

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

<b>Код модуля</b>	<b>Модуль</b>
1155789	Электроника и схемотехника

Екатеринбург

<b>Перечень сведений о рабочей программе модуля</b>	<b>Учетные данные</b>
<b>Образовательная программа</b> 1. Радиотехника 2. Инфокоммуникационные технологии и системы связи 3. Конструирование и технология электронных средств	<b>Код ОП</b> 1. 11.03.01/33.01 2. 11.03.02/33.01 3. 11.03.03/33.01
<b>Направление подготовки</b> 1. Радиотехника; 2. Инфокоммуникационные технологии и системы связи; 3. Конструирование и технология электронных средств	<b>Код направления и уровня подготовки</b> 1. 11.03.01; 2. 11.03.02; 3. 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	Мительман Юрий Евгеньевич	кандидат технических наук, доцент	Доцент	радиоэлектроники и телекоммуникаций

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

# 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Электроника и схемотехника

## 1.1. Аннотация содержания модуля

В модуле рассматриваются основные вопросы в области организации и проектирования современных радиотехнических устройств и построение различных типов цифровых электронных узлов; разработка и схемотехническое проектирование аналоговых электронных устройств, построение на их основе устройств аналоговой обработки сигналов; элементная база, принципы построения, основные характеристики и параметры радиоэлектронных устройств. В модуль входят дисциплины: Электроника, Схемотехника электронных устройств, Цифровые устройства и микропроцессоры, Электропреобразовательные устройства радиоэлектронных средств.

## 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	Электроника	4
2	Схемотехника электронных устройств	6
3	Цифровые устройства и микроконтроллеры	3
4	Электропреобразовательные устройства радиоэлектронных средств	3
ИТОГО по модулю:		16

## 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
Схемотехника электронных	ОПК-2 - Способен формализовывать и	3-1 - Привести примеры использования методов моделирования и математического

устройств	<p>решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, используя методы моделирования и математического анализа</p>	<p>анализа в решении задач, относящихся к профессиональной деятельности</p> <p>У-1 - Обоснованно выбрать возможные методы моделирования и математического анализа для предложенных задач профессиональной деятельности</p> <p>П-1 - Решать поставленные задачи, относящиеся к области профессиональной деятельности, используя освоенные за время обучения пакеты прикладных программ для моделирования и математического анализа</p> <p>Д-1 - Способность к самообразованию, к самостоятельному освоению новых методов математического анализа и моделирования</p>
	<p>ПК-1 - Способен осуществить модернизацию и техническое сопровождение разработки узлов радиоэлектронных систем</p> <p><b>(Радиотехника)</b></p>	<p>З-6 - Изложить технические требования, предъявляемые к проектируемым функциональным узлам радиоэлектронных систем и радиоэлектронным системам в целом</p> <p>З-7 - Изложить основные принципы схемотехники и электроники функциональных узлов радиоэлектронных систем</p> <p>З-8 - Изложить основные принципы функционирования, методы макетирования, технологии изготовления электронных средств и функциональных узлов радиоэлектронных систем</p> <p>У-6 - Использовать типовые технические решения функциональных узлов и блоков радиоэлектронных систем для разработки радиоэлектронных систем</p> <p>У-7 - Определять рабочие режимы узлов радиоэлектронных систем</p> <p>У-8 - Оценивать характеристики электрических цепей для разработки функциональных узлов радиоэлектронных систем</p> <p>П-2 - Выполнять в соответствии с заданием расчет электрических режимов и условий эксплуатации электронной компонентной базы, параметров и режимов работы функциональных узлов и блоков радиоэлектронных систем</p>

		<p>П-3 - Выполнять в соответствии с заданием расчет функциональных узлов и деталей радиоэлектронных систем по электрическим, геометрическим и технологическим параметрам</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-2 - Анализировать принципиальные электрические схемы</p> <p>П-1 - Выполнять анализ готовых известных технических решений и формировать набор возможных способов реализации электронного устройства</p> <p>П-2 - Выполнять разработку средствами сквозного проектирования электрических схем и печатных плат</p>	
<p>ПК-4 - Способен разработать и смоделировать принципиальные схемы аналоговых блоков радиотехнических систем</p> <p><b>(Радиотехника)</b></p>	<p>З-1 - Изложить теоретические основы полупроводниковой схемотехники и микросхемотехники, принципы построения и функционирования аналоговых устройств</p> <p>З-2 - Сделать обзор современных достижений в области аналоговой схемотехники, схемотехники импульсных схем, микросхемотехники, элементной базы аналоговых и цифровых интегральных схем</p> <p>З-3 - Описывать особенности проектирования схем по нанометровым технологическим нормам</p> <p>З-4 - Изложить основные принципы построения и функционирования электрических схем</p> <p>З-5 - Изложить методологию проектирования аналоговых устройств средствами автоматизированного проектирования, методы аналогового синтеза</p> <p>З-6 - Объяснять основные задачи этапа схемотехнического проектирования и связь этого этапа с другими этапами в общем маршруте проектирования</p> <p>З-7 - Сформулировать основы топологического проектирования</p>	

		<p>интегральных схем, особенности проектирования топологии аналоговых устройств, топологического проектирования аналоговых блоков интегральных схем</p> <p>З-13 - Описать устройство, принцип работы типовых электрических цепей</p> <p>У-1 - Определять оптимальные методы аналитического расчета характеристик аналоговых устройств</p> <p>У-2 - Анализировать известные технические решения в области разработки аналоговых устройств</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-7 - Оценивать необходимое быстродействие, распределение тепла, пределы потребляемой мощности, площади и другие специальные параметры блоков радиотехнических систем</p> <p>У-8 - Формулировать технические требования к блокам аналоговой подсистемы</p> <p>У-11 - Определять оптимальные методы малосигнального анализа аналоговых схем</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</p>
--	--	---

		<p>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-6 - Разрабатывать в соответствии с заданием рекомендации о коррекции топологических или схемотехнических представлений аналоговых устройств</p> <p>П-7 - Интегрировать схемотехнические решения аналоговых субблоков в состав систем</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-12 - Сделать вывод о соответствии характеристик блока радиотехнической системы требованиям технического задания</p>
<p>Цифровые устройства и микроконтроллеры</p>	<p>ОПК-2 - Способен формализовывать и решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, используя методы моделирования и математического анализа</p>	<p>З-2 - Перечислить и дать краткую характеристику освоенным за время обучения пакетам прикладных программ, используемых для моделирования при решении задач в области профессиональной деятельности</p> <p>У-1 - Обоснованно выбрать возможные методы моделирования и математического анализа для предложенных задач профессиональной деятельности</p> <p>У-2 - Выбирать пакеты прикладных программ для использования их в моделировании при решении поставленных задач в области профессиональной деятельности</p> <p>П-1 - Решать поставленные задачи, относящиеся к области профессиональной деятельности, используя освоенные за время</p>

		<p>обучения пакеты прикладных программ для моделирования и математического анализа</p> <p>Д-1 - Способность к самообразованию, к самостоятельному освоению новых методов математического анализа и моделирования</p>
	<p>ОПК-3 - Способен проводить исследования и изыскания для решения прикладных инженерных задач относящихся к профессиональной деятельности, включая проведение измерений, планирование и постановку экспериментов, интерпретацию полученных результатов</p>	<p>З-2 - Характеризовать возможности доступной исследовательской аппаратуры для реализации предложенных приемов и методов решения поставленных прикладных инженерных задач относящихся к профессиональной деятельности</p> <p>З-3 - Описать последовательность действий при обработке и интерпретации полученных результатов исследований и изысканий</p> <p>У-3 - Анализировать и объяснить полученные результаты исследований и изысканий</p> <p>П-1 - Подготовить и провести экспериментальные измерения, исследования и изыскания для решения поставленных прикладных задач, относящихся к профессиональной деятельности</p>
	<p>ОПК-4 - Способен разрабатывать элементы технических объектов, систем и технологических процессов с учетом экономических, экологических, социальных ограничений</p>	<p>З-2 - Изложить основные принципы разработки элементов технических объектов, систем и технологических процессов</p> <p>У-3 - Использовать информационные технологии для моделирования, расчета и проектирования элемента технического объекта, системы или технологического процесса</p> <p>Д-1 - Проявлять самостоятельность и творчество при решении поставленной задачи</p>
	<p>ПК-3 - Способен разрабатывать и тестировать программное обеспечение для современных радиоэлектронных устройств</p>	<p>З-1 - Изложить типовые схемы управления и измерения при помощи микроконтроллеров в электронной аппаратуре</p> <p>З-2 - Объяснять принципы построения программного обеспечения для микроконтроллеров и процессоров</p> <p>У-1 - Выбирать оптимальные варианты построения разрабатываемого программного обеспечения и схем</p>



	<p><b>(Конструирование и технология электронных средств)</b></p>	<p>управления, обеспечивающие минимальное количество ошибок и максимальную надёжность</p> <p>П-1 - Использовать для отладки и тестирования программного обеспечения электронную измерительную аппаратуру</p> <p>П-2 - Иметь практический опыт программирования и отладки микроконтроллеров</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-2 - Перечислить основные типы и характеристики аналоговых и цифровых электронных устройств</p> <p>З-3 - Объяснять принципы функционирования, классификацию, методы расчета и проектирования аналоговых и цифровых электронных устройств</p> <p>З-9 - Изложить основные принципы построения и функционирования современных электронных систем</p> <p>У-2 - Выбирать средства моделирования и макетирования для проведения исследований электронных средств и систем</p> <p>У-7 - Оценивать влияние дискретизации и квантования сигналов на характеристики цифровых устройств</p> <p>П-8 - Выполнять синтез аналоговых и цифровых устройств в соответствии с техническим заданием</p>
<p>Электроника</p>	<p>ОПК-2 - Способен формализовывать и решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, используя методы моделирования и математического анализа</p>	<p>З-1 - Привести примеры использования методов моделирования и математического анализа в решении задач, относящихся к профессиональной деятельности</p> <p>У-1 - Обоснованно выбрать возможные методы моделирования и математического анализа для предложенных задач профессиональной деятельности</p> <p>П-1 - Решать поставленные задачи, относящиеся к области профессиональной</p>

		<p>деятельности, используя освоенные за время обучения пакеты прикладных программ для моделирования и математического анализа</p> <p>Д-1 - Способность к самообразованию, к самостоятельному освоению новых методов математического анализа и моделирования</p>
	<p>ОПК-3 - Способен проводить исследования и изыскания для решения прикладных инженерных задач относящихся к профессиональной деятельности, включая проведение измерений, планирование и постановку экспериментов, интерпретацию полученных результатов</p>	<p>З-1 - Изложить основные приемы и методы проведения исследований и изысканий, которые могут быть использованы для решения поставленных прикладных задач, относящихся к профессиональной деятельности</p> <p>З-2 - Характеризовать возможности доступной исследовательской аппаратуры для реализации предложенных приемов и методов решения поставленных прикладных инженерных задач относящихся к профессиональной деятельности</p> <p>З-3 - Описать последовательность действий при обработке и интерпретации полученных результатов исследований и изысканий</p> <p>У-3 - Анализировать и объяснить полученные результаты исследований и изысканий</p> <p>П-1 - Подготовить и провести экспериментальные измерения, исследования и изыскания для решения поставленных прикладных задач, относящихся к профессиональной деятельности</p>
	<p>ПК-1 - Способен осуществить модернизацию и техническое сопровождение разработки узлов радиоэлектронных систем</p> <p><b>(Радиотехника)</b></p>	<p>З-4 - Объяснять методы составления адекватных имитационных математических моделей электрорадиоизделий</p> <p>З-5 - Характеризовать применяемые в конструкциях радиоэлектронных систем материалы и их свойства, электрические режимы и условия эксплуатации электронной компонентной базы радиоэлектронных систем</p> <p>З-7 - Изложить основные принципы схемотехники и электроники функциональных узлов радиоэлектронных систем</p>

		<p>З-8 - Изложить основные принципы функционирования, методы макетирования, технологии изготовления электронных средств и функциональных узлов радиоэлектронных систем</p> <p>У-1 - Определять оптимальные методы электрических испытаний радиоэлектронных систем, измерения режимов работы комплектующих элементов радиоэлектронных систем</p> <p>У-5 - Определять оптимальные условия эксплуатации электронной компонентной базы в радиоэлектронных системах</p> <p>П-2 - Выполнять в соответствии с заданием расчет электрических режимов и условий эксплуатации электронной компонентной базы, параметров и режимов работы функциональных узлов и блоков радиоэлектронных систем</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>У-1 - Выбирать электронные компоненты и материалы с учётом особенностей работы электронного устройства</p> <p>П-1 - Выполнять анализ готовых известных технических решений и формировать набор возможных способов реализации электронного устройства</p>
	<p>ПК-4 - Способен разработать и смоделировать принципиальные схемы аналоговых блоков радиотехнических систем</p> <p><b>(Радиотехника)</b></p>	<p>З-1 - Изложить теоретические основы полупроводниковой схемотехники и микросхемотехники, принципы построения и функционирования аналоговых устройств</p> <p>З-3 - Описывать особенности проектирования схем по нанометровым технологическим нормам</p> <p>У-2 - Анализировать известные технические решения в области разработки аналоговых устройств</p> <p>У-7 - Оценивать необходимое быстродействие, распределение тепла, пределы потребляемой мощности, площади</p>

		<p>и другие специальные параметры блоков радиотехнических систем</p> <p>П-1 - Производить расчет уровней питающих, входных и выходных напряжений, численных значений основных технических характеристик отдельных аналоговых блоков</p> <p>П-3 - Выполнять экстракцию паразитных параметров требуемого уровня детализации и операции обратного переименования с учетом паразитных компонентов</p>
<p>Электропреобразовательные устройства радиоэлектронных средств</p>	<p>ОПК-4 - Способен разрабатывать элементы технических объектов, систем и технологических процессов с учетом экономических, экологических, социальных ограничений</p>	<p>З-1 - Описать области фундаментальных, инженерных и других наук, освоенных за время обучения, знания которых используются при разработке заданных элементов технических объектов, систем и технологических процессов с учетом экономических, экологических, социальных ограничений</p> <p>З-2 - Изложить основные принципы разработки элементов технических объектов, систем и технологических процессов</p> <p>У-1 - Оценить взаимосвязь разрабатываемого элемента с техническим объектом, системой или технологическим процессом в целом</p> <p>П-1 - Выполнить разработку заданного элемента технических объектов, систем и технологических процессов с учетом экономических, экологических, социальных ограничений</p>
	<p>ПК-1 - Способен осуществить модернизацию и техническое сопровождение разработки узлов радиоэлектронных систем</p> <p><b>(Радиотехника)</b></p>	<p>З-3 - Сформулировать правила и нормы защиты оборудования и радиоэлектронных систем от влияния статического электричества</p> <p>З-6 - Изложить технические требования, предъявляемые к проектируемым функциональным узлам радиоэлектронных систем и радиоэлектронным системам в целом</p> <p>З-7 - Изложить основные принципы схемотехники и электроники</p>

		<p>функциональных узлов радиоэлектронных систем</p> <p>З-8 - Изложить основные принципы функционирования, методы макетирования, технологии изготовления электронных средств и функциональных узлов радиоэлектронных систем</p> <p>У-6 - Использовать типовые технические решения функциональных узлов и блоков радиоэлектронных систем для разработки радиоэлектронных систем</p> <p>У-7 - Определять рабочие режимы узлов радиоэлектронных систем</p> <p>У-8 - Оценивать характеристики электрических цепей для разработки функциональных узлов радиоэлектронных систем</p> <p>П-2 - Выполнять в соответствии с заданием расчет электрических режимов и условий эксплуатации электронной компонентной базы, параметров и режимов работы функциональных узлов и блоков радиоэлектронных систем</p> <p>П-3 - Выполнять в соответствии с заданием расчет функциональных узлов и деталей радиоэлектронных систем по электрическим, геометрическим и технологическим параметрам</p>
	<p>ПК-2 - Способен эксплуатировать и развивать сети радиодоступа</p> <p><b>(Инфокоммуникационные технологии и системы связи)</b></p>	<p>З-1 - Изложить особенности технологий работы сетей радиодоступа</p> <p>З-2 - Описать методы анализа качественных показателей работы сетей радиодоступа как на основе данных статистики, так и на основе радиоизмерений</p> <p>У-1 - Интегрировать, принимать новое оборудование сети радиодоступа, расширять и модернизировать действующее оборудование сети радиодоступа</p> <p>У-3 - Выполнять плановые регламентные и профилактические работы на действующем оборудовании сети радиодоступа</p> <p>П-1 - Осуществлять модернизацию и реорганизацию сети радиодоступа и ее элементов, контроль работоспособности</p>

		<p>оборудования сети радиодоступа и качества предоставляемых услуг после проведения модернизации на сети</p> <p>П-3 - Ограничивать воздействия неисправностей на работу сети</p> <p>П-4 - Оформлять техническую документацию</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>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 возможных способов реализации электронного устройства</p>
	<p>ПК-4 - Способен осуществлять проектирование сетей, сооружений и средств инфокоммуникаций в соответствии с техническим заданием с использованием как стандартных методов, приемов и средств автоматизации проектирования, так и самостоятельно создаваемых оригинальных программ</p> <p><b>(Инфокоммуникационные технологии и системы связи)</b></p>	<p>З-5 - Сделать обзор современных технических решений создания объектов и систем связи (телекоммуникационных систем) и ее компонентов, новейшее оборудование и программное обеспечение</p> <p>У-7 - Осуществлять ведение технической и проектной документации</p>
	<p>ПК-4 - Способен разработать и</p>	<p>З-1 - Изложить теоретические основы полупроводниковой схемотехники и</p>

	<p>смоделировать принципиальные схемы аналоговых блоков радиотехнических систем</p> <p><b>(Радиотехника)</b></p>	<p>микросхемотехники, принципы построения и функционирования аналоговых устройств</p> <p>З-2 - Сделать обзор современных достижений в области аналоговой схемотехники, схемотехники импульсных схем, микросхемотехники, элементной базы аналоговых и цифровых интегральных схем</p> <p>З-13 - Описать устройство, принцип работы типовых электрических цепей</p> <p>У-1 - Определять оптимальные методы аналитического расчета характеристик аналоговых устройств</p> <p>У-2 - Анализировать известные технические решения в области разработки аналоговых устройств</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-7 - Оценивать необходимое быстродействие, распределение тепла, пределы потребляемой мощности, площади и другие специальные параметры блоков радиотехнических систем</p> <p>У-8 - Формулировать технические требования к блокам аналоговой подсистемы</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-7 - Интегрировать схемотехнические решения аналоговых субблоков в состав систем</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-12 - Сделать вывод о соответствии характеристик блока радиотехнической системы требованиям технического задания</p>
--	--	--

### 1.5. Форма обучения

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



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Электроника**

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	Дурнаков Андрей Адольфович	без ученой степени, без ученого звания	Старший преподаватель	Департамент радиоэлектроники и связи
2	Мительман Юрий Евгеньевич	кандидат технических наук, доцент	Доцент	радиоэлектроники и телекоммуникаций

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

Протокол № 7 от 11.10.2021 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Дурнаков Андрей Адольфович, Старший преподаватель, Департамент радиоэлектроники и связи
- Мительман Юрий Евгеньевич, Доцент, радиоэлектроники и телекоммуникаций

## 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	Определение терминов «Электроника» и «Электронные приборы». Классификация электронных приборов по характеру рабочей среды, виду преобразуемой энергии, диапазону рабочих частот и т.д. Основные свойства электронных приборов. Краткий исторический очерк развития электронной техники. Закономерности развития электронных приборов. Достоинства и недостатки полупроводниковых приборов. Роль электронных приборов в радиотехнике и в других областях науки и техники. Значение дисциплины как одной из базовых дисциплин радиотехнических специальностей.
P2	Полупроводниковые диоды	Классификация, маркировка, условные обозначения и области применения полупроводниковых диодов. Выпрямительные диоды: назначение, конструкция, основные электрические параметры и предельные эксплуатационные данные. Универсальные диоды: особенности конструкции, параметры, области применения. Стабилитроны: назначение, вольтамперная характеристика, параметры, температурная стабильность. Варикапы: назначение, основные параметры, области применения. Импульсные диоды: назначение; классификация; накопление и рассасывание носителей заряда в области базы при переключении; время установления и время

		<p>восстановления. Методы повышения быстродействия импульсных диодов.</p> <p>Диоды с переходом металл-полупроводник (диоды Шоттки): характеристики; параметры; области применения. Туннельные диоды: вольтамперная характеристика; параметры; работа в режимах усиления, переключения, генерации; области применения. Обращенные диоды: назначение; вольтамперная характеристика; особенности конструкции; параметры.</p> <p>Эквивалентные схемы различных типов полупроводниковых диодов.</p>
<b>Р3.1</b>	<p>Биполярные транзисторы. Классификация транзисторов. Устройство, принцип действия биполярного транзистора. Основные схемы включения транзисторов</p>	<p>Классификация транзисторов. Устройство биполярного транзистора и назначение основных областей. Принцип действия. Принцип усиления мощности. Схемы включения транзистора: с общей базой (ОБ); с общим эмиттером (ОЭ); с общим коллектором (ОК).</p>
<b>Р3.2</b>	<p>Физические процессы в БТ. Эффект модуляции толщины базы</p>	<p>Физические процессы в транзисторе, взаимодействие переходов. Коэффициент передачи по току в схеме включения транзистора с ОБ и его зависимость от конструкции и режимов работы. Эффект модуляции толщины базы. Влияние эффекта модуляции толщины базы на параметры и характеристики транзистора.</p>
<b>Р3.3</b>	<p>Схема включения транзистора с общей базой. Семейства входных и выходных характеристик</p>	<p>Схема включения биполярного транзистора с общей базой. Семейства входных и выходных характеристик транзистора в схеме включения с ОБ, их зависимость от температуры окружающей среды. Режимы работы транзистора: активный; насыщения; отсечки; инверсный.</p>
<b>Р3.4</b>	<p>Схема включения транзистора с общим эмиттером. Семейства входных и выходных характеристик</p>	<p>Схема включения биполярного транзистора с общим эмиттером. Коэффициент передачи тока базы в схеме включения транзистора с ОЭ. Сквозной ток транзистора. Семейства входных и выходных характеристик транзистора в схеме включения с ОЭ и их зависимость от температуры окружающей среды.</p>
<b>Р3.5</b>	<p>Транзистор как линейный четырехполюсник. Системы <math>Y</math>, <math>Z</math>, <math>H</math> – параметров</p>	<p>Транзистор как линейный четырехполюсник. Системы <math>Y</math>, <math>Z</math>, <math>H</math> – параметров транзистора, их физический смысл, достоинство и недостатки систем параметров, схемы замещения транзистора. Связь <math>H</math> – параметров биполярных транзисторов в схемах включения с ОБ и ОЭ. Определение <math>H</math> – параметров по статическим характеристикам транзистора. Порядок величин <math>H</math> и <math>Y</math> параметров маломощных транзисторов в области низких частот. Зависимость <math>H</math> и <math>Y</math> параметров транзисторов от режима работы и схемы включения транзистора (ОБ, ОЭ, ОК).</p>
<b>Р3.6</b>	<p>Физические эквивалентные схемы БТ</p>	<p>Физические эквивалентные схемы биполярных транзисторов для включения с ОБ и с ОЭ, полные и упрощенные. Дифференциальные сопротивления эмиттерного и коллекторного переходов, емкости переходов, объемное сопротивление базы, коэффициент передачи по току, крутизна.</p>

		Зависимость величин элементов эквивалентных схем от режима работы транзистора.
<b>Р3.7</b>	Динамический режим работы транзистора	Работа транзистора в динамическом режиме. Нагрузочная прямая и методы ее построения. Выбор рабочего режима. Графоаналитический анализ усилительного каскада на биполярном транзисторе. Определение динамических параметров транзистора в усилительном каскаде по семействам статических характеристик и нагрузочной прямой. Цепи питания и температурной стабилизации режима работы транзистора.
<b>Р3.8</b>	Работа транзистора в диапазоне высоких частот. Предельные и граничные частоты.	Работа транзистора в диапазоне высоких частот. Физические процессы, определяющие частотные зависимости свойств транзисторов. Предельные и граничные частоты усиления транзистора по току в схемах включения с ОБ и с ОЭ. Постоянные времени транзистора – собственная постоянная времени и постоянная времени цепи обратной связи. Максимальная частота усиления мощности. Зависимость $Y$ – параметров транзистора от частоты. Определение $Y$ – параметров по справочнику. Дрейфовые транзисторы: особенности конструкции; энергетическая диаграмма; механизм переноса носителей заряда через базу. Величины параметров дрейфовых транзисторов и их зависимость от технологии изготовления. Достоинства и недостатки дрейфовых транзисторов.
<b>Р3.9</b>	Особенности работы транзистора в импульсном режиме	Особенности работы транзистора в импульсном режиме. Физические процессы накопления и рассасывания носителей заряда в базе. Ненасыщенный, насыщенный, переключаемый, лавинный режимы работы биполярных транзисторов. Импульсные параметры транзисторов.
<b>Р4.1</b>	Полевые транзисторы (ПТ) с управляющим р-п переходом	Классификация полевых транзисторов. Полевые транзисторы с управляющим р-п переходом: устройство; назначение областей; принцип действия; статические стоковые (выходные) и сток-затворные характеристики, их зависимость от температуры окружающей среды.
<b>Р4.2</b>	ПТ с изолированным затвором и индуцированным каналом	Полевые транзисторы с изолированным затвором и индуцированным каналом. Особенности конструкции, режим обогащения и обеднения носителями заряда поверхностного слоя полупроводника. Длина экранирования (Дебая), явление инверсии проводимости. Стоковые (выходные) и сток-затворные характеристики, их зависимость от температуры окружающей среды. Пороговое напряжение.
<b>Р4.3</b>	ПТ с изолированным затвором и встроенным каналом	Полевые транзисторы с изолированным затвором и встроенным каналом. Конструктивные особенности, статические характеристики, их зависимость от температуры окружающей среды.
<b>Р4.4</b>	Статические параметры ПТ и методы их определения. Эквивалентные схемы ПТ.	Статические параметры полевых транзисторов: крутизна характеристики; внутреннее (выходное) сопротивление; статический коэффициент усиления. Порядок их величин и зависимость от режима работы. Связь между статическими

		<p>параметрами. Определение параметров по семейству стоковых (выходных) характеристик по справочнику.</p> <p>Эквивалентные схемы полевых транзисторов. Выбор режима работы и цепи питания полевых транзисторов.</p>
<b>P5</b>	Тиристоры	<p>Классификация тиристоров. Принцип действия диодного тиристора (динистора). Эквивалентная схема, вольтамперная характеристика, условия включения динистора. Основные параметры и области применения.</p> <p>Триодный тиристор (тринистор). Семейство вольтамперных характеристик, условия переключения. Пусковая характеристика, ее зависимость от температуры окружающей среды. Разновидности тиристоров и области применения.</p>
<b>P6</b>	Фотоэлектронные и индикаторные приборы	<p>Фотоэлементы с внешним фотоэффектом. Фотоэлектронные умножители: устройство и принцип действия; характеристики и параметры.</p> <p>Фотоэлектрические и излучающие полупроводниковые приборы. Фоторезистор, фотодиод, фототранзистор, фототиристор, светодиод: назначение; устройство; принцип действия; электрические и оптические параметры и характеристики. Оптоэлектронные пары: устройство; принцип действия; характеристики и параметры.</p> <p>Полупроводниковые, кристаллические, газоразрядные, электролюминесцентные и другие индикаторы. Сравнение различных индикаторов и их применение.</p>
<b>P7</b>	Электронные лампы	<p>Устройство электровакуумного диода. Идеальная и реальная анодные характеристики. Статические параметры. Основные типы диодов, области применения.</p> <p>Триод. Управляющее действие сетки. Понятие об эквивалентном диоде. Действующее напряжение, проницаемость сетки, закон степени трех вторых для триода, токораспределение в триоде. Семейства статических анодных, сеточно-анодных, анодно-сеточных и сеточных характеристик.</p> <p>Тетрод. Роль экранирующей сетки. Анодные характеристики тетрода. Динатронный эффект и методы его устранения.</p> <p>Пентод. Назначение защитной сетки. Закон степени трех вторых для пентода. Семейства статических анодных и анодно-сеточных характеристик пентода. Статические параметры пентодов. Эквивалентные схемы ламп на низких и высоких частотах. Мощные генераторные и модуляторные лампы. Разновидности современных электронных ламп и области их применения. Цепи питания электронных ламп.</p>

<b>P8</b>	Электронно-лучевые трубки	Устройство электронно-лучевой трубки. Управление плотностью луча. Типы электронных прожекторов. Электростатическая и магнитная системы фокусировки луча. Системы отклонения луча электрическим и магнитными полями. Чувствительность трубки к отклонению. Экраны электронно-лучевых трубок и их параметры. Трубки с послеускорением луча. Разновидности электронно-лучевых трубок: осциллографические; радиолокационные; многолучевые; кинескопы; знаковые; запоминающие; особенности их устройства и применения.
<b>P9</b>	Элементы интегральных схем	Понятия об интегральной микроэлектронике. Пленочные, полупроводниковые, гибридные и совмещенные интегральные микросхемы. Базовые логические элементы на основе биполярных и полевых транзисторов, запоминающие логические элементы. Особенности диодов, транзисторов, резисторов и конденсаторов полупроводниковых интегральных микросхем.
<b>P10</b>	Заключение	Тенденции и перспективы развития и применения элементной базы радиоэлектронной аппаратуры. Основные проблемы техники электронных приборов. Современная техника электронных приборов: классификация; выполняемые функции; основные свойства; области применения

### 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	учебно-исследовательская, научно-исследовательская целенаправленная работа с информацией для использования в практических целях	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности Технология самостоятельной работы	ОПК-2 - Способен формализовывать и решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, используя методы моделирования и математического анализа	Д-1 - Способность к самообразованию, к самостоятельному освоению новых методов математического анализа и моделирования
			ПК-1 - Способен осуществить модернизацию и техническое сопровождение разработки узлов радиоэлектронных систем	З-7 - Изложить основные принципы схемотехники и электроники функциональных узлов радиоэлектронных систем У-1 - Определять

				оптимальные методы электрических испытаний радиоэлектронных систем, измерения режимов работы комплектующих элементов радиоэлектронных систем
--	--	--	--	--

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Электроника

#### Электронные ресурсы (издания)

1. ; Полупроводниковая электроника : монография.; ДМК Пресс, Москва; 2015; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=565714> (Электронное издание)
2. ; Электроника : учебное пособие.; Инфра-Инженерия, Москва|Вологда; 2019; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=564827> (Электронное издание)
3. Федоров, С. В.; Электроника : учебник.; ОГУ, Оренбург; 2015; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=438991> (Электронное издание)
4. Давыдов, В. Н.; Твердотельная электроника : учебное пособие.; ТУСУР, Томск; 2013; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=480529> (Электронное издание)
5. , Михайлов, Д. Д., Миляшов, А. Н., Васильев, А. В., Сабитов, Р. Ф., Хайруллин, И. Р.; Промышленная электроника : учебное пособие.; Казанский научно-исследовательский технологический университет, Казань; 2008; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259020> (Электронное издание)

#### Печатные издания

1. Прянишников, В. А.; Электроника : полный курс лекций.; КОРОНА принт, Санкт-Петербург; 2004 (120 экз.)
2. Петров, К. С.; Радиоматериалы, радиокомпоненты и электроника : Учеб. пособие для вузов по спец. "Радиотехника".; Питер, Санкт-Петербург; 2004 (54 экз.)
3. Лачин, В. И., Савелов, Н. С.; Электроника : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подгот. 220200 "Автоматизация и упр.".; Феникс, Ростов-на-Дону; 2007 (20 экз.)
4. Дурнаков, А. А., Калмыков, А. А.; Физические основы микро- и наноэлектроники : учебное пособие для студентов вуза, обучающихся по направлениям подготовки 11.03.03 - Конструирование и технология электронных средств, 11.03.01 - Радиотехника.; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2020 (20 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 EZпроху)
2. Applied Science & Technology Source EBSCO publishing (Режим доступа: из корпоративной сети УрФУ; удаленный доступ через систему EZпроху)
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 EZпроху)
5. INSPEC EBSCO publishing (Режим доступа: из корпоративной сети УрФУ; удаленный доступ через систему EZпроху)
6. Institute of Physics (IOP) (Режим доступа: из корпоративной сети УрФУ; удаленный доступ через систему EZпроху)
7. SpringerLink Springer Nature (Режим доступа: из корпоративной сети УрФУ; удаленный доступ через систему EZпроху)
8. Web of Science Core Collection - Web of Science (Режим доступа: из корпоративной сети УрФУ; удаленный доступ через систему EZпроху)

### **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**

### **Электроника**

#### **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</b>
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов  Рабочее место преподавателя	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES



		<p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	
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>Подключение к сети Интернет</p> <p>Специализированные лабораторные стенды</p> <p>Цифровые мультиметры</p> <p>Осциллографы</p>	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
3	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>
4	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Схемотехника электронных устройств**

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	Марков Юрий Викторович	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:

- Марков Юрий Викторович, 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
1	Введение.	Место курса в образовании по специальности «Радиотехника». Назначение аналоговых электронных устройств АЭУ. Стандартизация и унификация. Классификация сигналов и усилительных устройств (УУ). Основные параметры (и их описание) и характеристики АЭУ, АХ, АЧХ, ФЧХ, ИПХ, их описание.
2	Основы схемотехники.	Типовые радиотехнические схемы, звенья, приёмы, законы Ома и Кирхгоффа. Основные принципы работы усилительных элементов (УЭ), понятие крутизны, взаимозависимости токов и напряжений в полевых и биполярных транзисторах, виды и классификация транзисторов. Понятие каскада. Принцип электронного усиления. Понятие рабочей точки, её числовое выражение, входные и выходные характеристики транзистора, нагрузочная прямая, обеспечение положения рабочей точки для биполярных и полевых транзисторов. Типовая схема каскада с ОЭ, назначение элементов. Многокаскадные усилители и способы связи каскадов в таких усилителях.
3	Методы анализа аналоговых устройств.	Понятие четырёхполюсника (ЧП). Описание АУ с помощью ЧП, системы Y и H параметров. Автоматизированные методы анализа, методы графов и узлов, ПО для моделирования АУ.
4	Работа каскадов в режиме малого сигнала.	Типовые промежуточные транзисторные каскады и их анализ. Каскад в схеме с ОЭ, его анализ. Каскад в схеме с ОБ, его анализ. Каскад в схеме с ОК, его анализ. Совместное включение различных видов каскадов.

5	Обратные связи (ОС).	Понятие ОС. Классификация ОС: глобальные, локальные, перекрёстные ОС; искусственные и паразитные ОС. Фактор связи, петлевое усиление, коэффициент передачи цепи ОС по току и напряжению. Положительная и отрицательная ОС, критерий устойчивости Найквиста. Типы ОС (по току и напряжению, параллельные и последовательные). Типовые схемы каскадов с ОС, их анализ. Влияние ОС на параметры УУ.
6	Широкополосные усилители (ШПУ).	Понятие ШПУ, способы повышения полосы пропускания в области верхних и нижних частот. Комбинированные ВЧ схемы включения каскадов, использование ОС, эмиттерная коррекция, индуктивная коррекция, применение ВЧ транзисторов (таблица параметров и расчётных формул).
7	Дифференциальные усилители (ДУ).	Понятие ДУ. Назначение ДУ. Упрощенная схема ДУ, работа при синфазном и дифференциальном сигнале. Основные параметры и характеристики. Схемные конфигурации аналоговых интегральных схем и усилителей постоянного тока: ГСТ, схема сдвига уровня, токовое зеркало и т.д.
8	Операционные усилители (ОУ).	Назначение, структурные схемы, основные параметры, классификация ОУ, собственные характеристики ОУ. Коррекция в ОУ. Типовые схемы включения ОУ: инвертирующая и неинвертирующая, их параметры и характеристики. Выбор ОУ, требования к элементам схемы.
9	Радиодетали и их маркировка.	Радиодетали и их маркировка. Основные и паразитные параметры радиоэлементов.
10	Усилительные устройства на ОУ.	Интегратор и дифференциатор, сигналы в таких усилителях. Усилитель переменного тока на ОУ. Повторитель на ОУ. Суммирующие и вычитающие усилители. Синфазное и дифференциальное включения ОУ. Устройство вычислителей на ОУ. Инструментальные усилители.
11	Преобразовательные устройства на ОУ.	ОУ с нелинейной ОС. Логарифмирующие и экспоненциальные преобразователи. Функциональные преобразователи. Компрессоры и декомпрессоры. Ограничители сигнала. Активные выпрямители. Пиковые детекторы, детектор размаха. Амплитудные перемножители: на логарифматорах, параболические, дифференциальные, их применение. Аналоговые перемножители сигналов, их виды и принципы действия. Устройства возведения в степень и извлечения корня.
12	Переход к цифровой технике.	Компаратор напряжения. ЦАП и АЦП.
13	Формирователи сигналов.	Устройства формирования аналоговых сигналов специальной формы. Гармонический сигнал, прямоугольные импульсы, в том числе и переменной скважности, трапецивидные импульсы, симметричный и не симметричный пилообразные сигналы.
14	Оконечные каскады.	Их основные характеристики. Понятие класса работы УЭ (А, В, «АВ», С, D, E, F). Однотактные усилительные каскады. Трансформаторные и безтрансформаторные усилители в классе А. Двухтактные трансформаторные и безтрансформаторные усилительные каскады в классе А. Двухтактные каскады в

		классе В, искажения типа «ступенька» и борьба с ними, усилители в классе АВ. Способы обеспечения рабочей точки для класса АВ. Составные транзисторы. Усилители напряжения на ОУ, совместная ОС мощных и промежуточных каскадов. Мостовые усилители. Усилители в классе D.
15	Преобразователи сопротивления (импеданса).	Преобразователи сопротивления (импеданса).
16	Активные фильтры.	Типы АЧХ: ФНЧ, ФВЧ, ПФ, ПЗФ, гребенчатые фильтры. Их аппроксимации. Понятие порядка фильтра, передаточная характеристика фильтра. Виды АЧХ: Баттерворта, Чебышёва, эллиптический. Фильтры с многопетлевой ОС, фильтры на ИНУН, фильтры нечётных порядков и их расчёт.
17	Заключение.	Особенности построения современных аналоговых устройств, современная элементная база. Перспективы развития аналоговой техники.

### 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	учебно-исследовательская, научно-исследовательская профориентационная деятельность	Технология самостоятельной работы Тренинг диагностическое мышления	ОПК-2 - Способен формализовывать и решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, используя методы моделирования и математического анализа	Д-1 - Способность к самообразованию, к самостоятельному освоению новых методов математического анализа и моделирования
			ПК-1 - Способен осуществить модернизацию и техническое сопровождение разработки узлов радиоэлектронных систем	З-8 - Изложить основные принципы функционирования, методы макетирования, технологии изготовления электронных средств и функциональных узлов радиоэлектронных систем

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

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

### **Схемотехника электронных устройств**

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

1. Красько, , А. С.; Схемотехника аналоговых электронных устройств : учебное пособие.; Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, В-Спектр, Томск; 2006; <http://www.iprbookshop.ru/13978.html> (Электронное издание)
2. Лоскутов, , Е. Д.; Схемотехника аналоговых электронных устройств : учебное пособие.; Вузовское образование, Саратов; 2016; <http://www.iprbookshop.ru/44037.html> (Электронное издание)
3. Титце, У., У.; Полупроводниковая схемотехника; ДМК Пресс, Москва; 2008; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=86546> (Электронное издание)
4. , Болтаев, А. В., Важенин, В. Г., Гриньков, С. В., Дядьков, Н. А., Елфимов, В. И., Устыленко, Н. С.; Аналоговые электронные устройства : Метод. указания и контрол. задания для студентов всех форм обучения специальности 20. 07 - Радиотехника.; УГТУ, Екатеринбург; 1995; <http://library.ustu.ru/dspace/handle/123456789/1416> (Электронное издание)

#### **Печатные издания**

1. Павлов, В. Н., Ногин, В. Н.; Схемотехника аналоговых электронных устройств : учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению "Радиотехника", "Электроника и микроэлектроника".; Горячая линия - Телеком, Москва; 2001 (73 экз.)
2. Войшвилло, Г. В.; Усилительные устройства : Учебник для вузов.; Радио и связь, Москва; 1983 (32 экз.)
3. Остапенко, Г. С.; Усилительные устройства : учеб. пособие для радиотехн. специальностей вузов.; Радио и связь, Москва; 1989 (33 экз.)
4. , Важенин, В. Г., Болтаев, А. В.; Исследование усилительных каскадов при различных схемах включения транзистора : метод. указания к лаб. работам N1 и N2 по курсу "Схемотехника аналоговых электрон. устройств" для студентов всех форм обучения направления 654200, 654400 специальностей 200700, 201600, 201200, 200900.; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2000 (75 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 EZпроху)
2. Applied Science & Technology Source EBSCO publishing (Режим доступа: из корпоративной сети УрФУ; удаленный доступ через систему EZпроху)
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 EZпроху)
5. INSPEC EBSCO publishing (Режим доступа: из корпоративной сети УрФУ; удаленный доступ через систему EZпроху)
6. Institute of Physics (IOP) (Режим доступа: из корпоративной сети УрФУ; удаленный доступ через систему EZпроху)

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

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

### **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**

### **Схемотехника электронных устройств**

### **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</b>
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов  Рабочее место преподавателя  Доска аудиторная  Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	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	Не требуется

		<p>Доска аудиторная</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	
3	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>
4	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Цифровые устройства и микроконтроллеры**

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	Гусев Андрей Викторович	без ученой степени, без ученого звания	Старший преподаватель	Департамент радиоэлектроники и связи
2	Мительман Юрий Евгеньевич	кандидат технических наук, доцент	Доцент	радиоэлектроники и телекоммуникаций

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

Протокол № 7 от 11.10.2021 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Гусев Андрей Викторович, Старший преподаватель, Департамент радиоэлектроники и связи
- Мительман Юрий Евгеньевич, Доцент, радиоэлектроники и телекоммуникаций

## 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
1	Введение	Предмет и задачи курса, его связь с другими дисциплинами специальности. Краткие сведения по истории цифровой электроники и вычислительной техники. Сравнительная характеристика основных производителей микросхем программируемой логики, микропроцессоров и микроконтроллеров (Altera, Intel, Motorola, NXP, STMicroelectronics, Texas Instruments, Xilinx, Миландр, Элвис).
2	Цифровые узлы современных вычислительных и управляющих устройств	Методика и средства автоматизированного проектирования цифровых устройств. Способы описания проекта в современных системах САПР (Quartus II, Vivado). Описание проекта с помощью языков низкого (AHDL) и высокого (VHDL, Verilog HDL) уровня. Структурный и поведенческий варианты описания проекта.  Принципы построения вычислительных и управляющих устройств на базе микросхем средней степени интеграции и современных микросхем БИС/СБИС со сложными программируемыми и репрограммируемыми структурами (FPGA, CPLD, SOC и др.). Особенности и варианты реализации типовых цифровых узлов (логические элементы, триггеры, шифраторы, дешифраторы, преобразователи кодов, мультиплексоры и демультимплексоры, регистры, счетчики) и

		устройств, выполняющих основные арифметические функции (суммирование-вычитание, умножение, деление)
3	Аналого-цифровые функциональные устройства	<p>Классификация, основные определения и характеристики АЦП. Основные типы АЦП: АЦП последовательного счета со счетчиком (циклические и нециклические), поразрядного уравнивания, параллельного преобразования, с интегрированием: основные свойства и характеристики, области применения, типовые схемы, принципы работы. Преобразователи напряжения-частота: основные параметры и характеристики, типовые схемы, принципы действия.</p> <p>Классификация, основные определения и характеристики ЦАП. Типовые схемы построения ЦАП. ЦАП с суммированием токов: типовая схема, основные параметры и характеристики, использование интегральных схем при построении ЦАП.</p>
4	Вычислительные устройства (ВУ).	
4.1	Общие принципы построения и функционирования ВУ	<p>Основные определения: ЭВМ, вычислительная система (ВС), вычислительный комплекс (ВК), программное обеспечение ЭВМ, архитектура ВУ, процессор, микропроцессор (МП), микроконтроллер (МК), интерфейс. Общая классификация ВУ: МП и МК широкого применения и специализированные МП и МК (RISC процессоры, процессоры цифровой обработки сигналов - DSP). Базовые параметры МП и МК.</p> <p>Состав МП и МК: ядро и его элементы, функции центрального процессора, оперативной, внешней памяти, устройств ввода-вывода (УВВ), устройств сопряжения с объектом (УСО).</p> <p>Фон-Неймана и Гарвардская архитектуры МП и МК, основные принципы, вопросы технической реализации. Структура и форматы данных, обрабатываемых МП и МК; способы кодирования команд. Методы адресации. Рабочие циклы процессора.</p> <p>Особенности архитектуры высокопроизводительных МП и МК</p>
4.2	Организация памяти в МП и МК	<p>Назначение и основные параметры запоминающих устройств (ЗУ). Классификация ЗУ. Иерархическая структура памяти: сверхоперативная память, кэш-память (первого и второго уровней), ОЗУ, ПЗУ, буферная память, внешняя память. Понятие о виртуальной памяти.</p> <p>Полупроводниковые БИС ОЗУ. Типы элементарных запоминающих элементов на биполярных и полевых транзисторах (статические ЗУ, ЗУ динамического типа). Основные характеристики, свойства, циклы работы.</p> <p>Постоянные запоминающие устройства (ПЗУ). Классификация, принципы построения, основные характеристики и области применения. Масочные, прожигаемые и репрограммируемые</p>

		ПЗУ (со стиранием ультрафиолетом, EEPROM, Flash): схемотехника базовых запоминающих ячеек, принципы работы и изготовления, методы программирования и репрограммирования.
4.3	Архитектура современных МП и МК.	<p>Организация АЛУ, памяти, система прерываний и прямого доступа, устройства ввода-вывода, встроенные коммуникационные RISC процессоры, таймерный процессор, АЦП, ЦАП, и другие внутренние периферийные устройства. Способы подключения дополнительных внешних периферийных устройств.</p> <p>Средства написания и отладки программного обеспечения, способы диагностирования МП и МК. Операционные системы реального времени (ОСРВ).</p> <p>Особенности проектирования микропроцессорных устройств на базе однокристалльных микроконтроллеров: архитектура однокристалльных микроконтроллеров на базе ядра Cortex - структурная схема, программная модель, схемотехнические особенности. Методика разработки и отладки программного обеспечения для встраиваемых систем управления и сбора данных на базе микроконтроллеров.</p>

### 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	целенаправленная работа с информацией для использования в практических целях	<p>Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности</p> <p>Технология самостоятельной работы</p>	ОПК-4 - Способен разрабатывать элементы технических объектов, систем и технологических процессов с учетом экономических, экологических, социальных ограничений	Д-1 - Проявлять самостоятельность и творчество при решении поставленной задачи

### 1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

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

### **Цифровые устройства и микроконтроллеры**

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

1. Харрис, Д. М.; Цифровая схемотехника и архитектура компьютера: дополнение по архитектуре ARM : практическое пособие для любителей.; ДМК Пресс, Москва; 2019; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=577494> (Электронное издание)
2. Огородников, , И. Н.; Микропроцессорная техника. Введение в Cortex-M3 : учебное пособие.; Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, Екатеринбург; 2015; <http://www.iprbookshop.ru/68351.html> (Электронное издание)
3. Поляков, А. К.; Языки VHDL и VERILOG в проектировании цифровой аппаратуры : практическое пособие.; СОЛОН-ПРЕСС, Москва; 2009; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=117668> (Электронное издание)
4. Перельройзен, Е. З.; Проектируем на VHDL : практическое пособие.; СОЛОН-ПРЕСС, Москва; 2008; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=227121> (Электронное издание)
5. Бибило, П. Н.; VHDL. Эффективное использование при проектировании цифровых систем : практическое пособие.; СОЛОН-ПРЕСС, Москва; 2006; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=117800> (Электронное издание)
6. Бибило, П. Н.; Синтез логических схем с использованием языка VHDL : практическое пособие.; СОЛОН-ПРЕСС, Москва; 2009; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=226994> (Электронное издание)
7. Бибило, П. Н.; Основы языка VHDL : практическое пособие.; СОЛОН-ПРЕСС, Москва; 2007; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=226993> (Электронное издание)

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

1. ACM Digital Library Association for Computing Machinery (Режим доступа: из корпоративной сети УрФУ; удаленный доступ через систему EZпроху)
2. Applied Science & Technology Source EBSCO publishing (Режим доступа: из корпоративной сети УрФУ; удаленный доступ через систему EZпроху)
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 EZпроху)
5. INSPEC EBSCO publishing (Режим доступа: из корпоративной сети УрФУ; удаленный доступ через систему EZпроху)
6. Institute of Physics (IOP) (Режим доступа: из корпоративной сети УрФУ; удаленный доступ через систему EZпроху)
7. SpringerLink Springer Nature (Режим доступа: из корпоративной сети УрФУ; удаленный доступ через систему EZпроху)
8. Web of Science Core Collection - Web of Science (Режим доступа: из корпоративной сети УрФУ; удаленный доступ через систему EZпроху)

#### **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**

### **Цифровые устройства и микроконтроллеры**

#### **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</b>
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов  Рабочее место преподавателя  Доска аудиторная	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
2	Лабораторные занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов  Рабочее место преподавателя  Доска аудиторная  Персональные компьютеры по количеству обучающихся  Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами  Подключение к сети Интернет	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM

3	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя	Не требуется
4	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Персональные компьютеры по количеству обучающихся	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Электропреобразовательные устройства**  
**радиоэлектронных средств**

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	Дурнаков Андрей Адольфович	без ученой степени, без ученого звания	Старший преподаватель	Департамент радиоэлектроники и связи
2	Мительман Юрий Евгеньевич	кандидат технических наук, доцент	Доцент	радиоэлектроники и телекоммуникаци й

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

Протокол № 7 от 11.10.2021 г.



# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Дурнаков Андрей Адольфович, Старший преподаватель, Департамент радиоэлектроники и связи
- Мительман Юрий Евгеньевич, Доцент, радиоэлектроники и телекоммуникаций

## 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	Место дисциплины в подготовке бакалавра. Основные задачи, стоящие перед дисциплиной «Электропреобразовательные устройства радиоэлектронных средств». Классификация устройств электропитания и их функциональная сложность. Краткий исторический очерк развития устройств электропитания.
P2	Структурные схемы и характеристики систем электропитания	Основные требования к системам электропитания, применяемым в радиосистемах. Структурные схемы систем электропитания и основные показатели их функциональных узлов. Одноканальные и многоканальные системы электропитания.  Первичные источники электропитания: основные характеристики; области применения.
P3	Выпрямительные устройства	Назначение и классификация выпрямителей. Электрические требования к выпрямителям и вентилям. Основные выпрямительные схемы: однотактные и двухтактные, однофазные и многофазные. Формы токов и напряжений в различных цепях выпрямительных схем. Влияние характера нагрузки на работу выпрямителей. Соотношения между токами и напряжениями в выпрямителях с емкостными и

		<p>индуктивными нагрузками. Пульсации выпрямленного напряжения.</p> <p>Выпрямители с умножением напряжения.</p>
<b>P4</b>	Сглаживающие фильтры	<p>Требования к пульсации выпрямленного напряжения при питании радиосистем. Классификация сглаживающих фильтров и их основные характеристики.</p> <p>Схемы и расчет простых и сложных пассивных сглаживающих фильтров. Активные сглаживающие фильтры: определение, классификация, основные схемы и принцип действия. Влияние инерционности фильтра на работу радиотехнического устройства.</p>
<b>P5</b>	Управляемые выпрямители и общий порядок проектирования выпрямителей	<p>Принципы управления выпрямленным напряжением. Схемы выпрямителей с управляемыми вентилями. Влияние характера нагрузки на работу управляемых выпрямителей.</p> <p>Требования технического задания на выпрямительные устройства, выбор схемы и общий порядок проектирования выпрямителей.</p>
<b>P6.1</b>	Классификация стабилизаторов	<p>Назначение и области применения стабилизаторов.</p> <p>Классификация стабилизаторов</p>
<b>P6.2</b>	Параметрические стабилизаторы	<p>Параметрические стабилизаторы и их основные характеристики, схемы и основные расчетные соотношения для параметрических стабилизаторов напряжения.</p>
<b>P6.3</b>	Компенсационные стабилизаторы	<p>Компенсационные стабилизаторы и их основные характеристики. Принципы построения компенсационных стабилизаторов. Сравнительные схемы, усилители и регулирующие элементы. Основные расчетные соотношения. Серийные микросхемы непрерывных стабилизаторов, их показатели и способы применения.</p>
<b>P6.4</b>	Импульсные стабилизаторы напряжения	<p>Импульсные (ключевые) стабилизаторы напряжения. Схемы и расчетные соотношения для стабилизаторов импульсного действия. Серийные микросхемы ключевых стабилизаторов, способы их применения.</p>
<b>P6.5</b>	Стабилизаторы переменного тока	<p>Стабилизаторы переменного тока. Принцип построения, основные характеристики и особенности стабилизаторов переменного тока.</p>
<b>P7.1</b>	Классификация преобразователей	<p>Классификация и области применения преобразователей.</p> <p>Структурные и принципиальные схемы статических преобразователей.</p>
<b>P7.2</b>	Классификация инверторов	<p>Инверторы: классификация, области применения, основные схемы, области применения, основные схемы и характеристики.</p>

<b>P7.3</b>	Расчет преобразователей	Расчет преобразователей и их конструирование на основе микроэлектронной базы.
<b>P8.1</b>	Особенности проектирования устройств электропитания радиосистем	Особенности проектирования и структурные схемы устройств электропитания радиосистем.
<b>P8.2</b>	Математические модели узлов и систем электропитания	Математические модели отдельных узлов и всей системы электропитания. Направления автоматизированного проектирования и инженерного анализа радиотехнических устройств систем электропитания.
<b>P8.3</b>	Надежность систем электропитания	Надежность систем электропитания и методы повышения надежности
<b>P8.4</b>	Миниатюризация систем электропитания	Основные направления и методы комплексной миниатюризации систем электропитания. Новая элементная база, применяемая при разработке различных систем электропитания.
<b>P8.5</b>	Помехи и электромагнитная совместимость	Требования электромагнитной совместимости и помехи, создаваемые системами электропитания. Защита от помех по цепям электропитания.
<b>P8.6</b>	Защита систем электропитания	Принципы защиты систем электропитания. Блокировка и сигнализация.
<b>P9.1</b>	Трансформаторы и дроссели	Трансформаторы и дроссели: определения; классификация; конструктивные особенности; основные характеристики и параметры. Пьезоэлектрические трансформаторы.
<b>P9.2</b>	Магнитные усилители, электрические машины постоянного и переменного токов	Магнитные усилители, электрические машины постоянного и переменного токов, специальные электрические машины и реле: определения; классификация; принципы действия; характеристики и параметры; области применения.
<b>P10</b>	Заключение	Основные тенденции и направления дальнейшего развития и совершенствования систем электрического питания радиоэлектронной аппаратуры и других электропреобразовательных устройств радиоэлектронных средств.

### 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	учебно-исследовательская, научно-исследовательская  целенаправленная работа с	Технология самостоятельной работы	ПК-2 - Способен эксплуатировать и развивать сети радиодоступа	У-1 - Интегрировать, принимать новое оборудование сети радиодоступа, расширять и модернизировать

информацией для использования в практических целях			действующее оборудование сети радиодоступа П-4 - Оформлять техническую документацию
		ПК-4 - Способен осуществлять проектирование сетей, сооружений и средств инфокоммуникаций в соответствии с техническим заданием с использованием как стандартных методов, приемов и средств автоматизации проектирования, так и самостоятельно создаваемых оригинальных программ	З-5 - Сделать обзор современных технических решений создания объектов и систем связи (телекоммуникационных систем) и ее компонентов, новейшее оборудование и программное обеспечение У-7 - Осуществлять ведение технической и проектной документации
		ПК-1 - Способен осуществить модернизацию и техническое сопровождение разработки узлов радиоэлектронных систем	З-6 - Изложить технические требования, предъявляемые к проектируемым функциональным узлам радиоэлектронных систем и радиоэлектронным системам в целом П-3 - Выполнять в соответствии с заданием расчет функциональных узлов и деталей радиоэлектронных систем по электрическим, геометрическим и

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

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

### **Электропреобразовательные устройства радиоэлектронных средств**

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

1. Битюков, В. К.; Источники вторичного электропитания : учебник.; Инфра-Инженерия, Москва; 2017; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=466688> (Электронное издание)
2. Гейтенко, , Е. Н.; Источники вторичного электропитания. Схемотехника и расчет : учебное пособие.; СОЛОН-ПРЕСС, Москва; 2016; <http://www.iprbookshop.ru/90414.html> (Электронное издание)
3. Сажнёв, , А. М.; Электропреобразовательные устройства радиоэлектронных систем : учебное пособие.; Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск; 2012; <http://www.iprbookshop.ru/47728.html> (Электронное издание)

#### **Печатные издания**

1. Иванов-Цыганов, А. И.; Электропреобразовательные устройства РЭС : [учеб. для радиотехн. специальностей вузов].; Высшая школа, Москва; 1991 (97 экз.)
2. Иванов-Цыганов, А. И., Хандогин, В. И.; Источники вторичного электропитания приборов СВЧ; Радио и связь, Москва; 1989 (41 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 EZпроху)
2. Applied Science & Technology Source EBSCO publishing (Режим доступа: из корпоративной сети УрФУ; удаленный доступ через систему EZпроху)
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 EZпроху)
5. INSPEC EBSCO publishing (Режим доступа: из корпоративной сети УрФУ; удаленный доступ через систему EZпроху)
6. Institute of Physics (IOP) (Режим доступа: из корпоративной сети УрФУ; удаленный доступ через систему EZпроху)
7. SpringerLink Springer Nature (Режим доступа: из корпоративной сети УрФУ; удаленный доступ через систему EZпроху)
8. Web of Science Core Collection - Web of Science (Режим доступа: из корпоративной сети УрФУ; удаленный доступ через систему EZпроху)

#### **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**

### **Электропреобразовательные устройства радиоэлектронных средств**

#### **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</b>
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов  Рабочее место преподавателя  Доска аудиторная  Периферийное устройство  Подключение к сети Интернет	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  Подключение к сети Интернет  Специализированные лабораторные стенды  Цифровые мультиметры  Осциллографы	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES

3	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>
4	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM