

# СВЧ электроника и схемотехника

## Лекторы:

Полина Терентьева  
Андрей Белов



## Язык:

Русский

## Трудоемкость:

## Форма контроля:

Письменный экзамен

## Пререквизиты:

Аналоговая и цифровая схемотехника

СВЧ устройства и антенны

Матричные вычисления

Распространение и прием радиоволн

Лекции (ак.час)*	Практические занятия (ак.час)	Лабораторные занятия (ак.час)
15		
*1 академический час = 45 минутам		

Целью данного курса является знакомство студентов с различными типами микроволновых устройств, а также основными методами их проектирования и моделирования. Будут рассмотрены применяемые на практике методы узкополосного и широкополосного согласования импедансов, методы синтеза фильтров, а также основных типов делителей и направленных ответвителей сигналов. Будет проведён обзор основных линий передачи, используемых на высоких частотах, а также методы их сопряжения. Также, в рамках курса будут рассмотрены основные типы нелинейных устройств, такие как ВЧ-усилители и преобразователи частоты.

## Содержание курса

8 семестр бакалавриат, 1 семестр магистратура

### СВЧ электроника и схемотехника

#### Структура курса

№ раздела	Раздел	Лекции, кол-во
1	Введение. Свойства материалов на СВЧ. Металлы, диэлектрики, полупроводники, сегнетоэлектрики, ферриты	1,0
2	Линейные устройства СВЧ	
2.1	Различные типы волноводов и линий передач, используемые на СВЧ и в ММ диапазонах	1,0
2.2	S-параметры. Анализ устройств с помощью S-параметров. Переход между S и Z-матрицей. Входное сопротивление. ABCD-матрица. Типы пассивных устройств и их анализ с помощью S-матрицы	1,0
2.3	Синтез фильтров. Типы характеристик фильтров. НЧ прототип и его трансформация в различные типы фильтров. ВЧ, ППФ, ПЗФ	0,1
2.4	Реальные фильтры. Синтез фильтра методами моделирования в современных пакетах	0,5
2.5	Согласование. Цепи согласования. Линейные и экспоненциальные трансформаторы	1,0
2.6	Промежуточная аттестация	1,0
2.7	Делители и сумматоры сигналов. Направленные ответители. Нагрузки. Мостовые устройства СВЧ. Устройства на основе ферритов	1,0
2.8	Технологии печатных плат. Печатные реализации пассивных компонентов на СВЧ.	1,0
3	Нелинейные устройства СВЧ	
3.1	Понятие полупроводников. Классификация полупроводников. Полупроводниковые диоды и транзисторы СВЧ	0,5
3.2	Диодные детекторы. Диодные ключи. Смесители. Использование диодов в устройствах СВЧ. Биполярные транзисторы, требования к ним на СВЧ	1,0
3.3	Усилители. Различные типы коэффициентов усиления. Стабильность усилителя на диаграмме Смита. Нелинейные искажения	1,0
3.4	Виды шумов и их источники. Коэффициент шума. Схемы построения, виды и основные параметры малошумящих усилителей	0,5
4	СВЧ приборы	
4.1	Основы построения и основные типы электронно-вакуумных приборов. ЛБВ, ЛОВ, Замедляющие системы. Генераторы и усилители. Клистрон, магнетрон	1,0
4.2	Квазиоптические устройства – резонаторы, фильтры, линзы, делители, поляризаторы и т.д.	1,0
5	Технологии СВЧ устройств	
5.1	Интегральные схемы СВЧ. Технология волноводных СВЧ устройств. Гибридно-монолитные интегральные модули	0,5
5.2	Технологии производства структур миллиметрового диапазона. Микрофрезеровка. Методы фотолитографии. Микросварка	0,5
5.3	Измерения на СВЧ. Архитектура скалярных и векторных анализаторов цепей. Анализаторы спектра	1,0

#### Рекомендуемые ресурсы

1. David M. Pozar, Microwave Engineering. Изд: Wiley; 4th edition, 2011. -- 752 p.

2. Малорацкий Л.Г., Явич Л.Р., Проектирование и расчет СВЧ элементов на полосковых линиях [Текст] / Л. Г. Малорацкий, Л. Р. Явич. - Москва : Сов. радио, 1972. - 232 с. : черт.; 20 см.
3. Веселов Г.И., Микроэлектронные устройства СВЧ: учебное пособие для радиотехнических специальностей вузов, М.: Высш. шк. , 1988 г. , 280 с
4. Устройства СВЧ и антенны: учеб. пособие / Ю. П. Саломатов, В.С. Панько, К.В. Лемберг [и др.] : Красноярск : Сиб.Федер.ун-т, 2020 -180 с.
5. Интегральные схемы СВЧ диапазона: учеб. пособие / А.С. Сальников : Томск: Томский гос.ун-т систем управления и радиоэлектроники, 2018 - 68 с.

## **Политика оценивания**

Успеваемость оценивается устным экзаменом по курсу, оценки выставляются 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. Пройдена промежуточная аттестация, выполнены все лабораторные работы.

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**

Лабораторные работы