

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЛУЖБА ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ  
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор МГТУ ГА по УМР

\_\_\_\_\_Криницин В.В.

" \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2007 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ СИГНАЛОВ**

( шифр ОПД.В.03 )

Специальность 230401 (Прикладная математика )

Факультет ФЭВТ

Кафедра прикладной математики

Курс 3, Форма обучения – дневная, семестр - 6

Общий объем учебных часов	- 80 час.
Объем аудиторных часов	- 48 час.
Лекции	- 26 час.
Практические занятия	- 10 час.
Лабораторные занятия	- 12 час.
Самостоятельная работа	- 32 час.
Курсовой проект	- нет
Курсовая работа	- нет
Контрольная работа	- нет
Домашнее задание	- нет
Зачет	3 курс, 6 семестр

Москва – 2007

Рабочая программа составлена в соответствии с Государственным образовательным стандартом для студентов, обучающихся по направлению 657100 специальности 230401 – Прикладная математика и требованиями к уровню подготовки выпускника по специальности 230401.

Рабочую программу составил  
Котиков Вячеслав Иванович, проф., к. т. н. \_\_\_\_\_

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры ПМ.  
Протокол № \_\_\_\_\_ от " \_\_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2007\_ г.

Заведующий кафедрой: Кузнецов Валерий Леонидович, д. т. н.  
  
\_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена Методическим советом специальности 230401.

Протокол № \_\_\_\_\_ от " \_\_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2007\_ г.

Председатель методического совета Кузнецов Валерий Леонидович,

д. т. н. \_\_\_\_\_

Рабочая программа согласована с Учебно-методическим управлением (УМУ)

Начальник УМУ Логачев Виктор Петрович \_\_\_\_\_

# 1. Цели и задачи дисциплины

## 1.1. Цель преподавания дисциплины

Дисциплина "Математические модели сигналов" имеет целью сформировать у студентов базовые знания в области математических моделей сигналов и их практических приложений, используемых в различных системах передачи, обработки и хранения информации. Обеспечить самостоятельную работу на персональном компьютере при расчетах математических моделей сигналов и их характеристик, а также привить навыки постановки и решения инженерных задач на персональных компьютерах.

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

В результате изучения дисциплины студент должен:

### 1.2.1. Иметь представление

- о математических моделях сигналов и путях их построения;
- о временных, частотных и энергетических характеристиках, используемых в системах передачи, обработки и хранения информации;
- об ограничениях на применение различных математических моделей сигналов;
- о современных методах анализа и синтеза различных сигналов.

### 1.2.2. Знать:

- математические модели реальных сигналов, методы их анализа;
- взаимосвязь между временными, спектральными и энергетическими характеристиками сигналов.

### 1.2.3. Уметь:

- проводить классификацию сигналов;
- описывать различные сигналы с использованием функции включения и  $\delta$ -функции;
- определять норму и энергию сигналов;
- определять скалярное произведение сигналов и их метрику;
- формировать ортонормированный базис сигналов;
- использовать ряды Фурье при представлении моделей сигналов в спектральной области;
- определять спектральные характеристики периодических сигналов;
- применять прямое и обратное преобразование Фурье при исследовании непериодических сигналов;

- рассчитывать ширину спектра сигналов по его длительности;
- рассчитывать спектральные плотности сигналов;
- проводить корреляционный анализ сигналов;
- рассчитывать взаимокорреляционные функции двух сигналов;
- анализировать сигналы с амплитудной модуляцией;
- анализировать сигналы с угловой модуляцией;
- строить модели сигналов с ограниченным спектром;
- представлять сигналы в виде ряда Котельникова;
- определять интервал дискретизации непрерывного сигнала по его характеристикам;
- составлять программы по расчету характеристик сигналов;
- использовать полученные знания в практической деятельности.

#### 1.2.4. Иметь опыт

- работы на персональном компьютере, самостоятельного операторного обслуживания ПК;
- создания программ расчета на ПК;
- анализа результатов, полученных в ходе практических занятий и лабораторных работ.

## **2. Содержание дисциплины**

2.1. Наименование разделов (подразделов), объем в часах. Содержание лекций, ссылки на литературу.

Раздел I. Введение (2 час.) [1,2].

Лекция 1.1. Предмет и задачи курса. Понятия информация, сообщение, сигнал. Классификация сигналов. Обобщенная модель периодических сигналов. Применение сигналов в различных устройствах.

Раздел II. Динамическое представление сигналов (объем – 4 час.) [1-2]

Лекция 2.1.

Общие вопросы теории сигналов. Элементы общей теории сигналов.

Лекция 2.2.

Динамическое представление сигналов. Геометрические методы в теории сигналов. Теория ортогональных сигналов.

Раздел III. Математические модели периодических и непериодических сигналов (объем – 8 час.) [1-3].

Лекция 3.1.

Способы представления и описания сигналов. Временное и спектральное представление сигналов. Периодические сигналы и ряды Фурье. Спектральный анализ непериодических сигналов.

### Лекция 3.2.

Преобразование Фурье в теории сигналов. Основные свойства преобразования Фурье. Спектральная плотность неинтегрируемых сигналов. Преобразование Лапласа.

### Лекция 3.3.

Энергетические спектры сигналов. Понятие об энергетическом спектре сигнала. Взаимная спектральная плотность сигналов. Энергетический спектр различных сигналов.

### Лекция 3.4.

Принципы корреляционного анализа. Корреляционный анализ сигналов. Автокорреляционная функция дискретных сигналов. Взаимокорреляционная функция двух сигналов.

Раздел IV. Математические модели модулированных сигналов (объем – 6 час.) [1,3].

### Лекция 4.1.

Амплитудно-модулированные сигналы. Модель сигнала с АМ. Временное и спектральное представление сигналов с АМ. Глубина модуляции. Ширина спектра. Методы получения сигналов с АМ.

### Лекция 4.2.

Сигналы с угловой модуляцией. Модельное представление сигналов с угловой модуляцией. Временные и частотные характеристики. Девиация частоты. Ширина спектра при частотной и фазовой модуляции.

### Лекция 4.3.

Внутриимпульсная частотная модуляция. Модель сигнала с внутриимпульсной частотной модуляцией. Временные и частотные характеристики. Основные параметры.

Раздел V. Математические модели сигналов с ограниченным спектром (объем – 6 час.) [1-3].

### Лекция 5.1

Сигналы с ограниченным спектром. Модели описания подобных сигналов. Теорема Котельникова. Связь интервала дискретизации с точностными характеристиками при его восстановлении.

### Лекция 5.2.

Дискретные сигналы. Модели дискретных сигналов. Дискретизация периодических сигналов. Спектральный состав дискретных сигналов.

### Лекция 5.3.

Узкополосные сигналы. Анализ узкополосных сигналов. Преобразование Гильберта. Спектральные и временные характеристики. Математическая модель сигнала.

2.2. Перечень тем практических и семинарских занятий, и их объем в часах: (объем каждого ПЗ - 2 часа; общий объем - 10 час.).

ПЗ-1. Динамическое представление сигналов. Математические модели. Построение математических моделей сигналов с использованием функции включения и  $\delta$ -функции.

ПЗ-2. Спектральное представление периодических сигналов. Ряды Фурье. Расчет спектра периодической последовательности прямоугольных видеоимпульсов.

ПЗ-3. Спектральное представление непериодических сигналов. Прямое и обратное преобразования Фурье. Расчет спектральной плотности одиночного видеоимпульса. Связь ширины спектра с длительностью импульса.

ПЗ-4. Периодические сигналы. Математическая модель. Спектры детерминированных сигналов с амплитудной модуляцией. Ширина спектра амплитудного колебания. Модели сигналов с угловой модуляцией. Определение девиации частоты и ширины спектра при угловой модуляции.

ПЗ-5. Дискретизация непрерывных сигналов. Теорема Котельникова. Интервал дискретизации.

2.3. Перечень лабораторных работ и их объем в часах: (объем каждой ЛР - 4 часа; общий объем - 12 часов).

ЛР-1. Изучение и анализ математических моделей детерминированных сигналов.

ЛР-2. Изучение и анализ математических моделей сигналов с амплитудной и угловой модуляцией.

ЛР-3. Изучение и анализ математических моделей дискретизированных непрерывных сигналов.

2.4. Тематика курсовых работ:

Курсовые работы по дисциплине не предусмотрены.

2.5. Тематика контрольных работ (домашних заданий):

Домашние задания (контрольные работы) по данной дисциплине не предусмотрены.

2.6. Перечень деловых игр:

Деловые игры в данной дисциплине не предусмотрены.

### 3. Рекомендуемая литература:

№	Автор	Наименование, издательство, год издания
1	2	3
Основная литература		
1	Баскаков С.И.	Радиотехнические цепи и сигналы. - 3-е изд. - М.: Высшая школа, 2001. - 452 с.
2	Зиновьев А.Л., Филлипов Л.И.	Введение в теорию сигналов и цепей. - 2-е изд. - М.: Высшая школа, 1975. - 340 с.
Учебно-методическая литература:		
Для лабораторных работ		
1	2	3
1	Котиков В.И., Васильев В.И.	Методическое пособие по лабораторным работам по курсу «Математические модели сигналов». М.: МГТУ ГА, 1999. – 48 с.
2	Котиков В.И.	Методическое пособие по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Математические модели сигналов» <a href="http://farchive.mstuca.ru/upload">http://farchive.mstuca.ru/upload</a> М.: МГТУ ГА, 2008. – 44 с.
Для практических занятий		
1	Баскаков С.И.	Радиотехнические цепи и сигналы. - 2-е изд. - М.: Высшая школа, 1988. - 448 с.

### 4. Рекомендуемые программные средства и компьютерные системы обучения и контроля знаний студентов:

- Программный модуль Sigma-2;
- Программное обеспечение Mathcad.

### 5. Рекомендуемое разделение содержания дисциплины на блоки:

Блок 1. Математические модели периодических и непериодических сигналов.

Блок 2. Математические модели модулированных сигналов

Блок 3. Математические модели сигналов с ограниченным спектром.

Рабочая программа периодически корректируется. Изменения вносятся в лист изменений.