



## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.01.04 Радиотехнические цепи и сигналы

**Направление подготовки:** 11.03.01 Радиотехника

**Направленность (профиль):** Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов

**Квалификация (степень):** *бакалавр*

**Форма обучения:** *очная*

**Институт:** математики, естествознания и техники

**Кафедра:** физики, радиотехники и электроники

	очная форма	очно-заочная форма	заочная форма
Курс	2		
Семестр/триместр	4		
Лекции	36		
Лабораторные занятия	18		
Практические занятия	18		
Консультации	2		
Формы промежуточной аттестации	Экзамен -0,3		
Контроль	36		
Самостоятельная работа	105,7		

**Всего часов:** 216

**Трудоемкость:** 6 зачетных единиц

**Разработчик рабочей программы:**

кандидат физико-математических наук, доцент

А.А. Зайцев

# I. ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

## Цель изучения дисциплины

Целью дисциплины «Радиотехнические цепи и сигналы» является освоение фундаментальных закономерностей, связанных с анализом и синтезом сигналов, передачей информации, обработкой и преобразованием сигналов, применительно к различным радиотехническим системам, овладение методами математического описания сигналов, передачи сигналов через радиотехнические цепи и изучение физической сути явлений в радиотехнических устройствах.

## Задачи изучения дисциплины:

Задачей дисциплины является

- дать студентам основной комплекс знаний, необходимый для понимания принципов функционирования радиотехнических устройств и систем;
- сформировать навыки инженерного анализа и синтеза радиотехнических цепей и сигналов;
- научить студентов правильно выбирать известный математический аппарат при решении конкретных научных и технических задач в радиотехнике и радиоэлектронике;
- выявлять связь используемой математической модели с физической стороной исследуемого процесса или устройства.

## Место дисциплины в структуре ОПОП.

Дисциплина Б1.В.01.04 Радиотехнические цепи и сигналы реализуется в рамках части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1.

## Планируемые результаты обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины Б1.В.01.04 Радиотехнические цепи и сигналы направлен на формирование следующих компетенций: ПКС-1.

Код компетенции	Индикаторы компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
<b>ПКС-1</b> Способен к техническому обслуживанию, настройке и эксплуатации радиотехнических комплексов и устройств, настройке программных средств, используемых при техническом обслуживании и экс-	<b>Знает:</b> - основы теории функционирования радиотехнических систем передачи информации; - характеристики, принцип действия, конструкцию сложных функциональных узлов радиотехнических комплексов и устройств; - теорию и практику эксплуатации радиотехнических комплексов и устройств.	<b>Знает:</b> - основные виды радиотехнических сигналов, их характеристики; - основы теории дискретных сигналов; - методы анализа прохождения радиотехнических сигналов через линейные, нелинейные и параметрические цепи. - сущность физических процессов в линейных, параметрических и нелинейных цепях; - основные методы анализа типовых детерминированных и стохастических сигналов;

платации радио- технических ком- плексов и устройств		- основные методы преобразования сигналов в линейных, параметрических и нелинейных цепях.
	<b>Умеет:</b> - монтировать и настраивать составные части радиотехнических комплексов и устройств; - проводить мониторинг технического состояния радиотехнических комплексов и устройств по основным показателям.	<b>Умеет:</b> - решать прикладные задачи определения характеристик сигналов после прохождения через линейные и нелинейные радиотехнические цепи. - применять методы анализа к исследованию радиотехнических цепей.
	<b>Владеет:</b> - навыками регулировки и мониторинга технического состояния радиотехнических комплексов и устройств; - навыками настройки программных средств, используемых при техническом обслуживании и эксплуатации радиотехнических комплексов и устройств; - навыками использования контрольно-измерительного оборудования для диагностики состояния радиотехнических комплексов и устройств.	<b>Владеет:</b> - навыками исследований спектральных и волновых форм сигналов; - навыками определения причин неисправности генераторов и других радиотехнических цепей; - навыками проведения радиотехнических измерений.

## II. СОДЕРЖАНИЕ И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

### Очная форма обучения

№ п/п	Наименование разделов и тем	Всего	Аудиторные занятия			Сам. раб.
			ЛК	ПЗ	ЛБ	
1.	<b>Раздел 1. Радиотехнические сигналы</b>	<b>30</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>18</b>
2.	Тема 1. Спектральное представление периодических сигналов рядами Фурье	17	4	2	2	9
3.	Тема 2. Спектральное представление непериодических сигналов рядами Фурье	13	2	1	1	9
4.	<b>Раздел 2. Модуляция электрических сигналов</b>	<b>30</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>18</b>
5.	Тема 3. Амплитудная модуляция и её параметры. Спектр АМ- сигнала при мо-	10	2	1	1	6

	дуляции гармоническим и сложным сигналом					
6.	Тема 4. Угловая модуляция. Частотная модуляция (ЧМ). Параметры ЧМ. Спектр сигнала при ЧМ. Параметры фазовой модуляции. Спектральная диаграмма ЧМ- и ФМ- сигналов	10	2	1	1	6
7.	Тема 5. Амплитудные модуляторы. Частотные и фазовые модуляторы	10	2	1	1	6
8.	<b>Раздел 3. Воздействие детерминированных сигналов на линейные радиотехнические цепи</b>	<b>30</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>18</b>
9.	Тема 6. Методы анализа линейных цепей. Представление сигналов цепей динамическими моделями	17	4	2	2	9
10.	Тема 7. Принципы динамического представления сигналов	13	2	1	1	9
11.	<b>Раздел 4. Преобразование сигналов в нелинейных радиотехнических цепях</b>	<b>30</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>18</b>
12.	Тема 8. Аппроксимация характеристик нелинейных элементов	9	2	1		6
13.	Тема 9. Умножение частоты	11	2	1	2	6
14.	Тема 10. Преобразование частоты	10	2	1	1	6
15.	<b>Раздел 5. Автогенераторы гармонических сигналов</b>	<b>30</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>18</b>
16.	Тема 11. Принципы возникновения гармонических и релаксационных колебаний. LC- и RC- автогенераторы.	11	2	1	2	6
17.	Тема 12. Режимы самовозбуждения автогенераторов. Стабилизация частоты автогенераторов.	9	2	1		6
18.	Тема 13. Трёхточечные автогенераторы гармонических колебаний	10	2	1	1	6
19.	<b>Раздел 6. Электрические фильтры</b>	<b>27,7</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>15,7</b>
20.	Тема 14. Классификация электрических фильтров. Фильтры с максимально плоскими АЧХ	5	1			4
21.	Тема 15. Электрические фильтры на основе резонансных элементов	5	1			4

22.	Тема 16. Основы построения цифровых фильтров	17,7	4	3	3	7,7
23.	Экзамен	0,3				
24.	Консультация	2				
25.	Контроль	36				
	<b>ИТОГО:</b>	<b>216</b>	<b>36</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>105,7</b>

**Очно-заочная форма не реализуется**

**Заочная форма обучения не реализуется**

### **III. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

Оценка освоения обучающимися содержания дисциплины (модуля) включает текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию обучающихся.

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплин (модулей) и осуществляется с помощью следующих оценочных средств: Отчет о выполнении лабораторных работ. Промежуточная аттестация обучающихся – оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплинам (модулям) осуществляется в форме экзамена с использованием следующих оценочных материалов: перечень вопросов к зачету с оценкой.

Оценочные средства.

#### **I. Отчет по лабораторной работе**

**А) в письменной форме включает:**

1. Название работы
2. Цель работы
3. Перечень используемой литературы, приборов и материалов
4. Краткая теория вопроса
5. Выполнение задания, предусмотренного в работе
6. Выводы

**Б) в устной форме включает:**

1. Ответы на вопросы к допуску
2. Ответы на контрольные вопросы

#### **II. Перечень вопросов к экзамену (4 семестр, очная форма обучения)**

1. Классификация радиотехнических сигналов. Детерминированные и случайные сигналы.
2. Амплитудная модуляция и её параметры. Виды амплитудной модуляции.
3. Назначение и виды модуляции радиосигналов. Графическое изображение модулированных сигналов. Параметры модуляции.
4. Спектральное представление периодических сигналов рядами Фурье.
5. Формы представления электрических сигналов рядом Фурье.
6. Частотная модуляция. Параметры частотной модуляции. Спектр ЧМ- сигнала при однотоновой модуляции и модуляции сложным сигналом.

7. Спектральное представление непериодических сигналов.
8. Фазовая модуляция. Спектр ФМ- сигнала при однотоновой фазовой модуляции. Графическое представление ФМ- сигнала. Параметры фазовой модуляции.
9. Линейные и нелинейные электрические цепи, их свойства и использование в радиотехнике.
10. Полярная модуляция и её применение. Структурная схема передающей части системы с полярной модуляцией
11. Ряд Фурье периодической последовательности, образованный гармоническим сигналом.
12. Спектральная плотность сигнала.
13. Несущее колебание и модулирующий сигнал и их назначение. Виды модуляции радиотехнических сигналов и их графическое представление.
14. Балансная и однополосная модуляции.
15. Зависимость спектральной плотности сигнала от изменения длительности импульса.
16. Спектральное представление периодических сигналов рядами Фурье.
17. Спектры АМ-колебания при модуляции одним тоном и сложным сигналом.
18. Назначение модуляции и её виды. Графическое представление радиосигналов с различными видами модуляции.
19. Зависимость спектра периодической последовательности импульсов от периода повторения и длительности импульса.
20. Угловая модуляция и её виды. Параметры угловой модуляции.
21. Виды аналоговой модуляции электрических сигналов и их графическое представление.
22. Детерминированные и случайные сигналы и их отличия.
23. Формы ряда Фурье, применяемые в теории сигналов.
24. Назначение модуляции и её виды. Графическое представление радиосигналов с различными видами модуляции. Параметры видов модуляции и их физический смысл.
25. Амплитудная модуляция, её виды и применение.
26. Спектр радиосигнала при частотной модуляции однотоновым и сложным сигналом.
27. Линейные и нелинейные электрические цепи, их свойства и применение в радиотехнике.
28. Амплитудный модулятор на основе резонансного усилителя мощности.
29. Способы аппроксимации ВАХ нелинейного элемента.
30. Нелинейное усиление мощности и умножение частоты.
31. Трёхточечные автогенераторы.
32. Принцип работы и АЧХ и дифференцирующей цепи.

- 33.Спектр тока в цепи с нелинейным элементом при кусочно-линейной аппроксимации его характеристики.
- 34.Методы стабилизации частоты в схемах автогенераторов.
- 35.Угол отсечки выходного тока нелинейного элемента. Коэффициенты Берга, их физический смысл и применение.
- 36.Условия самовозбуждения генератора и их реализация.
- 37.Принцип работы умножителя частоты. Принципиальная схема и анализ работы.
- 38.Режимы самовозбуждения автогенераторов.
- 39.Аппроксимация характеристик НЭ. Виды аппроксимации и их применение при анализе цепей.
- 40.Фильтры Баттерворта и Чебышёва и их применение.
41. RC-генераторы и их применение в радиотехнике.
- 42.Причины появления искажений в нелинейных радиотехнических цепях.
- 43.Нелинейный резонансный усилитель мощности. Принципиальная схема и анализ работы.
- 44.Принцип работы преобразователя частоты. Принципиальная схема и анализ работы.
45. RC- генераторы и их применение.
- 46.Умножители частоты. Принципиальная схема и анализ работы. Применение умножителей частоты.
- 47.Анализ фильтра высоких частот.
- 48.Параметрическое преобразование частоты.
- 49.Полосовой и режекторный фильтры и их реализация.
- 50.Радиотехнические цепи с сосредоточенными и распределёнными параметрами.
- 51.Электрические фильтры на основе колебательных контуров. Разновидности фильтров и их характеристики.
- 52.Функция включения и дельта-функция. Связь между ними. Использование этих функций при анализе радиотехнических цепей.
- 53.Основные виды и АЧХ электрических фильтров.
- 54.Условия самовозбуждения автогенераторов и их реализация в генераторах гармонических и релаксационных генераторах.
- 55.Принципы построения активных фильтров. Базовые схемы активных фильтров.
- 56.Нелинейные радиотехнические цепи и их свойства. Применение нелинейных цепей в радиотехнике.
- 57.Виды характеристик радиотехнических цепей. Применение этих характеристик при анализе радиотехнических цепей.
- 58.Свойства линейных радиотехнических цепей. Принцип суперпозиции.

## IV. ПЕРЕЧЕНЬ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Основная литература

1. Каратаева, Н.А. Радиотехнические цепи и сигналы : учебное пособие / Н.А. Каратаева ; Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР). – Томск : ТУСУР, 2012. – Ч. 1. Теория сигналов и линейные цепи. – 261 с. : ил.,табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=480452> (дата обращения 01.09.2020)

2. Каратаева, Н.А. Радиотехнические цепи и сигналы : учебное пособие / Н.А. Каратаева ; Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР). – Томск : ТУСУР, 2012. – Ч. 2. Дискретная обработка сигналов и цифровая фильтрация. – 257 с. : ил.,табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=480454> (дата обращения 01.09.2020)

### 4.2. Дополнительная литература

3. Федосов, В.П. Радиотехнические цепи и сигналы : учебное пособие / В.П. Федосов ; Министерство науки и высшего образования РФ, Южный федеральный университет, Институт радиотехнических систем и управления. – Ростов-на-Дону; Таганрог : Южный федеральный университет, 2017. – 283 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=499606> (дата обращения 01.09.2020)

4. Евдокимов, А.О. Радиотехнические цепи и сигналы: сборник задач и упражнений / А.О. Евдокимов ; Поволжский государственный технологический университет. – Йошкар-Ола : Поволжский государственный технологический университет, 2016. – Ч. 1. – 64 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=461565> (дата обращения 01.09.2020)

5. Евдокимов, А.О. Радиотехнические цепи и сигналы: сборник задач и упражнений : [16+] / А.О. Евдокимов, С.А. Охотников ; Поволжский государственный технологический университет. – Йошкар-Ола : Поволжский государственный технологический университет, 2017. – Ч. 2. – 96 с. : граф., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=483696> (дата обращения 01.09.2020)

6. Сигналы и их преобразования в линейных радиотехнических цепях: Лабораторный практикум / В.Я. Баскей, В.М. Меренков, Д.О. Соколова, А.Н. Яковлев ; ред. А.Н. Яковлев. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2011. – 78 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228992> (дата обращения 01.09.2020)

## V. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО- ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)



№ пп	Ссылка на информационный ре- сурс	Наименование разра- ботки в электронной форме	Доступность
1.	<a href="http://www.biblioclub.ru">http://www.biblioclub.ru</a>	Электронно-библиотечная система (ЭБС) Университетская библиотека онлайн	Регистрация через лю- бой университетский компьютер. В дальней- шем индивидуальный неограниченный доступ из любой точки, в кото- рой имеется доступ к сети Интернет

## **VI. СОВРЕМЕННЫЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ**

1.	<a href="https://re.eltech.ru/jour">https://re.eltech.ru/jour</a>	Известия высших учебных заведе- ний России. Радиоэлектроника: научный журнал	Свободный доступ.
2.	<a href="http://www.promelec.ru">http://www.promelec.ru</a>	Профессиональные базы данных: Промэлектроника -Электронные компоненты	Свободный доступ.
3.	<a href="http://kazus.ru">http://kazus.ru</a>	Профессиональные базы данных: Справочные данные по диодам и транзисторам	Свободный доступ.

## **VII. ЛИЦЕНЗИОННОЕ И СВОБОДНО РАСПРОСТРАНЯЕМОЕ ПРО- ГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

- Microsoft Windows;
- Microsoft Office;
- LibreOffice и др.

## **VIII. ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ОБУЧЕНИЯ, НЕ- ОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРО- ЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

Занятия проводятся в учебных аудиториях, укомплектованных специализи-  
рованной мебелью, в том числе техническими средствами обучения, служащими  
для представления учебной информации большой аудитории (проектор, экран,  
компьютер/ноутбук).

Практические занятия проводятся в специализированных лабораториях,  
оснащенных следующим оборудованием:

- лаборатория электроники: лабораторные стенды «Уралочка», генератор  
звуковой ГЗМ, генератор сигналов высокочастотный Г4-153, генератор сигналов  
ГЗ-109, генератор стандартных сигналов ГЧ-1А, генератор импульсов Г5-15, из-  
меритель L,C,R универсальный, измеритель магнитной индукции, набор радио-  
технический НРТ-2, осциллограф С1-75, осциллограф универсальный С1-67, ос-  
циллограф цифровой запоминающий С9-8, прибор электроизмерительный комби-

нированный Ц353, радиодетали (полупроводниковые и электровакуумные приборы, резисторы, конденсаторы и катушки индуктивности), радионаборы РНП-А, РНП-Б, регулятор напряжения РНШ, электромонтажный стол, стенд для исследования полупроводниковых приборов LES 03, анализатор спектра, измеритель нелинейных искажений С6-11, лабораторный стенд РТЦС1-Н-К «Радиотехнические цепи и сигналы».