

Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Б1.О.21 Радиотехнические цепи и сигналы

наименование дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом

Направление подготовки / специальность

11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы

Направленность (профиль)

11.05.01.31 Радионавигационные системы и комплексы

Форма обучения

очная

Год набора

2021

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Программу составили \_\_\_\_\_

**Кашкин В.Б.**

\_\_\_\_\_  
должность, инициалы, фамилия

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины

### 1.1 Цель преподавания дисциплины

Цель преподавания дисциплины – изучение основных принципов описания и анализа сигналов, используемых в различных радиотехнических системах, освоение принципов работы и исследование типовых линейных, нелинейных и параметрических цепей, их характеристик и освоение методов анализа преобразований сигналов в этих цепях.

### 1.2 Задачи изучения дисциплины

Студент, освоивший дисциплину, должен:

Знать: современные методы анализа и синтеза сигналов, приемы обработки и представления экспериментальных данных;

Уметь: применять перспективные методы для анализа временных, спектральных и корреляционных характеристик случайных процессов; использовать приемы обработки и представления экспериментальных данных в профессиональной области;

Владеть: современными методами моделирования сигналов и цепей; использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных.

### 1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине
<b>ОПК-1: Способен представить адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики</b>	
ОПК-1.1: Понимает фундаментальные законы природы и основные физические математические законы и методы накопления, передачи и обработки информации	фундаментальные законы природы применять основные физические и математические методы накопления, передачи и обработки информации навыками применения основных физических и математических методов накопления, передачи и обработки информации
ОПК-1.2: Применяет физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера	физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера применять физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера навыками применения физических законов и математических методов для решения задач теоретического и прикладного характера

ОПК-1.3: Использует знания естественных наук и математики при решении практических задач	основы естественных наук и математики при решении практических задач использовать знания естественных наук и математики при решении практических задач
	навыками применения знаний естественных наук и математики при решении практических задач
<b>ОПК-4: Способен проводить экспериментальные исследования и владеть основными приемами обработки и представления экспериментальных данных</b>	
ОПК-4.1: Применяет основные методы и средства проведения экспериментальных исследований, системы стандартизации и сертификации	
ОПК-4.2: Выбирает способы и средства измерений и проводит экспериментальные исследования	
ОПК-4.3: Обрабатывает и представляет полученные данные и оценивает погрешности результатов измерений	

#### **1.4 Особенности реализации дисциплины**

Язык реализации дисциплины: Русский.

Дисциплина (модуль) реализуется без применения ЭО и ДОТ.

## 2. Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад.час)	Семестр		
		1	2	3
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>5 (180)</b>			
занятия лекционного типа	2 (72)			
практические занятия	0,5 (18)			
лабораторные работы	2,5 (90)			
<b>Самостоятельная работа обучающихся:</b>	<b>3 (108)</b>			
курсовое проектирование (КП)	Нет			
курсовая работа (КР)	Нет			
<b>Промежуточная аттестация (Зачёт) (Экзамен)</b>	<b>2 (72)</b>			

### 3 Содержание дисциплины (модуля)

#### 3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

		Контактная работа, ак. час.							
№ п/п	Модули, темы (разделы) дисциплины	Занятия лекционного типа		Занятия семинарского типа				Самостоятельная работа, ак. час.	
				Семинары и/или Практические занятия		Лабораторные работы и/или Практикумы			
		Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС
<b>1. Теоретические основы управляющих сигналов, корреляционный анализ</b>									

<p>1. Назначение и содержание дисциплины. Связь дисциплины РТЦиС с другими дисциплинами в подготовке радиоинженера. Информационно статистический подход к задачам радиотехники. Определение сигнала. Классификация сигналов. Основные характеристики радио и видео сигналов. Классификация радиоэлектронных цепей – линейные, нелинейные и параметрические цепи. Структура типового канала связи.магнетронного генератора. Общие понятия нормы, базиса, нормированной, ортонормированной системы функций. Энергия, мощность, ортогональность и когерентность сигналов. Векторное представление сигналов. Простейшие разрывные функции и описание сигналов с помощью разрывных функций. Выбор аппроксимирующих функций. Ряды Фурье. Погрешность аппроксимации сигналов рядом Фурье. Неравенство Бесселя. Равенство Парсеваля. Гармонический анализ периодических сигналов. Спектры периодических сигналов. Распределение мощности в спектре. Гармонический анализ непериодических сигналов. Основные свойства преобразования Фурье. Связь между спектрами одиночного импульса и периодической последовательности импульсов. Преобразование временных и спектральных характеристик сигналов при прохождении через линейные цепи. Дискретизация сигналов. Сигналы с ограниченной полосой частот. Ряд Котельникова-Шенонна. Теорема отсчётов в частотной области. Спектральный анализ дискретных сигналов. Восстановление сигналов. Дискретные преобразования Фурье и Лапласа и их свойства. Быстрое преобразование Фурье. Z-преобразования сигналов. Корреляционный анализ детерминированных сигналов. Связь между корреляционной функцией и энергетическим спектром сигнала. Корреляционный анализ дискретных сигналов.</p>	<p>6</p>							
	<p>7</p>							

2. Простейшие сигналы и описание сигналов с помощью простейших сигналов. Преобразование видео и радиосигналов в линейных цепях с постоянными параметрами.			4					
3. Ознакомительная с лабораторными макетами и приборами. Исследование свойств ортогональности гармонических сигналов.					4			
4. Теоретические основы управляющих сигналов, корреляционный анализ							10	
<b>2. Узкополосные сигналы. Теоретические основы модулированных сигналов</b>								
1. Модуляция как форма кодирования информации. Сигналы с амплитудной и амплитудно-импульсной модуляцией (АМ и АИМ). Спектры АМ и АИМ сигналов. Векторное представление, мощностные характеристики, подавление несущей и боковых частот АМ сигналов. Угловая модуляция. Фаза и мгновенная частота колебаний. Колебания с частотной или фазовой модуляцией. Спектры сигналов с гармонической угловой модуляцией. Спектры сигналов с линейной частотной модуляцией. Аналитический сигнал. Основные характеристики сопряженных по Гильберту колебаний. Свойства преобразований Гильберта. Понятие комплексной огибающей узкополосных сигналов, её особенности и значение для представления модулированных сигналов. Автокорреляционные функции (АКФ) модулированных колебаний. Особенности АКФ колебаний с большой базой. Дискретизация узкополосных сигналов.			6					



2. Спектральный анализ сигналов. Дискретизация сигналов. Корреляционный анализ.			4					
3. Дискретизация непрерывных сигналов. Спектральный анализ управляющих сигналов. Исследование сигналов с амплитудой и амплитудно-импульсной модуляцией. Исследование сигналов с угловой модуляцией.					4			
4. Узкополосные сигналы. Теоретические основы модулированных сигналов							10	
<b>3. Линейные цепи с постоянными параметрами и преобразование детерминированных сигналов в линейных цепях</b>								
1. Линейные активные и пассивные цепи, основные определения. Сопряжение пассивных элементов с активными. Передаточная функция и импульсная характеристика активной линейной цепи. Примеры амплитудночастотных (АЧХ) и фазочастотных характеристик (ФЧХ) радиоэлектронных цепей. Свойства линейных цепей с обратной связью. Критерии устойчивости: Рауса-Гурвица, Михайлова, Найквиста. Спектральный и временной методы анализа передачи сигналов через линейные цепи. Передача управляющих сигналов через апериодические цепи. Дифференцирующие и интегрирующие цепи. Прохождение модулированных колебаний через узкополосные избирательные цепи. Приближенные методы вычисления: спектральный, интеграла наложения, комплексной огибающей. Прохождение радиосигналов через избирательные цепи.			6					
2. Аналитический сигнал. Радиосигналы с амплитудной и угловой модуляцией.			2					

3. Преобразование сигналов в линейных цепях. Преобразование формы и спектра сигналов безинерционным нелинейным элементом.						10		
4. Линейные цепи с постоянными параметрами и преобразование детерминированных сигналов в линейных цепях							2	
<b>4. Основы теории нелинейных цепей и методы нелинейной теории</b>								
1. Общая характеристика методов анализа нелинейных цепей. Резистивные и реактивные нелинейные элементы и их основные характеристики. Методы аппроксимации характеристик нелинейных элементов. Преобразование спектра колебаний в цепи с резистивным нелинейным элементом. Нелинейное резонансное усиление. Цепи с нелинейными реактивными элементами. Резонанс в нелинейном колебательном контуре. Основные нелинейные преобразования сигналов: умножение частоты, детектирование АМ, ЧМ и ФМ колебаний. Преобразование частоты сигнала. Синхронное детектирование. Получение АМ, ЧМ и ФМ сигналов. Определение автоколебательной системы. Основные принципы реализации автогенераторов сигналов. Механизм и условия возникновения колебаний. Принцип работы LC-автогенератора. Баланс амплитуд и фаз. Квазилинейная теория автогенератора. Мягкий и жесткий режимы самовозбуждения.	4							
2. Передаточные функции и импульсные характеристики линейных цепей. Свойства цепей с обратной связью.			4					

3. Нелинейное резонансное усиление и умножение частоты. Преобразование частоты сигналов. Исследование работы модулятора АМ. Детектирование АМ – сигналов. Исследование детектора ЧМ– сигналов. Исследование параметрических усилителей и генераторов						18		
4. Основы теории нелинейных цепей и методы нелинейной теории							4	
<b>5. Основы теории параметрических цепей</b>								
1. Параметрические элементы. Свойства параметрических цепей. Передаточная функция и импульсная характеристика линейной параметрической цепи. Энергетические соотношения в цепи с параметрическими реактивными элементами. Преобразование спектра, усиление и генерирование сигналов. Теорема Мэнли-Роу. Параметрические усилители (ПУ). Одноконтурный и двухконтурный ПУ. Параметрическое возбуждение колебаний. Уравнение Матвея. Параметрические генераторы.						14		
2. Основы теории параметрических цепей							10	
<b>6. Основы теории случайных процессов</b>								

1. Основные закономерности и способы количественного описания случайных событий. Случайные величины. Функции распределения. Основные модели законов распределения. Нормальный закон распределения. Числовые характеристики. Основные правила преобразования числовых характеристик. Случайные процессы, основные модели, корреляционный анализ случайных процессов.	18							
2. Исследование и расчёт вероятностных характеристик случайных процессов.			2					
3. Исследование случайных процессов.					18			
4. Основы теории случайных процессов							36	
<b>7. Цифровая обработка сигналов, специальные функции, основы синтеза сигналов и цепей</b>								

<p>1. Общая структурная схема цифровой обработки сигналов и цифрового фильтра (ЦФ). Алгоритм дискретной свертки. Применение дискретных преобразований Фурье и Лапласа.</p> <p>Импульсная характеристика и передаточная функция трансверсального и рекурсивного фильтров.</p> <p>Структурные схемы простейших ЦФ и их анализ.</p> <p>Применение Z-преобразований для анализа дискретных сигналов и цепей.</p> <p>Преобразование аналог-цифра и шумы квантования.</p> <p>Оценка быстродействия арифметических устройств ЦФ.</p> <p>Спектральный анализ сигналов на основе ЦФ.</p> <p>Использование алгоритмов быстрого преобразования Фурье.</p> <p>Обзор наиболее распространенных для аппроксимации сигналов, полиномов и функций. Ортогональные полиномы и функции непрерывного типа. Выбор рациональной системы функций в зависимости от характера аппроксимируемых сигналов и решаемой задачи. Кусочно-непрерывные функции Уолша, Хаара и Радемахера.</p> <p>Основные этапы синтеза сигналов и цепей.</p> <p>Особенности синтеза четырехполюсников по заданной амплитудно-частотной характеристике. Синтез фильтра нижних частот. Фильтры Баттерворта и Чебышева.</p> <p>Синтез цифровых фильтров по заданному аналоговому прототипу, особенности синтеза цифровых фильтров.</p> <p>Основы теории вейвлет-анализа сигналов. Прямое и обратное вейвлет-преобразование сигналов. Примеры использования.</p>	18							
--	----	--	--	--	--	--	--	--

2. Цифровая обработка сигналов, цифровые фильтры. Функции Уолша. Вейвлет анализ сигналов.			2					
3. Исследование цифровых фильтров.					36			
4. Цифровая обработка сигналов, специальные функции, основы синтеза сигналов и цепей.							36	
5.								
Всего	72		18		90		108	

## **4 Учебно-методическое обеспечение дисциплины**

### **4.1 Печатные и электронные издания:**

1. Гоноровский И. С. Радиотехнические цепи и сигналы: учеб. пособие для вузов(Москва: Дрофа).
2. Патюков В. Г., Патюков Е. В. Радиотехнические цепи и сигналы: учебное пособие для студентов вузов(Красноярск: СФУ).
3. Жуков В.П., Карташев В.Г., Николаев А.М. Задачник по курсу "Радиотехнические цепи и сигналы": учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по спец. "Радиотехника"(Москва: Высшая школа).
4. Баскаков С.И. Радиотехнические цепи и сигналы: Руководство к решению задач: учебное пособие(М.: Высшая школа).
5. Патюков В. Г. Радиотехнические цепи и сигналы: метод. указ. к расч.-граф. заданию для студентов радиотехн. спец.(Красноярск: ИПЦ КГТУ).
6. Патюков В. Г., Патюков Е. В., Баскова А. А. Радиотехнические цепи и сигналы: Ч. 1: учебно-методическое пособие для лабораторных работ студентам всех форм обучения направлений 200100.62, 210300.62, 200101.65, 210302.65, 210303.65, 210304.65, 160905.65(Красноярск: СФУ).
7. Патюков В. Г., Патюков Е. В., Баскова А. А. Радиотехнические цепи и сигналы: Ч. 2: учебно-методическое пособие для лабораторных работ студентам всех форм обучения напр. 200100.62, 210300.62, 200101.65, 210302.65, 210303.65, 210304.65, 160905.65(Красноярск: СФУ).
8. Патюков В. Г. Радиотехнические цепи и сигналы: учеб.-метод. пособие для самостоят. работы студентов всех форм обучения направлений 200101.65 Приборостроение, 210302.65 Радиотехника, 210303.65 Бытовая радиоэлектронная аппаратура, 210304.65 Радиоэлектронные системы, 160905.65 Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования200100.62, 210300(Красноярск: СФУ).

### **4.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства (программное обеспечение, на которое университет имеет лицензию, а также свободно распространяемое программное обеспечение):**

1. MS WINDOWS, MS OFFICE, Octave (MatLab).

### **4.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы:**

1. Библиотека СФУ (bik.sfu-kras.ru)

## **5 Фонд оценочных средств**

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

## **6 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Учебная аудитория для проведения лекционных занятий. Особых требований нет.

Практические и лабораторные занятия по дисциплине «Радиотехнические цепи и сигналы» проводятся в специализированной учебной лаборатории с 10-ю специализированными стендами, изготовленными С.Петербургским институтом телекоммуникаций.