

ФЕДЕРАЛЬНАЯ АВИАЦИОННАЯ СЛУЖБА РФ  
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ

Утверждаю  
Проректор по УМР  
Креницин В.В.  
" \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2001 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

"Радиолокационные системы воздушных судов"  
шифр СД.15.1

Специальность(специализация) 201300 "Техническая эксплуатация  
транспортного оборудования"

Факультет АСК

Кафедра АРЭС

Курс 5, Форма обучения очная ,Семестр 9

Общий объем учебных часов на дисциплину 180 (час.)

Лекции 70 (час.)

Практические занятия 10 (час.)

Лабораторные занятия 40 (час.)

Самостоятельная работа 14 (час.)

Курсовой проект 5,9 (курс, семестр)

Курсовая работа - (курс, семестр)

Контрольная работа - (курс, семестр)

Домашнее задание - (курс, семестр)

Зачет 5,9 (курс, семестр)

Экзамен 5,9 (курс, семестр)

Москва -2001 г.

Рабочая программа составлена на основании примерной учебной программы дисциплины и в соответствии с Государственными требованиями к минимуму содержания и уровню подготовки выпускника по специальности

Рабочую программу составил:  
Лугин Э.А., д.т.н., проф.

\_\_\_\_\_

(подпись)

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры, протокол N \_\_\_\_\_ от  
"\_\_\_\_\_" \_\_\_\_\_ 2001\_г.

Заведующий кафедрой Козлов А.И.  
д.ф.-м.н., проф.

\_\_\_\_\_

(подпись)

Рабочая программа одобрена методическим советом специальнос-  
ти - Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования  
Протокол N \_\_\_\_\_ от "\_\_\_\_\_" \_\_\_\_\_ 2001 г.  
Председатель методического совета

Логвинн А.И., проф., д.т.н.

\_\_\_\_\_

(подпись)

Рабочая программа согласованна с Учебно-методическим управлением (УМУ)  
Начальник УМУ Логачев В.П.

\_\_\_\_\_

(подпись)

## 1. Цель и задачи дисциплины.

### 1.1. Цель преподавания дисциплины.

Целью преподавания дисциплины является изучение принципов построения основных характеристик и конкретного радиолокационного оборудования

летательных аппаратов (ЛА) гражданской авиации. Совместно с другими дисциплинами, в которых изучается радиоэлектронное оборудование ЛА ("Системы и устройства связи ЛА", "Радионавигационные системы ЛА"), формируется профессиональная подготовка радиоинженера по специальности 201300.

1.2. Задачи изучения дисциплины (необходимый комплекс знаний и умений):

1.2.1. Иметь представление о

- роли и месте радиолокационного оборудования ЛА, работающего в составе бортового пилотажно-навигационного комплекса;  
- классах и типах радиолокационных систем ЛА;  
- технологических особенностях построения и производства радиолокационных систем;  
- перспективах развития современных бортовых радиолокационных систем;  
- особенностях применения радиолокационных систем при использовании авиации в народном хозяйстве;  
- принципах построения и эксплуатационно-технических характеристиках наземных РЛС ГА.

1.2.2. Знать

- тактические задачи самолетовождения и управления воздушным движением, решаемых с помощью бортового радиолокационного оборудования и методов решения этих задач;  
- принципы построения бортового радиоэлектронного оборудования ЛА различного тактического назначения;  
- основные эксплуатационно-технические характеристики БРЛС;  
- функциональные схемы и некоторые особенности построения

принципиальных схем бортовых метеонавигационных радиолокаторов (модификаций РЛС "Гроза", РЛС Контур 10, Буран, МНРЛС-85), самолетных ответчиков (СОМ-64, СО-69, СО-72М, СО-70 и др.) систем предупреждения столкновений;

- особенности конструкции изучаемых объектов;  
- органы управления и правила проверки функционирования указанных выше устройств.

1.2.3. Уметь

- производить проверку функционирования и простейшие регулировки изучаемого оборудования;  
- выполнять и уметь читать функциональные и принципиальные схемы БРЛС;  
- самостоятельно изучать новейшее радиолокационное оборудование ЛА.

#### 1.2.4. Иметь опыт

- работы со справочной и технической литературой по БРЛС;
- в анализе эксплуатационно-технических характеристик БРЛС;
- в управлении режимами работы бортовых радиолокационных систем;
- в проверке и анализе основных характеристик БРЛС.

## 2. Содержание дисциплины.

### 2.1. Наименование разделов (подразделов), объем в часах.

Содержание лекций, ссылки на литературу.

Раздел 1. Общие сведения о радиолокационных системах воздушных судов 6 час. [3]

Лекция 1.1. Введение. Роль и место радиолокационных систем в обеспечении регулярности и безопасности полетов. Влияние технической революции на процесс развития бортовых РЛС. Задачи, решаемые с помощью самолетных РЛС. Классификация радиолокационных станций по назначению и в соответствии с ГОСТ 17732-72.

Лекция 1.2. Информационные особенности РЛС. Основные принципы построения РЛС воздушных судов. Влияние закона единства и борьбы противоположностей при выборе эксплуатационных характеристик. Обобщенная структурная схема РЛС. Эксплуатационно-технические характеристики и режим работы бортовых РЛС. Связь с бортовым пилотажно-навигационным комплексом. Особенности эксплуатации бортовых РЛС при использовании штатной КИА.

Лекция 1.3. Принципы построения КС НЦПО.

Раздел 2. Синхронизаторы бортовых РЛС. - 6 час.[3]

Лекция 2.1. Назначение и типы синхронизаторов бортовых РЛС. Виды сигналов, формируемых синхронизатором. Требования к стабильности и форме сигнала. Методы формирования меток дальности. Синхронизатор на базе автогенератора с кварцевой стабилизацией.

Лекция 2.2. Синхронизатор с времязадающим элементом на базе УЗЛЗ.

Принцип работы и типы УЗЛЗ. Режимы работы синхронизатора РПСН-2. Принцип построения синхронизатора РЛС типа РОЗ. структурная схема. Режим работы и их назначение.

Лекция 2.3. Синхронизатор РЛС типа "Гроза". Структурная схема. Принцип формирования пусковых сигналов. Режим работы. Метод формирования масштабных меток дальности. Особенности построения синхронизатора "Гроза-86". Плавное изменение масштаба. Характерные особенности синхронизатора РЛС "Контур". Уровень контролепригодности синхронизаторов бортовых РЛС.

Раздел 3. Передающие устройства бортовых РЛС - 10 час.[3].

Лекция 3.1. Требования, предъявляемые к передающим устройствам бортовых РЛС. Состав и назначение основных узлов передатчика. Обобщенная схема модулятора. Виды импульсных модуляторов. Типы накопителей. Сравнительная характеристика режимов полного и частичного разряда накопителя. Контроль. Защита и управление передающим устройством.

Лекция 3.2. Принципиальная схема модулятора с частичным разрядом накопителя и коммутирующим элементом в виде электронной лампы. Назначение элементов и работа схемы. Эпюры напряжений. Требования к коммутирующему элементу и форме модулирующего сигнала. Структурная схема передающего устройства РЛС РПСН-3.

Лекция 3.3. Принцип работы импульсного магнитного модулятора. Упрощенная схема принципиальная схема звена магнитного модулятора и процессы протекающие в ней. Эпюры напряжений. Явления сжатия. Условия, обеспечивающие требуемую форму импульса.

Лекция 3.4. Принципиальная схема модулятора РЛС "Гроза". Работа схемы. Временные диаграммы процессов. Назначение тиристорных узлов. Отличие принципиальной схемы модулятора РЛС РОЗ-1. Двухимпульсный запуск. Структурная схема модулятора РЛС "Градиент". Характерные особенности построения передатчика РЛС "Контур".

Лекция 3.5. Принципы построения РПДУ "МН РЛС-85".

Раздел 4. Антенно-фидерные устройства - 8 час.[3]

Лекция 4.1. Общие требования к АФУ бортовых РЛС. Формы диаграмм направленности и методы их формирования. Структурная схема АФУ. Состав и назначение основных узлов АФУ. Конструктивные особенности отдельных узлов. Элементы привода и стабилизации. Ферритовый переключатель вида поляризации.

Лекция 4.2. Виды переключателей прием-передача (ППП). Требования, предъявляемые к ППП и разрядникам. Их конструктивные особенности. Переключатели ответвительного типа и их работа. Влияние параметров разрядника на эксплуатационные характеристики РЛС. ППС РЛС типа РОЗ. Состав, принцип действия отдельных узлов и работа переключателя в целом.

Лекция 4.3. ППП в РЛС "Гроза". Состав и работа переключателя. Основные отличия АФУ в РЛС "Контур". Характеристики щелевой антенны. Особенности привода антенны. Элементы встроенного конт-роля в АФУ бортовых РЛС.

Лекция 4.4. Антенно-фидерные устройства МН РЛС-85.

Раздел 5. Приемные устройства бортовых РЛС - 12 час. [3].

Лекция 5.1. Требования, предъявляемые к приемным устройствам бортовых РЛС. Структурная схема приемника. Способы повышения чувствительности приемника. Структурная схема ВЧ головки. Схемные и конструктивные особенности построения ВЧ головок в РЛС "Гроза" и "Градиент".

Лекция 5.2. Структурная схема УПЧ. Способы формирования логарифмической и линейно-логарифмической амплитудной характеристики УПЧ. Методы уменьшения влияния собственных шумов первых каскадов УПЧ. Принципы построения суммирующих устройств УПЧ.

Лекция 5.3. Метод трехтоновой индикации. Структурная схема трехтонового усилителя (ТТВУ) РЛС "Гроза". Режимы работы и основные характеристики ТТВУ. Назначение и принцип построения ВАРУ. Особенности ТТВУ РЛС "Градиент" и "Контур".

Лекция 5.4. Системы АПЧ приемника бортовой РЛС. Структурная схема АПЧ приемника РЛС "Гроза". Режим работы АПЧ. Особенности построения принципиальных схем АПЧ в приемниках различных бортовых РЛС. Элементы встроенного контроля в "системах АПЧ приемников РЛС "Градиент" и "Контур".

Лекция 5.5. Методы цифровой обработки радиолокационной информации. Дискретизация по времени. Дискретизация по амплитуде.

Лекция 5.6. Последетекторная обработка радиолокационной информации МНРЛС-85. Интерфейс РЛС.

Раздел 6. Тракты формирования развертки и индикации в бортовых РЛС - 8 час.

[1]

Лекция 6.1. Назначение и принципы построения индикаторных устройств бортовых РЛС. Индикаторы кругового и секторного обзоров. Индикаторы с закрытым, открытым, смещенным и вынесенным центрами. Типовая структурная схема индикаторного устройства в бортовой РЛС.

Лекция 6.2. Формирование радиально-круговой развертки методом расщепления фазы. Форма развертывающих токов в отклоняющих системах ЭЛТ. Синус-косинусный вращающийся трансформатор и способы его включения. Структурно-принципиальная схема формирования развертывающих напряжений в РЛС "Гроза".

Лекция 6.3. Назначение и схемная реализация цепей привязки и фиксации. Методы линеаризации развертывающих токов. Способы полу-

чения различных масштабов на экранах ЭЛТ. Структурная схема формирования развертывающих напряжений в РЛС типа "РПСН".

Лекция 6.4. Особенности построения схемы формирования развертки МН РЛС-85.

Раздел 7. Радиолокационные системы с активным ответом - 10 час. [1,3].

Лекция 7.1. Назначение и роль РЛС с активным ответом в системе УВД.

Основные требования ИКАО к бортовым ответчикам. Режимы работы и используемые коды. Объем передаваемой информации. Виды систем опознавания. Основные эксплуатационно-технические характеристики и структурная схема самолетного ответчика СОМ-64.

Лекция 7.2. Принципы построения и структурные схемы передающих и приемных устройств самолетных ответчиков. Метод дешифрации запросных сигналов.

Структурная схема шифратора бортового ответчика. Датчики и преобразователи информации.

Лекция 7.3. Особенности построения приемного тракта для работы с наземными посадочными РЛС. Конструктивные особенности и размещение антенно-фидерных устройств самолетных ответчиков. Влияние боковых лепестков диаграмм направленности на работу систем с активным ответом. Двухимпульсный, трехимпульсный и с плавающим порогом методы подавления влияния боковых лепестков Д.Н. Основные отличия в построении СО-69.

Лекция 7.4. Методы осуществления адресного запроса. Элементная база ответчика ВС ИЛ 96-300.

Лекция 7.5. Радиолокационные системы предупреждения столкновений. СПС ВС ИЛ 96-300.

Раздел 8. Радиолокационное оборудование аэропортов - 4 часа[3].

Лекция 8.1. Особенности построения самолетного ответчика типа СО-72.

Элементы встроенного контроля в самолетных ответчиках. Общие сведения о штатной контрольно-проверочной аппаратуре для проверки самолетных ответчиков. Назначение и состав радиолокационного оборудования аэропортов. Требования и особенности размещения

радиолокационного оборудования в аэропорту. Основные эксплуатационно-технические характеристики наземных РЛС.

Лекция 8.2. Режим работы наземных РЛС. Особенности построения и структурные схемы аэродромных и посадочных РЛС. Роль РЛС в обеспечении безопасности и регулярности полетов воздушных судов.

Лекция 8.3. Перспективы развития радиолокационных судов ВС.

2.2. Перечень тем практических занятий и их объем в часах. ПЗ.1. Выбор, обоснование и расчет основных ЭТХ РЛС - 2 часа. ПЗ.2. Выбор и обоснование структурных схем РЛС и

конкретного устройства - 2 часа.

ПЗ.3. Обоснование принципиальной схемы проектируемого конкретного узла - 2 часа.

ПЗ.4. Конструктивные особенности проектируемого устройства - 2 часа.

ПЗ.5. Элементы встроенного контроля и особенности технического обслуживания бортовых радиолокационных систем - 2 часа.

2.3. Перечень лабораторных работ (занятий), и их объем в часах:

ЛР-1. Изучение функциональной схемы РЛС "Гроза" - 4 часа.

ЛР-2. Изучение функциональной схемы РЛС типа "Контур" и МНРЛС-85 - 4 часа.

ЛР-3. Исследование принципов построения передающего устройства РЛС "Гроза" - 4 часа.

ЛР-4. Исследование принципов построения УПЧ приемника РЛС "Гроза" - 4 часа.

ЛР-5. Исследование ТТВУ РЛС "Гроза" - 4 часа.

ЛР-6. Исследование систем АПЧ и ВАРУ бортовой РЛС "Гроза" - 4 часа.

ЛР-7. Исследование тракта формирования развертки в индикаторе РЛС "Гроза" - 4 часа.

ЛР-8. Изучение функциональной схемы самолетного ответчика типа СОМ-64 - 8 часов.

ЛР-9. Изучение функциональной схемы шифратора ИКАО - 4 часа. Содержанием лабораторных работ является изучение аппаратуры

и технической документации с использованием альбомов принципиальных схем, изучение реальной аппаратуры на лабораторных стендах с ознакомлением с конструкцией и органами регулировки и выполнение практических заданий по контролю функционирования аппаратуры типа СОМ-64

2.4. Тематика курсовых проектов, работ:

Курсовой проект включает обоснование и расчет основных ЭТХ бортовой РЛС, разработку структурных схем РЛС и конкретного узла, составление и электрический расчет принципиальной схемы узла и отработку эксплуатационных вопросов в рамках спроектированного устройства.

3. Рекомендуемая литература.

---

NN      Автор      Наименование, издательство,



год издания

1 \_\_\_\_\_ 2 \_\_\_\_\_ 3 \_\_\_\_\_

Основная литература:

1. Гуткин Л.С. Проектирование радиосистем и радиоустройств - М.: Радио и связь, 1986
2. Лезин Ю.С. Введение в теорию и технику радиотехнических систем - М.: Радио и связь, 1986
3. Под редакцией Радиолокационные системы воздушных судов М.: Транспорт, 1988

1 \_\_\_\_\_ 2 \_\_\_\_\_ 3 \_\_\_\_\_

4. Кузнецов А.А., Радиолокационное оборудование автоматизированных систем УВД - М.: Транспорт, Креницин В.В. 1985 и др.

Учебно-методическая литература:

1. Емельянов В.Е., Старых А.В. Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине РЛС ВС ч. 1 М.: РИО МГТУГА, 1995
2. Лутин Э.А., Емельянов В.Е. Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине РЛС ВС ч.2 М.: РИО МИИГА, 199
3. Лутин Э.А., Емельянов В.Е. Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине РЛС ВС ч.3 М.: РИО МИИГА, 199
4. Емельянов В.Е., Радиолокационные системы воздушных судов. МУ к курсовому проектированию для студентов 5 курса специальности 23.04.01 всех форм обучения М.: РИО МИИГА, 1991

Дополнительная литература:

1. Макурин М.И., Власов О.П., Матвейчук Н.П. Современные радиолокационные устройства ВС ("Градиент"). - Рига: РКИИГА, 1981. - 85с.
2. Под ред. Давыдова П.С. - М.: Транспорт 1984. - 223 с.
3. Инструкция по эксплуатации метеона-

