

# Статистическая теория радиотехнических систем

Лекторы:

Станислав Глыбовский



**Язык:**

Русский

**Трудоемкость:**

3 з.е.

**Форма контроля:**

Экзамен

**Образовательная программа:**

Беспроводные технологии

6 семестр

Беспроводные технологии (магистратура)

2 семестр

Лекции (ак.час)*	Практические занятия (ак.час)	Лабораторные занятия (ак.час)
16	16	
*1 академический час = 45 минутам		

Курс посвящен основам статистической радиотехники, где рассматриваются:

- сигналы и помехи в радиотехнических системах;
- статистические модели сигналов в радиотехнических системах;
- основы статистической теории обнаружения и различения сигналов при наличии помех;
- основы статистической теории оценок неизвестных параметров сигнала;

Рассмотрены классические методы оценки параметров сигналов, их взаимосвязь, а также вопросы рекурсивной оценки параметров линейной регрессии и алгоритм оптимальной линейной фильтрации Калмана.

# Содержание курса

## Статистическая теория радиотехнических систем

### Структура курса

#### **1. Сигналы и помехи в радиотехнических системах**

- 1.1. Общее описание сигналов и помех
- 1.2. Классификация сообщений и сигналов
- 1.3. Свойства радиосигнала как переносчика сообщения
  - 1.3.1. Функция различия сигналов
  - 1.3.2. Частотно-временная корреляционная функция сигнала
  - 1.3.3. Ширина функции неопределенности вдоль осей время—частота
  - 1.3.4. Примеры функций неопределенности импульсных сигналов
- 1.4. Стационарная случайная помеха с гауссовым распределением вероятностей. Белый шум

#### **2. Статистические модели сигналов в РТС**

- 2.1. Радиоканал и его свойства
- 2.2. Полезный сигнал на выходе радиоканала
  - 2.2.1. Модель сигнала в однолучевом канале
  - 2.2.2. Модель сигнала в многолучевом канале
- 2.3. Нормальная (гауссова) модель сигнала
  - 2.3.1. Статистические свойства огибающей
  - 2.3.2. Статистические свойства фазы
- 2.4. Корреляционные и спектральные свойства огибающей и фазы сигнала

#### **3. Основы статистической теории обнаружения и различения сигналов при наличии помех**

- 3.1. Краткая характеристика задач статистической теории РТС
- 3.2. Согласованный линейный фильтр
- 3.3. Примеры построения согласованных фильтров
  - 3.3.1. Согласованный фильтр для прямоугольного радиоимпульса
  - 3.3.2. Согласованный фильтр для прямоугольного радиоимпульса с ФКМ
  - 3.3.3. Согласованный фильтр для пачки  $M$  когерентных радиоимпульсов гауссовой формы
- 3.4. Обнаружение и различение сигналов при наличии помех (байесов метод)
- 3.5. Другие критерии оптимальности обнаружения и различения
- 3.6. Различение двух детерминированных сигналов на фоне белого гауссова шума. Структура оптимальных устройств
  - 3.6.1. Статистические характеристики качества различения
  - 3.6.2. Статистические характеристики качества обнаружения
  - 3.6.3. Общие черты задач сыщика и оптимального обнаружителя

#### **4. Основы статистической теории оценок неизвестных параметров сигнала. Разрешение сигналов по параметрам**

- 4.1. Оценки параметров сигналов и их свойства
- 4.2. Основные способы формирования оценок неизвестных параметров сигналов при наличии помех
  - 4.2.1. Байесовские оценки параметров
  - 4.2.2. Оценки максимального правдоподобия
  - 4.2.3. Оценки неизвестных параметров методом наименьших квадратов (МНК)
- 4.3. Статистические свойства оценок МНК

- 4.4. Пример оценки неизвестного скалярного параметра
- 4.5. Общая структурная схема оптимального измерителя параметра сигнала известной формы
- 4.6. Оптимальная оценка амплитуды детерминированного сигнала при наличии белого гауссова шума
- 4.7. Статистические характеристики оценок максимума правдоподобия
- 4.8. Оптимальная оценка начальной фазы радиосигнала
- 4.9. Информация по Фишеру. Неравенство Крамера-Рао
- 4.10. Разрешение сигналов
- 4.10.1. Разрешение по времени запаздывания. Простые и сложные сигналы
- 4.10.2. Совместное разрешение сигналов по времени запаздывания и частоте. Тело неопределенности

## **Политика оценивания**

Знания, умения и навыки обучающихся при промежуточной аттестации в форме экзамена определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

«Отлично» – обучающийся глубоко и прочно усвоил весь программный материал, исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно его излагает, не затрудняется с ответом при видоизменении задания, свободно справляется с задачами и практическими заданиями, правильно обосновывает принятые решения, умеет самостоятельно обобщать и излагать материал, не допуская ошибок.

«Хорошо» – обучающийся твердо знает программный материал, грамотно и по существу излагает его, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, может правильно применять теоретические положения и владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических заданий.

«Удовлетворительно» – обучающийся усвоил только основной материал, но не знает отдельных деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушает последовательность в изложении программного материала и испытывает затруднения в выполнении практических заданий.

«Неудовлетворительно» – обучающийся не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, с большими затруднениями выполняет практические задания, задачи