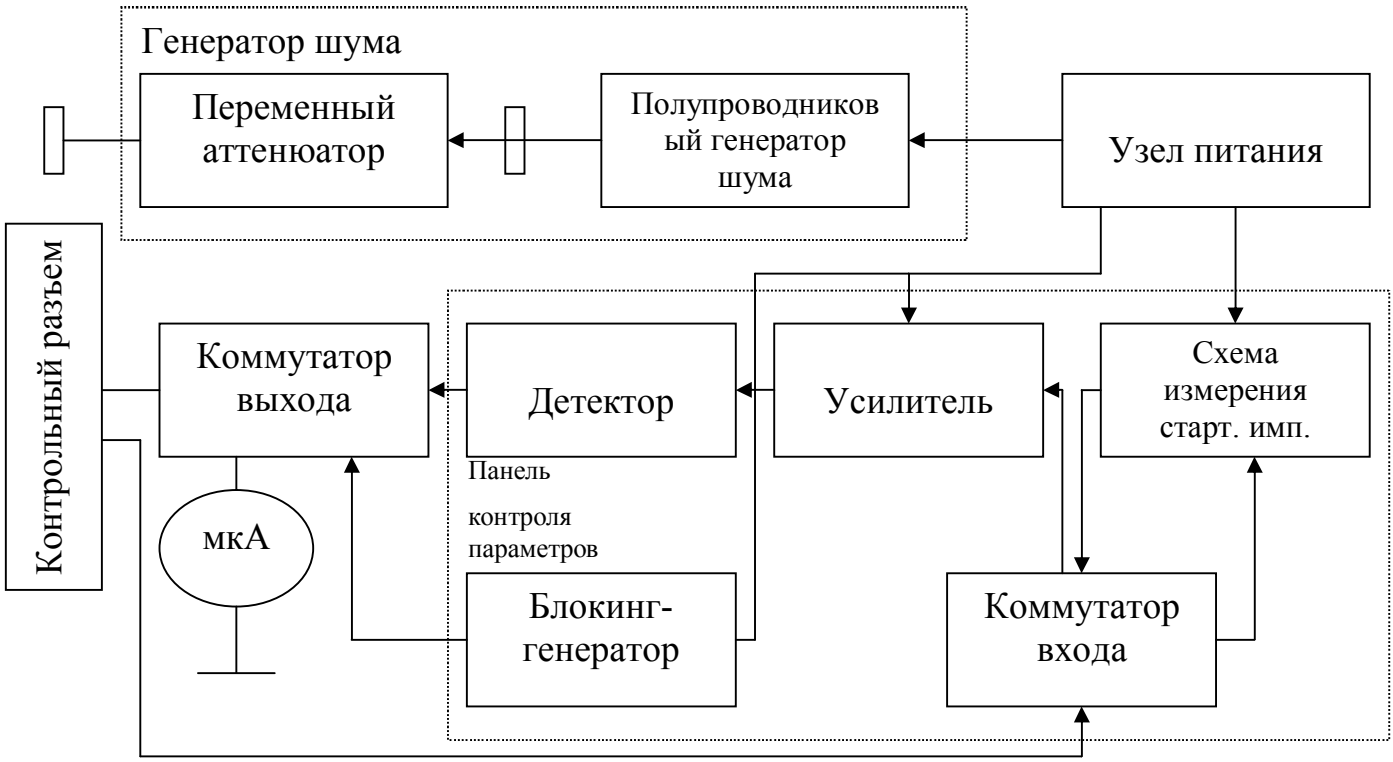


Рис. 1.2 Структурная схема пульта

В состав схемы входят следующие основные узлы:

генератор шума п/проводниковый (ГШП) для измерения чувствительности приемника;

панель контроля параметров;

коммутирующие устройства;

стрелочный индикатор;

контрольный разъем для подключения к РЛС.

Измерение чувствительности приемника основано на сравнении уровня собственных и суммарных шумов на выходе приемного устройства. Суммарные шумы появляются в результате подачи на вход приемного тракта от ГШП такой мощности, при которой амплитуда шумов на выходе удваивается по сравнению с амплитудой собственных шумов приемника. В приборе суммарные шумы приводятся делителем к величине собственных шумов приемника. Таким образом, пульт контроля, калиброванный на

минимально предельную чувствительность приемника, даст одинаковые показания в режимах собственных и суммарных шумов. Если в режиме суммарных шумов показания прибора будут меньше по сравнению с режимом собственных шумов, то это является критерием для отбракования приемника.

Основными элементами панели контроля параметров являются блокинг-генератор, работающий в автоколебательном режиме, и схема порогового измерения амплитуды старт-импульса. Первый осуществляет выработку старт-импульса при неработающем передатчике. В схеме измерения старт-импульса производится сравнение амплитуды поступающего старт-импульса с заданным пороговым уровнем. Нормальным условием является превышение амплитуды старт-импульса над пороговым значением. Наряду с этим в панели контроля производится измерение уровня шумов, входного напряжения усилителя гидростабилизации и питающих напряжений. Коммутирующее устройство позволяет производить поочередный контроль параметров РЛС. Стрелочный прибор предназначен для индикации величин измеряемых параметров. С помощью контрольного разъема пульт подключается к проверяемому радиолокатору.

Все органы управления расположены на лицевой панели пульта. Слева на панели расположен стрелочный индикаторный прибор, на шкале которого нанесены сектора различного цвета. Под стрелочным прибором расположены две клавиши самоконтроля. Левая клавиша позволяет проверить исправность источников питания лавинно-пролетного диода, а правая клавиша - исправность электронной и измерительной частей схемы пульта контроля.

В правой части панели расположена таблица с перечнем контролируемых параметров. Таблица разбита на три колонки. В первой колонке приведены параметры РЛС, которые проверяются без СВЧ-излучения. Во

Во второй и третьей колонках проверяемые параметры основного и резервного приемопередатчиков. В каждой строке после наименования параметра указывается шифр блока, подлежащего замене в случае выхода стрелки прибора за пределы соответствующего сектора. Под каждой колонкой таблицы расположены сигнальная лампа, клавиши и переключатели, с помощью которых осуществляется контроль параметров РЛС, приведенных в соответствующих колонках таблицы.

ВЫПОЛНЕНИЕ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

Домашнее задание

При выполнении домашнего задания студент обязан зарисовать в форме отчета структурные схемы приборов РИП-3 и ГР-11А.

Лабораторная остановка

Представляет собой испытательный стенд РЛС "Гроза" и изучаемые контрольные приборы.

Проведение лабораторного исследования

Реализуется на учебных образцах РЛС "Гроза" и приборах РИП-3 и ГР-11А.

1. Подготовка к работе прибора РИП-3

Экспериментальная часть предпыолагает практическую отработку процесса подготовки прибора к работе и его включение в отдельных режимах непосредственно каждым студентом, последовательно от пункта к пункту.

Прежде чем приступить к работе с прибором, необходимо изучить эксплуатационную документацию на него.

Проверить и при необходимости переключить блок питания на нужное напряжение сети**.** Переключение производится при помощи колодки

переключателя после снятия защитного колпачка.

Соединить кабелем питания измерительный блок с блоком питания. Корпус прибора заземлить.

Поставить тумблер на блоке питания в положение выключено. Подключить блок питания к сети с помощью сетевого шнура.

Плавную секцию измерительного аттенюатора поставить в положение 25 дБ.

На не калиброванный выход СВЧ-сигнала подключить согласованную нагрузку.

Ручку > О < поставить в среднее положение.

Переключатель РОД РАБОТЫ поставить в положение ВНЕШ.СИГН.

При работе прибор должен быть защищен от непосредственного воздействия атмосферных осадков и брызг.

Перед включением прибора необходимо ручки УСТ.МОЩНОСТИ, ЧУВСТВ. ¤ повернуть до отказа против часовой стрелки.

После этого включить тумблер в положение СЕТЬ и дать прибору прогреться в течение 3-4 мин.

Ручками ¤ , ◉ отрегулировать на экране ЭЛТ четкую линию развертки, ручками ↕ ↔ установить линию развертки посредине экрана.

2. Установка частоты внутреннего генератора

Для установки частоты внутреннего генератора необходимо выполнить следующие операции:

ввести плавную секцию аттенюатора поляризационного в положение 25 дБ;

подключить к прибору испытуемое устройство;

ручки потенциометров ОТРАЖАТЕЛЬ, ЧУВСТ.,

ЧУВСТ. ЧАСТОТОМЕРА, УСТ.МОЩНОСТИ поставить в среднее

положение;

ручку потенциометра ДЕВИАЦИЯ повернуть до отказа против часовой стрелки;

переключатель РОД РАБОТЫ поставить в положение НГ;

ручкой ИЗМЕР.ЧАСТОТЫ установить требуемую частоту по шкале частотомера;

переключатель ИНДИКАТОР поставить в положение ЧАСТОТА;

вращая ручку УСТ.ЧАСТОТЫ, добиться увеличения до максимума показаний стрелочного индикатора, что произойдет в момент настройки генератора на частоту частотомера. При необходимости ручками ЧУВСТ. ЧАСТОТОМЕРА, УСТ.МОЩНОСТИ, ЧУВСТ. увеличить или уменьшить показания стрелочного прибора до величины, удобной для наблюдения.

В случае, когда не требуется большая точность установки частоты, пользуются показаниями декадного счетчика.

В режиме импульсной модуляции частота внутреннего генератора устанавливается аналогично.

3. Работа прибора

в режиме выдачи калиброванного уровня мощности

Для получения калиброванного уровня мощности необходимо выполнить следующие операции:

установить частоту внутреннего генератора по методике, изложенной в разделе 2;

расстроить частотомер на несколько десятков малых делений шкалы;

переключатель РОД РАБОТЫ поставить в положение ВНЕШ.СИГН. При этом срывается генерация внутреннего генератора;

переключатель ИНДИКАТОР поставить в положение МОЩНОСТЬ, а переключатель КАЛИБРОВКА ИЗМЕР. - в положение ИЗМЕР.;

ручками > О < скорректировать ноль термисторного измерителя мощности при максимальной чувствительности стрелочного прибора;

переключатель КАЛИБРОВКА ИЗМЕР. поставить в положение ВНУТР. При этом стрелка индикатора отклонится на какую-то величину, соответствующую уровню мощности 1 мВт. Ручкой ЧУВСТ. установить стрелку индикатора в положение, удобное для отсчета (например. 75 делений);

переключатель КАЛИБРОВКА ИЗМЕР. поставить в положение ИЗМЕР., при этом стрелка индикатора возвратится в ноль;

включить внутренний генератор, переводя переключатель РОД РАБОТЫ в положение НГ;

ручками УСТ.МОЩНОСТИ установить стрелку индикатора в положение, соответствующее уровню 1 мВт, т.е. на 75 делений;

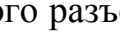
вывести ступенчатую и плавную секции аттенюатора в положение минимального ослабления. При этом на выход прибора подаются непрерывные колебания с уровнем мощности 1 мВт.

(Периодически рекомендуется проверять нуль и калибровку индикатора мощности, как это было описано выше).

При переходе в режим импульсной модуляции калиброванный уровень 1 мВт импульсной мощности обеспечивается автоматически.

Установка уровня калиброванной как непрерывной, так и импульсной мощности от 0 до 11О дБ ниже 1 мВт производится с помощью поляризационного аттенюатора.

На выходе прибора можно получить некалиброванный уровень мощности выше 1 мВт**,** который регулируется ручкой УСТ. МОЩНОСТИ в небольших пределах. В этом случае операции по калибровке уровня мощности отпадают.

С коаксиального разъема  на передней панели прибора снимается не калиброванный уровень мощности, который также регулируется ручкой

УСТ.МОЩНОСТИ в обратном направлении в небольших пределах.

4. Работа прибора в режиме импульсной модуляции

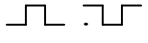
Для работы прибора в режиме импульсной модуляции необходимо отрегулировать частоту и мощность высокочастотных колебаний в режиме НГ согласно разделам 2 и 3. Затем перевести переключатель РОД РАБОТЫ в положение ИМП.

Переключатель ЗАПУСК поставить в положение ВНУТР., если запуск производится от собственного задающего генератора, или в положение ВНЕШ., если для запуска будут использованы внешние импульсы. В последнем случае подать запускающие импульсы любой полярности на гнездо . Амплитуда запускающего импульса должна быть не менее 4 В.

Переключатель МОДУЛЯЦИЯ ставится в одно из выбранных положений, соответствующих длительности прямоугольного импульса 0,5 мкс, 1 мкс или 2 мкс. Частота повторения модулирующих импульсов устанавливается ручкой ЧАСТОТА в пределах от 300 до 7500 Гц.

С помощью потенциометра ЗАДЕРЖКА может быть внесена задержка высокочастотного импульса по отношению к запускающему от 2 до 300 мкс. При этом следует учитывать, что величина задержки не может быть больше обратной величины частоты следования запускающих импульсов.

Для запуска внешних устройств на гнезда ЗАДЕРЖ. и НЕЗАДЕРЖ. выдаются соответственно задержанные и не задержанные синхронизирующие импульсы. Полярность синхроимпульсов меняется с помощью тумблера



Для перехода в режим модуляции меандром необходимо перейти на внутренний запуск, а переключатель МОДУЛЯЦИЯ поставить в положение Задержанный синхроимпульс в этом случае не выдается.

При внешней модуляции амплитуда модулирующих импульсов должна быть не менее 4 В, а длительность - **не** менее 0,5 мкс. Импульсы любой

полярности подаются на гнездо , при этом переключатель МОДУЛЯЦИЯ переводится в положение ВНЕШ. При внешней модуляции задержка не действует и задержанный синхроимпульс не выдается.

Для получения частотно-импульсной модуляции переключатель МОДУЛЯЦИЯ ставится в одно из положений 0,5 , 1 или 2 мкс, а переключатель ЗАПУСК - в положение ВНУТР. Ручку потенциометра ДЕВИАЦИЯ повернуть до отказа по часовой стрелке. В этом случае прибором выдаются высокочастотные импульсы с частотной модуляцией.

При переходе в режим импульсных колебаний мощность в импульсе остается равной мощности непрерывных колебаний. Частота высокочастотных колебаний при переходе в режим импульсной модуляции может уйти, но не более 3 мГц. Если требуется максимальная точность, то установку частоты повторяют в режиме импульсной модуляции. Для этого необходимо:

ручку ДЕВИАЦИЯ повернуть до отказа против часовой стрелки;

ручкой ИЗМЕР. ЧАСТОТЫ установить требуемую частоту по шкале частотомера;

переключатель ИНДИКАТОР поставить в положение ЧАСТОТА;

осторожно вращая ручку УСТ.ЧАСТОТЫ, добиться увеличения до максимума показания стрелочного индикатора. При необходимости ручкой ЧУВСТ. ЧАСТОТОМЕРА увеличить или уменьшить показания стрелочного прибора до величины, удобной для наблюдения. Пользоваться для этой цели ручками УСТ.МОЩНОСТИ и ЧУВСТ. я этом случае нельзя, иначе нарушится калибровка уровня мощности;

расстроить частотомер на несколько десятков малых делений шкалы.

По выполнении пунктов 1,2,3 и 4 всеми студентами учебной бригады выключить прибор РИП-3.

Все органы управления на передней панели РИП-3 установить в исходное состояние.

5. Работа с пультом контроля ГР-11А

Перед проверкой параметров радиолокатора с использованием пульта ГР-11А необходимо:

поставить все галетные переключатели пульта контроля в левое крайнее положение;

поставить переключатель режима радиолокатора в положение "Земля";

включить радиолокатор нажатием клавиши "РЛС" на передней панели индикатора РЛС "Гроза";

включить ГР-11А поворотом левого переключателя из положения "ВЫКЛ." в положение "1".

Далее необходимо убедиться в исправности пульта контроля, для чего осуществляется поочередное нажатие клавиш самоконтроля, расположенных под индикаторным прибором ГР-11А. При этом стрелка прибора должна войти в сектор того цвета, в который окрашена нажатая клавиша.

Несовпадение стрелки с указанным положением, свидетельствует о неисправности пульта контроля.

Проверка параметров радиолокатора осуществляется путем поочередного нажатия каждой из трех клавиш и переключения соответствующих переключателей в требуемые положения. При нажатии каждой из клавиш загорается сигнальная лампа, которая информирует о подключении измерительной части прибора к галетному переключателю, расположенному под ней. Галетный переключатель в каждом своем положении имеет метку определенного цвета, указывающую, в каком по цвету секторе должна находиться стрелка прибора и порядковый номер контролируемого параметра, совпадающего с номером таблицы. При нормальной работе пульта контроля провести контроль величин постоянных напряжения по левой таблице параметров в положении галетного переключателя от «1» до «6» включительно. Результат зафиксировать: «в

норме», «не в норме».

Оформление отчета

Отчет по лабораторной работе должен содержать:

1. Ф.И.О. студента, гр., шифр в правом верхнем углу.
2. Наименование работы. в
3. Краткие сведения об изученных приборах.
4. Структурные схемы приборов РИП-3 и ГР-11А.
5. Результаты проведенных измерений.
6. Выводы по работе.

Указание: при защите лабораторной работы студент должен быть готов отвечать на все контрольные и дополнительные вопросы.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Назначение и основные характеристики приборов РИП-3, ГР-11А.
2. Структурная схема приборов РИП-3 и ГР-ПА.
3. Начальное положение органов управления приборов.
4. Порядок подготовки РИП-3 к работе.
5. Порядок подключения приборов к исследуемым образцам РЛС.
6. Работа РИП-3 в режиме импульсной модуляции.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Помимо литературы, рекомендуемой для выполнения домашнего задания, при подготовке к лабораторной работе следует использовать:

1. Радиолокационные системы летательных аппаратов: Под ред. П.С.Давыдова. М.: Транспорт, 1977.

2. Метеонавигационная РЛС «Гроза». Техническое описание.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

ИЗУЧЕНИЕ ПРИНЦИПОВ ПОСТРОЕНИЯ БОРТОВОЙ МЕТЕОНАВИГАЦИОННОЙ РЛС "ГРОЗА"

Цель работы:

Изучение функциональной схемы, основных ЭТХ, состава и конструктивных особенностей метеонавигационной РЛС "Гроза". Привитие практических навыков в работе с радиолокатором.

Объект исследования:

Метеонавигационная РЛС "Гроза".

План работы:

1. Выполнение домашнего задания и подготовка отчета.
2. Отработка включения РЛС.
3. Проверка параметров РЛС.
4. Оформление отчета.
5. Защита работы (сдача зачета по работе).

Домашнее задание:

1. Изучить по рекомендуемой литературе назначение, основные ЭТХ и структурную схему РЛС "Гроза".
2. Изучить порядок включения РЛС "Гроза".
3. Наметить параметры, характеризующие работоспособность РЛС.
4. Подготовить форму отчета.
5. Изобразить в отчете укрупненную структурную схему РЛС и занести последовательность ее включения.

Указания:

1. Студент составляет индивидуальный отчет.
2. Студент, не представивший к началу работы форму отчета, к выполнению работа не допускается.
3. Литература для выполнения домашнего задания:

а) Метеонавигационный радиолокатор "Гроза-154". Техническое описание.

б) Приданов В.Г. Метеонавигационная РЛС "Гроза". Рига: РКИИГА, 1983.

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ РЛС "ГРОЗА"

Радиолокатор типа "Гроза" представляет собой импульсную РЛС со сканирующей в азимутальной плоскости антенной и индикатором с секторным растром. По своим эксплуатационно-техническим характеристикам относится ко П классу метеонавигационных РЛС и предназначен для использования на средних магистральных и тяжелых самолетах местных воздушных линий. В зависимости от типа самолета, на котором устанавливается РЛС ее комплектность и технические характеристики отдельных блоков могут изменяться при идентичности технических решений. Станция предназначена для обнаружения в передней полусфере воздушного судна зон активной грозовой деятельности и мощности кучевой облачности с повышенной турбулентностью; получение радиолокационного изображения земной поверхности с целью решения навигационных задач; обнаружение препятствий (горные массивы, вершины и высотные постройки); измерения угла сноса воздушного судна. Вся информация отображается на визуальном индикаторе, позволяющем определить полярные координаты наблюдаемых объектов (азимут, дальность).

В состав станции входят следующие основные блоки:

ГР1У - антенный блок;

ГР7С - привод и система стабилизации антенны;

ГР2Р - блок приемопередатчика;

ГР4В - индикаторный блок.

Все блоки, за исключением антенного, расположены в герме-тизированной части самолета. Антенный блок и часть волноводного тракта размещены под носовым обтекателем самолета.

2. ОСНОВНЫЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И РЕЖИМЫ РАБОТЫ

Основные характеристики приведены применительно к модификации «Гроза-154».

Дальность обнаружения:

особо крупных промышленных центров - 350 км**;**

областных городов - 250 км**;**

грозовой и кучево-дождевых зон - 200 км**;**

крупных водных ориентиров - 170 км;

Диапазон длин волн 3 см;

Импульсная мощность 9 квт;

Длительность импульса - 3,5 мкс;

Частота повторения импульсов - 400 Гц;

Чувствительность приемника - 100 дБ/мВт;

Сектор азимутального обзора в передней полусфере - ± 100°;

Частота азимутального обзора - 7-13 кач/мин;

Ширина ДН в азимутальной плоскости на уровне 0,5 $Р_и$ - 3°

Основными рабочими режимами являются: "Земля", "Метео", "Контур", "Снос".

В режиме "Земля" на масштабах «30», «50» и «125» км осуществляется обзор земной поверхности косеканскваратичной ДН в вертикальной плоскости» На масштабе 250 км производится попеременный обзор земной поверхности узкой и косеканскваратичной ДН в вертикальной плоскости. Смена форм ДН производится при изменении направления перемещения антенны. На масштабе 375 км обзор ведется только узкой ДН антенны. В этом режиме на экране индикатора воспроизводится радиолокационное изображение впереди лежащей земной поверхности с расположенными на ней объектами. В режиме "Метео" используется узкая (~4°) ДН в обоих плоскостях, и на экране индикатора отображается радиолокационное изображение воздушной обстановки в пространстве, ограниченном азимутальными углами ± 100° относительно оси самолета и углами места ± 2° относительно плоскости горизонта. В режиме "Контур" выявляются внутри отражений от грозовых зон и кучево-дождевой облачности наиболееопасные участки для пролета самолета. Данные участки отображаются на экране индикатора в виде затемненных областей внутри ярких отметок от обнаруженных грозовых зон.

В режиме работы "Снос" осуществляется измерение угла сноса самолета методом остановленной антенны. В этом случае, вручную управляя антенной и используя амплитудную модуляцию отраженного от земной поверхности сигнала спектром вторичных доплеровских частот, добиваются положения антенны, при котором частота модуляции будет минимальной. Отсчет величины угла сноса ведется по азимутальной шкале индикатора.

Во всех режимах осуществляется гидростабилиэация ДН антенны по крену и тангажу.

3. СТРУКТУРНАЯ СХЕМА РЛС

Радиолокатор "Гроза" построен по типовой одноканальной схеме импульсной РЛС, укрупненный вариант которой изображен на рис. 2.1.

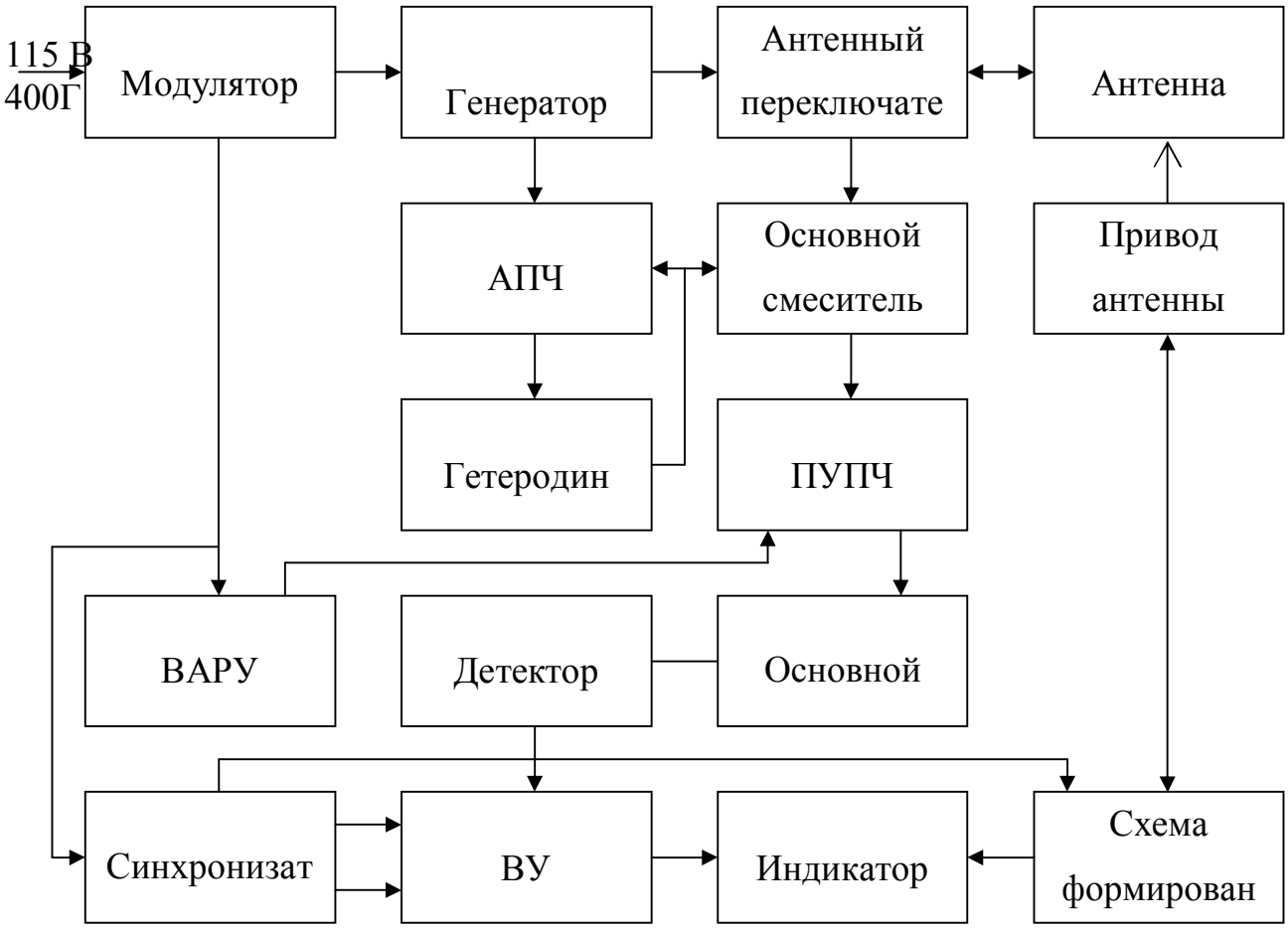


Рис. 2.1 Структурная схема РЛС “Гроза”

Синхронизация всех устройств станции осуществляется модулятором с частотой бортовой сети 400 Гц. Пусковые импульсы с магнитно-импульсного двухзвенного модулятора поступают на запуск магнетронного генератора, синхронизатора и схемы временной автоматической регулировки усиления. Под воздействием пускового импульса генератор СВЧ вырабатывает мощный высокочастотный сигнал длительностью 3,5 мкс, который через переключатель прием-передача (ППП) поступает в антенну

и излучается в пространство. Антенна параболического типа формирует узкий луч в горизонтальной плоскости и два типа диаграммы направленности - узкую или веерную - в вертикальной плоскости. Узкая ДН формируется основным отражателем антенны при вертикальной поляризации излучаемых колебаний. Для формирования веерной ДН используется дополнительный козырек в верхней части основного зеркала, выполненный из стекловолокна, сформированного горизонтально расположенными проводниками. При горизонтальной поляризации излучаемых колебаний козырек совместно с нижней частью основного зеркала формирует веерную ДН. Смена вида поляризации осуществляется ферритовым переключателем, расположенным в волноводном тракте перед облучателем.

Отраженный сигнал принимается антенной и через ППП и разрядник защиты приемника проходит на основной балансный смеситель. С его выхода сигнал промежуточной частоты (ПЧ) усиливается в предварительном усилителе ПЧ и далее в основном УПЧ. Для согласования динамических диапазонов принимаемого сигнала (~60-70 дБ) и индикатора на ЭЛТ (~15 дБ) в основном УПЧ используется логарифмическая амплитудная характеристика (ЛАХ). После детектирования сигнал усиливается в трехтоновом видеоусилителе (ТТВУ) и поступает на индикатор. Одной из причин введения ТТВУ является нивелирующее свойство ЛАХ, приводящее к снижению контрастности. В индикаторе используется яркостная индикация отметок с секторной разверткой луча. Для облегчения распознавания степени опасности гидрометеообразований используют метод контурной индикации, когда наиболее опасные зоны индуцируются в виде темных (иезасвеченных) областей на экране ЭЛТ.

Для создания секторной развертки луча используется ключевая схема, один из элементов которой жестко связан с механизмом азимутального привода антенны.

Одновременно с запуском передатчика модулятор запускает синхронизатор и схему ВАРУ. Транзисторная схема синхронизатора с использованием элементов счетной техники вырабатывает импульсы запуска развертки, импульс подсвета прямого хода луча и масштабные метки дальности 10, 25 и 50 км. В зависимости от выбранного масштаба 30, 50, 125, 250 или 375 км используется соответствующий номинал мм дальности. Формируются эти метки с помощью генератора с контуром ударного возбуждения, причем используются три сменных контура, по числу номиналов меток.

Схема ВАРУ, выполненная на базе разряда емкости, обеспечивает независимый от дальности уровень сигнала на выходе приемника путем соответствующего изменения коэффициента усиления приемника. Для поддержания высокой чувствительности приемника при его сравнительно узкой полосе пропускания в 2 МГц осуществляется стабилизация значения ПЧ = 30 МГц с помощью системы АПЧ. АПЧ двухканального типа, разностная, работающая в режиме подстройки управляет частотой гетеродина, собранного на лампе обратной волны. Использование ЛОВ обусловлено тем**,** что она имеет одну зону генерации, широкий диапазон перестройке, почти линейную настроечную характеристику со сравнительно малой крутизной 2,5 МГц/В. Последнее определяет хорошую точность настройки.

Механизмы привода антенны обеспечивают:

автоматическое качание антенны в требуемом секторе;

ручное управление антенной в горизонтальной и вертикальной плоскостях в заданных секторах;

стабилизацию луча ДН в пространстве при эволюциях самолета по крену и тангажу в заданных пределах;

привод синхронно и синфазно с качанием антенны вращающегося импульсного трансформатора, входящего в состав схемы формирования развертки луча ЭЛТ.

Питание радиолокатора от бортовой сети однофазное 115 В 400 Гц, трехфазное 200 В 400 Гц, трехфазное 36 В 400 Гц и постоянное 27 В.

4. ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА НА СТАНЦИИ

4.1. Описание лабораторной установки

Радиолокатор "Гроза" размещается на специализированном лабораторном стенде совместно с пультом контроля ГР-11А.

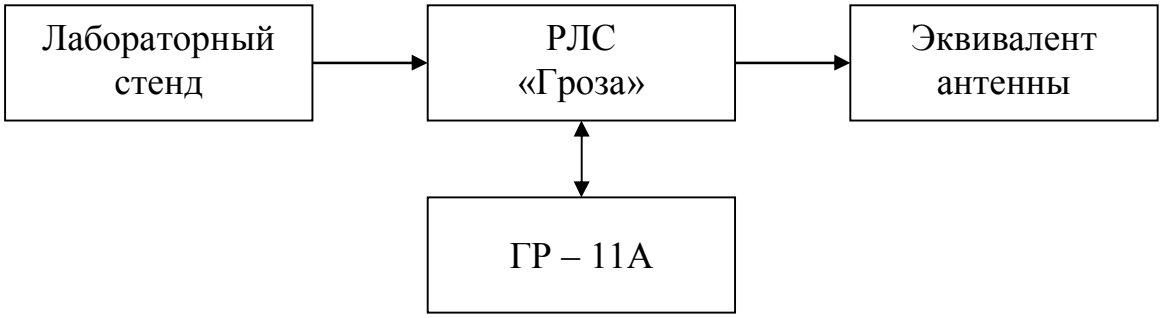


Рис. 2.2. Структурная схема лабораторной установки

Напряжения на радиолокатор подаются от лабораторного стенда, на котором размещены органы регулировки и контроля первичных источников питания. Органы управления радиолокатором размещены на лицевой панели индикатора.

4.2. Включение радиолокатора в лабораторных условиях

Включить на лабораторном стенде первичные источники питания и проконтролировать величины напряжений.

Установить в исходное положение все органы управления радиолокатором:

регулятор "частота" - в крайнее левое положение;

переключатель режимов работы - в положение "Готов";

регулятор "Яркость" - в среднее положение;

регулятор "Наклон" - в среднее положение;

регулятор "Контраст" - в среднее положение;

переключатель масштабов - в положение "30";

регулятор "Метки" - в среднее положение.

Таким образом, радиолокатор подготовлен к подаче питающих напряжений на его блоки.

Нажать до упора клавишу "РЛС", расположенную на лицевой панели индикатора. При нормальном включении в нижней части экрана должен загореться световой сигнал и клавиша "РЛС" после ее отпускания должна оставаться утопленной.

Для подготовки радиолокатора к работе требуется около 5мин. Время расходуется на прогрев и выход на рабочий режим магнетрона, ЛОВ, ЭЛТ и нувисторов. Последние расположены в ПУПЧ и системе АПЧ. По истечении 5 мин и при наличии на экране индикатора линии развертки и масштабных меток дальности поставить переключатель режимов в положение "Земля". Радиолокатор включен.

4.3. Проверка работоспособности радиолокатора

Используя пульт контроля типа ГР-11А, произвести проверку параметров радиолокатора в соответствии с таблицами на его лицевой панели по указанию преподавателя. Результаты измерений занести в отчет. По результатам проверки дать заключение о работоспособности радиолокатора.

При положительном выводе произвести включение РЛС, для чего поставить переключатель рода работы в положение "Готов" и нажать клавишу "ВЫКЛ." на передней панели индикатора. Выключить пульт

контроля

ГР-11А. Установить органы управления радиолокатора и пульта контроля в исходное состояние. На лабораторном стенде произвести отключение первичных источников питания.

Оформление отчета

Отчет по лабораторной работе должен содержать:

1. Ф.И.О. студента, гр., шифр в правом верхнем углу.
2. Наименование работы.
3. Назначение, основные ЭТХ радиолокатора и укрупненные структурные схемы РЛС и лабораторной установки.
4. Результаты контроля параметров.
5. Выгоды по работе.

Указание: При защите отчета студент должен быть готов отвечать на все контрольные и дополнительные вопросы.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Назначение и основные ЭТХ РЛС «Гроза».
2. Назначение основных функциональных узлов РЛС "Гроза".
3. Структурная схема РЛС "Гроза".
4. Режимы работы РЛС, краткая характеристика.
5. Назначение и начальное положение основных органов управления РЛС «Гроза».
6. Порядок включения и выключения РЛС "Гроза".

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Помимо литературы, рекомендованной для выполнения домашнего задания при подготовке к лабораторной работе, следует использовать:

1. Давыдов П.С. и др. Радиолокационные системы воздушных судов М.: Транспорт, 1988.

2. Давыдов П.С. и др. Авиационная радиолокация: Справочник, М.: Транспорт, 1984 .

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3

ИЗУЧЕНИЕ ПРИНЦИПА ДЕЙСТВИЯ И ПРОВЕРКА РАБОТОСПОСОБНОСТИ АЭРОДРОМНОГО ОБЗОРНОГО РАДИОЛОКАТОРА ДРЛ-7СМ

1. Цель работы:

Целью работы является изучение принципа действия, состава оборудования, общей структурной схемы, функциональной и принципиальной схем, а также конструкции основных устройств радиолокатора ДРЛ-7СМ.

Продолжительность работы - 8 часов.

2. Домашнее задание:

2.1. Изучить принцип действия аэродромного обзорного радиолокатора Л[1,2,3,4].

2.2. Изучить особенности построения передающих и приемных устройств аэродромного обзорного радиолокатора Л[1,2].

3. Методические указания к выполнению лабораторного задания

Изучение радиолокатора ДРЛ-7СМ проводится на основе заводского технического описания [3-6]. На лабораторном занятии следует прежде всего ознакомиться с составом оборудования и уяснить назначение, принцип действия, размещение и взаимодействие основных устройств РЛС, к которым относятся:

- антенно-фидерное устройство;
- высокочастотный тракт;
- передающее устройство первичного канала;
- фазовый блок;
- блок компенсатора системы СДЦ;
- блок памяти и очистки для подавления несинхронных помех;
- блок индикатора.

С функциональными схемами основных устройств РЛС следует ознакомиться на таком уровне, чтобы уметь пояснить принцип действия каждого устройства с помощью его функциональной схемы. Необходимо также ознакомиться с принципиальными схемами основных устройств, приведенными в альбоме принципиальных схем [3].

Перед выполнением практической части лабораторного задания преподаватель проверяет теоретическую подготовку студента. Для собеседования с преподавателем необходимо знать учебный материал в объеме контрольных вопросов к данной работе.

Практическая часть лабораторного задания выполняется на действующем оборудовании радиолокатора ДРЛ-7СМ. Включение, проверка общей работоспособности и выключение радиолокатора необходимо

производить в строгом соответствии с данным руководством по лабораторным работам. Регулировку и подстройку параметров радиолокатора можно производить только с разрешения преподавателя.

Полученные при выполнении работы результаты необходимо проанализировать и краткие выводы привести в отчете.

4. Лабораторное задание:

4.1. Изучить тактико-технические характеристики и состав оборудования РЛС. Записать основные тактико-технические и характеристики первичного канала РЛС [3].

4.2. Изучить особенности построения антенно-фидерной системы РЛС. Составить упрошенную функциональную схему системы [4, с.83-122].

4.3. Изучить особенности построения передающего тракта первичного канала РЛС. Составить упрощенную функциональную схему тракта [4].

4.4. Изучить особенности построения приемного тракта и системы АПЧ. Составить упрощенную функциональную схему приемного тракта при работе РЛС в режиме ПАС [5].

4.5. Ознакомиться с конструкцией РЛС, используя действующее оборудование. Выявить пути прохождения сигналов "магнетронный передатчик - антенна" и "антенна - блок индикатора" в амплитудном режиме.

4.6. Произвести подготовку к включению, включение, проверку работоспособности и выключение радиолокатора в следующем порядке.

4.6.1. Подготовка к включению.

Внимание! Неправильное положение органов включения и регулировки различных блоков и узлов РЛС перед включением аппаратуры в работу может привести к серьезным повреждениям. Подготовка к включению состоит в проверке нулевых положений стрелок всех индикаторных приборов, установленных на передних панелях блоков, и установки ручек органов управления на передних панелях и распределительных щитах в следующие положения:

Распределительный щит аппаратной

1. Автомат 380В 50Гц - в положение ВКЛ.

2. Автоматы ВЕНТИЛЯТОР КУЗОВА, ВЕНТИЛЯТОР ИНДИКАТОРОВ, ВЕНТИЛЯТОР КОМПЛ. 1, ВЕНТИЛЯТОР КОМПЛ .П - в положение ОТКЛ.

3. Автоматы ОТОПЛЕНИЕ и КОНДИЦИОНЕР включаются в зависимости от погодных условий.

4. Установить выключатель блока питания в положение ОТКЛ.

5. Переключатель питания АТГС и тумблер СВЕТ ОГРАЖ. установить в положение ОТКЛ.

6. Тумблер УПР. установить в положение МЕСТН.

Стойка индикатора

1. Ручки ЯРКОСТЬ, ФОКУС, УСИЛЕНИЕ ПР-КА АКТИВ., УСИЛЕНИЕ ПР-КА ПАССИВ на панели индикаторов - в крайнее левое положение.

2. Тумблер ПРИВОД.АНТ. на панели индикатора и выключатель ИНДИКАТОР на блоке выпрямителя установить в положение ВЫКЛ.

Стойка передатчика

1. Выключатель ВКЛ.ПРД и тумблер ВЫСОКОЕ на передней панели блока под-модулятора установить в положение ВЫКЛ.

2. Ручку автотрансформатора на панели блока подмодулятора и управления необходимо повернуть влево до упора.

3. Кнопочный переключатель РОД РАБОТЫ Р/ЛОКАТОРА установить в положение ПАС.

Стойка приемника

1. Переключатель ПРИЕМНИК на передней панели блока выпрямителей приемника (ВП) установить в положение ОТКЛ.

2. Тумблеры ФАЗИР., питания фазового блока, ПРОВЕР.ФАЗИР. на передней панели фазового блока (БФД) установить в положение ОТКЛ.

Тумблер АДт-ФДт на передней панели фазового блока установить в положение ФДт.

3. Тумблеры ДИФФЕРЕНЦ. и ВАРУ, расположенные на передней панели блока приемника, установить в положение ВЫКЛ.

4. Тумблер ПРИЕМНИК ОТВ. и выключатель КОМПЕНСАТОР на панели блока НПО и компенсатора - в положение ОТКЛ.

5. Тумблер КОНТР.СИГНАЛ на блоке компенсатора - в положение ВЫКЛ.

6. Тумблер ВАРУ на блоке НПО-Д и тумблер СЕТЬ на блоке УВЧ - в положение ОТКЛ.

7. Переключатель УСИЛЕНИЕ на блоке приемника - в положение МЕСТНОЕ.

Шкаф запуска и видео

1. Тумблер СЕТЬ на блоке трансляции и запуска (БТЗ) установить в положение ОТКЛ.

2. Переключатель ПЕРЕДАТЧИК ВТОРИЧНОГО КАНАЛА на шкафу запуска и видео - в положение ОТКЛ.

3. Тумблер НАКОПЛЕНИЕ-ПОДАВЛЕНИЕ на БПО установить в положение НАКОПЛЕНИЕ.

4. Тумблер НЗК на БПО - в положение НЗК. Включение радиолокатора.

Внимание! *К включению радиолокатора допускаются лица, знающие данное оборудование и правила по технике безопасности.*

Включение электропитания.

При включенном автомате 380В 50Гц на световом табло горят лампы АВАРИЯ ВЕНТ., ФИДЕР 1 или ФИДЕР П, ТРАНСЛЯЦИЯ КОМПЛ.1 или ТРАНСЛЯЦИЯ КОМПЛ.П.

1. Включить на распределительном щите выключатель БЛОК ПИТАНИЯ. При этом появится напряжение 27 В для ламп дежурного освещения.

2. Установить переключатель питания АТГС на распределительном щите в положение СЕТЬ 50Гц.

3. Нажать кнопку ПУСК ПСЧ 1 или ПУСК ПСЧ П на распределительном щите. По вольтметру проверить номинальное напряжение 220В 400Гц. Яркость ламп ЯРКО, ТУСКЛО должна соответствовать гравировке.

4. Включить автоматы КОМПЛ.П и ВЕНТИЛЯТОР КУЗОВА. Включить автоматы вентиляторов комплектов и индикаторов. При этом погаснет лампа АВАРИЯ ВЕНТ, на световом табло распределительною щита.

5. Нажать кнопку ВКЛ. КОМПЛ П. Убедиться в работоспособности вытяжных вентиляторных стоек приемника и передатчика, в работоспособности вентиляторов обдува приема-передатчика и индикаторов.

При включении комплекта на световом табло загораются лампы АВАРИЯ ПРД и АВАРИЯ ПРМ.

Включение передающего устройства первичного канала (первая ступень).

1. Выключатель ПРД установить в положение ВКЛ. При этом должна загореться лампа БЛОКИР.

2. Через 2-3 минуты по контрольному прибору проверить наличие и номинал напряжений - 180В,-600В,+300В.

Включение шкафа запуска и видеосигналов.

1. Включить тумблер СЕТЬ на блоке трансляции и запуска. Через 3 мин. убедиться в наличии напряжений питания на блоках БПО и БТЗ по контрольным приборам.

2. Переключатель ПЕРЕДАТЧИК ВТОРИЧНОГО КАНАЛА установить в положение МЕСТНОЕ.

Включение индикаторного устройства.

1. На передней панели блока выпрямителей индикатора 1-го комплекта установить выключатель питания индикатора в положение СЕТЬ и включить подсвет контр. прибора.

2. Через 3 мин. по контр. прибору блока выпрямителей и по прибору на субпанели блока индикатора проверить наличие номинальных напряжений и напряжения 5кВ.

Включение привода антенны.

1. Тумблер ПРИВОД АНТ. на панели блока индикатора (ИКО) установить в положение ВКЛ. При этом включится сирена, а через (12-30сек) - привод антенны.

2. Визуально и на слух убедиться в нормальной работе привода антенны.

3.

Включение приемного устройства.

1. Тумблер ФБ на передней панели фазового блока, выключатель ПРИЕМ.ОТКЛ. на блоке выпрямителей приемника и выключатель КОМПЕНСАТОР_ВЫКЛ. на передней панели блока выпрямителей НПО и компенсатора установить соответственно в положения ПИТАНИЕ, ПРИЕМНИК, КОМПЕНСАТОР.

2. Через 5мин. по контрольным приборам на лицевых панелях блоков проверить наличие и номинал напряжений.

3. Включить тумблер СЕТЬ на блоке УВЧ.

4. По прибору на панели блока приемника проверить величины токов кристаллов КР1, КР2. КР3, КР4. Величина токов кристаллов должна быть в красном секторе.

5. Последовательным переключением тумблера ВОЛНЫ на передней панели блока приемника с одного положения в другое, убедиться, что токи кристаллов лежат в указанных выше пределах. После этого установить фиксированную волну, на которой будет работать радиолокатор (1- я волна), при этом загорается соответствующая лампочка.

6. После прогрева приемного устройства и при введении достаточного усиления должна погаснуть лампа АВАРИЯ ПРМ на световом табло распределительного щита.

Включение наземного приемника ответчика.

1. На передней панели блока выпрямителей включить тумблер ПРИЕМНИК ОТВ. Через 3 мин. проконтролировать наличие напряжений питания с помощью прибора на лицевой панели блока выпрямителей.

2. Через 10-15мин. проверить в положениях переключателя КРИСТ.ОСНОВ., КРИСТ.ПОД., стрелка прибора должна лежать в соответствующем секторе.

3. Контроль обратного сопротивления кристаллов осуществляется при нажатии кнопки ОБРАТ.СОПРОТ. в положения КРИСТ.ОСН. и КРИСТ.ПОД.

4. Шумы приемника на рабочей частоте при установлении переключателя в положение НАПР.ШУМОВ.

При нажатии ключа НАПР.ШУМОВ влево контролируются шумы основного канала, при нажатии вправо - канала подавления. Потенциометр УСИЛЕНИЕ установить так, чтобы стрелка прибора лежала в соответствующем секторе.

Включение передающего устройства (вторая ступень).

1. Включить тумблер ВЫСОКОЕ на панели передатчика. Через 3-5мин. происхо дит автоматическое включение первой очереди высокого напряжения

2. Вращением ручки автотрансформатора по часовой стрелке установить средний ток по прибору ТОК МАГНЕТРОНА.

3. Проверить по прибору КОНТ.НАПР., после того как загорится лампочка ВЫСОКОЕ НАПР., наличие напряжения 700, 1200, 1800В, 24кВ.

4. При включении высокого напряжения система АПЧ переходит из режима ПОИСК в режим ПОДСТРОЙКА, о чем сигнализирует загорание соответствующей лампочки. После этого должна погаснуть лампа АВАРИЯ ПРМ на световом табло распределительного щита.

Проверка работоспособности аппаратуры.

1. Целью проверки работоспособности аппаратуры является установление полной ее исправности и отсутствия повреждения или расстройки. Показателем нормальной работы аппаратуры является наличие на экранах индикатора:

- в пассивном режиме работы радиолокатора - отметок от наиболее удаленных местных предметов; - в режиме СДЦ - компенсации изображения местных предметов, облаков.

2. Проверка работоспособности передающего устройства производится по контрольным приборам на передней панели блока подмодулятора и управления. При этом показания должны находиться в пределах, указанных у переключателя к прибору. Прибор должен показывать и соответствующий ток магнетрона.

3. Проверка работоспособности приемного устройства также производится по контрольным приборам на передних панелях блоков. При повороте ручки "усиление" на блоке приемника вправо на индикаторе должны усиливаться шумы радиолокатора.

4. Проверка работоспособности индикаторного устройства производится при включенном приводе антенны. Производится проверка развертывающего напряжения по прибору на субпанели блока индикатора, при установке переключателя КОНТРОЛЬ поочередно в положения ВЕРТ.СОСТАВЛ. и ГОРИЗ.СОСТАВЛ. Показания должны быть в пределах от -30 до +30В. Проверить регулировку яркости изображения на экране ЭЛТ индикатора с помощью ручки ЯРКОСТЬ. Проверить регулировку четкости изображения с помощью ручки ФОКУС. Проверить наличие меток дальности и азимута и установить нормальную их яркость потенциометрами ЯРКОСТЬ МЕТОК ДАЛЬНОСТИ и ЯРКОСТЬ МЕТОК АЗИМУТА на субпанели блока индикатора. Проверить длительность разверток на всех масштабах по количеству меток дальности на линии развертки (основных и опорных меток).

Выключение радиолокатора.

1. Ручку автотрансформатора на блоке подмодулятора и управления повернуть влево до упора.

2. Тумблер ВЫСОКОЕ на том же блоке поставить в положение ВЫКЛ.

3. Установить все сетевые переключатели и тумблеры на блоках в любой последовательности в положение ВЫКЛ.

4. Нажать на кнопки ОТКЛ.КОМПЛ.1 и ОТКЛ.КОМПЛ.П и выключить все автоматы и переключатели на распределительном щите.

5. Содержание отчета:

Отчет должен содержать формулировку цели работы, результаты выполнения домашнего задания, функциональные схемы отдельных узлов и блоков и описание принципа их работы, результаты выполнения лабораторного задания и краткие выводы по работе.

6. Контрольные вопросы:

6.1. Дайте краткую характеристику состава оборудования аэродромной обзорной РЛС ДРЛ-7СМ. Назовите основные тактико-технические характеристики первичного и вторичного каналов РЛС.

6.2. Дайте краткую характеристику антеино-фидерной системы РЛС, используя функциональную и принципиальную схемы этой системы.

6.3. Объясните принцип действия антенного переключателя РЛС.

6.4. Объясните принцип действия передающего устройства первичного канала РЛС с помощью принципиальной схемы.

6.5. Объясните принцип действия основного тракта приемного устройства первичного канала РЛС в амплитудном режиме с помощью принципиальной схемы,

6.6. Объясните принцип действия системы АПЧ с помощью принципиальной схемы.

6.7. Объясните принцип действия схем подмодулятора и модулятора передатчика первичного канала РЛС с помощью принципиальных схем.

6.8. Поясните работу механизма перестройки частоты магнетронного генератора первичного канала РЛС.

6.9. Объясните принцип действия блока индикатора кругового обзора РЛС с помощью функциональной схемы.

6.10. Дайте краткую характеристику принципиальной схемы канала формирования вертикальной и горизонтальной составляющих пилообразных токов развертки индикатора.

6.11. Дайте краткую характеристику принципиальной схемы канала формирования масштабных меток дальности в индикаторе РЛС.

6.12. Дайте краткую характеристику принципиальной схемы канала формирования масштабных меток азимута в индикаторе РЛС.

6.13. Объясните принцип действия схемы включения пеленга в блоке индикатора РЛС.

6.14. Объясните назначение и принцип действия блока трансляции и запуска РЛС с помощью функциональной схемы.

Литература:

1. Перевезенцев Л.Т., Огарков В.Н. Радиолокационные системы аэропортов: учебник для ВУЗов гражданской авиации. 2-е издание, переработанное и дополненное. М., Транспорт. 1991, 360с.

2. Радиолокационное оборудование автоматизированных систем УВД: учебное пособие. 2-е издание, переработанное и дополненное / Кузнецов А.А., Козлов А.И., Криницин В.В. и др. М., Транспорт, 1995, 350с.

3. Стационарный диспетчерский радиолокатор ДРЛ-7СМ. Техническое описание ЕЛ 1.231.018 ТО.

4. Стационарный диспетчерский радиолокатор ДРЛ-7СМ. Техническое описание ЕЛ1.231.018 ТОl.

5. Стационарный диспетчерский радиолокатор ДРЛ-7СМ. Техническое описание ЕЛ 1.231 018 Т02.

6. Стационарный диспетчерский радиолокатор ДРЛ-7СМ. Альбом схем ЕЛ1.231.018 ОП.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4

ИЗУЧЕНИЕ ПРИНЦИПА ДЕЙСТВИЯ И ПРОВЕРКА РАБОТОСПОСОБНОСТИ СИСТЕМЫ СДЦ РАДИОЛОКАТОРА ДРЛ-7СМ

1. Цель работы:

Целью работы является изучение принципа действия, функциональной и принципиальной схем, а также конструкции основных блоков и узлов системы СДЦ радиолокатора ДРЛ-7СМ.

Продолжительность работы - 8 часов.

2. Домашнее задание:

2.1. Изучить принципы построения систем СДЦ, применяемых в обзорных РЛС [1,2].

2.2. Изучить особенности построения системы СДЦ типового обзорного аэродромного радиолокатора [1,2].

3. Методические указания к выполнению лабораторного задания

На лабораторном занятии необходимо ознакомиться с функциональными и принципиальными схемами фазового блока и блока компенсатора системы СДЦ. Эти схемы необходимо изучать в объеме контрольных вопросов к данной работе

Практическая часть лабораторного задания выполняется на действующем оборудовании радиолокатора ДРЛ-7СМ. Подготовка к включению, включение и выключение РЛС производятся в соответствии с указаниями к лабораторной работе №22. Проверку фазирования когерентного гетеродина и настройку блока компенсатора необходимо проводить в строгом соответствии с данным руководством. Регулировку и подстройку других блоков РЛС можно производить только с разрешения преподавателя.

Полученные при выполнении работы результаты необходимо проанализировать и краткие выводы привести в отчете.

4. Лабораторное задание:

4.1. Записать основные тактико-технические характеристики системы СДЦ [3-6].

4.2. Изучить особенности построения фазового блока системы СДЦ. Составить упрощенную функциональную схему блока [3-6].

4.3. Изучить особенности построения блока компенсатора системы СДЦ. Составить упрощенную функциональную схему [3-6].

4.4. Изучить принцип действия и составить упрощенную функциональную схему блока памяти и очистки [2, стр. 90-103].

4.5. Ознакомиться с конструкцией фазового блока и блока компенсатора, используя действующее оборудование РЛС ДРЛ-7СМ.

4.6. Произвести подготовку РЛС к включению и включение в соответствии с указаниями к лабораторной работе № 3.

4.7. Проверить напряжение питания фазового блока и блока компенсатора. Для блока компенсатора проверка напряжений осуществляется по контрольному прибору блока выпрямителя ВП, а для фазового блока - по панельному прибору, расположенному на блоке. Напряжения считаются соответствующими номиналу, если стрелка прибора находится в пределах цветных секторов на шкале прибора.

Внимание! *Для проверка фазирования когерентного гетеродина необходимо включать магнетронный генератор (см. работу №22). При настройке блока компенсатора магнетронный генератор можно выключить.*

4.8. Проверка фазирования когерентного гетеродина.Фазовый блок предназначен для преобразования изменения фазы принимаемых сигналов в изменение их амплитуды. Это позволяет при чересперiодной компенсации выделить сигналы движущихся целей. При этом сигнал передатчика определяется выражением:

$$U_n = U_1 \cdot \sin\left(\omega_n \cdot t + \phi_n\right) \qquad (1)$$

где $\omega_п$ - угловая частота колебаний,

$\phi_п$ - начальная фаза колебаний.

Отраженный сигнал можно записать в виде:

$$U_{отр} = U_2 \cdot \sin\left(\omega_n \cdot t - \omega_n \cdot \frac{2 \cdot R}{C} + \phi_n + \alpha_{отр}\right) \qquad (2)$$

где R - расстояние до цели,

C - скорость распространения радиоволн,

$\alpha_{отр}$ - изменение фазы сигнала при отражении от цели.

Слагаемое $\omega_n \cdot \frac{2 \cdot R}{C}$ в (2) определяет изменение фазы (частоты) за время $\frac{2 \cdot R}{C}$ прохождения импульса до цели и обратно. Если цель неподвижна ($\frac{2 \cdot R}{C}$ = const), то изменений фазы отраженного сигнала от импульса к импульсу не будет.

Отраженный сигнал на промежуточной частоте можно записать в виде:

$$U_{n.2} = U_3 \cdot \sin\left[\left(\omega_n - \omega_г\right) \cdot t - \omega_n \cdot \frac{2 \cdot R}{C} + \phi_n + \alpha_{отр} - \phi_г\right] \qquad (3)$$

где $\omega_г$ - угловая частота колебаний сигнала гетеродина,

$\phi_г$ - начальная фаза колебаний сигнала гетеродина.

Сигнал когерентного гетеродина, поступающий на фазовый детектор в момент прихода отраженного от цели импульса, имеет вид:

$$U_{к.г} = U_4 \cdot \sin\left(\omega_{к.г} \cdot t + \phi_n - \phi_г\right) \quad (4)$$

где $\omega_{к.г.}$ - угловая частота колебаний сигнала когерентного гетеродина.

Выходной сигнал фазового детектора, на который поступает отраженный сигнал на промежуточной частоте и напряжение от когерентного гетеродина, определяется выражением:

$$U_{отр} = U_5 \cdot \sin\left[\left(\omega_n - \omega_г - \omega_{к.г}\right) \cdot t - \omega_n \cdot \frac{2 \cdot R}{C} + \alpha_{отр}\right]$$

При правильной настройке когерентного гетеродина $(\omega_п - \omega_г)*t = \omega_{к.г.}*t$. Тогда на выходе фазового детектора имеем:

$$U_{ф.д} = U_6 \cdot \sin\left(\omega_n \cdot \frac{2 \cdot R}{C} - \alpha_{отр}\right) \quad (5)$$

Если цель неподвижна ($\frac{2 \cdot R}{C}$ = const), то огибающая сигнала от импульса к импульсу будет постоянной. При подвижной цели ($\frac{2 \cdot R}{C} = f(V_ц)$) сигнал на выходе детектора от импульса к импульсу будет изменяться.

Для проверки качества фазирования когерентного гетеродина, его настройки и проверки стабильности работы фазирующий сигнал подается одновременно на вход когерентного гетеродина и на линейку проверки фазирования (рис. 1).

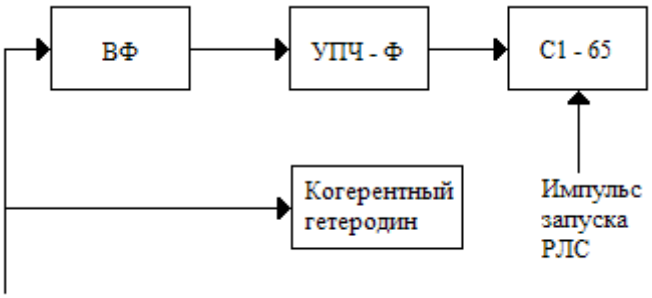


Рис. 1. Схема проверки фазирования когерентного гетеродина.

Сигнал фазирования усиливается в линейке проверки фазирования (БФ) и через кварцевую линию задержки подается на вход УПЧ-Ф. Благодаря отражениям сигнала у концов кварцевой линии на выходе линейки

фазирования получаются несколько сигналов от каждого фазирующего сигнала, подаваемого на вход. Эти сигналы задержаны по времени: первый - на время, равное времени задержки импульса в линии задержки, а все последующие -на удвоенное время задержки.

На фазовом детекторе сигналы фазирования смешиваются с сигналом когерентного гетеродина, а затем через видеоусилитель и катодный повторитель подаются на контрольное гнездо КОНТРОЛЬ ВИДЕО. Наблюдая на экране осциллографа эти сигналы, можно определить качество фазирования и стабильность работы когерентного гетеродина (рис.2. а.б.в).

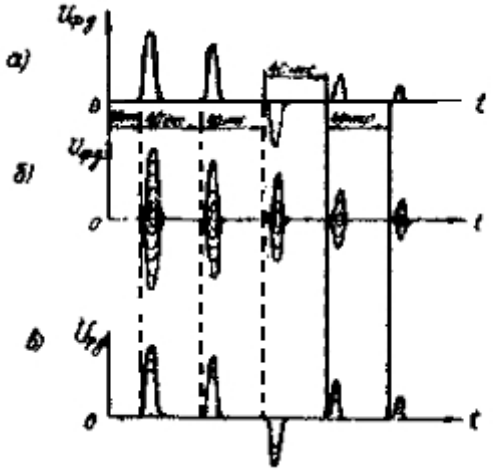


Рис. 2. К определению качества фазирования когерентного гетеродина:
а) желаемого качества фазирования;
б) плохое фазирование;
в) хорошее фазирование.

Проверка фазирования когерентного гетеродина производится в следующем порядке.

4.8.1. Осциллограф С1-65 включите в режим внешней синхронизации (импульсом запуска РЛС с гнезда КОНТРОЛЬ ЗАПУСКА блока подмодулятора). Вход усилителя вертикального отклонения подключите к гнезду КОНТР.ВИДЕО фазового блока. Радиолокатор включается в режим СДЦ. Переключатель ПРОВЕР.ФАЗИР. необходимо поставить в положение ВКЛ. На экране осциллографа получается серия импульсов с выхода линейки проверки фазирования. При этом тумблер ФАЗИР. должен быть в положении ВКЛ. (вверх), а тумблер АДт-ФДт - в положение ФДт. Если фазирование когерентного гетеродина будет нормальным, то на экране осциллографа будут видны устойчивые импульсы без заполнения. При этом полярность импульсов может быть различной (рис. 2а).

4.8.2. Включите тумблер ФАЗИР. При этом импульсы на экране осциллографа будут размыты. Это свидетельствует о том, что фазирование отсутствует (рис. 2б).

4.8.3. Тумблер ФАЗИР. поставьте в положение ВКЛ. Выдвиньте из шкафа фазовый блок, предварительно освободив четыре невыпадающих винта из передней панели, и отверткой медленно вращайте шлиц подстроечного конденсатора контура когерентного гетеродина. Можно убедиться в том, что при расстройке частоты когерентного гетеродина относительно частоты фазирующих импульсов фазирование становится неустойчивым или нарушается (рис. 2в).

4.8.4. Зарисуйте все осциллограммы, наблюдаемые на экране осциллографа при проверке фазирования когерентного гетеродина.

4.9. Настройка блока компенсатора.

В блоке компенсатора осуществляется операция однократного чересперiодного вычитания (компенсации) сигналов, поступающих с выхода фазового детектора системы СДЦ. Видеосигнал на выходе ФД можно записать в виде:

$$U_1 = U \cdot \sin\left(2 \cdot \pi \cdot f_d \cdot t - \phi_0\right) \qquad (6)$$

где ϕ_0- фазовый сдвиг, возникающий при прохождении сигнала до цели и об-

ратно,

f_d - доплеровская частота.

В момент t + T (T - период повторения импульсов) напряжение видеосигнала от той же цели равно:

$$U_2 = U \cdot \sin\left[2 \cdot \pi \cdot f_d \cdot (t + T) - \phi_0\right] \qquad (7)$$

На выходе компенсирующего устройства выходной сигнал определяется выражением:

$$U_{вых} = U_1 - U_2 = 2 \cdot U \cdot \sin\left(\pi \cdot f_d \cdot T\right) \cdot \cos\left[2 \cdot \pi \cdot f_d \cdot \left(t + \frac{T}{2}\right) - \phi_0\right] \qquad (8)$$

При этом предполагается, что амплитуда задержанного сигнала и незадержанного равны. Таким образом, амплитуда скомпенсированного выходного видеосигнала является функцией доплеровского сдвига частоты и частоты (периода) повторения импульсов (рис.3).

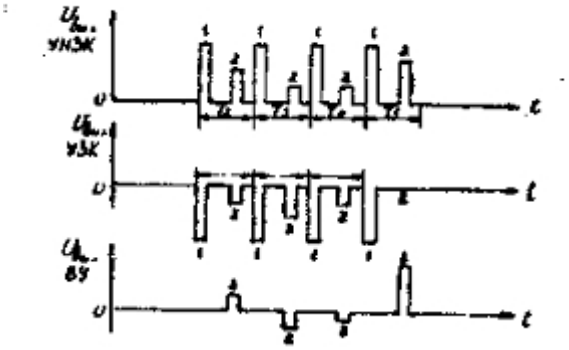


Рис. 3. К принципу действия блока компенсатора:

1 - видеоимпульсы от неподвижной цели
2 - видеоимпульсы от подвижной цели.

При этом предполагается, что амплитуда задержанного сигнала и незадержанного равны. Таким образом, амплитуда скомпенсированного выходного видеосигнала является функцией доплеровского сдвига частоты и частоты (периода) повторения импульсов (рис.3).

Методика настройки блока компенсатора сводится к следующему (рис. 4).

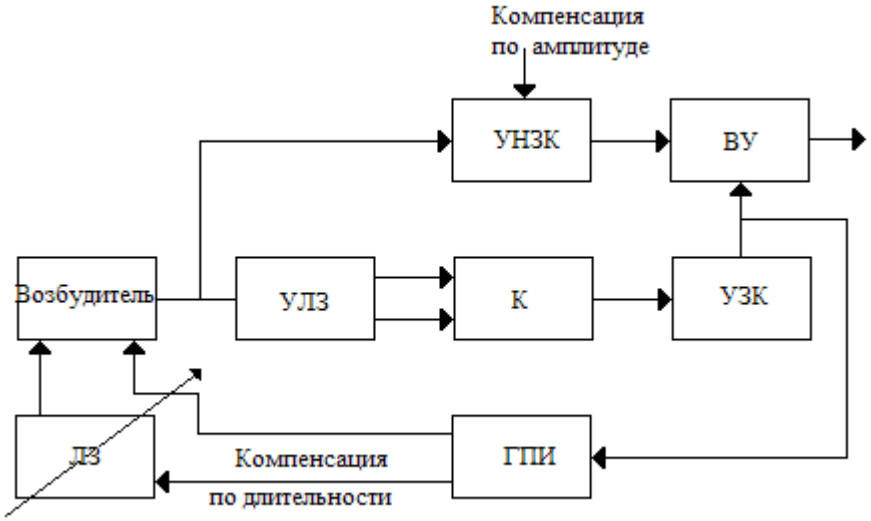


Рис. 4. К методике настройки блока компенсатора

На возбудитель поступают импульс запуска с выхода генератора пусковых импульсов (ГПИ), предварительно задержанный на 88мкс, и импульс запуска с выхода линии переменной задержки. Задержанный на 88мкс импульс имитирует неподвижную цель. При равенстве амплитуд импульсов на выходе усилителей задержанного и незадержанного каналов на вычитающем устройстве (ВУ) произойдет их компенсация.

Настройка блока компенсатора производится в следующем порядке.

4.9.1. Включите осциллограф С1-65 в ждущий режим с внешней синхронизацией. Вход "У" осциллографа соедините с гнездом ВЫХОД блока компенсатора, а вход "Х" -с гнездом ЗАПУСК. Органы управления блока устанавливаются в следующие положения:

а) переключатель ЧАСТОТА ПОСЫЛОК - в положение 1,

б) ручки УСИЛЕНИЕ ЗК. и КОМПЕНСАЦИЯ ПО АМПЛИТУДЕ - в левое крайнее положение,

в) тумблер КОМПЕНСАЦИЯ - в положение ВЫКЛ, а тумблер КОНТР.СИГНАЛ - в положение ВЫКЛ,

г) ручки КОМПЕНСАЦИЯ ПО ДЛИТЕЛЬНОСТИ и БАЛАНС КАНАЛОВ - в любом положении.

4.9.2. Ручкой УСИЛЕНИЕ ЗК. установите такой уровень усиления, чтобы получить амплитуду сигнала, равную 6-7В. Затем включите тумблер КОМПЕНСАЦИЯ и поворотом вправо ручки КОМПЕНСАЦИЯ ПО АМПЛИТУДЕ добивайтесь максимальной компенсации сигнала. При этом полная компенсация контрольного сигнала произойдет при равенстве периода повторения импульсов запуска и времени задержки контрольного сигнала в задержанном канале. Для компенсации этой разницы выбирают положение переключателя КОМПЕНСАЦИЯ ПО ДЛИТЕЛЬНОСТИ таким, при котором компенсация контрольного сигнала будет наилучшей.

4.9.3. После настройки компенсатора на первой частоте посылок переключатель ЧАСТОТА ПОСЫЛОК установите в положение "2" и ручкой БАЛАНС КАНАЛОВ добейтесь максимальной компенсации контрольного сигнала. Затем переключатель ЧАСТОТА ПОСЫЛОК установите в положение АВТОМАТ и добейтесь максимальной компенсации сигнала ручками БАЛАНС КАНАЛОВ и КОМПЕНСАЦИЯ ПО ДЛИТЕЛЬНОСТИ.

4.10. Произведите включение РЛС в соответствии с указаниями к лабораторной работе №22.

5. Содержание отчета:

Отчет должен содержать: формулировку цели работы, результаты выполнения домашнего задания, результаты выполнения лабораторного задания (функциональные схемы и осциллограммы сигналов), краткие выводы.

6. Контрольные вопросы:

6.1. Дайте краткую характеристику функциональной схемы фазового блока и объясните принцип проверки фазирования когерентного гетеродина.

6.2. Поясните осциллограммы сигналов, получаемые при проверке фазирования.

6.3. Дайте краткую характеристику функциональной схемы блока компенсатора и объясните принцип настройки этого блока.

6.4. Поясните осциллограммы сигналов на выходе компенсатора.

6.5. Объясните назначение и принцип действия блока памяти и очистки.

6.6. Чем объясняется (при удовлетворительном фазировании когерентного гетеродина), что на выходе фазового детектора импульсы проверки фазирования могут иметь разную полярность?

6.7. Для какой цели в каскадах УПЧ линейки УПЧ-Ф применено ограничение сигнала по амплитуде?

6.8. Почему при настройке блока компенсатора на вычитающем устройстве не компенсируется импульс запуска?

6.9. Пусть в блоке компенсатора отказал коммутатор каналов. Может ли при этом радиолокатор работать в режиме СДЦ? Если может, то с какими ограничениями?

6.10. В результате проверки выяснено, что генератор пусковых импульсов не обеспечивает необходимую стабильность периода повторения импульсов запуска. Как это отразится на качестве компенсации сигналов от неподвижных целей и почему?

6.11. Объясните принцип работы кольца синхронизации РЛС в режиме СДЦ.

6.12. Дайте определение амплитудно-скоростной характеристики РЛС в режиме СДЦ. Нарисуйте примерный вид амплитудно-скоростной характеристики РЛС с коммутацией периодов повторения (Т1 и Т2).

Литература:

7.1. Перевезенцев Л.Т., Огарков В.Н. Радиолокационные системы аэропортов: учебник для ВУЗов гражданской авиации. 2-е издание, переработанное и дополненное. М., Транспорт, 1991, 360с.

7.2. Радиолокационное оборудование автоматизированных систем УВД: учебное пособие. 2-е издание, переработанное и дополненное/ Кузнецов А.А., Козлов А.И., Криницин В.В. и др. М-, Транспорт, 1995, 350с.

7.3. Стационарный диспетчерский радиолокатор ДРЛ-7СМ. Техническое описание ЕЛ1.231.018ТО.

7.4. Стационарный диспетчерский радиолокатор ДРЛ-7СМ. Техническое описание ЕЛ1.231.018ТО1.

7.5. Стационарной диспетчерский радиолокатор ДРЛ-7СМ. Техническое описание ЕЛ1.231.018 Т02.

7.6. Стационарный диспетчерский радиолокатор ДРЛ-7СМ. Альбом схем ЕЛ1.231.018 ОП.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5

ИЗУЧЕНИЕ ПЕРЕДАЮЩИХ УСТРОЙСТВ ПЕРВИЧНОГО И ВТОРИЧНОГО КАНАЛОВ РАДИОЛОКАТОРА ДРЛ 7-СМ

1. Цель работы:

Изучить принцип действия функциональных схем передающих устройств первичного и вторичного каналов.

Изучить принцип действия и назначение основных элементов функциональных

схем.

Продолжительность работы - 8 часов.

2. Домашнее задание:

2.1. Изучить принципы построения передающих устройств РЛС.

[I, с.225-227].

2.2. Изучить особенности построения передатчиков вторичного канала [I, с.244-246].

3. Методические указания к выполнению лабораторного задания:

На лабораторном занятии необходимо ознакомиться с функциональными и принципиальными схемами передающих устройств первичного и вторичного каналов. Изучить назначение, технические характеристики, состав аппаратуры передающих устройств. Практическая часть лабораторного задания выполняется на действующем оборудовании радиолокатора ДРЛ-7СМ. Подготовка к включению, включение производится в соответствии с указаниями, находящимися в лабораторной работе №22. Полученные при выполнении работы результаты необходимо проанализировать и краткие выводы привести в отчете.

4. Лабораторное задание:

4.1. Изучить назначение, состав аппаратуры и технические характеристики передающего устройства первичного канала [2, с.7-8].

4.2. Изучить назначение и принцип действия основных элементов передающего устройства первичного канала. Составить функциональную схему блока [2, с. 12-49].

4.3. Изучить принцип работы модулятора передающего устройства первичного канала [2, с.32-34].

4.4. Изучить принцип действия подмодулятора в пассивном режиме работы [2, с. 12-15].

4.5. Изучить назначение, состав и технические характеристики передающего устройства вторичного канала [2, с.60].

4.6. Изучить принцип работы передающего устройства вторичного канала. Составить функциональную схему блока [2, с.60-62].

4.7. Изучить назначение основных элементов передающего устройства вторичного канала [2, с.62-74].

4.8. Изучить технические характеристики и принцип действия вентиля в передающем устройстве вторичного канала [2, с.64-67].

4.9. Изучить назначение и принцип действия возбудителя в передающем устройстве вторичного канала [2, с.71-74].

4.10. Осуществить проверку работоспособности передающих устройств (см. п.8).

4.10.1. Отключить блок УВЧ от антенно-фидерного тракта (кабель 63Д1).

4.10.2. Производить проверку работоспособности передающих устройств в следующем порядке:

- проверить амплитуду запускающих импульсов, для чего соединить гнездо КОНТР.ЗАПУСКА на панели блока подмодулятора и управления с разъемом ВХОД У осциллографа С1-67;

- проверить амплитуду, форму и длительность импульсов подмодулятора и синхронность их работы с запускающими импульсами на гнезде КОНТР.ВЫХ.ПОДМОДУЛ. (амплитуда импульса 7 . 040 В: длительность импульсов $\tau_{пас} = 2 \pm 0{,}2$мкс; $\tau_{акт} = 1 \pm 0{,}1$ мкс; $\tau_{ф} = 0{,}2$мкс; $\tau_{с} =$ О.Змкс),

4.10.3. Проверку времени плавного включения высокого напряжения производить в следующем порядке:

- ручку автотрансформатора Тр10 установки высокого напряжения выведите влево до отказа;

- включить передатчик;

- через 3-5мин после срабатывания реле времени ручкой автотрансформатора Тр10 установите необходимый режим работы магнетрона;

- выключить питание передатчика;

- произвести повторное включение передатчика.

4.10.4. Через 3-5мин после срабатывания реле времени высокое напряжение должно плавно повыситься до установленного ранее значения за 30 ± 6с.

Время устанавливается потенциометром, расположенным на плате регулятора напряжения в блоке подмодулятора.

4.10.5. Контроль за установкой необходимого режима осуществляется по прибору, расположенному на передней панели блока. После подъема высокого напряжения плата регулятора напряжения автоматически отключается. Выключить передатчик.

4.10.6. Подключить блок УВЧ к антенно-фидерному тракту (кабель 63Д1). 4.11. Проверить работоспособность передатчиков вторичного канала.

4.11.1. С помощью кабеля ЕЛ4.854.208(ЕЛ4.854.208-01) из ЗИН ДРЛ-7СМ подключить поочередно блоки передатчиков активного канала, к разъему ЦП на шкафу запуска и видеосигналов, отключив при этом кабель 5Д.

4.11.2. С помощью кабелей КбЗ или Кб4 ТЖ 4.850.214 из шкафа УПАК подключить ВЧ выход передатчика ко входу индикатора мощности ЕЛ.2.782.003.

4.11.3. К ВЧ входу индикатора мощности подключить нагрузку ТЖ2.243.073 5 Вт.

4.11.4. Включите блоки и проверьте напряжения источников питания с помощью прибора АВО-5М1.

4.11.5. Проверить наличие и форму импульсов запуска в гнездах ЗАПУСК на передних панелях блока передатчика. Амплитуда импульсов должна быть 18-22В. Длительность импульсов $\tau_и$ - 1,5 ± 1 мкс.

4.11.6. Проверить мощность передатчиков и в случае необходимости подстройте контура У3, У5 на максимальную мощность.

4.11.7. Мощность каждого передатчика должна быть не менее 800Вт. При уменьшении мощности ниже нормы замените лампы Л1, ЛЗ (ГИ 41-1) с помощью ключа ТЖ 8.675-013 и произведите подстройку передатчиков.

4.11.8. Отключите блоки. Подключите кабель 5Д к разъему Ш1 на шкафу запуска и видеосигналов.

4.11.9. Установите кабель ТЖ 4.850.214 и блоки передатчиков в шкаф УПАК.

4.11.10. Подключите ВЧ кабели.

4.11.11. Включите передатчики и проверьте установку аттенюаторами необходимой мощности на выходе УПАК, соответствующей установленной при контрольном облете изделия.

5. Содержание отчета:

Отчет должен содержать: формулировку цели работы, результаты выполнения лабораторного задания (функциональные схемы, описание принципа работы), краткие выводы, результаты выполнения домашнего задания.

6. Контрольные вопросы:

6.1. Укажите основные технические характеристики передающих устройств первичного и вторичного каналов.

6.2. По функциональной схеме объясните принцип работы передающего устройства вторичного канала.

6.3. Объясните назначение основных элементов передающего устройства первичного канала.

6.4. Из каких соображений выбирается емкость накопительного элемента в модуляторе приемного устройства первичного канала?

6.5. Объясните назначение вентиля в передающем устройстве вторичного канала.

6.6. С какой целью умножительно-усилительные каскады возбудителя, передающего устройства вторичного канала поставлены в импульсный режим работы?

6.7. Считая, что расстояние между РЛС и самолетом равно 12000км, определить максимальное значение частоты посылок импульсов передатчиком РЛС при однозначном измерении дальности до самолета.

Литература:

1. Перевезенцев Л.Т., Огарков В.Н. Радиолокационные системы аэропортов: учебник для ВУЗов гражданской авиации. 2-е издание, переработанное и дополненное. М., Транспорт, 1991, 360с.

2. Стационарный диспетчерский радиолокатор ДРЛ-7СМ. Техническое описание. ЕЛ 1.231.018 ТО.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6

ИЗУЧЕНИЕ ПРИНЦИПОВ ПОСТРОЕНИЯ

РАДИОПЕРЕДАЮЩЦВГО УСТРОЙСТВА РЛС "ГРОЗА"

Цель работы:

Исследование основных характеристик передающего устройства РЛС, изучение принципа работы магнитного модулятора, (функциональной и принципиальной схемы передающего устройства РЛС "Гроза", изучение особенностей работы магнетрона.

Объект исследования:

Радиопередающее устройство метеонавигационной радиолокационной станции "Гроза".

План работы:

1. Выполнение домашнего задания и подготовка отчета.
2. Изучить по рекомендуемой литературе принцип действия и функциональную схему магнитного модулятора.
3. Изучить принципиальную схему магнитного модулятора и повторить материалы по рабочим характеристикам магнетрона,
4. Измерение параметров радиопередающего устройства.
5. Оформление отчета**.**
6. Защита лабораторной работы (сдача зачета).**Домашнее задание:**
   1. Изучить по рекомендуемой литературе принцип действия, функциональную и принципиальную схемы магнитного модулятора, повторять материал о рабочих характеристиках магнетрона.
   2. Составить форму отчета.

Указания:

1. Студент составляет индивидуальный отчет.
2. Студенты, не представившие к началу занятий форму отчета, к работе не допускаются.
3. Литература для выполнения домашнего задания:

   а) Дробов С.А., Бычков С.И. Радиопередающие устройства. М.: Сов. радио, 1969.

   б) Приданов В.Г. Самолетная метеонавигационная РЛС "Гроза". Рита: РКИИГА. 1975.

   в) Радиолокационные системы воздушных судов: Под ред. П.С.Давыдова. М.: Транспорт, 1988.

ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Передающий канал РЛС предназначен для генерирования мощных СВЧ-импульсов, излучаемых в пространство, а также для формирования ряда видеоимпульсов, используемых для синхронизации отдельных каскадов РЛС.

В соответствии с техническими условиями передающее устройство РЛС "Гроза" имеет следующие характеристики:

несущая частота генерируемых колебаний 9370 ± 30 МГц;

частота повторения импульсов 400 + 28 Гц

(синхрониз. с частотой питающей сети); -20

длительность зондирующих импульсов 2 мкс;

мощность в импульсе не менее 10 кВт.

Магнитно-тиристорный модулятор РЛС "Гроза" относится к классу модуляторов с полным разрядом накопительного элемента. Коммутирующими элементами модулятора служат тиристоры и магнитные коммутаторы в виде дросселей и трансформаторов с пермалоевыми сердечниками.

Работа магнитного модулятора основана на свойстве катушки с

ферритовым сердечником резко уменьшатъ свою индуктивность при переходе индукции в область насыщения (рис. 6.1).

Упрощенная функциональная схема модулятора показана на рис. 6.2. По назначению элементов, входящих в модулятор, можно выделить следующие составные каскады модулятора:

1) зарядный резонансный контур, состоящий из линейного зарядного дросселя - трансформатора Др2 и конденсаторов С16-С19, С23, С24;
2) первый сжимающий каскад, состоящий из конденсаторов С16-С19, С23, С24, ключа на тиристорах Д9 и Д13 и нелинейного дросселя Др1;
3) второй сжимающий каскад, содержащий накопительный конденсатор С15, магнитный коммутатор ТрЗ и формирующую линию;
4) согласующий импульсный трансформатор Тр2;
5) вспомогательный Тр4.

При подключении к модулятору питающего напряжения 115 В, 400 Гц в зарядном контуре, настроенном на частоту 400 Гц, возникает колебательный процесс. В конце первого периода колебаний в контуре на накопительном элементе напряжение составляет U= 510 В.

В этот момент срабатывает тиристорный ключ первого сжимающего каскада. Рабочим состоянием ключа управляет специальный управляющий трансформатор Тр4. Накопленное напряжение на конденсаторах С16-С19, С23, С24 за время, равное 40 мкс, передается через замкнутый ключ - тиристоры Д9, Д13 на конденсатор С15 второго сжимающего каскада. С учетом коэффициента трансформации ТрЗ амплитуда напряжения на конденсаторе С15 примерно равна 5,7 кВ. Процесс разряда конденсаторов первого сжимающего каскада колебательный. Частота колебательного контура, образованного емкостью конденсаторов и индуктивностью дросселей и трансформаторов первого сжимающего каскада, значительно больше частоты настройки зарядного контура. Индуктивность в контуре

сжимающего каскада в основном определяет дроссель Др1, находящийся в этот момент в насыщенном состоянии. Время разряда конденсаторов примерно равно 10 мкс.

Напряжение, накапливаемое на С15, управляет магнитный состоянием сердечника трансформатора Тр3, выполняющего роль магнитного коммутатора. Сердечник трансформатора выполнен из пермалоя марки 50 НП с прямоугольной петлей намагничивания (рис.6.1). При достижении максимума напряжения на конденсаторе С15, равного 5,7 кВ, сердечник трансформатора Тр3 переходит в насыщенное состояние, его индуктивное сопротивление резко падает, и конденсатор С15 разряжается на нагрузку модулятора - магнетрон МИ-268.

Разряд происходит через формирующую линию и согласующий импульсный трансформатор Тр2.

Формирующая линия определяет форму выходного импульса, а согласующий трансформатор повышает выходное напряжение до 7,4 кВ. Диаграммы напряжений на элементах схемы модулятора изображены на рис. 4.3, на котором справа от точки t_2 масштаб времени существенно увеличен. Принципиальная схема модулятора приведена на рис.6.4. Заряд конденсаторов 1-го каскада заканчивается к моменту t_3 (рис. 6.3).

Индуктивное сопротивление перемагничивающих элементов зарядного контура выбрано таким, что даже а насыщенном состоянии (состояние сердечников между точками 2 и 3 кривой намагничивания (рис. 6.1)) оно остается на порядок меньше индуктивности Др2. Поэтому изменение параметров сердечников Др1 и Тр4 практически не влияет на процесс заряда. В промежутке времени от 0 до t_1 через обмотки Тр3, Тр4 и Др1 течет ток, поддерживающий сердечники в состоянии отрицательного насыщения (участок 2-1, рис. 6.1). Начиная с момента $t=t_1$, индукция в сердечниках изменяется в сторону увеличения (рабочая точка перемещается от точки 2 к точке 3 (рис. 4.1)). К моменту времени $t=t_2$ сердечники Тр2, Тр4 и Др1 входят

в насыщение и индукция становится равной $+B_H$. Далее ток заряда в контуре изменяет свой знак. Трансформатор Тр4 выходит из насыщения и образующиеся при этом положительные импульсы на его вторичных обмотках прикладываются к управляющим электродам тиристоров Д9 и Д13. Тиристоры отпираются, и конденсаторы С16-С19, С23, С24 начинают разряжаться через дроссель Др1 и трансформатор Тр3 на конденсатор С 15.

В интервале времени от t_2 до t_3 (примерно 30 мкс) сердечник Др1 перемагничивается начальным разрядным током конденсаторов С16-С19, С23, С24 до отрицательного насыщения (от точки 3 до точки 2 (рис. 6.1)), при котором индукция равна - $B_н$. Таким образом, в течение времени

$\tau < \pi / \omega_1 < (t_4-t_3)$ происходит заряд С15 синусоидальным током собственной частота ω_1 колебательного контура первого сжимающего каскада, образованного конденсаторами С16-С19, С23, С24, ненасыщенной обмоткой Тр3 и насыщенными обмотками Тр2 и Др1. Максимальное напряжение на конденсаторе С15 при резонансном разряде малой длительности составляет 5,7 кВ.

Тр2 выполнен конструктивно таким образом, что при заряде С15 его сердечник не перемагничивается, а сердечник Тр3 перемагничивается по кривой рис. 6.1 (от точки 2 к точке 3).

Заряд С15 заканчивается в момент времени t_4, а насыщение сердечника Тр3 наступает в момент времени t_5. Время $\tau_1' = t_5 - t_4 \approx 0{,}5$ мкс

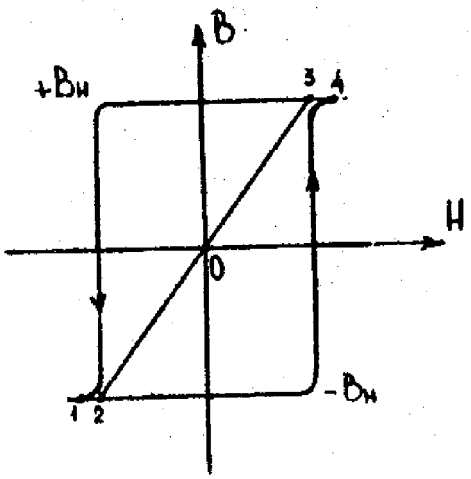


Рис. 6.1. Кривая намагничивания пермаллоевых сердечников.

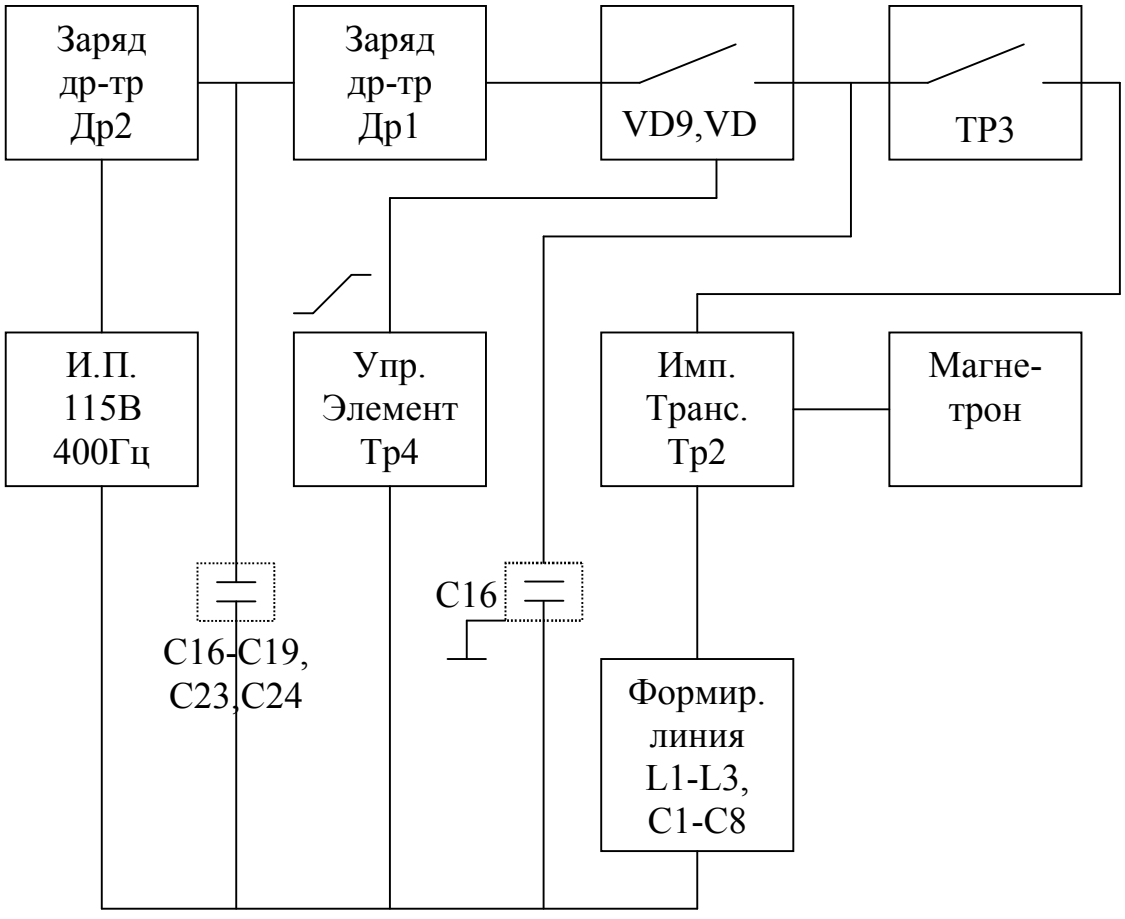


Рис. 6.2. Упрощенная функциональная схема модулятора

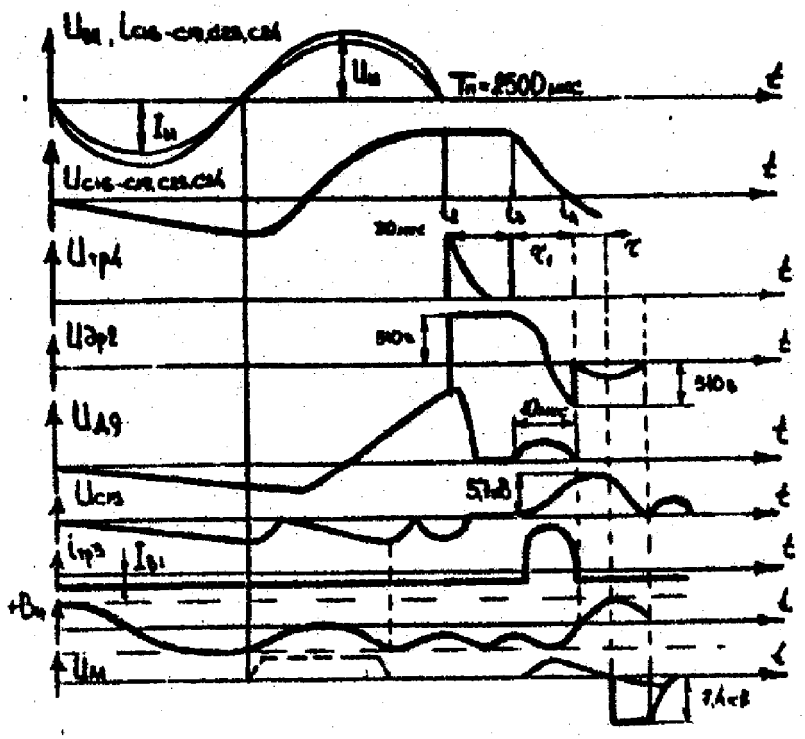


Рис. 6.3. Диаграммы напряжений в схеме модулятора.

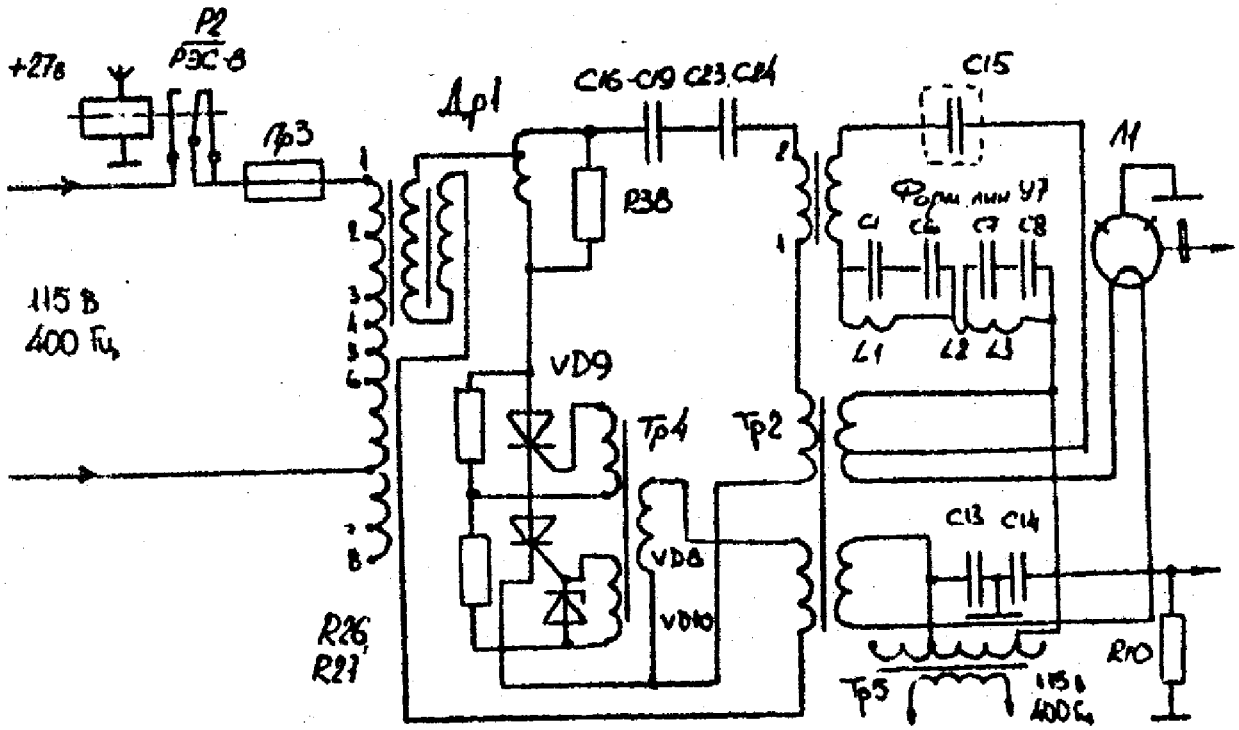


Рис.6.4. Принципиальная схема модулятора

задержки насыщения, необходимое дня восстановления исходного (закрытого) состояния тиристора, определяется напряжением вторичных обмоток трансформатора Тр4.

При насыщении сердечника Тр3 (точка 3, рис 6.1) сопротивление его обмотки уменьшается, и конденсатор С15 начинает разряжаться через выходной импульсный трансформатор Тр2, сердечник которого в это время также насыщен. При этом в первом сжимающем каскаде тиристоры закрыты и сопротивление Др2 велико. Разряд С15 проходит через формирующую линию L1-L3, С1-С8, определяющую форму импульса на Тр2. Для формирования прямоугольного импульса линия должна быть согласована, т.е.

$$\rho_{лин} \cdot K^2_{тр2} = R_н \ ,$$

где $\rho_{лин}$ - волновое сопротивление формирующей линии;

$R_н$ - сопротивление генерирующего магнетрона.

Заметим, что все индуктивности схемы, кроме Тр2 и Тр3 при окончании рабочей стадии находятся в исходном состоянии. Так, сердечники Др1 и Тр4 находятся в состоянии отрицательного насыщения - $B_н$. Сердечник же Тр3 при окончании рабочей стадии выходит из насыщения, т.к. напряжение на С15 после разряда равно нулю. При действии отрицательной полуволны входного напряжения $t = 0 - t_1$ по первичной обмотке Тр3 протекает ток, заминающийся через С15, Тр2 и формирующую линию. Напряжение на конденсаторе С15 возрастает и имеет обратную величину по отношению и напряжению рабочего импульса. Под действием этого напряжения индукция в сердечнике Тр3 уменьшается, и в момент $t = T_n + t_1$ становится равной - $B_н$. Конденсатор С15 разряжается через Тр2 на нагрузку, образуя на ней импульс перемагничивания пилообразной формы отрицательной полярности и значительно меньшей амплитуда по сравненис рабочим импульсом. Импульсов перемагничивания может быть несколько, т.к., в этот момент

сопротивление магнетрона не равно волновому сопротивлению линии.

Исходное состояние Тр2 в установившемся режиме работы модулятора определяется, как и состояние трансформатора Тр3, также импульсами перемагничивания.

Особенностью работы магнетронного генератора является существенная зависимость его выходной мощности, КПД и генерируемой частоты от питающего напряжения. Изменение напряжения сети приводит к изменению амплитуды импульса, а, следовательно, и вышеуказанных параметров генерации. Основными характеристиками магнетрона являются рабочие характеристики I, определяющие связь между выходной мощностью, КПД, током, анодным напряжением и величиной магнитного поля при постоянной согласованной внешней нагрузке. В связи с наличием этой зависимости особое значение приобретает стабилизация питающего напряжения либо использование схем автоматической подстройки частоты.

ВЫПОЛНЕНИЕ ЛАВОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

Домашнее задание

При выполнении домашнего задания студент обязан заготовить таблицы и разметить оси координат графиков для занесения результатов эксперимента.

Лабораторная установка

Построена на базе типового стенда "Гроза-СБ", на котором размещена РЛС "Гроза". Питание РЛС от сети 115 В, 400 Гц осуществляется через ЛАТР, позволяющий изменять питающее напряжение от 90 до 130 В.

На выходной фланец направленного ответвителя РЛС "Гроза" устанавливается роторный волноводный переключатель, на одном из выходов которого установлена детекторная секция, на другой подключен вход измерительного прибора РИП-3.

Для проведения лабораторной работы требуются стандартные измерительные приборы РИП-3 и осциллограф. В ходе работы необходимо:

1. Снять эпюры напряжения в основных точках магнитно-тирис-торного модулятора. Для этого включить станцию и после прогрева перевести ее в режим «Снос».

С помощью осциллографа исследовать форму напряжений в основных точках модуляторе и зарисовать их в отчете.

2. Определить форму огибающей высокочастотного импульса для чего:

волноводный переключатель установить в положение, при котором СВЧ-импульс поступает на детекторную секцию;

с помощью осциллографа получить изображение огибающей СВЧ-импульса, зарисовать его и определить основные параметры огибающей.

3. Исследовать зависимость мощности и частоты генерируемых магнетроном колебаний при изменении амплитуды модулирующего напряжения (напряжения сети 115 В, 400 Гц), для этого:

перевести волноводный переключатель в положение, при котором выход направленного ответвителя подключен к РИП-3;

с помощью РИП-3 произвести измерение мощности и частоты генерируемых колебаний при номинальном напряжении бортовой сети 115 В, 400 Гц. Форму и амплитуду модулирующего напряжения контролировать осциллографом;

произвести измерение мощности и частоты генерируемых колебаний при изменении напряжения сети 115 В, 400 Гц от 90 до 130 В.

Изменение напряжения сети производить ЛАТРом, находящимся под крышкой стола стенда «Гроза-СБ», контроль напряжения производить вольтметром стенда, контролировать амплитуду и форму модулирующего напряжения;

результаты измерений занести в таблицу и построить графики

зависимостей частоты и мощности генерируемых колебаний от амплитуды модулирующего напряжения.

Оформление отчета:

Отчет по лабораторной работе должен содержать:

1. Технические характеристики передавшего тракта (покаскадно).
2. Блок-схему лабораторной установки.
3. Упрощенную принципиальную схему модулятора РЛС "Гроза".
4. Результаты эксперимента: результаты измерения средней и импульсной мощности, частоты и формы зондирующего импульса, построение графика зависимости мощности и частоты генерируемых колебаний от изменения амплитуды питающего напряжения в основных точках модулятора.
5. Краткие выводы о работе.

Указание: При защите лабораторной работы студент должен быть готов отвечать на все контрольные и дополнительные вопросы.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Пояснить принцип действия магнитного модулятора.
2. Каковы физические процессы, происходящие при двойном сжатии импульса магнитного модулятора?
3. Пояснить эпюры напряжений в различных точках электрической схемы магнитного модулятора.
4. Пояснить возможность использования нелинейных индуктивностей в качестве ключевых устройств.
5. Пояснить назначение и принцип действия схемы задержки включения высокого напряжения.
6. Объяснить зависимость мощности и частоты генерируемых магнетроном колебаний при изменении амплитуды модулирующего напряжения.

7. Назвать основные технические характеристики передатчика РЛС "Гроза".

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Дробов С. А., Бычков С.И. Радиопередающие устройства. М.; Сов. радио, 1969.

2. Приданов В.Г. Самолетная метеонавигационная РЛС «Гроза». Рига: РКИИГА, 1975.

3. Радиолокационные системы воздушных судов. Под ред. П.С.Давыдова. М.: Транспорт, 1988.

4. Радиолокационный измерительный прибор РИП-3. Техническое описание и инструкция по эксплуатации.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 7

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИЕМНОГО УСТРОЙСТВА РАДИОЛОКАЦИОННОЙ СТАНЦИИ «ГРОЗА»

Цель работы:

1. Изучение функциональной схемы приемного устройства РЛС "Гроза".
2. Исследование основных характеристик приемного устройства РЛС.

Объект исследования:

1. Приемопередающий блок РЛС "Гроза".
2. Тракт усиления промежуточной частоты с временной автоматической регулировкой усиления.

План работы:

1. Выполнение домашнего задания и подготовка формы отчета.
2. Исследование сквозной амплитудно-частотной характеристики приемного устройства РЛС «Гроза»
3. Измерение основных технических характеристик усилителя промежуточной частоты и схемы ВАРУ.
4. Оформление отчета.
5. Защита работы (сдача зачета по работе).

Домашнее задание:

1. Изучить по рекомендуемой литературе функциональную схему приемного устройства РЛС.
2. Изучить по рекомендуемой литературе особенности построения принципиальной схемы всего тракта промежуточной частоты и ВАРУ приемника РЛС "Гроза".
3. Наметить методику исследования приемного тракта РЛС канала УПЧ и

ВАРУ и в соответствии с этим составить форму отчета.

Указания:

1. Студент составляет индивидуальный отчет.

2. Студент, не представивший к началу работы форму отчета, до работы не допускается и удаляется с занятия.

3. Литература для выполнения домашнего задания:

а) Радиолокационные системы воздушных судов: Под ред. П.С.Давыдова. М.: Транспорт. 1988.

б) Сифоров В.И. Радиоприемные устройства. М.: Сов. радио, 1974.

ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Приемник РЛС «Гроза» обладает следующими техническими характеристиками:

рабочая частота приемника, МГц - 9370 ± 20;

чувствительность приемного устройства дБ/мВт - 100;

промежуточная частота, МГц - 30;

полоса пропускания сквозной частотной характеристики

на уровне половинной мощности $\Delta f = f_2 - f_1$ в МГц 1,2 – 2,2;

для увеличения динамического диапазона приемника УПЧ выполняется с последовательным детектированием и имеет ВАРУ. Упрощенная функциональная схема приемника изображена на рис. 7.1.

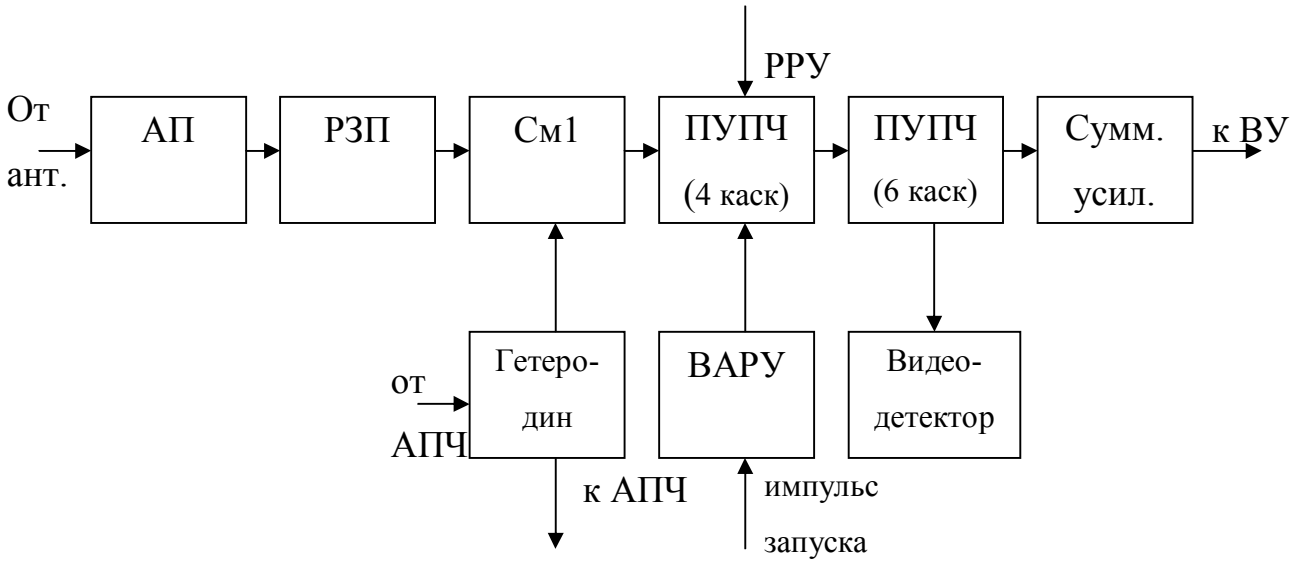


Рис. 7.1. Функциональная схема приемника

Отраженные от цели и принятые антенной радиолокационные сигналы через антенный переключатель (АП), состоящий из ферритовых циркулятора и вентиля, и разрядник защиты приемника поступают на балансный смеситель (СМ1) канала сигнала. На смеситель также поступают СВЧ-колебания гетеродина, выполненного на лампе обратной волны (ЛОВ). После преобразования на выходе смесителя образуются импульсы промежуточной частоты $f_{ПР}$ = 30 МГц, поступающие на предварительный усилитель промежуточной частота (ПУПЧ) и далее на логарифмический УПЧ. ПУПЧ служит для улучшения соотношения сигнал/шум на входе основного УПЧ. На ПУПЧ воздействует схема временной автоматической регулировки усиления (ВАРУ), благодаря которой амплитуда импульсов на выходе ПУПЧа мало зависит от расстояния до точки отражения, и предусмотрена ручная регулировка усиления (РРУ). Основное усиление сигнала промежуточной частоты осуществляется в логарифмическом УПЧ с последовательным детектированием сигнала.

Схема ВАРУ, запускаемая синхронно с излучаемым импульсом, осуществляет регулировку усиления по дальности, а также обеспечи-

вает запирание приемника на время действия мощного импульса магнетрона.

Для того, чтобы свести к минимуму отклонение промежуточной частоты от номинального значения $f_{ПР}$ = 30 МГц, предусмотрена схема автоматической подстройки частоты (АПЧ) гетеродина. В схеме АПЧ вырабатывается сигнал управления частотой гетеродина, вырабатываемый по разности частот магнетрона и ЛОВ.

Коротко остановимся на построении принципиальной схемы отдельных узлов приемника.

Упрощенная схема логарифмического УПЧ с последовательным детектированием сигналов показана на рис. 7.2

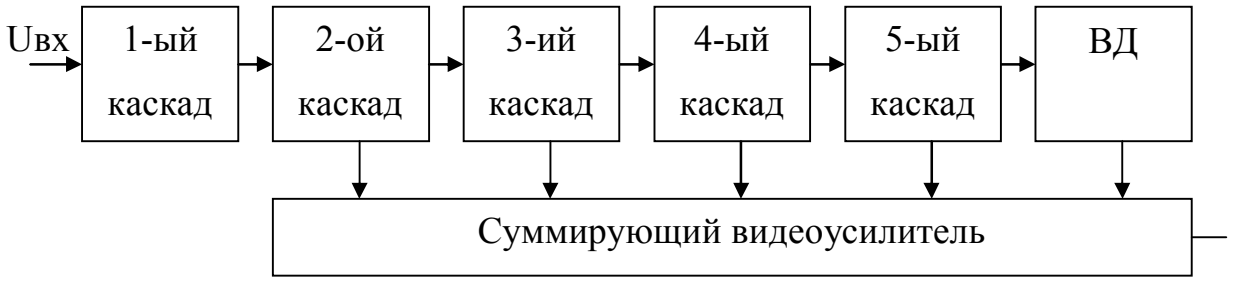


Рис. 7.2. Схема основного логарифмического УПЧ
с последовательным детектированием сигналов

Формирование логарифмической амплитудной характеристики происходит следующим образом: При входном напряжении $U_{вх}$, не превышающем некоторый начальный уровень $U_{вх\ н}$, все каскады УПЧ работают в линейном режиме, напряжение с выхода пятого каскада УПЧ детектируется с помощью основного видеодетектора ВД и через суммирующий видеоусилитель поступает на выход схемы. В этом режиме УПЧ имеет максимальный коэффициент усиления, равный $К_{о\ упч}$.

При напряжении $U_{вх} > U_{вх\ н}$ пятый каскад УПЧ переходит в режим

насыщения, и амплитуда напряжения на его выходе с ростом не увеличивается. Это вызвано применением специальной схемы построения отдельных каскадов УПЧ (рис. 5.3).

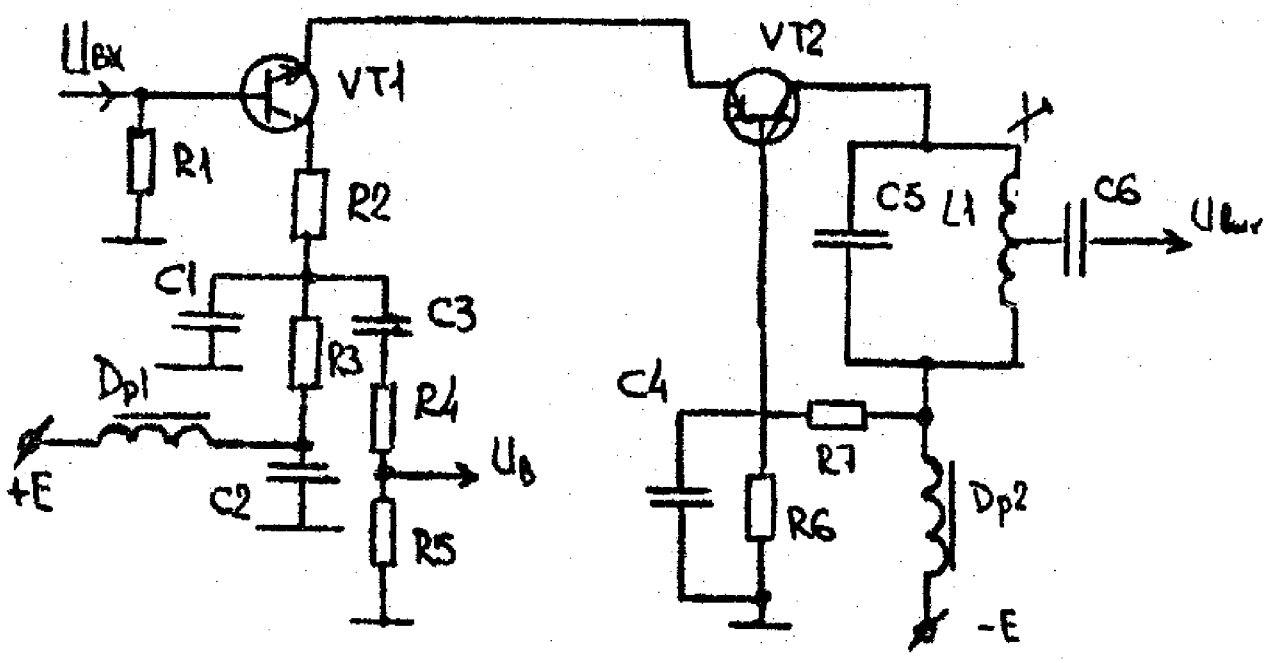


Рис. 7.3 Принципиальная схема каскада УПЧ
приемника РЛС «Гроза»

Каждый каскад выполнен по каскадной схеме типа «общий эмиттер - общая база». Контур L1, C5 настроен на промежуточную частоту $f_{ПР}$ = 30 МГц. Особенностью усилителя является то, что транзистор Т1 при усилении сильных сигналов используется в качестве детектора радиоимпульсов. Для этого рабочая точка на входной характеристике транзистора выбирается так, что при входном сигнале, превышающем некоторый уровень, возникает режим отсечки по току базы. В результате с помощью перехода "эмиттер-база" резистора R3 и конденсатора C1 осуществляется детектирование входного сигнала. Напряжение U_B видеоимпульсов отрицательной полярности через разделительный конденсатор и делитель R4, R5 поступает

на вход суммирующего усилителя. Транзистор Т1 работает как бы в режиме автосмещения, и при увеличении входного напряжения выходное напряжение не увеличивается.

При детектировании на пятом каскаде не увеличивается амплитуда на выходе ВД. По мере дальнейшего увеличения напряжения режим насыщения поочередно наступает в четвертом, третьем и т.д. каскадах УПЧ. Вместе с насыщением в этих каскадах возникает режим эмиттерного детектирования, благодаря которому на суммирующий усилитель поступают видеоимпульсы, образующие в сумме выходное напряжение $U_{вых}$ УПЧ с логарифмической амплитудной характеристикой.

Упрощенная принципиальная схема ВАРУ показана на рис 5.4.

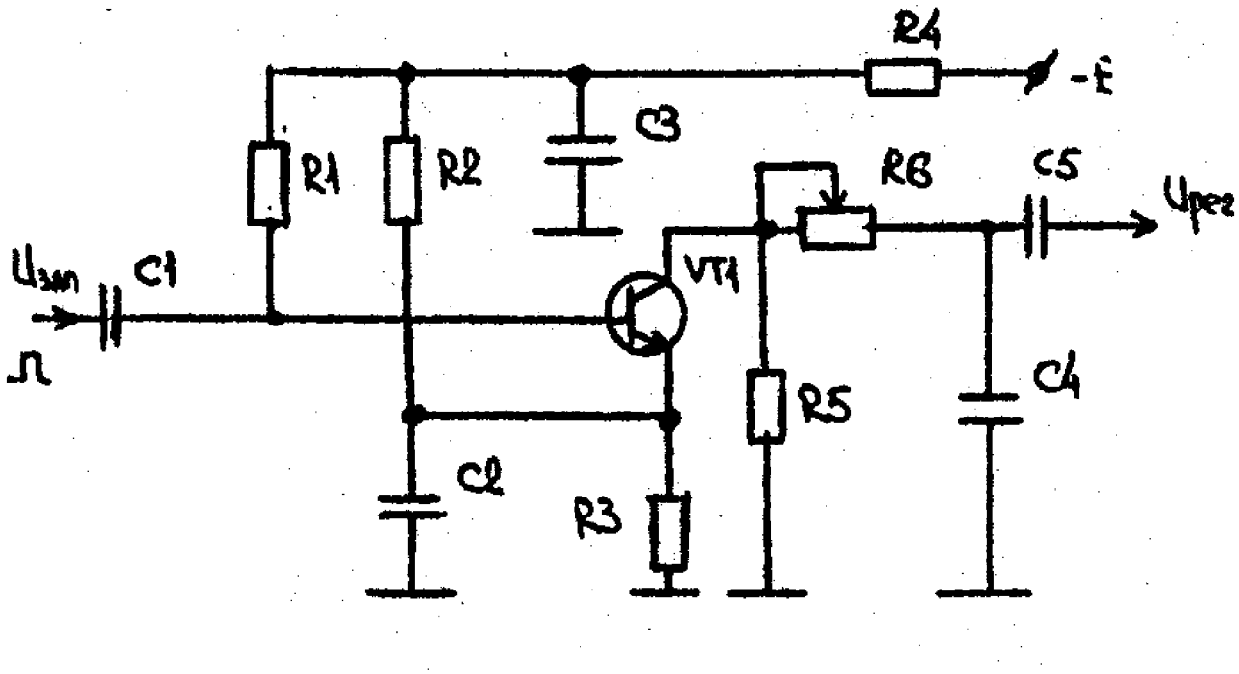


Рис. 7.4. Принципиальная схема ВАРУ

Она выполнена на основе запретного в исходном состоянии ключа на Т1. При переходе положительного запускающего импульса, совпадающего по

временя с импульсом передатчика, транзистор открывается и происходит быстрый заряд С4 через R6 и ключ. По окончании импульса транзистор закрывается, а конденсатор начинает медленно разряжаться (в течение 250 мкс) через R6 и R5. Выходное напряжение экспоненциальной формы поступает на ПУПЧ для регулирования его усиления по времени.

Следует отметить, что полоса ПУПЧ (ΔF = 6 МГц) несколько шире полосы УПЧ, и поэтому полоса приемника в целом определяется полосой пропускания УПЧ. ПУПЧ имеет четыре каскада усиления: первый на малошумящем нувисторе 6С52Н-В и последующие по схеме с общей базой. Регулированием охвачены второй и четвертый каскады.

ВЫПОЛНЕНИЕ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

Домашнее задание

При выполнении домашнего задания студент должен заготовить таблицы и разметить оси координат графиков для занесения результатов эксперимента, по объему и содержанию соответствующие практической части работы.

Лабораторная установка:

Состоит из двух стендов, соответствующих отдельным частям лабораторной работы:

стенд «Гроза-СБ» с действующим комплексом РЛС "Гроза", на которой передатчик нагружен на согласованную нагрузку с рассеиваемой мощностью $P_{ср} \geq 50$ Вт, а вход приемника представляет собой волноводный фланец;

стенд препарированной РЛС «Гроза», в который включены узлы ПУПЧ, УПЧ и схема ВАРУ. На передние панели блоков с препарированными узлами выведены основные точки схем, необходимые для исследования их характеристик.

Стенды обеспечены комплектом измерительных приборов общего

назначения и РИП-3.

Проведение лабораторного исследования:

1. Изучить техническое описание РВС «Гроза»
2. Произвести исследование сквозной амплитудно-частотной характеристики приемного устройства РЛС "Гроза" (стенд "Гроза-СБ") с помощью прибора РИП-3. работающего в режиме "ЧАСТ. ХАРАКТ.". Для повышения точности произвести измерение верхней и нижней граничных частот пропускания не менее трех раз, взяв за результат среднее арифметическое измерений.

3. На препарированном стенде:
   а) произвести исследование амплитудной характеристики УПЧ, фиксируя момент начала детектирования отдельными каскадами;
   б) произвести исследование амплитудно-частотной характеристики УПЧ;
   в) выявить влияние на коэффициент усиления канала УПЧ напряжения ВАРУ, для чего изменять положение импульса промежуточной частоте относительно импульса запуска схемы ВАРУ.

Оформление отчета:

Отчет по лабораторной работе должен содержать:

1. Титульный лист, оформленный в соответствии со стандартом ВУЗа.
2. Технические характеристики, подробную функциональную схему приемного тракта и структурные схемы эксперимента.
3. Сквозную амплитудно-частотную характеристику (АЧХ) приемника и структурную схему эксперимента.
4. Амплитудную, амплитудно-частотную характеристики УПЧ и зависимость коэффициента усиления канала УПЧ от дальности до цели.
5. Выводы по работе.

Указание: При выполнении лабораторной работы студент должен быть готов

отвечать на все контрольные и дополнительные вопросы.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Назовите основные технические характеристики РЛС «Гроза».
2. Поясните функциональную схему РЛС "Гроза", определите содержание экспериментальной части.
3. Укажите контрольно-измерительную аппаратуру, необходимую для проведения эксперимента, методику ее использования.
4. Каково назначение логарифмической амплитудной характеристики УПЧ и в чем заключается принцип её формирования?
5. Каково назначение схемы ВАРУ? Укажите основные параметры импульса ВАРУ и принцип его формирования.
6. Нарисуйте и поясните работу принципиальной схемы отдельного каскада УПЧ.
7. Нарисуйте принципиальную схему ВАРУ и поясните ее работу.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Радиолокационные системы воздушных судов; Под ред. П.С.Давыдова. М.: Транспорт, 1988.
2. Метеонавигационный радиолокатор "Гроза". Инструкция по эксплуатации. - М.: В/О "Авиаэкспорт".
3. Сифоров В.И. Радиоприемные устройства. М.: Сов. радио, 1974.