

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ  
Директор по образовательной  
деятельности

\_\_\_\_\_ С.Т. Князев  
«\_\_» \_\_\_\_\_

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

Код модуля	Модуль
1149302	Теоретические основы радиотехники

Екатеринбург

<b>Перечень сведений о рабочей программе модуля</b>	<b>Учетные данные</b>
<b>Образовательная программа</b> 1. Радиотехника 2. Конструирование и технология электронных средств	<b>Код ОП</b> 1. 11.03.01/33.01 2. 11.03.03/33.01
<b>Направление подготовки</b> 1. Радиотехника; 2. Конструирование и технология электронных средств	<b>Код направления и уровня подготовки</b> 1. 11.03.01; 2. 11.03.03

Программа модуля составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Доросинский Леонид Григорьевич	доктор технических наук, профессор	Профессор	Департамент радиоэлектроники и связи
2	Зраенко Сергей Михайлович	кандидат технических наук, доцент	Доцент	Департамент радиоэлектроники и связи
3	Коберниченко Виктор Григорьевич	кандидат технических наук, доцент	Профессор	Департамент радиоэлектроники и связи
4	Шилов Юрий Владиславович	без ученой степени, без ученого звания	Старший преподаватель	Департамент радиоэлектроники и связи

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

# 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Теоретические основы радиотехники

## 1.1. Аннотация содержания модуля

В состав модуля «Теоретические основы радиотехники» включены три дисциплины: «Основы теории цепей», «Радиотехнические цепи и сигналы», «Основы цифровой обработки сигналов», содержание которых позволит обеспечить студентам понимание механизмов физических процессов, происходящих в электро- и радиотехнических цепях, их математических моделей, теории сигналов и их преобразований в радиотехнических цепях и устройствах, а также овладение работой с базовой измерительной аппаратурой, используемой в технике связи. Целью изучения модуля является освоение методов теоретического анализа и экспериментального исследования электрических цепей при различных видах воздействий, работы с базовой измерительной аппаратурой, используемой в технике связи, современных методов расчета, анализа и синтеза радиотехнических цепей, методов анализа по временным и частотным характеристикам установившихся и неустойчивых процессов в радиотехнических системах и устройствах. При реализации дисциплин модуля используются проектная технология обучения, проблемное обучение, информационно-коммуникационные технологии, групповая работа, исследовательские методы. В процессе изучения разделов дисциплин активно применяется проблемное обучение, основанное на разборе реальных практических проблем и поиске их решений.

## 1.2. Структура и объем модуля

Таблица 1

№ п/п	Перечень дисциплин модуля в последовательности их освоения	Объем дисциплин модуля и всего модуля в зачетных единицах
1	Основы теории цепей	6
2	Радиотехнические цепи и сигналы	6
3	Основы цифровой обработки сигналов	3
ИТОГО по модулю:		15

## 1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	Не предусмотрены
Постреквизиты и кореквизиты модуля	Не предусмотрены

## 1.4. Распределение компетенций по дисциплинам модуля, планируемые результаты обучения (индикаторы) по модулю

Таблица 2

Перечень дисциплин модуля	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
1	2	3
Основы теории цепей	ПК-2 - Способен разрабатывать электрические принципиальные схемы и печатные платы радиоэлектронных устройств с использованием средств компьютерного проектирования  <b>(Конструирование и технология электронных средств)</b>	З-1 - Изложить основные виды компонентов электронной техники, их принципы работы, варианты применения и основные параметры  З-2 - Объяснять принципы построения и функционирования аналоговых и цифровых устройств и какие преобразования сигналов в них происходят  У-2 - Анализировать принципиальные электрические схемы
	ПК-3 - Способен спроектировать и исследовать электронные средства и системы  <b>(Радиотехника)</b>	З-1 - Сделать обзор основных достижений и проблем современной электротехники и электроники, аналоговой и цифровой схемотехники  З-3 - Объяснять принципы функционирования, классификацию, методы расчета и проектирования аналоговых и цифровых электронных устройств  З-8 - Описывать связь между характеристиками аналоговых и цифровых сигналов, аналоговых и цифровых устройств  У-1 - Устанавливать последовательность действий при проектировании и тестировании электронного оборудования  У-2 - Выбирать средства моделирования и макетирования для проведения исследований электронных средств и систем  У-3 - Обобщать передовой отечественный и зарубежный опыт, нормативные правовые акты, справочные материалы для проектирования и изготовления электронных средств и систем  У-4 - Анализировать результаты моделирования и тестирования электронных средств и систем

		<p>П-1 - Моделировать электронные средства и системы для их теоретического исследования</p> <p>П-3 - Выполнять в соответствии с заданием разработку методик испытаний и исследований электронных средств и систем</p> <p>П-4 - Выполнять в соответствии с заданием разработку электронных средств и систем с использованием программных средств общего и специального назначения</p> <p>П-8 - Выполнять синтез аналоговых и цифровых устройств в соответствии с техническим заданием</p>
	<p>ПК-3 - Способен спроектировать и исследовать электронные средства и системы</p> <p><b>(Радиотехника)</b></p>	<p>З-1 - Сделать обзор основных достижений и проблем современных электротехники и электроники, аналоговой и цифровой схемотехники</p> <p>З-3 - Объяснять принципы функционирования, классификацию, методы расчета и проектирования аналоговых и цифровых электронных устройств</p> <p>З-8 - Описывать связь между характеристиками аналоговых и цифровых сигналов, аналоговых и цифровых устройств</p> <p>У-1 - Устанавливать последовательность действий при проектировании и тестировании электронного оборудования</p> <p>У-2 - Выбирать средства моделирования и макетирования для проведения исследований электронных средств и систем</p> <p>У-3 - Обобщать передовой отечественный и зарубежный опыт, нормативные правовые акты, справочные материалы для проектирования и изготовления электронных средств и систем</p> <p>У-4 - Анализировать результаты моделирования и тестирования электронных средств и систем</p> <p>П-1 - Моделировать электронные средства и системы для их теоретического исследования</p>

		<p>П-3 - Выполнять в соответствии с заданием разработку методик испытаний и исследований электронных средств и систем</p> <p>П-4 - Выполнять в соответствии с заданием разработку электронных средств и систем с использованием программных средств общего и специального назначения</p> <p>П-8 - Выполнять синтез аналоговых и цифровых устройств в соответствии с техническим заданием</p>
	<p>ПК-3 - Способен спроектировать и исследовать электронные средства и системы</p> <p><b>(Радиотехника)</b></p>	<p>З-1 - Сделать обзор основных достижений и проблем современной электротехники и электроники, аналоговой и цифровой схемотехники</p> <p>З-3 - Объяснять принципы функционирования, классификацию, методы расчета и проектирования аналоговых и цифровых электронных устройств</p> <p>З-8 - Описывать связь между характеристиками аналоговых и цифровых сигналов, аналоговых и цифровых устройств</p> <p>У-1 - Устанавливать последовательность действий при проектировании и тестировании электронного оборудования</p> <p>У-2 - Выбирать средства моделирования и макетирования для проведения исследований электронных средств и систем</p> <p>У-3 - Обобщать передовой отечественный и зарубежный опыт, нормативные правовые акты, справочные материалы для проектирования и изготовления электронных средств и систем</p> <p>У-4 - Анализировать результаты моделирования и тестирования электронных средств и систем</p> <p>П-1 - Моделировать электронные средства и системы для их теоретического исследования</p> <p>П-3 - Выполнять в соответствии с заданием разработку методик испытаний и исследований электронных средств и систем</p>

		<p>П-4 - Выполнять в соответствии с заданием разработку электронных средств и систем с использованием программных средств общего и специального назначения</p> <p>П-8 - Выполнять синтез аналоговых и цифровых устройств в соответствии с техническим заданием</p>
	<p>ПК-4 - Способен разработать и смоделировать принципиальные схемы аналоговых блоков радиотехнических систем</p> <p><b>(Радиотехника)</b></p>	<p>З-9 - Соотнести формы сигналов и структуры типовых радиотехнических цепей, используемых для их формирования</p> <p>З-10 - Сделать обзор современных методов математического описания сигналов, цепей и их характеристик, анализа электрических цепей при гармонических и произвольных воздействиях</p> <p>З-13 - Описать устройство, принцип работы типовых электрических цепей</p> <p>У-3 - Анализировать принципиальные электрические схемы и их корректность</p> <p>У-4 - Выбирать оптимальные методы расчета и проектирования электрических схем с учетом влияния паразитных элементов, помех и шумов</p> <p>У-5 - Определять оптимальные методы совершенствования характеристик аналоговых схем, проектирования схем аналогового и смешанного сигналов с учетом требований технического задания</p> <p>У-11 - Определять оптимальные методы малосигнального анализа аналоговых схем</p> <p>У-13 - Определять оптимальные математические методы анализа детерминированных и случайных сигналов, их преобразования в радиотехнических цепях, синтеза цепей, основных нелинейных радиотехнических преобразований, статистического описания сигналов и помех, используемого при разработке оптимальных алгоритмов обработки сигналов как носителей информации</p> <p>П-1 - Производить расчет уровней питающих, входных и выходных напряжений, численных значений основных</p>

		<p>технических характеристик отдельных аналоговых блоков</p> <p>П-2 - Оформлять отчеты о временных, мощностных, частотных характеристиках аналогового блока</p> <p>П-3 - Выполнять экстракцию паразитных параметров требуемого уровня детализации и операции обратного переименования с учетом паразитных компонентов</p> <p>П-5 - Подготовить список соединений на основе графической электрической схемы, в том числе с учетом экстрагированных паразитных компонентов, спецификации блоков аналоговой подсистемы, схемотехнических решений аналоговых субблоков в ручном и автоматизированном режиме</p> <p>П-8 - Сделать вывод о соответствии результатов моделирования требованиям функциональных, статических, динамических, временных, частотных характеристик, потребляемой мощности и площади, требованиям технического задания</p> <p>П-11 - Выполнять электрическую и физическую верификацию функциональных, статических, динамических, временных, частотных характеристик аналогового блока, всей аналоговой подсистемы в целом и их топологий с применением средств автоматизации</p> <p>П-13 - Осуществлять временной анализ, анализ по постоянному и переменному току, анализ шумов, анализ в температурном диапазоне, спектральный анализ аналогового блока с учетом рассчитанных задержек на основе компьютерного моделирования средствами системы автоматизированного проектирования</p>
	<p>ПК-4 - Способен разработать и смоделировать принципиальные схемы аналоговых блоков</p>	<p>З-9 - Соотнести формы сигналов и структуры типовых радиотехнических цепей, используемых для их формирования</p> <p>З-10 - Сделать обзор современных методов математического описания сигналов, цепей</p>



	<p>радиотехнических систем</p> <p>(Радиотехника)</p>	<p>и их характеристик, анализа электрических цепей при гармонических и произвольных воздействиях</p> <p>З-13 - Описать устройство, принцип работы типовых электрических цепей</p> <p>У-3 - Анализировать принципиальные электрические схемы и их корректность</p> <p>У-4 - Выбирать оптимальные методы расчета и проектирования электрических схем с учетом влияния паразитных элементов, помех и шумов</p> <p>У-5 - Определять оптимальные методы совершенствования характеристик аналоговых схем, проектирования схем аналогового и смешанного сигналов с учетом требований технического задания</p> <p>У-11 - Определять оптимальные методы малосигнального анализа аналоговых схем</p> <p>У-13 - Определять оптимальные математические методы анализа детерминированных и случайных сигналов, их преобразования в радиотехнических цепях, синтеза цепей, основных нелинейных радиотехнических преобразований, статистического описания сигналов и помех, используемого при разработке оптимальных алгоритмов обработки сигналов как носителей информации</p> <p>П-1 - Производить расчет уровней питающих, входных и выходных напряжений, численных значений основных технических характеристик отдельных аналоговых блоков</p> <p>П-2 - Оформлять отчеты о временных, мощностных, частотных характеристиках аналогового блока</p> <p>П-3 - Выполнять экстракцию паразитных параметров требуемого уровня детализации и операции обратного переименования с учетом паразитных компонентов</p> <p>П-5 - Подготовить список соединений на основе графической электрической схемы, в том числе с учетом экстрагированных паразитных компонентов, спецификации</p>
--	--	---

		<p>блоков аналоговой подсистемы, схемотехнических решений аналоговых субблоков в ручном и автоматизированном режиме</p> <p>П-8 - Сделать вывод о соответствии результатов моделирования требованиям функциональных, статических, динамических, временных, частотных характеристик, потребляемой мощности и площади, требованиям технического задания</p> <p>П-11 - Выполнять электрическую и физическую верификацию функциональных, статических, динамических, временных, частотных характеристик аналогового блока, всей аналоговой подсистемы в целом и их топологий с применением средств автоматизации</p> <p>П-13 - Осуществлять временной анализ, анализ по постоянному и переменному току, анализ шумов, анализ в температурном диапазоне, спектральный анализ аналогового блока с учетом рассчитанных задержек на основе компьютерного моделирования средствами системы автоматизированного проектирования</p>
	<p>ПК-4 - Способен разработать и смоделировать принципиальные схемы аналоговых блоков радиотехнических систем</p> <p><b>(Радиотехника)</b></p>	<p>З-9 - Соотнести формы сигналов и структуры типовых радиотехнических цепей, используемых для их формирования</p> <p>З-10 - Сделать обзор современных методов математического описания сигналов, цепей и их характеристик, анализа электрических цепей при гармонических и произвольных воздействиях</p> <p>З-13 - Описать устройство, принцип работы типовых электрических цепей</p> <p>У-3 - Анализировать принципиальные электрические схемы и их корректность</p> <p>У-4 - Выбирать оптимальные методы расчета и проектирования электрических схем с учетом влияния паразитных элементов, помех и шумов</p> <p>У-5 - Определять оптимальные методы совершенствования характеристик</p>

		<p>аналоговых схем, проектирования схем аналогового и смешанного сигналов с учетом требований технического задания</p> <p>У-11 - Определять оптимальные методы малосигнального анализа аналоговых схем</p> <p>У-13 - Определять оптимальные математические методы анализа детерминированных и случайных сигналов, их преобразования в радиотехнических цепях, синтеза цепей, основных нелинейных радиотехнических преобразований, статистического описания сигналов и помех, используемого при разработке оптимальных алгоритмов обработки сигналов как носителей информации</p> <p>П-1 - Производить расчет уровней питающих, входных и выходных напряжений, численных значений основных технических характеристик отдельных аналоговых блоков</p> <p>П-2 - Оформлять отчеты о временных, мощностных, частотных характеристиках аналогового блока</p> <p>П-3 - Выполнять экстракцию паразитных параметров требуемого уровня детализации и операции обратного переименования с учетом паразитных компонентов</p> <p>П-5 - Подготовить список соединений на основе графической электрической схемы, в том числе с учетом экстрагированных паразитных компонентов, спецификации блоков аналоговой подсистемы, схемотехнических решений аналоговых субблоков в ручном и автоматизированном режиме</p> <p>П-8 - Сделать вывод о соответствии результатов моделирования требованиям функциональных, статических, динамических, временных, частотных характеристик, потребляемой мощности и площади, требованиям технического задания</p> <p>П-11 - Выполнять электрическую и физическую верификацию функциональных, статических, динамических, временных, частотных</p>
--	--	--

		<p>характеристик аналогового блока, всей аналоговой подсистемы в целом и их топологий с применением средств автоматизации</p> <p>П-13 - Осуществлять временной анализ, анализ по постоянному и переменному току, анализ шумов, анализ в температурном диапазоне, спектральный анализ аналогового блока с учетом рассчитанных задержек на основе компьютерного моделирования средствами системы автоматизированного проектирования</p>
<p>Основы цифровой обработки сигналов</p>	<p>ПК-2 - Способен разрабатывать электрические принципиальные схемы и печатные платы радиоэлектронных устройств с использованием средств компьютерного проектирования</p> <p><b>(Конструирование и технология электронных средств)</b></p>	<p>З-2 - Объяснять принципы построения и функционирования аналоговых и цифровых устройств и какие преобразования сигналов в них происходят</p> <p>У-1 - Выбирать электронные компоненты и материалы с учётом особенностей работы электронного устройства</p>
	<p>ПК-3 - Способен спроектировать и исследовать электронные средства и системы</p> <p><b>(Радиотехника)</b></p>	<p>З-6 - Характеризовать модели дискретных и цифровых сигналов, базовые основы цифровой обработки сигналов, методы анализа линейных дискретных систем, методы синтеза цифровых фильтров</p> <p>З-7 - Привести примеры программирования операций цифровой обработки сигналов в стандартных пакетах прикладных программ и способов учета эффектов квантования и округления</p> <p>З-8 - Описывать связь между характеристиками аналоговых и цифровых сигналов, аналоговых и цифровых устройств</p> <p>У-6 - Применять алгоритмы быстрого преобразования Фурье для реализации цифровых устройств</p> <p>У-7 - Оценивать влияние дискретизации и квантования сигналов на характеристики цифровых устройств</p>

		<p>П-7 - Разрабатывать модели спектрального представления дискретных сигналов</p> <p>П-8 - Выполнять синтез аналоговых и цифровых устройств в соответствии с техническим заданием</p> <p>П-9 - Осуществлять обоснованный выбор методов программирования операций цифровой обработки сигналов в стандартных пакетах прикладных программ</p>
	<p>ПК-3 - Способен спроектировать и исследовать электронные средства и системы</p> <p><b>(Радиотехника)</b></p>	<p>З-6 - Характеризовать модели дискретных и цифровых сигналов, базовые основы цифровой обработки сигналов, методы анализа линейных дискретных систем, методы синтеза цифровых фильтров</p> <p>З-7 - Привести примеры программирования операций цифровой обработки сигналов в стандартных пакетах прикладных программ и способов учета эффектов квантования и округления</p> <p>З-8 - Описывать связь между характеристиками аналоговых и цифровых сигналов, аналоговых и цифровых устройств</p> <p>У-6 - Применять алгоритмы быстрого преобразования Фурье для реализации цифровых устройств</p> <p>У-7 - Оценивать влияние дискретизации и квантования сигналов на характеристики цифровых устройств</p> <p>П-7 - Разрабатывать модели спектрального представления дискретных сигналов</p> <p>П-8 - Выполнять синтез аналоговых и цифровых устройств в соответствии с техническим заданием</p> <p>П-9 - Осуществлять обоснованный выбор методов программирования операций цифровой обработки сигналов в стандартных пакетах прикладных программ</p>
	<p>ПК-3 - Способен спроектировать и исследовать электронные средства и системы</p> <p><b>(Радиотехника)</b></p>	<p>З-6 - Характеризовать модели дискретных и цифровых сигналов, базовые основы цифровой обработки сигналов, методы анализа линейных дискретных систем, методы синтеза цифровых фильтров</p>

		<p>З-7 - Привести примеры программирования операций цифровой обработки сигналов в стандартных пакетах прикладных программ и способов учета эффектов квантования и округления</p> <p>З-8 - Описывать связь между характеристиками аналоговых и цифровых сигналов, аналоговых и цифровых устройств</p> <p>У-6 - Применять алгоритмы быстрого преобразования Фурье для реализации цифровых устройств</p> <p>У-7 - Оценивать влияние дискретизации и квантования сигналов на характеристики цифровых устройств</p> <p>П-7 - Разрабатывать модели спектрального представления дискретных сигналов</p> <p>П-8 - Выполнять синтез аналоговых и цифровых устройств в соответствии с техническим заданием</p> <p>П-9 - Осуществлять обоснованный выбор методов программирования операций цифровой обработки сигналов в стандартных пакетах прикладных программ</p>
<p>Радиотехническая цепи и сигналы</p>	<p>ПК-2 - Способен разрабатывать электрические принципиальные схемы и печатные платы радиоэлектронных устройств с использованием средств компьютерного проектирования</p> <p><b>(Конструирование и технология электронных средств)</b></p>	<p>З-1 - Изложить основные виды компонентов электронной техники, их принципы работы, варианты применения и основные параметры</p> <p>З-2 - Объяснять принципы построения и функционирования аналоговых и цифровых устройств и какие преобразования сигналов в них происходят</p> <p>У-1 - Выбирать электронные компоненты и материалы с учётом особенностей работы электронного устройства</p> <p>У-2 - Анализировать принципиальные электрические схемы</p> <p>У-3 - Добавлять в разрабатываемые электрические схемы и печатные платы защиту от помех и нештатных условий эксплуатации</p> <p>П-1 - Выполнять анализ готовых известных технических решений и формировать набор</p>

		возможных способов реализации электронного устройства
ПК-3 - Способен спроектировать и исследовать электронные средства и системы <b>(Радиотехника)</b>	<p>З-6 - Характеризовать модели дискретных и цифровых сигналов, базовые основы цифровой обработки сигналов, методы анализа линейных дискретных систем, методы синтеза цифровых фильтров</p> <p>З-7 - Привести примеры программирования операций цифровой обработки сигналов в стандартных пакетах прикладных программ и способов учета эффектов квантования и округления</p> <p>У-6 - Применять алгоритмы быстрого преобразования Фурье для реализации цифровых устройств</p> <p>У-7 - Оценивать влияние дискретизации и квантования сигналов на характеристики цифровых устройств</p> <p>П-7 - Разрабатывать модели спектрального представления дискретных сигналов</p> <p>П-8 - Выполнять синтез аналоговых и цифровых устройств в соответствии с техническим заданием</p>	
ПК-3 - Способен спроектировать и исследовать электронные средства и системы <b>(Радиотехника)</b>	<p>З-6 - Характеризовать модели дискретных и цифровых сигналов, базовые основы цифровой обработки сигналов, методы анализа линейных дискретных систем, методы синтеза цифровых фильтров</p> <p>З-7 - Привести примеры программирования операций цифровой обработки сигналов в стандартных пакетах прикладных программ и способов учета эффектов квантования и округления</p> <p>У-6 - Применять алгоритмы быстрого преобразования Фурье для реализации цифровых устройств</p> <p>У-7 - Оценивать влияние дискретизации и квантования сигналов на характеристики цифровых устройств</p> <p>П-7 - Разрабатывать модели спектрального представления дискретных сигналов</p>	

		<p>П-8 - Выполнять синтез аналоговых и цифровых устройств в соответствии с техническим заданием</p>
	<p>ПК-3 - Способен спроектировать и исследовать электронные средства и системы <b>(Радиотехника)</b></p>	<p>З-6 - Характеризовать модели дискретных и цифровых сигналов, базовые основы цифровой обработки сигналов, методы анализа линейных дискретных систем, методы синтеза цифровых фильтров</p> <p>З-7 - Привести примеры программирования операций цифровой обработки сигналов в стандартных пакетах прикладных программ и способов учета эффектов квантования и округления</p> <p>У-6 - Применять алгоритмы быстрого преобразования Фурье для реализации цифровых устройств</p> <p>У-7 - Оценивать влияние дискретизации и квантования сигналов на характеристики цифровых устройств</p> <p>П-7 - Разрабатывать модели спектрального представления дискретных сигналов</p> <p>П-8 - Выполнять синтез аналоговых и цифровых устройств в соответствии с техническим заданием</p>
	<p>ПК-4 - Способен разработать и смоделировать принципиальные схемы аналоговых блоков радиотехнических систем <b>(Радиотехника)</b></p>	<p>З-9 - Соотнести формы сигналов и структуры типовых радиотехнических цепей, используемых для их формирования</p> <p>З-10 - Сделать обзор современных методов математического описания сигналов, цепей и их характеристик, анализа электрических цепей при гармонических и произвольных воздействиях</p> <p>З-11 - Изложить основные закономерности преобразования сигналов как носителей информации</p> <p>З-12 - Перечислить способы обеспечения помехоустойчивости при передаче, приеме и преобразовании сигналов</p> <p>З-13 - Описать устройство, принцип работы типовых электрических цепей</p> <p>У-3 - Анализировать принципиальные электрические схемы и их корректность</p>



		<p>У-11 - Определять оптимальные методы малосигнального анализа аналоговых схем</p> <p>У-12 - Оценивать функциональные, статические, динамические, временные, частотные характеристики аналоговых блоков методом компьютерного моделирования</p> <p>У-13 - Определять оптимальные математические методы анализа детерминированных и случайных сигналов, их преобразования в радиотехнических цепях, синтеза цепей, основных нелинейных радиотехнических преобразований, статистического описания сигналов и помех, используемого при разработке оптимальных алгоритмов обработки сигналов как носителей информации</p> <p>П-9 - Осуществлять обоснованный выбор программных средств автоматизации проектирования, топологического проектирования и моделирования с учетом специфики поставленной задачи</p> <p>П-11 - Выполнять электрическую и физическую верификацию функциональных, статических, динамических, временных, частотных характеристик аналогового блока, всей аналоговой подсистемы в целом и их топологий с применением средств автоматизации</p> <p>П-12 - Сделать вывод о соответствии характеристик блока радиотехнической системы требованиям технического задания</p> <p>П-13 - Осуществлять временной анализ, анализ по постоянному и переменному току, анализ шумов, анализ в температурном диапазоне, спектральный анализ аналогового блока с учетом рассчитанных задержек на основе компьютерного моделирования средствами системы автоматизированного проектирования</p>
	<p>ПК-4 - Способен разработать и смоделировать принципиальные схемы аналоговых блоков</p>	<p>З-9 - Соотнести формы сигналов и структуры типовых радиотехнических цепей, используемых для их формирования</p>

	<p>радиотехнических систем</p> <p>(Радиотехника)</p>	<p>З-10 - Сделать обзор современных методов математического описания сигналов, цепей и их характеристик, анализа электрических цепей при гармонических и произвольных воздействиях</p> <p>З-11 - Изложить основные закономерности преобразования сигналов как носителей информации</p> <p>З-12 - Перечислить способы обеспечения помехоустойчивости при передаче, приеме и преобразовании сигналов</p> <p>З-13 - Описать устройство, принцип работы типовых электрических цепей</p> <p>У-3 - Анализировать принципиальные электрические схемы и их корректность</p> <p>У-11 - Определять оптимальные методы малосигнального анализа аналоговых схем</p> <p>У-12 - Оценивать функциональные, статические, динамические, временные, частотные характеристики аналоговых блоков методом компьютерного моделирования</p> <p>У-13 - Определять оптимальные математические методы анализа детерминированных и случайных сигналов, их преобразования в радиотехнических цепях, синтеза цепей, основных нелинейных радиотехнических преобразований, статистического описания сигналов и помех, используемого при разработке оптимальных алгоритмов обработки сигналов как носителей информации</p> <p>П-9 - Осуществлять обоснованный выбор программных средств автоматизации проектирования, топологического проектирования и моделирования с учетом специфики поставленной задачи</p> <p>П-11 - Выполнять электрическую и физическую верификацию функциональных, статических, динамических, временных, частотных характеристик аналогового блока, всей аналоговой подсистемы в целом и их</p>
--	--	---

		<p>топологий с применением средств автоматизации</p> <p>П-12 - Сделать вывод о соответствии характеристик блока радиотехнической системы требованиям технического задания</p> <p>П-13 - Осуществлять временной анализ, анализ по постоянному и переменному току, анализ шумов, анализ в температурном диапазоне, спектральный анализ аналогового блока с учетом рассчитанных задержек на основе компьютерного моделирования средствами системы автоматизированного проектирования</p>
	<p>ПК-4 - Способен разработать и смоделировать принципиальные схемы аналоговых блоков радиотехнических систем</p> <p><b>(Радиотехника)</b></p>	<p>З-9 - Соотнести формы сигналов и структуры типовых радиотехнических цепей, используемых для их формирования</p> <p>З-10 - Сделать обзор современных методов математического описания сигналов, цепей и их характеристик, анализа электрических цепей при гармонических и произвольных воздействиях</p> <p>З-11 - Изложить основные закономерности преобразования сигналов как носителей информации</p> <p>З-12 - Перечислить способы обеспечения помехоустойчивости при передаче, приеме и преобразовании сигналов</p> <p>З-13 - Описать устройство, принцип работы типовых электрических цепей</p> <p>У-3 - Анализировать принципиальные электрические схемы и их корректность</p> <p>У-11 - Определять оптимальные методы малосигнального анализа аналоговых схем</p> <p>У-12 - Оценивать функциональные, статические, динамические, временные, частотные характеристики аналоговых блоков методом компьютерного моделирования</p> <p>У-13 - Определять оптимальные математические методы анализа детерминированных и случайных сигналов, их преобразования в радиотехнических цепях, синтеза цепей, основных нелинейных радиотехнических преобразований,</p>

		<p>статистического описания сигналов и помех, используемого при разработке оптимальных алгоритмов обработки сигналов как носителей информации</p> <p>П-9 - Осуществлять обоснованный выбор программных средств автоматизации проектирования, топологического проектирования и моделирования с учетом специфики поставленной задачи</p> <p>П-11 - Выполнять электрическую и физическую верификацию функциональных, статических, динамических, временных, частотных характеристик аналогового блока, всей аналоговой подсистемы в целом и их топологий с применением средств автоматизации</p> <p>П-12 - Сделать вывод о соответствии характеристик блока радиотехнической системы требованиям технического задания</p> <p>П-13 - Осуществлять временной анализ, анализ по постоянному и переменному току, анализ шумов, анализ в температурном диапазоне, спектральный анализ аналогового блока с учетом рассчитанных задержек на основе компьютерного моделирования средствами системы автоматизированного проектирования</p>
--	--	---

### 1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной и заочной формах.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Основы теории цепей**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Доросинский Леонид Григорьевич	доктор технических наук, профессор	Профессор	Департамент радиоэлектроники и связи

**Рекомендовано учебно-методическим советом института Радиоэлектроники и информационных технологий - РТФ**

Протокол № 7 от 11.10.2021 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Доросинский Леонид Григорьевич, Профессор, Департамент радиоэлектроники и связи

## 1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- С применением электронного обучения на основе электронных учебных курсов, размещенных на LMS-платформах УрФУ
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
  - Базовый уровень

*\*Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

*Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.*

## 1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Введение. Основные понятия и законы теории электрических цепей	<p>Задачи и программа курса «Основы теории цепей», его роль и место в формировании специалиста по информационным системам и технологиям. Рекомендации по изучению курса. Литература. Краткие сведения из истории развития теории электрических цепей. Средства машинного моделирования, анализа и синтеза радиоэлектронных схем. Основные понятия теории цепей</p> <p>(электрический ток, напряжение, э.д.с., мощность и энергия, схема электрической цепи). Связь между током и напряжением в идеализированных элементах электрических цепей. Схемы замещения активных и пассивных реальных элементов электрических цепей.</p> <p>Дуальные элементы и цепи. Законы Ома и Кирхгофа. Уравнения электрического равновесия цепи.</p> <p>Электрическая схема и ее топологические элементы. Понятие о топологических графах и матрицах электрических цепей. Понятие о трехфазных электрических цепях.</p>
P2	Методы анализа электрических цепей при постоянном токе и гармонических воздействиях	<p>Цепи постоянного тока. Основные методы расчета электрических цепей. Метод контурных токов. Метод узловых напряжений. Метод наложения. Основные теоремы и свойства линейных цепей. Теорема об эквивалентном источнике. Гармонические колебания. Дифференциальное уравнение цепи</p>

		<p>при гармоническом воздействии. Представление гармонических функций в комплексной форме. Метод комплексных амплитуд.</p> <p>Комплексная схема замещения цепи. Законы Ома и Кирхгофа в комплексной форме. Векторные диаграммы токов и напряжений. Общая схема применения метода комплексных амплитуд. Энергетические процессы в простейших цепях при гармоническом воздействии.</p> <p>Баланс мощностей. Коэффициент мощности.</p> <p>Согласование источника энергии с нагрузкой. Эквивалентные преобразования электрических цепей.</p>
<b>P3</b>	Индуктивно связанные цепи	<p>Особенности анализа индуктивно-связанных цепей. Магнитные потоки самоиндукции, взаимной индукции и рассеяния. Согласное и встречное включение индуктивностей. Понятие об одноимённых зажимах. Взаимная индуктивность. Коэффициент связи между индуктивными катушками. Индуктивно-связанные цепи под гармоническим воздействием. Эквивалентные преобразования участков цепей со связанными индуктивностями. Линейный трансформатор.</p>
<b>P4</b>	Частотные характеристики электрических цепей. Резонансные цепи	<p>Понятие о комплексных частотных характеристиках (КЧХ) линейных цепей. Амплитудно-частотная, фазочастотная и амплитудно-фазовая характеристики. Входные и передаточные комплексные частотные характеристики цепей. Частотные характеристики простейших RC и RL цепей.</p> <p>Резонансные явления в электрических цепях. Последовательный колебательный контур. Резонансная частота. Добротность. Энергетические соотношения при резонансе. Входные и передаточные КЧХ контура.</p> <p>Полоса пропускания. Влияние нагрузки и внутреннего сопротивления источника на избирательные свойства контура. Параллельный колебательный контур.</p> <p>Соотношения между токами при резонансе. Неполное включение индуктивности и емкости в параллельном колебательном контуре. Понятие о связанных колебательных контурах.</p>
<b>P5</b>	Классический метод анализа переходных процессов	<p>Возникновение переходных процессов. Законы непрерывности потокосцепления и заряда. Законы коммутации и начальные условия. Классический метод анализа переходных процессов. Общая схема применения метода. Переходные процессы в цепях первого и второго порядка.</p>
<b>P6</b>	Анализ линейных цепей при произвольных детерминированных воздействиях	<p>Операторный метод анализа переходных процессов. Прямое и обратное преобразования Лапласа. Теорема разложения. Законы Ома и Кирхгофа в операторной форме. Операторные схемы замещения идеализированных двухполюсных элементов. Общая схема применения операторного метода. Операторные характеристики линейных цепей. Переходная и импульсная характеристики линейной цепи. Связь между операторными, частотными и временными характеристиками.</p>

		<p>Определение реакции цепи на произвольное внешнее воздействие по её переходной и импульсной характеристиках.</p>
<b>P7</b>	<p>Основы теории четырехполюсников. Линейный усилитель сигналов</p>	<p>Понятие о многополюсниках и четырехполюсниках. Классификация проходных четырехполюсников.</p> <p>Основные уравнения и первичные параметры линейных неавтономных проходных четырехполюсников. Методы определения первичных параметров неавтономных проходных четырехполюсников. Входное сопротивление четырехполюсников. Комплексные частотные характеристики и характеристические параметры неавтономных четырехполюсников. Соединения четырехполюсников. Понятие о линейном усилителе сигналов.</p>
<b>P8</b>	<p>Электрические фильтры</p>	<p>Классификация фильтров. Аппроксимация амплитудно-частотной характеристики фильтра нижних частот функциями Баттерворта и полиномами Чебышева.</p> <p>Нормирование частоты. Реализация фильтров. Синтез фильтров верхних частот и полосовых фильтров.</p>
<b>P9</b>	<p>Преобразование сигналов в нелинейных цепях. Генерирование гармонических колебаний</p>	<p>Нелинейные резистивные и реактивные элементы. Задача анализа нелинейных резистивных цепей. Понятие о параметрических цепях. Аппроксимация характеристик нелинейных безинерционных элементов. Нелинейные резистивные элементы при гармоническом внешнем воздействии в режиме малого и большого сигнала.</p> <p>Бигармоническое воздействие на безинерционный нелинейный элемент. Типовое радиотехническое звено. Основные виды нелинейных преобразований сигналов. Нелинейное резонансное усиление и умножение частоты. Преобразование частоты сигнала. Принципы осуществления модуляции и детектирования.</p> <p>Обратная связь в электрических цепях. Критерии устойчивости систем с обратной связью. Генерирование гармонических колебаний. Механизм возникновения колебаний в LC-автогенераторе. Баланс амплитуд и баланс фаз. Устойчивость стационарного режима. Мягкое и жесткое самовозбуждение. RC-автогенераторы.</p>
<b>P10</b>	<p>Цепи с распределенными параметрами</p>	<p>Понятия о цепях с распределенными параметрами. Дифференциальные уравнения длинной линии. Общее решение дифференциального уравнения длинной линии. Однородная длинная линия при гармоническом внешнем воздействии. Волновые параметры линии. Коэффициент отражения линии. Режим бегущих волн. Режим стоячих волн. Режим смешанных волн. Входное сопротивление отрезка однородной длинной линии.</p>
<b>P11</b>	<p>Элементы синтеза электрических цепей</p>	<p>Частотные характеристики реактивных двухполюсников, их свойства, условия физической реализуемости. Синтез двухполюсников каноническими схемами Фостера и Кауэра. Общие представления о синтезе четырехполюсников.</p>



Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	дистанционное образование учебно-исследовательская, научно-исследовательская	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности Технология самостоятельной работы	ПК-2 - Способен разрабатывать электрические принципиальные схемы и печатные платы радиоэлектронных устройств с использованием средств компьютерного проектирования	З-1 - Изложить основные виды компонентов электронной техники, их принципы работы, варианты применения и основные параметры З-2 - Объяснять принципы построения и функционирования аналоговых и цифровых устройств и какие преобразования сигналов в них происходят У-2 - Анализировать принципиальные электрические схемы

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Основы теории цепей

#### Электронные ресурсы (издания)

1. , Осадченко, В. Х., Волкова, Я. Ю., Кандрина, Ю. А.; Резонансные свойства RLC-цепей : учебное пособие для студентов, обучающихся по программе бакалавриата по направлениям подготовки 011800 "Радиофизика", 222900 "Нанотехнология", 221700 "Стандартизация и метрология", 222000 "Инноватика".; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2013; <http://hdl.handle.net/10995/45632> (Электронное издание)

2. Фриск, , В. В.; Основы теории цепей : лабораторный практикум на персональном компьютере.; СОЛОН-Пресс, Москва; 2016; <http://www.iprbookshop.ru/90246.html> (Электронное издание)

3. Фриск, , В. В.; Основы теории цепей. Использование пакета Microwave Office для моделирования электрических цепей на персональном компьютере; СОЛОН-Пресс, Москва; 2016;

<http://www.iprbookshop.ru/90379.html> (Электронное издание)

4. Останков, А. В.; Задачник по дисциплине «Основы теории цепей» : учебное пособие.; Воронежский государственный технический университет, ЭБС АСВ, Воронеж; 2019; <http://www.iprbookshop.ru/100438.html> (Электронное издание)

5. ; Основы теории цепей: Практический курс : учебное пособие.; Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск; 2011; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=135596> (Электронное издание)

### **Печатные издания**

1. Атабеков, Г. И.; Основы теории цепей : [учеб. для вузов]; Энергия, Москва; 1969 (45 экз.)

2. Коровкин, Н. В., Селина, Е. Е., Чечурин, В. Л.; Теоретические основы электротехники. Сборник задач : учеб. пособие для студентов вузов по направлениям подгот. бакалавров, магистров и дипломированных специалистов "Электроэнергетика" и "Электротехника, электромеханика и электротехнологии".; Питер, Москва ; Санкт-Петербург ; Нижний Новгород [и др.]; 2006 (134 экз.)

3. Попов, В. П.; Основы теории цепей : учебник для студентов вузов.; Высшая школа, Москва; 2000 (74 экз.)

### **Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы**

1) Зональная научная библиотека УрФУ <http://lib.urfu.ru>

2) Научная электронная библиотека Elibrary.ru <https://www.elibrary.ru/>

3) Электронная библиотечная сеть "Лань" <http://e.lanbook.com/>

4) Электронный учебный курс "Основы теории цепей". [https://learn.urfu.ru/subject/index/card/subject\\_id/2585](https://learn.urfu.ru/subject/index/card/subject_id/2585)

### **Материалы для лиц с ОВЗ**

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

### **Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

1) Государственная публичная научно-техническая библиотека <http://www.gpntb.ru>

2) Список библиотек, доступных в Интернет и входящих в проект «Либнет» <http://www.valley.ru/nicr/listrum.htm>

3) Российская национальная библиотека <http://www.rsl.ru>

4) Публичная электронная библиотека <http://www.gpntb.ru>

## **3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Основы теории цепей**

**Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением**

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	Лекции	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p>	Не требуется
2	Лабораторные занятия	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc</p> <p>Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p>
3	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc</p> <p>Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p>

4	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	<b>Не требуется</b>
5	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	<b>Не требуется</b>

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Радиотехнические цепи и сигналы**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Зраенко Сергей Михайлович	кандидат технических наук, доцент	Доцент	Департамент радиоэлектроники и связи

**Рекомендовано учебно-методическим советом института Радиоэлектроники и информационных технологий - РТФ**

Протокол № 7 от 11.10.2021 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Зраенко Сергей Михайлович, Доцент, Департамент радиоэлектроники и связи

## 1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
  - Базовый уровень

*\*Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

*Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.*

## 1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Введение. Элементы теории сигналов. Классический спектральный анализ	Роль и место дисциплины «Радиотехнические цепи и сигналы» в подготовке радиоинженеров. Цели и задачи дисциплины. Рекомендации в изучении курса. Библиография. Классификация сигналов. Модели сигналов. Корреляционные характеристики детерминированных сигналов. Код Баркера. Элементы обобщенной спектральной теории сигналов. Обобщенный ряд Фурье. Примеры ортонормированных систем базисных функций. Спектральный анализ периодических сигналов. Ряд Фурье. Распределение мощности в спектре периодического колебания. Спектральный анализ непериодических колебаний. Интеграл Фурье. Распределение мощности в спектре непериодического колебания. Основные свойства преобразования Фурье (теоремы о спектрах). Примеры вычисления спектров некоторых распространенных колебаний. Связь между спектрами одиночного импульса и периодической последовательности импульсов. Энергетический спектр. Связь автокорреляционной функции и энергетического спектра.
P2	Модулированные колебания	Общие определения. Колебания с амплитудной модуляцией. Векторной представление АМ-колебаний. Мощность АМ-колебаний. Спектр АМК при однотоновой модуляции, при модуляции периодическим сигналом, финитным сигналом. Угловая модуляция гармонических колебаний. Частотная

		модуляция. Фазовая модуляция. Спектр колебаний с угловой гармонической модуляцией.
<b>Р3</b>	Сигналы с ограниченным спектром	Математические модели сигналов с ограниченным спектром. Теорема В.А. Котельникова. Дискретизация непрерывного сигнала. Узкополосные сигналы. Комплексная огибающая. Аналитический сигнал. Преобразование Гильберта.  Свойства аналитического сигнала и комплексной огибающей. Автокорреляционная функция модулированного колебания.
<b>Р4</b>	Безынерционные нелинейные элементы в радиотехнических цепях	Резистивные и энергоемкие нелинейные элементы, и их параметры. Безынерционные нелинейные преобразования. Аппроксимация характеристик нелинейных элементов.  Нелинейные резистивные элементы при гармоническом внешнем воздействии. Понятие о режимах малого и большого сигнала. Бигармоническое воздействие на безынерционный нелинейный элемент. Нелинейное резонансное усиление.  Использование нелинейных элементов в качестве параметрических.
<b>Р5</b>	Преобразование детерминированных сигналов в нелинейных цепях	Линейная фильтрация нелинейно преобразованных колебаний. Основные виды нелинейных радиотехнических преобразований сигналов. Типовое радиотехническое звено.  Нелинейное резонансное усиление. Колебательная характеристика. Умножение частоты, амплитудное резонансное ограничение. Получение АМ-колебаний. Преобразование частоты. Диодная цепь с фильтрацией постоянного тока. Детектирование АМ-колебаний. Диодный детектор АМК. Входное сопротивление детектора.  Детектирование ЧМ-колебаний. Детектирование ФМ-колебаний.
<b>Р6</b>	Активные цепи с обратной связью и автоколебательные системы	Линейные динамические системы. Понятие обратной связи. Передаточная функция линейной системы с обратной связью. Собственные колебания динамических систем. Критерии устойчивости. Операционный усилитель. Принципы построения активных RC-цепей. Применение ОУ для построения фильтров, получения управляемых источников и имитации индуктивностей. Автогенераторы гармонических колебаний. Баланс амплитуд, баланс фаз. Механизм возникновения колебаний в LC-автогенераторе. Дифференциальное уравнение. Условия самовозбуждения. Стационарный режим автогенератора. Квазилинейная теория. Мягкое и жесткое самовозбуждение. Примеры схем автогенераторов.
<b>Р7</b>	Прохождение детерминированных колебаний через линейные цепи с постоянными параметрами	Методы анализа прохождения сигналов через линейные цепи. Передача управляющих сигналов через апериодические цепи. Примеры: прохождение прямоугольных импульсов, дифференцирование и интегрирование сигналов.  Особенности анализа прохождения радиосигналов через избирательные цепи. Метод низкочастотного эквивалента. Метод наложения для комплексной огибающей.

		<p>Прохождение АМК через избирательную систему.          Прохождение ЧМК через избирательную систему. Метод мгновенной частоты. Приближенный спектральный метод.</p>
<b>P8</b>	Основы теории случайных процессов	<p>Случайный процесс как полезный сигнал и как помеха.          Способы описания и характеристики случайных процессов. Одномерный и многомерный законы распределения.          Характеристическая функция. Моментные функции. Автокорреляционная функция случайного процесса и ее свойства. Стационарные случайные процессы. Среднее по ансамблю и среднее по времени. Эргодическое свойство. Энергетический спектр случайного процесса.          Процесс с нормальным законом распределения. Белый шум как модель случайных колебаний. Характеристики собственных шумов в радиоэлектронных цепях.          Узкополосные случайные процессы. Огибающая и фаза узкополосного случайного процесса. Автокорреляционная функция узкополосного процесса. Сумма флуктуационного и гармонического колебаний. Огибающая и фаза результирующего процесса.</p>
<b>P9</b>	Прохождение случайных колебаний через линейные и нелинейные цепи	<p>Воздействие случайного процесса на линейную цепь.          Энергетический спектр и автокорреляционная функция отклика. Воздействие белого шума на цепи первого и второго порядка. Нормализация случайного процесса в узкополосной цепи. Дифференцирование и интегрирование случайных процессов.          Воздействие случайных колебаний на нелинейные цепи. Преобразование закона распределения и энергетического спектра случайного процесса в безынерционной нелинейной цепи. Воздействие нормального узкополосного шума на амплитудный детектор. Совместное воздействие гармонического сигнала и нормального шума на амплитудный детектор.</p>
<b>P10</b>	Принципы оптимальной линейной фильтрации	<p>Понятие об оптимальном выделении сигнала известной формы из аддитивной смеси сигнала и стационарного нормального шума. Фильтр, максимизирующий отношение сигнал/помеха (согласованный фильтр) при белом шуме. Передаточная функция и импульсная характеристика согласованного фильтра. Отношение сигнал/помеха на выходе согласованного фильтра. Реализация согласованных фильтров для наиболее распространенных импульсных сигналов.</p>

### 1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной	Вид воспитательной	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
----------------------------	--------------------	--	-------------	---------------------



деятельности	деятельности			
Профессиональное воспитание	<p>учебно-исследовательская, научно-исследовательская</p> <p>профориентационная деятельность</p> <p>целенаправленная работа с информацией для использования в практических целях</p>	<p>Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности</p>	<p>ПК-3 - Способен спроектировать и исследовать электронные средства и системы</p>	<p>П-7 - Разрабатывать модели спектрального представления дискретных сигналов</p> <p>П-8 - Выполнять синтез аналоговых и цифровых устройств в соответствии с техническим заданием</p>
			<p>ПК-4 - Способен разработать и смоделировать принципиальные схемы аналоговых блоков радиотехнических систем</p>	<p>З-10 - Сделать обзор современных методов математического описания сигналов, цепей и их характеристик, анализа электрических цепей при гармонических и произвольных воздействиях</p> <p>У-13 - Определять оптимальные математические методы анализа детерминированных и случайных сигналов, их преобразования в радиотехнических цепях, синтеза цепей, основных нелинейных радиотехнических преобразований, статистического описания сигналов и помех, используемого</p>

				при разработке оптимальных алгоритмов обработки сигналов как носителей информации
--	--	--	--	---

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Радиотехнические цепи и сигналы

#### Электронные ресурсы (издания)

1. Федосов, В. П.; Радиотехнические цепи и сигналы : учебное пособие.; Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, Таганрог; 2017; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=499606> (Электронное издание)

#### Печатные издания

1. Гоноровский, И. С.; Радиотехнические цепи и сигналы : учеб. для радиотехн. специальностей вузов.; Радио и связь, Москва; 1986 (39 экз.)

2. Баскаков, С. И.; Радиотехнические цепи и сигналы : Учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности "Радиотехника".; Высшая школа, Москва; 2003 (27 экз.)

3. Баскаков, С. И.; Радиотехнические цепи и сигналы: Руководство к решению задач : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности "Радиотехника".; Высшая школа, Москва; 2002 (49 экз.)

### Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

1. ACM Digital Library Association for Computing Machinery (Режим доступа: из корпоративной сети УрФУ; удаленный доступ через систему EZproху)

2. Applied Science & Technology Source EBSCO publishing (Режим доступа: из корпоративной сети УрФУ; удаленный доступ через систему EZproху)

3. eLibrary ООО Научная электронная библиотека (Режим доступа: свободный)

4. IEEE Xplore Institute of Electric and Electronic Engineers (IEEE) (Режим доступа: из корпоративной сети УрФУ; удаленный доступ через систему EZproху)

5. INSPEC EBSCO publishing (Режим доступа: из корпоративной сети УрФУ; удаленный доступ через систему EZproху)

6. Institute of Physics (IOP) (Режим доступа: из корпоративной сети УрФУ; удаленный доступ через систему EZproху)

7. SpringerLink Springer Nature (Режим доступа: из корпоративной сети УрФУ; удаленный доступ через систему EZproху)

8. Web of Science Core Collection - Web of Science (Режим доступа: из корпоративной сети УрФУ; удаленный доступ через систему EZproху)

## Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

### Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. <https://digital.gov.ru/ru/documents/> -- Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации
2. <https://standartgost.ru/> -- ГОСТы и стандарты РФ
3. <https://docs.cntd.ru/> -- Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов

## 3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Радиотехнические цепи и сигналы

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
2	Лабораторные занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Персональные компьютеры по количеству обучающихся Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Matlab+Simulink

		санитарными правилами и нормами	
3	Самостоятельная работа студентов	Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя	<b>Не требуется</b>

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Основы цифровой обработки сигналов**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Коберниченко Виктор Григорьевич	к.т.н., доцент	профессор	департамент радиоэлектроники исвязи

**Рекомендовано учебно-методическим советом института Радиоэлектроники и информационных технологий - РТФ**

Протокол № 7 от 11.10.2021 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- **Коберниченко Виктор Григорьевич, профессор, департамент радиоэлектроники и связи**

## 1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Смешанная модель обучения с использованием онлайн-курса УрФУ;
- Исключительно электронного обучения с использованием внутреннего онлайн-курса УрФУ;
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
  - Базовый уровень

*\*Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

*Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.*

## 1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1.	Введение	Аналоговые, дискретные и цифровые сигналы. Аналоговые, дискретные и цифровые фильтры. Структура и построение курса.
P2	Модели и преобразования дискретных и цифровых сигналов	Математические модели дискретного сигнала. Модулированная импульсная последовательность. Спектр дискретного сигнала. Эффект наложения. Теорема отсчетов. Дискретное по времени преобразование Фурье. Дискретное преобразование Фурье (ДПФ). Свойства ДПФ. Применение ДПФ для вычисления дискретной свертки. Алгоритмы быстрого преобразования Фурье (БПФ). Основы теории z-преобразования. Свойства z-преобразования. Взаимосвязь между ДПФ и z-преобразованием.
P 3	Дискретные и цифровые фильтры	Линейные цифровые фильтры и их характеристики. Системная функция и комплексная частотная характеристика цифрового фильтра (ЦФ). ЦФ с конечной импульсной характеристикой (КИХ) и бесконечной импульсной характеристикой (БИХ). Функциональные схемы ЦФ. Прямая, каноническая и каскадная формы реализации ЦФ. Реализация линейных

		цифровых фильтров в частотной области с использованием алгоритмов БПФ.  Проектирование ЦФ. Основные этапы. Методы синтеза ЦФ с КИХ. Метод взвешивания. Методы синтеза ЦФ с БИХ. Метод инвариантности импульсной характеристики. Метод билинейного преобразования.
<b>Р 4</b>	Эффекты квантования и округления в цифровых фильтрах	Модели процесса квантования. Детерминированные и вероятностные оценки ошибок квантования. Учет квантования сигналов в структурных схемах ЦФ. Шум квантования. Обобщенная линейная модель ЦФ. Эффекты округления результатов арифметических операций. Квантование коэффициентов в фильтрах с КИХ. Квантование коэффициентов в рекурсивных фильтрах.
<b>Р 5</b>	Базовые алгоритмы цифровой обработки сигналов в радиотехнических и телекоммуникационных системах	Цифровой спектральный анализ.  Изменение частоты дискретизации в линейных цифровых фильтрах. Цифровые модуляторы и демодуляторы. Цифровые преобразователи Гильберта.

### 1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	дистанционное образование  учебно-исследовательская, научно-исследовательская  целенаправленная работа с информацией для использования в практических целях	Технология образования в сотрудничестве  Технология позиционного образования  Технология самостоятельной работы	ПК-2 - Способен разрабатывать электрические принципиальные схемы и печатные платы радиоэлектронных устройств с использованием средств компьютерного проектирования	З-2 - Объяснять принципы построения и функционирования аналоговых и цифровых устройств и какие преобразования сигналов в них происходят  У-1 - Выбирать электронные компоненты и материалы с учётом особенностей работы электронного устройства
			ПК-3 - Способен спроектировать и исследовать электронные	З-6 - Характеризовать модели дискретных и

			средства и системы	цифровых сигналов, базовые основы цифровой обработки сигналов, методы анализа линейных дискретных систем, методы синтеза цифровых фильтров  У-6 - Применять алгоритмы быстрого преобразования Фурье для реализации цифровых устройств  П-8 - Выполнять синтез аналоговых и цифровых устройств в соответствии с техническим заданием
--	--	--	--------------------	---

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## **2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Основы цифровой обработки сигналов**

#### **Электронные ресурсы (издания)**

1. Оппенгейм, А., А., Боев, С. Ф.; Цифровая обработка сигналов; Техносфера, Москва; 2012; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=233730> (Электронное издание)
2. Хафизов, Д. Г.; Цифровая обработка сигналов : лабораторный практикум. 1. ; ПГТУ, Йошкар-Ола; 2018; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=494308> (Электронное издание)

#### **Печатные издания**

1. Сергиенко, А. Б.; Цифровая обработка сигналов : Учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подгот. дипломир. специалистов "Информатика и вычисл. техника".; Питер, Москва; СПб.; Н. Новгород и др.; 2003 (47 экз.)
2. Гадзиковский, В. И.; Цифровая обработка сигналов : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки 210400-Радиотехника.; Солон-Пресс, Москва; 2013 (50 экз.)

### **Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы**



1. ЭБС "Лань" <http://e.lanbook.com/>
2. Онлайн-курс "Основы цифровой обработки сигналов". <https://openedu.ru/course/urfu/SIGPROC/>.
3. Коберниченко В. Г. Основы цифровой обработки сигналов: учебное пособие/В.Г. Коберниченко; М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, Урал. Федер. Ун-т. – Екатеринбург: Изд-во Урал. Ун-та, 2018, -150 с. <https://elar.urfu.ru/handle/10995/65261>  
[https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/65261/1/978-5-7996-2464-4\\_2018.pdf](https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/65261/1/978-5-7996-2464-4_2018.pdf)
4. Коберниченко В. Г. Расчет и проектирование цифровых фильтров : учебно-методическое пособие / В. Г. Коберниченко ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина. — Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2013. — 64 с. — ISBN 978-5-7996-0825-5. <http://hdl.handle.net/10995/4698>
5. Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ. ЭОР УрФУ №11002. Основы цифровой обработки сигналов. Электронный учебно-методический комплекс. Авторы: Коберниченко В.Г., Сосновский А.В. 2014. <https://study.urfu.ru/Aid/ViewFiles/11002>

### **Материалы для лиц с ОВЗ**

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

### **Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

1. Портал "Теория и практика цифровой обработки сигналов". <http://www.dsplib.ru/>

## **3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Основы цифровой обработки сигналов**

#### **Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением**

Таблица 3.1

<b>№ п/п</b>	<b>Виды занятий</b>	<b>Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>	<b>Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа</b>
1	Лабораторные занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов  Рабочее место преподавателя  Доска аудиторная  Периферийное устройство  Персональные компьютеры по количеству обучающихся	Matlab+Simulink  Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES

2	Лекции	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p>	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
3	Самостоятельная работа студентов	<p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Matlab+Simulink
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p>	<b>Не требуется</b>