

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА РФ**  
**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**  
**ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ**

Утверждаю  
Проректор по УМР и К  
Креницин В.В.  
« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2009 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

«Бортовые радиоэлектронные системы», шифр СД.07

Направление: 652700 «Испытания и эксплуатация авиационной и ракетно-космической техники».

Специальность (специализация): 160903 «Техническая эксплуатация авиационных электросистем и пилотажно-навигационных комплексов».

Факультет авиационных систем и комплексов.

Кафедра «Технической эксплуатации радиоэлектронных систем воздушного транспорта».

Курс 4, Форма обучения очная, Семестр 7,8.

Общий объем учебных часов на дисциплину	190 часов.
Аудиторных часов	100 часов.
Лекции	50 часов.
Лабораторные занятия	50 часов.
Самостоятельная работа	90 часов.
Зачет	4; 8 (курс, семестр).
Экзамен	4; 7 (курс, семестр).

Москва – 2009 г.

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

Рабочую программу составил: \_\_\_\_\_ Старых А.В., к.т.н., доц.  
(подпись)

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры, протокол

№ \_\_\_\_ от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2009 г.

Заведующий кафедрой ТЭРЭСВТ: \_\_\_\_\_ Козлов А.И., д.ф.-м.н., проф.  
(подпись)

Рабочая программа одобрена методическим советом специальности

протокол № \_\_\_\_\_ от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2009 г.

Председатель методического совета: \_\_\_\_\_ Воробьев В.Г., проф., д.т.н.  
(подпись)

Рабочая программа согласована с Учебно-методическим управлением (УМУ)

Начальник УМУ \_\_\_\_\_ Логачев В.П.

## **1. Цель и задачи дисциплины.**

### ***1.1. Цель преподавания дисциплины.***

Дисциплина «Бортовые радиоэлектронные системы» является специальной дисциплиной специальности 160903 "Техническая эксплуатация авиационных электросистем и пилотажно-навигационных комплексов" и является непременным условием профессиональной подготовки инженеров гражданской авиации, специализирующихся в области технической эксплуатации БПНК. Изучение дисциплины «Бортовое радиоэлектронное системы» воздушных судов» имеет своей целью получение необходимых знаний по основам теории и практики построения бортовых радиоэлектронных систем, принципам действия, основным параметрам, конструкции и особенностям применения бортовых радиолокационных, радионавигационных, связных станций и самолетных ответчиков гражданской авиации.

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

1.2.1. В результате изучения дисциплины студент должен знать:

- радиотехнические методы получения передачи смысловой и измерительной информации и функциональные схемы радиосистем реализующих эти методы;
- методы формирования радиосигналов - генерирование ВЧ колебаний, управление ВЧ колебаниями (модуляция), генерацию и излучение ВЧ колебаний;
- прием, усиление, детектирование радиосигналов;
- преобразование информации к виду удобному для восприятия получателем.

1.2.2. В результате изучения дисциплины студент должен уметь:

- составить и проанализировать функциональную схему РТС заданного предназначения по заданным тактическим характеристикам;
- определить технические параметры радиотехнической системы, включая конструкторские и компоновочные решения обусловленные местом установки РТС (мобильные, стационарные, требуемой степенью надежности и стратегией технического обслуживания);
- оценивать пригодность РТС с известными техническими параметрами для решения конкретной навигационной задачи и задачи обмена информацией на заданную дальность;
- самостоятельно изучить радиотехническую систему по техническому описанию и инструкции по эксплуатации.

**2. Содержание дисциплины. 2.1. Наименование разделов (подразделов), объем в часах.**

Содержание лекций, ссылки на литературу.

**Раздел 1. Вводная часть (2 ч).**

*Лекция 1.* Транспортная задача. Общая навигационная задача. Пилотажная и навигационная задачи. Сущность выполнения полета. Необходимость определения истинного места ВС в полете. Радиотехнические системы - единственное средство управления ВС (передача смысловой информации на любые расстояния) и контроля положения ВС на всех этапах полета. Четыре этапа задач, решаемые бортовыми и наземными радиотехническими средствами. Схема БПНК и наземных радиотехнических средств (2 часа).

Литература: | 1 |, | 2 |

**Раздел 2. Основные свойства электромагнитных излучений (4 ч).**

*Лекция 2.1.* Электромагнитное излучение (радиоволны, ВЧ-колебания) - носитель смысловой и измерительной информации. Свойства радиоволн, лежащие в основе обнаружения объектов, измерения координат, скорости объектов и переноса смысловой информации. Постоянство скорости распространения. Прямолинейность распространения. Эффект Доплера в однородной среде. Свойство радиоволн отражаться от неоднородностей среды. Сущность измерения дальности. Сущность измерения угловых координат. Сущность измерения радиальной составляющей скорости движения объекта (1 час).

*Лекция 2.2.* Нормирование радиосигналов. Прямое излучение. Ретрансляция. Отраженные (эхо) сигналы. Собственное излучение объектов. Информационные свойства сигналов (1 час).

*Лекция 2.3.* Распространение радиоволн в околоземном пространстве. Характеристики среды. Затухание. Рефракция. Ионизация (1 час).

*Лекция 2.4.* Характеристики объектов обнаружения. Эффективная поверхность рассеивания. Высота полета, скорость, маневренность (1 час).

Литература: | 1 |, | 2 |, | 3 |

**Раздел 3. Радиотехническая система. (4 ч).** *Лекция 3.1.* Определение. Классификация радиотехнических систем (РТС) по характеру информации, получаемой с их помощью. Связные РТС. Измерительные РТС. Комбинированные РТС (1 час).

*Лекция 3.2.* Структура. Предназначение функциональных устройств. - Передающее устройство. Антенна передатчика, генерирование, модуляция, усиление, частотные преобразования. Магнетронные, клистронные генераторы СВЧ, лампа обратной волны, спектры сигналов. Фидеры, волноводы, высокочастотные переключатели "прием-передача". Коммутаторы формы ДНД (коммутаторы поляризации).

- Приемное устройство. Антенна приемника, усилитель высокой частоты, гетеродин, смеситель, УПЧ, детектор, выходное устройство - преобразователь информации к виду удобному для восприятия получателем (оператор, ЭВМ). Синхронизатор (3 часа). Литература: | 4 | , | 5 |

#### **Раздел 4. Характеристики радиотехнических систем. (4 ч).**

**Лекция 4.1.** Тактические характеристики РТС. Определения. Измеряемые координаты, зона действия; точность измерения; разрешающая способность; пропускная способность; период обзора пространства; темп смены информации. Технические характеристики РТС. Определения. Излучаемая мощность; спектр излучаемых сигналов, характеристики модулирующей функции); диапазон принимаемых частот; чувствительность приемника; полоса пропускания приемника, метод обзора пространства (круговой, секторный), тип антенны, КНД, форма ДНД, ширина луча по азимуту и углу места; тип выходного устройства; контролепригодность, ремонтпригодность, КПА; потребляемая мощность, масса, габариты; линии (системы) связи с элементами БПНК, ЭМС (3 часа).

**Лекция 4.2.** Тактические возможности (характеристики) РТС - функция ее технического состояния, характеристик среды и характеристик объектов обнаружения; связь тактических характеристик с техническими характеристиками РТС с учетом характеристик среды и характеристик объектов обнаружения. Основные соотношения (1 час).

Литература: | 1 | , | 2 |

#### **Раздел 5. Радиотехнические методы измерения координат и скорости объектов (6 ч).**

**Лекция 5.1.** Измерение временных интервалов (дальности). Измерение угловых координат объектов. Измерение радиальной скорости объектов. Преобразование информации в напряжение. Преобразование информации в число. Генераторы линейно изменяющегося напряжения (ГЛИН) и тока (ГЛИТ). Триггеры. Фазовый детектор (1 час).

**Лекция 5.2.** Методы измерения дальности: импульсный, частотный, фазовый (1 час).

**Лекция 5.3.** Методы измерения угловых координат: фазовый, амплитудный метод максимума, амплитудный метод минимума, амплитудный метод сравнения (1 час).

**Лекция 5.4.** Методы измерения скорости движения объектов (1 час).

**Лекция 5.5.** Методы определения местоположения объектов. Линии положения. Методы формирования, задания линий положения. Глиссада. Азимут (РСБН). Пеленг (АРК) (1 час).

**Лекция 5.6.** Элементы теории обнаружения сигналов на фоне помех. Сущность выделения сигналов на фоне помех - различие статистических характеристик распределения шума и распределения смеси сигнала с шумом. Постановка задачи. Наблюдатель. Порог. Вероятность правильного обнаружения ( $P_{по}$ ). Вероятность ложной тревоги ( $P_{тл}$ ). Надежность обнаружения. Рабочие характеристики приемника. (РХП). Оптимальный приемник. Способы реализации. Требуемое значение отношения сигнал-шум - функция важности решаемой задачи и пропускной способности системы обслуживания (вычислителя). Отношение сигнал-шум - функция технических характеристик, характеристик среды, характеристик объектов обнаружения (1 час). Литература: | 3 | , | 6 |

## **Раздел 6. Бортовые радиосвязные системы (8 ч).**

*Лекция 6.1.* Организация связи в ГА. Радиопередающий центр. Радиообзор. Частотный диапазон систем связи. Канал связи. Объем сигнала. Объем канала. Дефицит каналов связи. Избыточность информации в радиосигнале сообщения. Симметрия спектра модулированного сигнала. Частотное уплотнение каналов связи. Связь с одной боковой полосой спектра и с подавленной несущей (2 часа).

*Лекция 6.2.* Функциональная схема бортовой радиосвязной системы УКВ-диапазона. Приемный тракт. Передающий тракт. Особенности работы синтезатора. Признаки, причины и место отказа (3 часа).

*Лекция 6.3.* Функциональная схема бортовой радиосвязной системы КВ-диапазона. Режимы работы. Приемный тракт. Передающий тракт. Особенности работы ДОЧ. Признаки, причины и место отказа (3 часа).

Литература: | 4 |, | 5|, | 7 |

## **Раздел 7. Бортовые радиолокационные системы (8 ч).**

*Лекция 7.1.* Функциональная схема бортовой радиолокационной системы. Тракт формирования зондирующего сигнала. Тракт приема отраженного сигнала. Тракт формирования развертки по дальности. Тракт формирования развертки по азимуту. Тракт формирования калибрационных меток. Тракт защиты приемника от перегрузок. Тракт автоподстройки частоты. Линия связи с гировертикалью. Линии связи ЭМС. Признаки, причины и место отказа (6 часов).

*Лекция 7.2.* Функциональная схема бортового самолетного ответчика. Режимы работы. Особенности работы шифратора в режимах: УВД и RBS. Признаки, причины и место отказа (2 часа).

Литература: | 4 |, | 5|, | 8 |

## **Раздел 8. Бортовые радионавигационные системы (12 ч).**

*Лекция 8.1.* Функциональная схема радиовысотомера. Канал измерения высоты. Канал подстройки постоянной высотомера. Канал контроля. Признаки, причины и место отказа (2 часа).

*Лекция 8.2.* Функциональная схема автоматического радиоконпаса. Устройство гониометра. Определения КУРа. Признаки, причины и место отказа (2 часа).

*Лекция 8.3.* Функциональная схема доплеровского измерителя скорости и угла сноса. Особенности работы модулятора ДИССа. Режим памяти. Признаки, причины и место отказа (2 часа).

*Лекция 8.4.* Функциональная схема бортовой системы посадки. Особенности работы в режимах работы: СП-50, ILS, VOR. Признаки, причины и место отказа (2 часа).

**Лекция 8.5.** Функциональная схема самолетного дальномера. Принцип работы приемопередатчика. Признаки, причины и место отказа (2 часа).

**Лекция 8.6.** Функциональная схема радиосистемы ближней навигации. Особенности работы блока измерения дальности, блока измерения азимута. Принцип работы приемопередатчика. Признаки, причины и место отказа (2 часа).

Литература: | 4 |, | 5|, | 9 |

### **Раздел 9. Обеспечение работоспособного состояния РЭС (2 ч).**

**Лекция 9.1.** Схемотехнические, конструкторские компоновочные решения РЭС. Стратегия технического обслуживания. Условия перехода к обслуживанию РЭС по состоянию. Встроенная система контроля; основное требование - исключить использование неисправной аппаратуры в полете. Включение резерва. Документирование результатов контроля. Прогнозирование состояния РЭС. Методы и средства контроля работоспособности РЭС. Неавтономное РТС - контроль с использованием излучения действующих передатчиков маяков и имитаторов маяков. Автономные РТС - формирование эталонных сигналов и тест задач. КПА. Перспективы развития РЭС (2 часа).

Литература: | 7 |, | 8|, | 9 |

### **2.2. Перечень лабораторных работ (занятий), и их объем в часах.**

**Лр-1** Исследование амплитудных методов радионавигации. Исследование принципов построения амплитудных угломерных систем. Исследование принципа работы импульсного дальномера. (4 часа).

**Лр-2** Принципы радиолокации и отражающие свойства радиолокационных целей. Селекция движущихся целей. Модуляция. Основные свойства и характеристики. (4 часа).

**Лр-3** Основные характеристики и схемное построение самолетных УКВ. (4 часа)

**Лр-4** Основные характеристики и схемное построение самолетных КВ радиостанций. (4 часа).

**Лр-5** Основные характеристики и схемное построение самолетных метеонавигационных радиолокационных станций. (4 часа).

**Лр-6** Основные характеристики и схемное построение самолетных радиолокационных ответчиков (4 часа).

**Лр-7** Основные характеристики и схемное построение радиовысотомеров (4 часа)

**Лр-8** Основные характеристики и схемное построение доплеровских измерителей скорости (4 часа).

**Лр-9** Основные характеристики и схемное построение автоматических радиоконпасов (4 часа).

**Лр-10** Основные характеристики и схемное построение бортовой аппаратуры инструментальной системы посадки (4 часа).

**Лр-11** Схема БПНК и наземных радиотехнических средств (12 часов).

### 3. Учебно-методическое обеспечение дисциплины.

#### 3.1. Основная литература:

№№ п/п	Автор	Наименование, издательство, год издания
Основная литература		
1	Лёзин И. С.	Введение в теорию и технику радиотехнических систем. -М.: Радио и связь, 1986.
2	Егоров Н.С., Андреев Г.Н.	Радиооборудование летательных аппаратов: Учебное пособие. -М.: МИИГА, 1990.
3	Финкельштейн М. И.	Основы радиолокации. -М.: Радио и связь, 1983.
4	Под ред. Г.М. Уткина и М.В. Благовещенского	Радиопередающие устройства. -М.: Радио и связь, 1990.
5	Буга Н.Н., Фалько А.И., Чистяков Н.И.	Радиоприемные устройства: Учебник для вузов. -М.: Радио и связь, 1986.
6	Беляевский Л.С., Новиков В.С., Олянюк П.В.	Основы радионавигации: Учебник для вузов. -М.: Транспорт, 1992.
7	Вдовиченко Н.С., Набатов О.С., Соломенцев В.В.	Системы связи воздушных судов гражданской авиации: Учебное пособие для вузов -М.: Транспорт, 1988.
8	Под ред. П. С. Давыдова.	Радиолокационные системы воздушных судов. -М.: Транспорт, 1988.
9	Под ред. П. С. Давыдова.	Радионавигационные системы воздушных судов. -М.: Транспорт, 1988.

#### 3.2. Дополнительная литература:

Технические описания радио связных, радио локационных и радио навигационных систем.  
( Микрон, Баклан, ..., РЛС «Гроза», ..., РВ-5, .... и т.д.).



**3.3. Для лабораторных работ:**

№№ п/п	Автор	Наименование, издательство, год издания
1	Старых А.В., Тель- пуховская О.Н.	«Бортовые радиоэлектронные системы». Пособие по выполнению лабораторных работ по дисциплине ч.1 –М.: МГТУГА, 2004.
2	Андреев Г.Н., Старых А.В., Тельпуховская О.Н.	«Бортовые радиоэлектронные системы». Пособие по выполнению лабораторных работ по дисциплине ч.2 –М.: МГТУГА, 2005.
3	Старых А.В.	«Бортовые радиоэлектронные системы». Пособие по выполнению лабораторных работ по дисциплине ч.3 –М.: МГТУГА, 2007
4	Старых А.В.	«Бортовые радиоэлектронные системы». Пособие по выполнению лабораторных работ по дисциплине ч.4 –М.: МГТУГА, 2007

Рекомендуемое разделение содержания дисциплины на блоки: Блок 1. «Основные свойства электромагнитных излучений», «Модуляция электромагнитных колебаний», «Приемо-передающие устройства авиационного РЭС».

Рабочая программа периодически корректируется и изменения вносятся в лист изменений (формал).

Дополнения и изменения в рабочей программе дисциплины на 200\_ / 200\_ учебный год.

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры:

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

(подпись)

Протокол № \_\_\_\_ от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 200\_ г.

Внесенные изменения утверждены

Начальник УМУ (подпись)