

# Обработка аналоговых и цифровых сигналов

**Лекторы:**  
Александр Сочава



**Язык:**  
Русский

**Трудоемкость:**  
3 з.е.

**Образовательная программа:**

Беспроводные технологии

6 семестр

**Пререквизиты:**

Линейная алгебра

Общая физика: электричество и магнетизм

Общая электротехника

Математический анализ

Теория вероятностей и математическая статистика

Нелинейные радиотехнические цепи

Лекции (ак.час)*	Практические занятия (ак.час)	Лабораторные занятия (ак.час)
32	16	
*1 академический час = 45 минутам		

В курсе дисциплины излагаются основные методы обработки аналоговых и цифровых сигналов. Такие как: спектральный и корреляционный анализ аналоговых сигналов, демодуляция, выделение информационного сигнала на фоне случайных помех, оптимальная линейная фильтрация, преобразование аналоговых сигналов в цифровой вид и обратно, учет ошибок этих преобразований, методы анализа цифровых сигналов, цифровая фильтрация полезных сигналов.

Студент по окончании курса будет знать основные методы и алгоритмы обработки сигналов, способы построения и принципы действия устройств, осуществляющих такую обработку.

# Содержание курса

## 6 семестр

### Аналоговая и цифровая обработка сигналов

#### Структура курса

Разделы	Лекции (ак.ч.)	Практика (ак.ч.)
<b>1. Анализ узкополосных сигналов</b>		
<ul style="list-style-type: none"><li>• Комплексная огибающая узкополосного сигнала. Аналитический сигнал. Преобразование Гильберта.</li></ul>	2	2
<b>2. Основы корреляционного анализа сигналов</b>		
<ul style="list-style-type: none"><li>• Скалярное произведение функций. Ортонормированные сигналы.</li><li>• Комплексное представление ряда Фурье.</li><li>• Обобщенная формула Релея. Разложение сигналов по функциям Уолша.</li><li>• Корреляционный анализ сигналов. Функция автокорреляции.</li><li>• Функция взаимной корреляции сигналов.</li><li>• Автокорреляционные функции для видеоимпульса, последовательности импульсов, радиоимпульса.</li><li>• Дискретная функция автокорреляции. Автокорреляционные функции для кода и сигнала Баркера.</li></ul>	6	2
<b>3. Анализ дискретных сигналов</b>		
<ul style="list-style-type: none"><li>• Сигналы с ограниченным спектром. Теорема Котельникова.</li><li>• Примеры представления сигналов с ограниченным спектром в виде ряда Котельникова.</li><li>• Погрешность разложения сигналов с неограниченным спектром. Принципы цифровой обработки сигналов.</li><li>• Спектральная плотность импульсного дискретного сигнала. Доказательство теоремы Котельникова.</li><li>• Цифро-аналоговые преобразователи. Матрицы <math>2n</math> и <math>R-2R</math>.</li><li>• Схемы цифро-аналоговых преобразователей на биполярных и МОП транзисторах.</li><li>• Цифро-аналоговые преобразователи для двоичных чисел со знаком.</li><li>• Принципы работы аналого-цифрового преобразователя.</li><li>• Параллельный АЦП. Последовательные АЦП различной структуры.</li><li>• Прямое и обратное дискретное преобразование Фурье.</li><li>• Восстановление непрерывного сигнала. Дискретная свертка.</li></ul>	6	4
<b>4. Принципы цифровой фильтрации сигналов</b>		
<ul style="list-style-type: none"><li>• Z-преобразование. Связь с преобразованиями Фурье и Лапласа.</li><li>• Принципы цифровой фильтрации. Трансверсальные цифровые фильтры.</li><li>• Связь системной функции и частотного коэффициента передачи фильтра.</li><li>• Рекурсивные цифровые фильтры. Устойчивость цифровых фильтров.</li><li>• Синтез линейных цифровых фильтров. Методы инвариантных импульсной и частотной характеристик.</li></ul>	6	2
<b>5. Основы теории случайных процессов</b>		

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Функция распределения, плотность вероятности, моменты случайной величины.</li> <li>• Характеристические функции для равномерного и гаусового распределений случайной величины.</li> <li>• Плотность вероятности функционала случайной величины.</li> <li>• Плотность вероятности и моменты системы случайных величин.</li> <li>• Ковариационный и корреляционный моменты. Статистическая независимость случайных величин.</li> <li>• Моментные функции случайных процессов. Стационарные случайные процессы.</li> <li>• Определения и примеры. Эргодические случайные процессы.</li> <li>• Измерение характеристик случайных процессов. Спектральный анализ преобразования случайных сигналов линейными цепями.</li> <li>• Спектральные плотности случайных сигналов на выходе RC-цепи и резонансного фильтра. Шумовая полоса.</li> </ul>	6	4
<b>6. Принципы оптимальной линейной фильтрации сигналов на фоне помех</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Оптимальная линейная фильтрация сигналов известной формы.</li> <li>• Передаточная функция согласованного фильтра.</li> <li>• Импульсная характеристика и сигнал на выходе согласованного фильтра.</li> <li>• Согласованные фильтры для пачки прямоугольных видеоимпульсов, для радиоимпульсов и сигналов Баркера.</li> <li>• Структурные схемы. Оптимальная фильтрация при «не белом» шуме. Квазиоптимальные фильтры.</li> <li>• Оптимальная фильтрация случайных сигналов.</li> </ul>	6	2

## Рекомендуемые ресурсы

1. Радиотехнические цепи и сигналы : рек. УМО вузов РФ по образованию в области радиотехники, электроники, биомедицинской техники и автоматизации в качестве учебника для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению 210400 "Радиотехника" / М. Т. Иванов, А. Б. Сергиенко, В. Н. Ушаков .— СПб. [и др.] : Питер, 2014 .— 334, [2] с. : ил. — (Учебник для вузов) (Стандарт третьего поколения) .— Прил.: с. 305-319 .— Библиогр.: с. 320 .— Алф. указ.: с. 321-334 .— ISBN 978-5-496-00503-6.
2. Радиотехнические цепи и сигналы : Учеб. для студентов вузов, обучающихся по специальности "Радиотехника" / С. И. Баскаков. - 4. изд., перераб. и доп. - М. : Высш. шк., 2003 (ГУП ИПК Ульян. Дом печати). - 462 с. : ил.; 25 см.; ISBN 5-06-003843-2 (в пер.)

## Политика оценивания

### Оценочные средства дисциплины: курсовая работа, тестирование, экзамен.

Допуском к экзамену являются полностью выполненные курсовые работы, а также успешное прохождение теста на основные понятия и формулы.

Экзамен проводится в устной форме, ответ на 2 вопроса в билете, оценка по пятибалльной шкале, где:

**Оценка 5 - «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.

**Оценка 4 - «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.

**Оценка 3 - «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.

**Оценка 2 - «Неудовлетворительно»** – обучающийся не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, с большими затруднениями выполняет практические задания, задачи.