

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ» (МГТУ ГА)

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по УМР и К

\_\_\_\_\_Криницин В.В.

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_2008г

**РАБОЧАЯ УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Методы и средства определения характеристик электромагнитного излучения и приема.

Шифр по ГОС ДС. 05

Специальность 090106

Факультет Авиационных систем и комплексов

Кафедра Радиотехнических устройств

Курс 5, Форма обучения – дневная, Семестр 10

Общий объем учебных часов -200 часов

Лекций -50 часов

Практических занятия -24 часов

Лабораторные занятия -28 часов

Самостоятельная работа - 98 часа

Зачет 5 курс, 10 семестр

Экзамен 5 курс , 10 семестр

Москва 2008 г

Рабочая программа составлена в соответствии с Государственными требованиями к минимуму содержания и уровню подготовки выпускника по специальности .

Рабочую программу составили :

Сергеев Г.В., профессор кафедры РТУ , к.т.н \_\_\_\_\_

Яманов Д.Н., доцент кафедры РТУ , к.т.н \_\_\_\_\_

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры, протокол № \_\_\_\_ от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_ 2008г.

Зав. кафедрой проф., д.т.н. Криницин В.В. \_\_\_\_\_

Председатель методического совета проф., д.т.н. Емельянов В.Е. \_\_\_\_\_

Рабочая программа согласована с Учебно-методическим управлением (УМУ)

Начальник УМУ Логачев В.П. \_\_\_\_\_

## **1. Цели и задачи дисциплины**

Дисциплина «Методы и средства определения характеристик электромагнитного излучения и приема» имеет целью обучить студентов основным принципам, связанным с теорией и методами определения основных характеристик электромагнитного излучения и приема. При этом большое место уделяется анализу существующих и перспективных средств для определения указанных характеристик.

Основными задачами курса являются формирование у студентов необходимого минимума физических, математических, теоретических и практических знаний, которые обеспечили бы им возможность понимать и анализировать процессы, связанные с обстоятельствами формирования, излучения и приема электромагнитных волн.

В результате изучения курса у студентов должен быть сформирован базис знаний и навыков, позволяющих им успешно осваивать в дальнейшем специальные дисциплины.

## **2. Требования к уровню освоения содержания дисциплины**

В результате изучения дисциплины студенты должны:

знать :

- основные параметры радиопередающих устройств, влияющие на характеристики электромагнитного излучения ;
- основные параметры антенн, влияющие на характеристики электромагнитного излучения ;
- основные принципы построения средств определения параметров принимаемого радиосигнала;
- методы оценки параметров радиосигналов.

уметь:

- правильно решать вопросы, связанные с использованием методов анализа структуры электромагнитного излучения ;
- эффективно и качественно использовать методы измерения основных характеристик электромагнитного излучения ;
- оценить (сформулировать) требования к приемно-измерительному комплексу для оценки параметров принимаемых радиосигналов;
- по результатам наблюдения принимаемого процесса оценивать основные характеристики радиоизлучения.

иметь навыки :

- работы с аппаратурой, используемой при измерении основных характеристик электромагнитного излучения ;
- оценки точностных характеристик оцениваемых параметров радиоизлучения.

иметь представление:

- об особенностях формирования электромагнитного излучения ;
- об особенностях излучения электромагнитных волн ;
- о методах приема электромагнитных волн ;

### **3. Содержание дисциплины**

#### **Часть 1. Методы и средства определения характеристик электромагнитного излучения .**

Раздел 1.1. Введение. Исходные понятия. Нормирование параметров радиоизлучения .

Лекция 1.1.1. Введение .Исходные понятия . Классы радиоизлучения. Регламент радиосвязи. Нормирование параметров радиоизлучения .

Литература: [1]

Раздел 1.2. Способы формирования модулированных сигналов и структурные схемы передатчиков.

Лекция 1.2.1. Основные требования к радиосигналу . Классификация радиопередающих устройств по назначению , рабочему диапазону , мощности , активным элементам в мощных каскадах, условием работы .

Основные показатели радиопередатчиков.

Литература: [2]

Лекция 1.2.2. Структурные схемы передатчиков с : амплитудной модуляцией (манипуляцией); амплитудной модуляцией с ОБП; с частотной модуляцией (манипуляцией); импульсной модуляцией

Литература: [2]

Лекция 1.2.3. Краткая характеристика и принцип работы основных каскадов передатчиков : автогенераторов, синтезаторов частоты, выходных и промежуточных каскадов. Особенности передатчиков СВЧ диапазона.

Литература: [2]

Раздел 1.3. Параметры радиопередающих устройств, влияющие на характеристики электромагнитного излучения . Методы и средства их определения

Лекция 1.3.1. Ширина занимаемой полосы частот (ЗПЧ). Спектральный анализ и расчет (энергетически критерии). Ширина полосы частот на уровне 10 дБ. Ширина контрольной полосы частот.

Литература: [1,2]

Лекция 1.3.2. Внеполосное радиоизлучение . Спектр внеполосного радиоизлучения. Ограничительная линия спектра внеполосного излучения. Спектры внеполосных радиоизлучений для дискретных и непрерывных сигналов.

Литература: [1,2]

Лекция 1.3.3. Определение ширины спектра радиосигнала и скорости его убывания в зависимости от формы импульса . Методика измерения ширины полосы частот . Оценка совершенства излучения по энергетическому методу и по ширине полосы частот .

Литература: [1,2]

Лекция 1.3.5. Побочные радиоизлучения. Частотные параметры побочных радиоизлучений. Радиоизлучение на гармонике , субгармонике, комбинационное, интермодуляционное, паразитное.

Литература: [1,2]

Лекция 1.3.6. Отклонение частоты радиопередатчика. Присвоенная частота . Допустимое отклонение частоты. Нестабильность частоты. Мощность радиоизлучения : несущей, средняя, пиковая, импульсная. Методы измерения проходящей и поглощаемой мощности.

Литература: [1,2]

Лекция 1.3.7. Помехи, внутренние и внешние. Шумовое радиоизлучение .

Литература: [1,2]

Раздел 1.4. Основные параметры антенн, влияющие на характеристики электромагнитного излучения . [1,3]

Лекция 1.4.1. Классификация антенн.

Элементарные вибраторы. Характеристики антенн. Направленность , поляризация.

Литература: [1,3]

Лекция 1.4.2. Вибраторные, директорные, рупорные, зеркальные антенны, антенные решетки.

Литература: [1,3]

Лекция 1.4.3. Измерение характеристик антенн. Измерение относительного и абсолютного значения амплитуды поля. Измерение диаграммы направленности и коэффициента усиления .

Литература: [1,3]

## **Часть 2. Методы и средства определения характеристик принимаемого радиоизлучения**

Раздел 2.1. Введение. Классы радиоизлучений. Области применений. Обобщенная схема приемно-измерительного комплекса.

Лекция 2.1.1. Исходные понятия, классы радиоизлучений, области применения радиосигналов с различными видами непрерывной и дискретной модуляциями.

Литература: [10].

Раздел 2.2.- Приемные устройства измерительных комплексов.

Лекция 2.2.1. Основные типы приемных устройств. Нормируемые качественные показатели приемных устройств.

Литература: [1], [10].

Лекция 2.2.2. Приемные устройства для измерительных комплексов и анализа электромагнитной обстановки.

Литература: [1].

Раздел 2.3. Характеристики радиосигналов.

Лекция 2.3.1. Временное и спектральное представление радиосигналов. Частотные характеристики физических систем.

Литература: [8].

Лекция 2.3.2. Вероятностные функции и средние характеристики случайных процессов.

Лекция 2.3.3. Корреляционные функции и спектральные плотности. Способы оценивания и ошибки.

Литература: [8], [9].

Лекция 2.3.4. Радиосигналы с аналоговыми непрерывными видами модуляции.

Литература: [4].

Лекция 2.3.5. Радиосигналы с дискретными видами модуляции.

Литература: [4].

Раздел 2.4. Построение демодуляторов приемных устройств.

Лекция 2.4.1. Когерентный амплитудно-фазовый детектор. Стандартный демодулятор с АМ-сигналом.

Литература: [4].

Лекция 2.4.2. Стандартные (некогерентные) демодуляторы радиосигналов (квазикогерентные и стандартны).

Литература: [4] ,[10].

Раздел 2.5. Аналоговые средства измерений параметров радиосигналов.

Лекция 2.5.1. Особенности построения селективных милли/микровольтметров, анализаторов спектра и панорамных измерительных приемников . Определение требований к измерительным средствам , для достижения заданной точности измерений.

Литература: [1] ,[8].

Раздел 2.6. Цифровые методы определения параметров радиосигналов.

Лекция 2.5.6. Цифровые вычислители АКФ и спектральной функции радиосигналов. Особенности построения ЦИК. Выбор основных характеристик цифровых вычислителей для достижения требуемой точности оценки параметров радиосигналов.

Литература: [8] ,[9].

Раздел 2.7. Заключение. Проблемы обнаружения неизвестных источников радиоизлучения.

Лекция 2.7.1. Постановка и методы решения задачи обнаружения неизвестных источников радиоизлучения.

Литература: [4].

#### **4. Перечень лабораторных работ и их объем в часах:**

ЛР1. Влияние внешних факторов на стабильность частоты колебаний автогенератора - 4 часа ;

ЛР2. Исследование симметричного вибратора -4 часа;

ЛР3. Исследование рупорной антенны -4 часа;

ЛР4. Исследование синфазной антенной решетки;

ЛР5. Директорно-кодированные радиосигналы , свойства, методы формирования и исследование их помехоустойчивости - 4 часа;

ЛР.6.и ЛР7.

Исследование цифровых методов оценки АКФ и спектральных плотностей случайных процессов. (на ПЭВМ) – 8 часов;

#### **5. Перечень тем практических занятия и их объем в часах :**

ПЗ.1. Методы определения и расчет НШПЧ.

ПЗ.2. Спектральный анализ и расчет ЗПЧ(энергетический критерий)

ПЗ.3. Скорость убывания спектра в зависимости от формы импульса.

ПЗ.4. Определение ширины полосы частот на уровне 10 дБ. Оценка совершенства излучения по энергетическому методу и по ширине полосы частот на уровне 10 дБ.

ПЗ.5. Оценка побочных радиоизлучений.

- ПЗ.6 Основные параметры антенн, влияющих на характеристики электромагнитного излучения.
- ПЗ.7. Классы радиоизлучений ,области применения.
- ПЗ.8.Панорамные измерительные приемники (особенности построения, технические характеристики).
- ПЗ.9. и ПЗ.10. Временные, корреляционные и спектральные характеристики радиосигналов. Идентификация источников энергии.
- ПЗ.11.Аналоговые методы оценки параметров радиосигналов.
- ПЗ.12. Цифровые методы оценки принимаемых радиосигналов. Определение требований к ЦИК для обеспечения заданной точности определения параметров радиоизлучения.

**6. Рекомендуемые программные средства, а также компьютерные системы обучения и контроля знания студентов.**

Обучающие -контролирующие программы по темам «Поляризация электромагнитных волн», «Основные параметры антенн».

**7. Учебно - методическое обеспечение дисциплины.**

**Основная литература**

№	Автор	Наименование	Издательство, год издания
1	2	3	4
1	Бакланов И.Г.	Методы измерений в системах связи.	М.:Эко-Трейдз,1999г.
2	Нечаев Е.Е., Будыкин Ю.А.	Антенные устройства в ГА.	Курск- Пресс –грант, 2005г
3	Логвин А.И., Криницин В.В.	Формирование и передача сигналов в авиационных радиоустройствах.	Транспорт ,1998г.
4	Сергеев В.Г	Прием и обработка сигналов. Оптимальный прием радиосигналов. Тексты лекции.	М.:МГТУ ГА, 2001г.-84с.



### Литература для лабораторных работ

№	Автор	Наименование	Издательство, год издания
5	Дивеев В.Н	Формирование и передача сигналов. Пособие для выполнения лабораторных работ	М.:МГТУ ГА, 2006г.-40с.
6	Нечаев Е.Е.	Антенны и устройства СВЧ. Пособие по выполнению лабораторных работ.	М.:МГТУ ГА, 2004г.-35с.
7	Сергеев В.Г	Прием и обработка сигналов. Пособие к выполнению лабораторных работ.	М.:МГТУ ГА, 2007г.-68с.

### Дополнительная литература.

№	Автор	Наименование	Издательство, год издания
8	Дж. Бендат , А. Пирсол.	Измерение и анализ случайных процессов.	М.:-Мир,1974г-464с.
9	Дж. Бендат , А. Пирсол.	Применение, корреляционного и спектрального анализа.	М.:-Мир,1983г-312с.
10	/Под ред. Шувалова В.П./	Передача дискретных сообщениях.	М.: Радио и связь, 1990г.