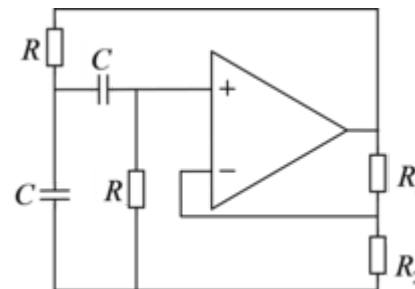


# Радиотехнические цепи и сигналы

**Лекторы:**  
Александр Сочава



**Язык:**  
Русский

**Трудоемкость:**  
3 з.е.

**Форма контроля:**  
Экзамен

**Образовательная программа:**

Беспроводные технологии

5 семестр

**Пререквизиты:**

Линейная алгебра

Общая физика: электричество и магнетизм

Общая электротехника

Математический анализ

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

В курсе дисциплины излагаются основные свойства нелинейных радиоэлектронных элементов и устройств, основные методы их расчета, методы расчёта цепей с распределенными параметрами, принципы построения различных устройств усиления, генерирования и преобразования сигналов. Студент по окончании курса будет знать основные способы построения и принципы действия устройств радиоэлектроники; физические процессы, протекающие в них; методы анализа и расчета нелинейных электрических цепей.

# Содержание курса

## 5 семестр

### Радиотехнические цепи и сигналы

#### Структура курса

Разделы	Лекции (ак.ч.)	Практика (ак.ч.)
<b>1. Волновые процессы в цепях с распределенными параметрами</b>		
1.1. Процессы в линиях без потерь при разных нагрузках. Уравнения передачи для фрагмента длинной линии. Входное сопротивление отрезка длинной линии. Коэффициент отражения. 1.2. Распределение амплитуд напряжения и тока вдоль линии. Коэффициент стоячей и бегущей волны. Круговые диаграммы сопротивлений и проводимостей. Согласование длинной линии с нагрузкой.	4	4
<b>2. Усиление электрических колебаний. Общая теория усилителей</b>		
2.1. Четырехполюсники: классификация, системы параметров, схемы замещения, соединения четырехполюсников. Согласование четырехполюсников. Неопределенная матрица проводимостей и поворот трехполюсников. Классификация усилителей. Нелинейный трехполюсник в режимах постоянного тока и малых колебаний. Малосигнальные параметры биполярных и полевых транзисторов. Схемы замещения. 2.2. Основные показатели усилителей: коэффициенты усиления, входное и выходное сопротивление. Усилители с общим эмиттером, общей базой, общим коллектором, сопоставление их свойств. Способы подачи напряжения питания. Выбор рабочей точки. Термостабилизация режима работы усилителя. Амплитудная характеристика усилителя. Схемы усилителей на полевых транзисторах и лампах. Параметры полевых и биполярных транзисторов на высоких частотах. 2.3. Эквивалентная схема, амплитудно-частотная и фазо-частотная характеристики RC-усилителя. Переходная характеристика усилителя. Резонансные усилители на полевом и биполярном транзисторах. Каскодная схема. Полосовой усилитель. 2.4. Усилители мощности класса А. Двухтактный трансформаторный усилитель мощности класса В. Бестрансформаторный усилитель на комплементарных транзисторах.	8	4
<b>3. Обратные связи в усилителях</b>		
3.1. Виды обратной связи (ОС). Коэффициент усиления, входное и выходное сопротивление усилителя с ОС. Положительная и отрицательная ОС. Положительная и отрицательная ОС. Примеры схем усилителей с отрицательной ОС по напряжению и по току. 3.2. Влияние обратной связи на частотную характеристику усилителя, стабильность, уровень помех и нелинейные искажения. Устойчивость усилителей с ОС. Критерий Найквиста.	4	2
<b>4. Генерирование электрических колебаний синусоидальной формы</b>		
4.1. Автогенераторы гармонических колебаний. Самовозбуждение генератора. Стационарный режим работы автогенератора. 4.2. Уравнения стационарного режима, средняя крутизна. Уравнение баланса фаз, частота автогенератора и ее стабильность. 4.3. Уравнение баланса амплитуд. Мягкий и жесткий режимы работы автогенератора. Кварцевая стабилизация частоты автогенератора. 4.4. Трехточечные схемы автогенераторов RC-автогенератор. Импульсные устройства. Триггеры.	8	2
<b>5. Преобразование частотного состава электрических колебаний</b>		
5.1. Воздействие гармонических сигналов на нелинейный элемент. Преобразование частот. Амплитудная модуляция. Спектр амплитудно-модулированных колебаний. Схема осуществления амплитудной модуляции. 5.2. Балансный модулятор. Частотная и фазовая модуляции. Спектр сигнала при гармоническо-угловой модуляции. Методы осуществления и схемы частотной и фазовой модуляции. 5.3. Детектирование амплитудно-модулированных колебаний. Детектирование частотно- и фазомодулированных колебаний. Синхронный детектор.	8	4

#### 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. 321334 .— ISBN 978-5-496-00503-6.

2. Теоретические основы электротехники. Линейные электрические цепи : учебное пособие / Г. И. Атабеков .— Изд. 8-е, стер. — СПб. [и др.] : Издательство "Лань", 2010 .— 591, [1] с. : ил. — (Учебники для вузов. Специальная литература) .— Прил.: с. 558-580 .— Библиогр.: с. 581 .— Предм. указ.: с. 582-586 .— ISBN 978-5-8114-0800-9.
3. Электротехника и электроника. Теория цепей и сигналов, методы анализа : рек. УМО по унив. политехн. образованию в качестве учебного пособия для студентов вузов, обучающихся по направл. подготовки бакалавров 553100 - "Техническая физика" и дипломир. спец-стов 651100 - "Техническая физика" дисциплины "Электротехника и электроника" / Ю. Н. Новиков .— СПб. : Питер, 2005 .— 383 с. : ил. — (Учебное пособие) .— Изд. программа: 300 лучших учебников для высшей школы в честь 300-летия Санкт-Петербурга .— Библиогр.: с. 368-369 .— Алф. указ.: с. 373-382 .— ISBN 5-94723-515-3.
4. Теоретические основы радиотехники. Сигналы : учебное пособие / Ю. В. Мощенский, А. С. Нечаев. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 216 с. — ISBN 978-5-8114-2230-2

## 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.

## Тип самостоятельных заданий

Пример задачи:

На нелинейный двухполюсник с вольт-амперной характеристикой, заданной уравнением  $i(u) = i_0 + \alpha_1 u + \alpha_2 u^3$  воздействует гармоническое колебание  $u_1(t) = U_m \cos(\omega t)$  и постоянное напряжение  $U_0$ , причем  $u = u_1(t) + U_0$ , где  $U_0 = 0.7$  В,  $U_m = 0.5$  В,  $\alpha_1 = 2 \cdot 10^{-3}$  См,  $\alpha_3 = 1 \cdot 10^{-3}$  А/В<sup>3</sup>,  $i_0 = 0.5$  мА. Качественно проанализировать спектр тока и определить уровень составляющей на частоте  $2\omega$ .

Пример тестового вопроса:

- Волновое сопротивление длинной линии равно 50 Ом. Линия нагружена на сопротивление 100 Ом. Чему равен коэффициент отражения по напряжению в линии?

Ответы:

1.-0.5

2.+0.5

3.1/3

4.-1/3