

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Беспалов Владимир Александрович  
Должность: Ректор МИЭТ  
Дата подписания: 01.09.2023 14:27:31  
Уникальный программный ключ:  
ef5a4fe6ed0ffdf3f1a49d6ad1b49464dc1bf7354f736d76c8105ea882b8d062

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский университет  
«Московский институт электронной техники»

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе  
И.Г.Игнатова  
«21» ноября 2020г.  
М.П.



## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Радиотехнические цепи и сигналы»

Направление подготовки – 11.03.01 «Радиотехника»

Направленность (профиль) – «Эксплуатация и испытания радиоинформационных систем»

## 1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующих компетенций образовательных программ:

**Компетенция ПК-1** «Способен выполнять моделирование, расчет и проектирование деталей, узлов и устройств радиотехнических систем в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования» сформирована на основе профессионального стандарта 25.034 «Специалист по проектированию антенно-фидерных устройств космических аппаратов».

**Обобщенная трудовая функция В (6)** «Проектирование и разработка АФУ КА».

**Трудовая функция** – В/01.6 «Разработка эскизных проектов АФУ КА в соответствии с техническим заданием».

Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	Задачи профессиональной деятельности	Индикаторы достижения подкомпетенций
ПК-1.РТЦС. Способен анализировать и рассчитывать характеристики электрических цепей радиоэлектронных схем.	Разработка, проектирование, исследование и эксплуатация радиоэлектронных средств и радиоэлектронных систем различного назначения	<b>Знания</b> основных характеристик сигналов и устройств, применяемых в радиотехнике. <b>Умения</b> рассчитывать характеристики сигналов, применяемых в радиотехнике, и их преобразования в радиотехнических устройствах. <b>Опыт</b> применения знаний теоретического и экспериментального исследования радиосигналов и радиотехнических устройств с использованием современного программного обеспечения, измерительного оборудования и аппаратно программных комплексов.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы.

Входные требования к дисциплине – необходимы компетенции в области математического анализа, теории вероятностей и статистики, физики(раздел «Электричество»), электротехники.

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Курс	Семестр	Общая трудоёмкость (ЗЕ)	Общая трудоёмкость (часы)	Контактная работа			Самостоятельная работа (часы)	Промежуточная аттестация
				Лекции (часы)	Лабораторные работы (часы)	Практические занятия (часы)		
2	4	5	180	32	32	16	64	Экз. (36)

### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ и наименование модуля	Контактная работа			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия		
<b>Модуль 1.</b> Свойства сигналов и их преобразование в электронных устройствах	6	2	8		Текущие ДЗ
<b>Модуль 2.</b> Радиосигналы.	6	2	4		Текущие ДЗ
<b>Модуль 3.</b> Случайные процессы.	4	2	4		Тест РГР Текущие ДЗ
<b>Модуль 4.</b> Линейные цепи.	8	6	8		Текущие ДЗ Проверка самостоятельного индивидуального задания
<b>Модуль 5.</b> Нелинейные цепи.	8	4	8		Тест РГР Проверка самостоятельного индивидуального задания

#### 4.1. Лекционные занятия

№ модуля дисциплины	№ лекции	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
1	1-3	6	<p>Блок-схема радиотехнического канала связи и основные виды преобразования сигнала в канале. Классификация радиотехнических цепей и сигналов. Спектральное представление периодических и непериодических сигналов. Связь между спектром периодической последовательностью импульсов и спектральной плотностью одиночного импульса. Свойства спектральной плотности сигналов. Спектральные плотности некоторых распространенных сигналов: прямоугольный импульс, дельта-функция, единичный скачок экспоненциальный импульс. Спектральная плотность периодического сигнала. Корреляционный анализ детерминированных сигналов. Связь между автокорреляционной функцией и спектральной плотностью сигнала</p>
2	4-6	6	<p>Узкополосный сигнал. Аналитический сигнал. Модулированные сигналы, их временное и спектральное представление. Разновидности модулированных сигналов. Сигналы с амплитудной модуляцией, их спектр. Балансная и однополосная амплитудная модуляция. Квадратурная амплитудная модуляция. Сигналы с угловой модуляцией. Связь между частотной и фазовой модуляциями. Девиация частоты. Индекс модуляции. Спектр сигналов с угловой модуляцией. Радиосигналы в цифровых радиосистемах. Преобразование аналогового сигнала в цифровой, теорема Котельникова. Виды модуляции сигналов в цифровых радиосистемах.</p>
3	7-8	4	<p>Вероятностные характеристики случайных сигналов. Плотность вероятности, одномерный и много мерный законы ее распределения. Нормальный закон распределения. Корреляционный и спектральный анализ случайных сигналов. Стационарные и нестационарные процессы. Эргодическое свойства. Определение параметров и характеристик случайного процесса путем усреднения во времени. Энергетический спектр случайного процесса. Узкополосные и широкополосные случайные процессы. Белый шум. Энергетический спектр и автокорреляционная функция стационарного случайного процесса на выходе линейной цепи. Характеристики собственных шумов в радиоэлектронных цепях. Коэффициент шума и шумовая температура устройства. Эффективная спектральная плотность мощности тепловых шумов.</p>

4	9-12	8	<p>Спектральный и временной методы анализа передачи сигналов через линейные цепи. Частотные и временные характеристики линейных цепей. Частотные и временные характеристики цепей 1-го порядка. Избирательные цепи. Частотные и временные характеристики цепей 2-го порядка. Характеристики линейных цепей с отрицательной и положительной обратной связью. Условия устойчивости линейной цепи с обратной связью. Критерии Рауса - Гурвица и Найквиста. Согласованная фильтрация детерминированного сигнала. Передаточная и импульсная характеристики согласованного фильтра. Сигнал и помеха на выходе согласованного фильтра. Оптимальная фильтрация случайного сигнала. Типы электрических фильтров. Нормирование и преобразование частоты. Фильтр-прототип нижних частот. Аппроксимация характеристик фильтра. Фильтры Баттерворта и Чебышева. Синтез фильтров. Реализация фильтров.</p>
5	13-16	8	<p>Нелинейные элементы и их параметры. Методы аппроксимации характеристик нелинейных элементов. Преобразование спектра колебания в цепи с резистивным нелинейным элементом. Основные нелинейные преобразования сигналов: нелинейное усиление, умножение и преобразование частоты сигнала. Амплитудный частотный и фазовый детекторы. Определение автоколебательной системы. Принципы работы автогенераторов гармонических колебаний. Механизм возникновения колебаний. Мягкий и жесткий режимы возбуждения. Стационарный режим. Баланс амплитуд. Баланс фаз. Стабильность частоты. Примеры автогенераторов.</p>

#### 4.2. Практические занятия

№ модуля дисциплины	№ практического занятия	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
1	1	2	Расчет спектральных характеристик сигналов.
	2	2	Расчет корреляционных характеристик сигналов.
2	3	2	Расчет характеристик радиосигналов.
	4	2	ОФДМ модуляция и кодовое разделение каналов.
4	5	2	Расчет частотных характеристик линейных цепей 1-го порядка.
	6	2	Расчет частотных характеристик резонансных цепей.
	7	2	Расчет полосно-пропускающих фильтров.
5	8	2	Расчет автогенераторов гармонических колебаний.

### 4.3. Лабораторные работы

№ модуля дисциплины	№ лабораторной работы	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
1	1	4	Исследование спектральных и временных характеристик сигналов.
2	2	4	Исследование характеристик радиосигналов.
3	3	4	Исследование характеристик сигналов в цифровых радиосистемах и влияние на них шума.
4	4	4	Исследование частотных и временных характеристик цепей.
	5	4	Исследование характеристик электрических фильтров.
5	6	4	Детекторы модулированных колебаний.
	7	4	Преобразование частоты.
	8	4	Автогенераторы гармонических колебаний.

### 4.4. Самостоятельная работа студентов

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
1	4	Выполнение текущего домашнего задания
	4	Подготовка к лабораторной работе № 1.
2	4	Выполнение текущего домашнего задания
	4	Подготовка к лабораторной работе №2.
3	4	Выполнение текущего домашнего задания
	4	Подготовка к лабораторной работе №3.
4	4	Выполнение текущего домашнего задания
	6	Подготовка к контрольным работам №1-3
	6	Выполнение индивидуальных самостоятельных заданий по тематике лабораторных работ
5	8	Подготовка к лабораторным работам №4-5
	4	Выполнение текущего домашнего задания
	8	Подготовка к лабораторной работе №6-8
5	4	Выполнение индивидуальных самостоятельных заданий по тематике лабораторных работ
	4	Выполнение индивидуальных самостоятельных заданий по тематике лабораторных работ

### 4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов)

*Не предусмотрены.*

## 5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы студентов в составе УМК дисциплины (ОРИОКС// URL: , <http://orioks.miet.ru/>):

- Методические указания студентам по изучению дисциплины
- Презентационный материал к лекциям,
- Методические указания по выполнению домашних заданий по курсу
- Материалы для выполнения практико-ориентированного задания:
- Лабораторный практикум по курсу

*СРС*: варианты заданий самостоятельных работ

*СРС*: варианты заданий для экзамена.

## 6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

### Литература

1. Козлов, В. А. Радиотехнические цепи и сигналы : учебно-методическое пособие / В. А. Козлов. - 2-е изд., перераб. и доп. - Казань : КНИТУ-КАИ, 2017. - 84 с. - ISBN 978-5-7579-2290-4. - Текст: электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/156058> (дата обращения: 16.10.2020).
2. Базлов, Е. Ф. Радиотехнические цепи и сигналы : учебное пособие / Е. Ф. Базлов. - Казань : КНИТУ-КАИ, 2016. - 232 с. - ISBN 978-5-7579-2159-4. - Текст: электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/149562> (дата обращения: 16.10.2020).
3. Гимпилевич, Ю. Б. Радиотехнические цепи и сигналы : учебное пособие / Ю. Б. Гимпилевич. - Севастополь : СевГУ, 2020. - 211 с. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/164926> (дата обращения: 16.10.2020).
4. Козлов, В. А. Основы теории цепей и сигналов в радиотехнических и телекоммуникационных системах : учебное пособие / В. А. Козлов. - Казань : КНИТУ-КАИ, 2018. - 464 с. - ISBN 978-5-7579-2300-0. - Текст: электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/149570> (дата обращения: 16.10.2020).
5. Евдокимов, А. О. Радиотехнические цепи и сигналы. Сборник задач и упражнений. : учебное пособие / А. О. Евдокимов. - Йошкар-Ола : ПГТУ, [б. г.]. - Часть 1 - 2016. - 64 с. - ISBN 978-5-8158-1751-7. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/93228> (дата обращения: 16.10.2020).
6. Евдокимов, А. О. Радиотехнические цепи и сигналы. Сборник задач и упражнений : учебное пособие / А. О. Евдокимов, С. А. Охотников. - Йошкар-Ола : ПГТУ, [б. г.]. - Часть 2 - 2017. - 96 с. - ISBN 978-5-8158-1887-3. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/102703> (дата обращения: 16.10.2020).

## 7. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ, ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ

1. IEEE/ИЕТ Electronic Library (IEL) [Электронный ресурс] = IEEE Xplore : Электронная библиотека. - USA ; UK, 1998-. - URL: <https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp> (дата обращения : 28.10.2020). - Режим доступа: из локальной сети НИУ МИЭТ в рамках проекта «Национальная подписка»
2. Лань : Электронно-библиотечная система Издательства Лань. - СПб., 2011-. - URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 28.10.2020). - Режим доступа: для авторизованных пользователей МИЭТ
3. Юрайт : Электронно-библиотечная система : образовательная платформа. - Москва, 2013 - . - URL: <https://urait.ru/> (дата обращения : 05.11.2020); Режим доступа: для авторизованных пользователей МИЭТ.

## 8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе реализации дисциплины используется **смешанное обучение**, в основе которого лежит интеграция технологий традиционного и электронного освоения компетенций, в частности за счет использования таких инструментов как видеолекции, онлайн тестирование, взаимодействие со студентами в электронной образовательной среде.

Освоение образовательной программы обеспечивается ресурсами электронной информационно-образовательной среды ОРИОКС.

Для взаимодействия студентов с преподавателем используются сервисы обратной связи: раздел ОРИОКС «Домашние задания», электронная почта, сервисы видеоконференцсвязи и социальные сети.

В процессе обучения при проведении занятий и для самостоятельной работы используются **внутренние электронные ресурсы** в формах тестирования в ОРИОКС и MOODLe.

При проведении занятий и для самостоятельной работы используются **внешние электронные ресурсы** в формах электронных компонентов видеосервисов:

- Учебный видеофильм по радиосистемам <https://www.youtube.com/watch?v=CxnX34B5Tog>
- Лекция «Свойства сигналов» <https://www.youtube.com/watch?v=5PAW8I8dG24>
- Лекция «Виды модуляции сигналов» <https://www.youtube.com/watch?v=HQPR2Rg2C34>
- Лекция «Основы радиотехники» <https://www.youtube.com/watch?v=ai95anREBGI>
- Лабораторная работа «Спектры электрических сигналов»  
[https://www.youtube.com/watch?v=f-Fb8mR\\_kwg](https://www.youtube.com/watch?v=f-Fb8mR_kwg)
- Лабораторная работа «Теорема Котельникова»  
<https://www.youtube.com/watch?v=peC0V0RB4D0>



## 9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Перечень программного обеспечения
Учебная аудитория	Компьютер с мультимедийным оборудованием	Win pro от 7, Microsoft Office Professional Plus или Open Office, браузер (Firefox, Google Chrome); Acrobat reader DC
Лаборатория электроники	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду МИЭТ National Instruments ELVIS I National Instruments NI PXI-1033 National Instruments ELVIS II Вольтметр АВМ-1071 МСР Мультиметр DB3062 Rigol Функциональный генератор АНР-1041 Универсальный генератор сигналов AFG-3021B Textronix Источник питания АТН-1221 МСР Генератор функциональный АНР-1021 Оциллограф TDS1002C-EDU 60 Оциллограф TDS2004C Мультиметр DMM4020 Проектор Epson EB-824H	Azure Dev Tools for 7z Acrobat Reader DC DOSBox Google Chrome VS CODE Multisim

Помещение для самостоятельной работы	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду МИЭТ	Win pro от 7, Microsoft Office Professional Plus или Open Office, браузер (Firefox, Google Chrome); Acrobat reader DC
--------------------------------------	---	---

## **10. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕРКИ ФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ/ПОДКОМПЕТЕНЦИЙ**

ФОС по подкомпетенции ПК-1.РТЦС. Способен анализировать и рассчитывать характеристики электрических цепей радиоэлектронных схем.

Фонд оценочных средств представлен отдельным документом и размещен в составе УМК дисциплины электронной информационной образовательной среды ОРИОКС// URL: <https://orioks.miet.ru/>

## **11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **11.1. Особенности организации процесса обучения**

«Самостоятельная работа студентов составляет не менее 50% от общей трудоемкости дисциплины и является важнейшим компонентом образовательного процесса, формирующим личность студента, его мировоззрение и развивающим его способности к самообучению и повышению своего профессионального уровня.

Целью самостоятельной работы является формирование способностей к самостоятельному познанию и обучению, творческому обзору литературы, критическому анализу информации, поиску новых и неординарных решений, аргументированному обобщению различных точек зрения, оформлению и представлению полученных результатов, отстаиванию своего мнения в процессе дискуссии. Отстаиванию своих предложений, умений подготовки выступлений и ведения дискуссий.

Самостоятельная работа заключается в подготовке к интерактивным лекциям, проектно-ориентированном изучении отдельных тем курса по заданию преподавателя по рекомендуемой им литературе.

После изучения соответствующего модуля по учебнику или конспекту лекций необходимо выполнить схемы экспериментов в Multisim, и ответить на вопросы после каждого вида занятий (Лекции, ПЗ, ЛР).

На практическом занятии после краткого повторения теории по одной из тем модуля нужно пошагово разобрать типовой задачи, и выдать индивидуальное задание для самостоятельного решения из электронного банка задач института.

На лабораторных занятиях в электротехническом компьютерном центре кафедры с помощью современных пакетов MathLab, Multisim, LabView и аппаратно-программных комплексов NI ELVIS II АПК предоставить возможность каждому студенту наблюдать явления и процессы, теория которых излагается в учебниках, на лекциях, на практических занятиях и в УМК.

Для закрепления полученных знаний и в качестве практической составляющей подготовки студентов, ими выполняются самостоятельные домашние работы по тематике семинаров. Домашние работы могут быть сделаны как аудиторно (в аудитории для самостоятельной подготовки), так и дома. Они включают в себя использование практических навыков при расчете данных, полученных на лабораторных работах, но без помощи преподавателя и выполняются каждым студентом индивидуально.

Критерием оценки домашних работ является совокупность данных, реализованных и продемонстрированных в каждом конкретном случае.

Полученные знания на лекциях, лабораторных работах и практических работ, используются студентами при выполнении домашнего задания, а также при написании выпускных квалификационных работ. Опыт, полученный студентами при выполнении лабораторных работ, несомненно, пригодится при работе по специальности.

#### **11.2. Система контроля и оценивания**

Для оценки успеваемости студентов по дисциплине используется накопительная балльная система.

Баллами оцениваются: выполнение каждого контрольного мероприятия в семестре 5.

По сумме баллов выставляется итоговая оценка по предмету. Структура и график контрольных мероприятий доступен в ОРИОКС// URL: <http://orioks.miet.ru/>.

#### **РАЗРАБОТЧИК:**

Профессор Института МПСУ, д.т.н.

  
\_\_\_\_\_/А.В.Гуреев/

Рабочая программа дисциплины «Радиотехнические цепи и сигналы» по направлению подготовки 11.03.01 «Радиотехника» направленности (профиля) «Эксплуатация и испытания радиоинформационных систем» разработана в Институте МПСУ и утверждена на заседании УС Института МПСУ «30 сентября 2020 года, протокол № 1

Зам. директора Института МПСУ

 / Д.В. Калеев /

### ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ


Рабочая программа согласована с Центром подготовки к аккредитации и независимой оценки качества

Начальник АНОК

 /И.М.Никулина /

Рабочая программа согласована с библиотекой МИЭТ

/Директор библиотеки

 /Г.П.Филиппова /