

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
"РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ В.Ф. УТКИНА"**

СОГЛАСОВАНО
Зав. выпускающей кафедры

УТВЕРЖДАЮ

**Применение современных САД/САЕ систем в
электронике**
рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой	Промышленной электроники
Учебный план	11.04.04_24_00.plx 11.04.04 Электроника и нанoeлектроника
Квалификация	магистр
Форма обучения	очная
Общая трудоемкость	5 ЗЕТ

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	2 (1.2)		Итого	
Неделя	16			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	16	16	16	16
Лабораторные	16	16	16	16
Практические	16	16	16	16
Иная контактная работа	0,35	0,35	0,35	0,35
Консультирован ие перед экзаменом и практикой	2	2	2	2
Итого ауд.	50,35	50,35	50,35	50,35
Контактная работа	50,35	50,35	50,35	50,35
Сам. работа	85	85	85	85
Часы на контроль	44,65	44,65	44,65	44,65
Итого	180	180	180	180

г. Рязань

Программу составил(и):

к.т.н., доц., Климаков Владимир Владимирович

Рабочая программа дисциплины

Применение современных CAD/CAE систем в электронике

разработана в соответствии с ФГОС ВО:

ФГОС ВО - магистратура по направлению подготовки 11.04.04 Электроника и нанoeлектроника (приказ Минобрнауки России от 22.09.2017 г. № 959)

составлена на основании учебного плана:

11.04.04 Электроника и нанoeлектроника

утвержденного учёным советом вуза от 26.01.2024 протокол № 8.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Промышленной электроники

Протокол от 16.05.2024 г. № 11

Срок действия программы: 20242028 уч.г.

Зав. кафедрой Круглов Сергей Александрович

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2025-2026 учебном году на заседании кафедры
Промышленной электроники

Протокол от _____ 2025 г. № ____

Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2026-2027 учебном году на заседании кафедры
Промышленной электроники

Протокол от _____ 2026 г. № ____

Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2027-2028 учебном году на заседании кафедры
Промышленной электроники

Протокол от _____ 2027 г. № ____

Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2028-2029 учебном году на заседании кафедры

Промышленной электроники

Протокол от _____ 2028 г. № ____

Зав. кафедрой _____

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
1.1	Целью освоения дисциплины является формирование у магистрантов перечисленных ниже компетенций и систематических знаний в области математического и компьютерного моделирования, проектирования и конструирования электронных приборов, устройств и установок вакуумной, плазменной, твердотельной, микроволновой, оптической, микро- и наноэлектроники различного функционального назначения с применением современных CAD, CAE-систем.
1.2	Задачи дисциплины(модуля):
1.3	- формирование знаний о теоретических основах и возможностях современных CAD, CAE-систем;
1.4	- практическое овладение современным программным и информационным обеспечением процессов моделирования и проектирования изделий электроники и наноэлектроники.
1.5	- обучение начальным навыкам трехмерного моделирования и эффективным приемам работы с программными комплексами CAD, CAE-систем;
1.6	- получение навыков научно-исследовательской, методической и инженерной работы;
1.7	- применение приобретенных практических знаний для решения конкретных задач при прохождении учебных практик и спецпрактикумов, при выполнении курсовых и выпускных работ, а также в дальнейшей профессиональной деятельности.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	
Цикл (раздел) ОП:	Б1.О
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:
2.1.1	Компьютерные технологии в электронике
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:
2.2.1	Технологическая (проектно-технологическая) практика
2.2.2	Учебная практика
2.2.3	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
2.2.4	Преддипломная практика

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
ОПК-4: Способен разрабатывать и применять	
ОПК-4.1. Разрабатывает и применяет специализированное программно-математическое обеспечение для проведения исследований	
Знать О возможностях современных CAD, CAM, CAE-систем применительно к задачам исследований, анализа и разработки конструкторской документации на узлы электроники. Уметь подготавливать трехмерную модель в CAD системе для последующей разработки конструкторской документации на проектируемое устройство и исследований с помощью CAE систем. Владеть эффективным приемам работы с современным программными комплексами- CAD, CAM, CAE.	
ОПК-4.2. Разрабатывает и применяет специализированное программно-математическое обеспечение для решения инженерных задач	
Знать Методы обеспечения технологичности изделий электронной техники на основе применения передовых CAD, CAM, CAE-технологий. Уметь Формулировать и анализировать требования и критерии к технологичности изделия и давать рекомендации по совершенствованию устройств и систем электроники и наноэлектроники. Владеть Современными методами численного моделирования с помощью CAE систем и методами оценки эффективности работы приборов и технологических процессов на основе применения компьютерных технологий автоматизации жизненного цикла изделий.	

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	-методы трехмерного моделирования для создания электронных приборов, устройств и установок вакуумной, плазменной, твердотельной, микроволновой, оптической, микро- и наноэлектроники различного функционального назначения и приемы проведения исследований с применением современных средств инженерного анализа (CAE).

3.1.2	-правила оформления проектно-конструкторской документации в соответствии с требованиями ЕСКД.
3.2	Уметь:
3.2.1	- применять на практике основные современные программные средства моделирования САЕ в соответствии с поставленной задачей исследования и моделировать элементы и узлы приборов электронной техники в САД системах с учетом заданных требований;
3.2.2	- оформлять электронную документацию на приборы и системы электронной техники.
3.3	Владеть:
3.3.1	- владеет САД и ЕСАД системами для разработки проектно-конструкторской документации на узлы электроники.
3.3.2	- владеет средствами анализа и выявления ошибок при несоответствии размеров сопрягаемых компонентов при электронной сборке модели приборов электроники.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Форма контроля
	Раздел 1. Аудиторная и контактная работа обучающихся с преподавателем					
1.1	Основные понятия об автоматизированном проектировании и о САД, САЕ системах. /Тема/	2	0			
1.2	Обзор существующих систем проектирования. Основные принципы работы в САД/САМ/САЕ системах. Общие требования к выполнению электронных моделей изделий. Состав электронной модели изделия. Термины автоматизированного проектирования. Отличие понятия САПР в международном и российском контексте. Деление САД/САМ/САЕ систем на системы верхнего, среднего и нижнего уровней. /Лек/	2	2	ОПК-4.1-З ОПК-4.1-У ОПК-4.1-В ОПК-4.2-З ОПК-4.2-У ОПК-4.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10 Л1.11Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.5 Л3.6 Л3.7 Л3.8 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6	
1.3	Визуализация результатов расчета. Решение стационарных и динамических задач. /Пр/	2	2	ОПК-4.1-З ОПК-4.1-У ОПК-4.1-В ОПК-4.2-З ОПК-4.2-У ОПК-4.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10 Л1.11Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.5 Л3.6 Л3.7 Л3.8 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6	Подготовка к практическим занятиям. Изучение лекционного материала
1.4	Основные понятия об автоматизированном проектировании и о САД, САЕ системах. Подготовка к практическим занятиям. /Ср/	2	10	ОПК-4.1-З ОПК-4.1-У ОПК-4.1-В ОПК-4.2-З ОПК-4.2-У ОПК-4.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10 Л1.11Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.5 Л3.6 Л3.7 Л3.8 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6	Изучение лекционного материала. Устный опрос. Ответы на вопросы. Отчеты по практическим занятиям.

1.5	Методы трехмерного моделирования. /Тема/	2	0			
1.6	Каркасное (проволочное) моделирование. Поверхностное (полигональное) моделирование. Твёрдотельное (сплошное, объемное) моделирование. Методы создания трехмерных твердотельных моделей. Гибридное моделирование. Понимание концепций твердотельного моделирования. Способы построения моделей. /Лек/	2	2	ОПК-4.1-З ОПК-4.1-У ОПК-4.1-В ОПК-4.2-З ОПК-4.2-У ОПК-4.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10 Л1.11Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.5 Л3.6 Л3.7 Л3.8 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6	
1.7	Создание трехмерных моделей деталей в CAD SolidWorks. Разработка и оформление конструкторско-технологической документации с помощью SolidWorks. /Лаб/	2	4	ОПК-4.1-З ОПК-4.1-У ОПК-4.1-В ОПК-4.2-З ОПК-4.2-У ОПК-4.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10 Л1.11Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.5 Л3.6 Л3.7 Л3.8 Э6	Выполнение и защита лабораторной работы.
1.8	Создание расчетной геометрии для САЕ. Интеграция 3D модели в САЕ систему. Ввод констант, переменных и функций. Выбор и задание условий для сетки конечных /Пр/	2	2	ОПК-4.1-З ОПК-4.1-У ОПК-4.1-В ОПК-4.2-З ОПК-4.2-У ОПК-4.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10 Л1.11Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.5 Л3.6 Л3.7 Л3.8 Э4 Э6	Подготовка к практическим занятиям. Изучение лекционного материала
1.9	Методы трехмерного моделирования. Подготовка к практическим занятиям. /Ср/	2	10	ОПК-4.1-З ОПК-4.1-У ОПК-4.1-В ОПК-4.2-З ОПК-4.2-У ОПК-4.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10 Л1.11Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.5 Л3.6 Л3.7 Л3.8 Э2 Э3 Э6	Изучение лекционного материала. Устный опрос. Отчеты по лабораторным работам и практическим занятиям.
1.10	Сборки в CAD системах. /Тема/	2	0			

1.11	Сборка в CAD. Способы проектирования сборок. Свойства сборок. Создание и ведение сверхбольших трехмерных сборок. Классификация трехмерных сборок по количеству компонентов. Сверхбольшие трехмерные сборки (СТС). Структурирование сверхбольших трехмерных сборок. Программные решения в CAD и PDM-системах для работы с СТС. /Лек/	2	2	ОПК-4.1-3 ОПК-4.1-У ОПК-4.1-В ОПК-4.2-3 ОПК-4.2-У ОПК-4.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10 Л1.11Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.5 Л3.6 Л3.7 Л3.8 Э1 Э2 Э3 Э4	
1.12	Создание 3D сборок изделия в CAD SolidWorks. Разработка и оформление конструкторско-технологической документации на сборочную единицу с помощью SolidWorks. /Лаб/	2	4	ОПК-4.1-3 ОПК-4.1-У ОПК-4.1-В ОПК-4.2-3 ОПК-4.2-У ОПК-4.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10 Л1.11Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.5 Л3.6 Л3.7 Л3.8 Э6	Выполнение и защита лабораторной работы.
1.13	Сборки в CAD системах. Подготовка к лабораторным занятиям. /Ср/	2	10	ОПК-4.1-3 ОПК-4.1-У ОПК-4.1-В ОПК-4.2-3 ОПК-4.2-У ОПК-4.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10 Л1.11Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.5 Л3.6 Л3.7 Л3.8 Э2 Э3 Э6	Изучение лекционного материала. Устный опрос. Отчеты по лабораторным работам занятиям.
1.14	Жизненный цикл продукта. Основные процедуры попадающие в область задач CAD,CAM и CAE систем. /Тема/	2	0			
1.15	Современные передовые технологии. Жизненный цикл изделий. Основные типы АС с их привязкой к тем или иным этапам жизненного цикла изделий. Типовая структура промышленного предприятия. Состав САМ системы. Методы программирования систем ЧПУ. Последовательность действий при разработке УП. Обзор универсальных форматов передачи CAD геометрии. /Лек/	2	2	ОПК-4.1-3 ОПК-4.1-У ОПК-4.1-В ОПК-4.2-3 ОПК-4.2-У ОПК-4.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10 Л1.11Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.5 Л3.6 Л3.7 Л3.8 Э1 Э2 Э3 Э4	

1.16	Инженерный анализ теплового поля деталей и конструкций в САЕ. /Пр/	2	2	ОПК-4.1-3 ОПК-4.1-У ОПК-4.1-В ОПК-4.2-3 ОПК-4.2-У ОПК-4.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10 Л1.11Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.5 Л3.6 Л3.7 Л3.8 Э4 Э5 Э6	Подготовка к практическим занятиям. Изучение лекционного материала
1.17	Жизненный цикл продукта. Основные процедуры попадающие в область задач CAD,CAM и САЕ систем. Подготовка к практическим занятиям. /Ср/	2	8	ОПК-4.1-3 ОПК-4.1-У ОПК-4.1-В ОПК-4.2-3 ОПК-4.2-У ОПК-4.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10 Л1.11Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.5 Л3.6 Л3.7 Л3.8 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6	Изучение лекционного материала. Устный опрос. Ответы на вопросы. Отчеты по практическим занятиям.
1.18	Инженерный расчет в САЕ системах. /Тема/	2	0			
1.19	Отрасли применения САЕ систем. Классификация САЕ. Возможности САЕ. Основные направления в развитии САЕ. Совершенствование методов построения расчетных сеток. Алгоритм работы с САЕ. Инженерный анализ, теплового поля и напряженно-деформированного состояния деталей и конструкций при различных видах внешних нагрузок. /Лек/	2	2	ОПК-4.1-3 ОПК-4.1-У ОПК-4.1-В ОПК-4.2-3 ОПК-4.2-У ОПК-4.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10 Л1.11 Л1.12Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.5 Л3.6 Л3.7 Л3.8 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6	
1.20	Моделирование в SolidWorks Simulation элементов и узлов электронных приборов. /Лаб/	2	4	ОПК-4.1-3 ОПК-4.1-У ОПК-4.1-В ОПК-4.2-3 ОПК-4.2-У ОПК-4.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10 Л1.11 Л1.12Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.5 Л3.6 Л3.7 Л3.8 Э4 Э5 Э6	Выполнение и защита лабораторной работы.

1.21	Инженерный анализ электромагнитного поля в САЕ. /Пр/	2	2	ОПК-4.1-3 ОПК-4.1-У ОПК-4.1-В ОПК-4.2-3 ОПК-4.2-У ОПК-4.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10 Л1.11 Л1.12Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.5 Л3.6 Л3.7 Л3.8 Э4 Э6	Подготовка к практическим занятиям. Изучение лекционного материала
1.22	Инженерный анализ напряженно-деформированного состояния деталей и конструкций в САЕ. Расчет собственных частот колебаний. /Пр/	2	2	ОПК-4.1-3 ОПК-4.1-У ОПК-4.1-В ОПК-4.2-3 ОПК-4.2-У ОПК-4.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10 Л1.11 Л1.12Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.5 Л3.6 Л3.7 Л3.8 Э4 Э6	Подготовка к практическим занятиям. Изучение лекционного материала
1.23	Инженерный расчет в САЕ системах Подготовка к лабораторным и практическим занятиям /Ср/	2	16	ОПК-4.1-3 ОПК-4.1-У ОПК-4.1-В ОПК-4.2-3 ОПК-4.2-У ОПК-4.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10 Л1.11 Л1.12Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.5 Л3.6 Л3.7 Л3.8 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6	Изучение лекционного материала. Устный опрос. Отчеты по лабораторным работам и практическим занятиям.
1.24	Методы инженерного анализа. Метод конечных элементов. /Тема/	2	0			
1.25	Классификация методов инженерного анализа. Численные методы. Метод конечных элементов. Виды МКЭ. Виды и формы конечных элементов. Общий алгоритм статического расчета МКЭ. Ошибки метода конечных элементов. /Лек/	2	4	ОПК-4.1-3 ОПК-4.1-У ОПК-4.1-В ОПК-4.2-3 ОПК-4.2-У ОПК-4.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10 Л1.11Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.5 Л3.6 Л3.7 Л3.8 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6	

1.26	Анализ и моделирование в САЕ системе узлов электронных приборов. /Лаб/	2	4	ОПК-4.1-3 ОПК-4.1-У ОПК-4.1-В ОПК-4.2-3 ОПК-4.2-У ОПК-4.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10 Л1.11Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.5 Л3.6 Л3.7 Л3.8 Э3 Э4 Э5 Э6	Выполнение и защита лабораторной работы.
1.27	Инженерный анализ явлений фазового перехода в САЕ. /Пр/	2	2	ОПК-4.1-3 ОПК-4.1-У ОПК-4.1-В ОПК-4.2-3 ОПК-4.2-У ОПК-4.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10 Л1.11Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.5 Л3.6 Л3.7 Л3.8 Э4	Подготовка к практическим занятиям. Изучение лекционного материала
1.28	Деформируемая и перемещаемая геометрия. Задание начальных и граничных условий. Выбор решателей. Подвижные и деформируемые сетки конечных элементов. /Пр/	2	2	ОПК-4.1-3 ОПК-4.1-У ОПК-4.1-В ОПК-4.2-3 ОПК-4.2-У ОПК-4.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10 Л1.11Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.5 Л3.6 Л3.7 Л3.8 Э4	Подготовка к практическим занятиям. Изучение лекционного материала
1.29	Методы инженерного анализа. Метод конечных элементов. Подготовка к лабораторным и практическим занятиям /Ср/	2	20	ОПК-4.1-3 ОПК-4.1-У ОПК-4.1-В ОПК-4.2-3 ОПК-4.2-У ОПК-4.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10 Л1.11Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.5 Л3.6 Л3.7 Л3.8 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6	Изучение лекционного материала. Устный опрос. Отчеты по лабораторным работам и практическим занятиям.
1.30	Оптимизация. Целевая функция. Математическая формулировка задачи оптимизации. /Тема/	2	0			

1.31	Виды оптимизации. Метод структурной оптимизации. Параметрическая оптимизация. /Лек/	2	2	ОПК-4.1-3 ОПК-4.1-У ОПК-4.1-В ОПК-4.2-3 ОПК-4.2-У ОПК-4.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10 Л1.11Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.5 Л3.6 Л3.7 Л3.8 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6	
1.32	Основы мультифизического моделирования в САЕ системах. Параметрический анализ и оптимизация деталей и узлов. /Пр/	2	2	ОПК-4.1-3 ОПК-4.1-У ОПК-4.1-В ОПК-4.2-3 ОПК-4.2-У ОПК-4.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10 Л1.11Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.5 Л3.6 Л3.7 Л3.8 Э4 Э5	Подготовка к практическим занятиям. Изучение лекционного материала
1.33	Оптимизация. Целевая функция. Математическая формулировка задачи оптимизации. Подготовка к практическим занятиям /Ср/	2	11	ОПК-4.1-3 ОПК-4.1-У ОПК-4.1-В ОПК-4.2-3 ОПК-4.2-У ОПК-4.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10 Л1.11Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.5 Л3.6 Л3.7 Л3.8 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6	Изучение лекционного материала. Устный опрос. Ответы на вопросы. Отчеты по практическим занятиям.
	Раздел 2. Иная контактная работа и часы на контроль					
2.1	Иная контактная работа, часы на контроль, консультации, экзамен /Тема/	2	0			
2.2	Консультирование перед экзаменом и практикой /Кнс/	2	2	ОПК-4.1-3 ОПК-4.1-У ОПК-4.1-В ОПК-4.2-3 ОПК-4.2-У ОПК-4.2-В		
2.3	Иная контактная работа /ИКР/	2	0,35	ОПК-4.1-3 ОПК-4.1-У ОПК-4.1-В ОПК-4.2-3 ОПК-4.2-У ОПК-4.2-В		
2.4	Экзамен /Экзамен/	2	44,65	ОПК-4.1-3 ОПК-4.1-У ОПК-4.1-В ОПК-4.2-3 ОПК-4.2-У ОПК-4.2-В		

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Оценочные материалы приведены в приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ «Оценочные материалы по дисциплине «Применение современных CAD/CAE систем в электронике»»)

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**6.1. Рекомендуемая литература****6.1.1. Основная литература**

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л1.1	Склярова Е. А., Малютин В. М.	Компьютерное моделирование физических явлений : учебное пособие	Томск: Томский политехнический университет, 2012, 152 с.	978-5-4387-0119-4, http://www.iprbookshop.ru/34668.html
Л1.2	Коткин, Г. Л., Попов, Л. К., Черкасский, В. С.	Компьютерное моделирование физических процессов с использованием MATLAB : учебное пособие	Новосибирск: Новосибирский государственный университет, 2017, 203 с.	978-5-4437-0608-5, https://www.iprbookshop.ru/93459.html
Л1.3	Александрова Н. А.	Компьютерное моделирование в системе КОМПАС-ГРАФИК 2D. Графическое 2D моделирование	Волгоград: Волгоградский ГАУ, 2016, 152 с.	, https://e.lanbook.com/book/100826
Л1.4	Лобанов Д. К., Орешенко Т. Г.	Моделирование технических систем в Comsol Multiphysics. Практикум для студентов специальности 24.05.06 «Системы управления летательными аппаратами» очной формы обучения	Красноярск: СибГУ им. академика М. Ф. Решетнёва, 2023, 70 с.	, https://e.lanbook.com/book/400484
Л1.5	Унру Н. Э.	Компьютерное моделирование микроволновых устройств : учебное пособие	Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2011, 160 с.	978-5-7782-1603-7, http://www.iprbookshop.ru/44942.html
Л1.6	Осипов Ю. В., Славин М. Б.	Компьютерное моделирование нанотехнологий, наноматериалов и наноструктур. Диффузия : учебное пособие	Москва: Издательский Дом МИСиС, 2011, 73 с.	978-5-87623-420-9, http://www.iprbookshop.ru/56065.html
Л1.7	Новиков Б. Ю.	Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Компьютерное моделирование» : учебно-методическое пособие	Санкт-Петербург: Университет ИТМО, 2012, 44 с.	2227-8397, http://www.iprbookshop.ru/67267.html
Л1.8	Цисарь И. Ф.	MATLAB Simulink. Компьютерное моделирование экономики	Москва: СОЛОН-ПРЕСС, 2016, 252 с.	978-5-91359-006-0, http://www.iprbookshop.ru/90387.html

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л1.9	Коткин Г. Л., Попов Л. К., Черкасский В. С.	Компьютерное моделирование физических процессов с использованием MATLAB : учебное пособие	Новосибирск: Новосибирский государственный университет, 2017, 203 с.	978-5-4437-0608-5, http://www.iprbookshop.ru/93459.html
Л1.10	Сускин В. В., Шевченко В. Ф., Коваленко В. В., Кулавина Н. Ю.	Проектирование РЭС: CAD/CAM/CAE/PDM	Москва: ИНТУИТ, 2016, 435 с.	, https://e.lanbook.com/book/100394
Л1.11	Рожков О.В., Буробин М.А.	Компьютерное моделирование электрических и магнитных полей : Методические указания	Рязань: РИЦ РГРТУ, 2009,	, https://elib.rsr.eu.ru/ebs/download/941
Л1.12	Ли К.	Основы САПР.CAD/CAM/CAE : Пер.с англ.	СПб.:Питер, 2004, 559с.	5-94723-770-9, 1
6.1.2. Дополнительная литература				
№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л2.1	Титков В. В., Янчус Э. И.	Компьютерные технологии. Comsol Multiphysics в задачах энергетики : учебное пособие	Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2012, 184 с.	978-5-7422-3684-9, http://www.iprbookshop.ru/43951.html
Л2.2	Куликов И. М.	Технологии разработки программного обеспечения для математического моделирования физических процессов. Часть 1. Использование суперкомпьютеров, оснащенных графическими ускорителями : учебное пособие	Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2013, 40 с.	978-5-7782-2195-6, http://www.iprbookshop.ru/45044.html
Л2.3	Титков, В. В., Янчус, Э. И.	Компьютерные технологии. Comsol Multiphysics в задачах энергетики : учебное пособие	Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2012, 184 с.	978-5-7422-3684-9, https://www.iprbookshop.ru/43951.html
Л2.4	Красников Г. Е., Нагорнов О. В., Старостин Н. В.	Моделирование физических процессов с использованием пакета comsol Multiphysics : учебное пособие для вузов	Москва: НИЯУ МИФИ, 2012, 184 с.	978-5-7262-1688-1, http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=75844

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л2.5	Стрелков А. Б.	Основы инженерного анализа в системе Advanced Simulation : учебное пособие	Иркутск: ИРНИТУ, 2019, 160 с.	978-5-8038-1399-6, https://e.lanbook.com/book/216983
Л2.6	Бахвалова С. А., Азаров М. В.	Моделирование радиоэлектронных средств в программе SolidWorks: лабораторный практикум	Москва: МИЭТ, 2022, 152 с.	, https://e.lanbook.com/book/309311

6.1.3. Методические разработки

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л3.1	Грачев Е.Ю., Климаков В.В	Инженерная и компьютерная графика : Учебное пособие	Рязань: РИЦ РГРТУ, 2016,	, https://elib.rsr.eu.ru/ebs/download/890
Л3.2	Коваленко Вик.В., Кулавина Н.Ю., Пашкина Г.А.	Тепловой анализ сборки в Solidworks Simulations : Методические указания	Рязань: РИЦ РГРТУ, 2013,	, https://elib.rsr.eu.ru/ebs/download/1125
Л3.3	Платонова О. В., Руденский Р. В., Новиков Е. С.	Компьютерное твердотельное параметрически - управляемое моделирование в САПР SolidWorks. Базовый курс : учебное пособие	Москва: РТУ МИРЭА, 2020, 71 с.	, https://e.lanbook.com/book/163913
Л3.4	Киселёв И. А., Страхов С. Ю.	Основы моделирования процессов теплообмена в среде Solidworks : лабораторный практикум	Санкт-Петербург: БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2017, 48 с.	, https://e.lanbook.com/book/121844
Л3.5	Волкоморов В. И., Денисенко А. И., Иванова О. Ю., Марков А. В.	Основы трёхмерного моделирования в SolidWorks	Санкт-Петербург: БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2017, 75 с.	978-5-906920-63-8, https://e.lanbook.com/book/121858
Л3.6	Туркина Н. Р.	Проектирование в среде SolidWorks : практическое пособие	Санкт-Петербург: БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2017, 55 с.	978-5-906920-79-9, https://e.lanbook.com/book/121879
Л3.7	Хотина Г. К.	Создание изделий со сложными поверхностями в среде геометрического моделирования SolidWorks : учебное пособие	Москва: МАИ, 2021, 52 с.	978-5-4316-0807-0, https://e.lanbook.com/book/207518
Л3.8	Фиалкова Е. А., Виноградова Ю. В., Шевчук В. Б., Баронов В. И., Голденшлях О. Н.	Твердотельное моделирование и прочностные расчеты в программе SOLIDWORKS : методические указания	Вологда: ВГМХА им. Н.В. Верещагина, 2022, 27 с.	, https://e.lanbook.com/book/313997

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	Портал математической литературы [Электронный ресурс]. – URL: http://math-portal.ru/
Э2	Портал планета САМ [Электронный ресурс]. – https://www.planetacam.ru/college/learn/12-2/
Э3	Форум пользователей ПО АСКОН [Электронный ресурс]. – https://forum.ascon.ru/index.php?board=1.0
Э4	Учебный центр Comsol [Электронный ресурс]. – https://www.comsol.ru/
Э5	ЦИТМ Экспонента / Введение в MATLAB [Электронный ресурс]. – https://exponenta.ru/news/vvedenie-v-matlab
Э6	3D ContentCentral и сообщество моделей CAD MySolidWorks компании Dassault Systemes SolidWorks. [Электронный ресурс]. – https://my.solidworks.com/training/catalog/list/1?&category=f%2Fdb_record_subtype%2FLessons

6.3 Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

6.3.1 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства

Наименование	Описание
SolidWorks Education Edition 500 CAMPUS	Коммерческая лицензия
MATLAB Classroom, Simulink Classroom	Коммерческая лицензия

6.3.2 Перечень информационных справочных систем

6.3.2.1	Система КонсультантПлюс http://www.consultant.ru
6.3.2.2	Информационно-правовой портал ГАРАНТ.РУ http://www.garant.ru

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1	103 лабораторный корпус. помещение для самостоятельной работы обучающихся, компьютерный класс Специализированная мебель (24 посадочных места), магнитно-маркерная доска. Мультимедиа проектор, 1 экран. ПК. Возможность подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду РГРТУ
2	103 лабораторный корпус. учебная аудитория для проведения учебных занятий, компьютерный класс Специализированная мебель (24 посадочных места), магнитно-маркерная доска. Мультимедиа проектор, 1 экран. ПК. Возможность подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду РГРТУ
3	214 лабораторный корпус. учебная аудитория для проведения учебных занятий. Специализированная мебель (60 посадочных мест), магнитно-маркерная доска. Мультимедиа проектор, 1 экран. ПК.
4	109 лабораторный корпус. учебная аудитория для проведения учебных занятий Специализированная мебель (60 посадочных мест), магнитно-маркерная доска. Мультимедиа проектор, 1 экран. ПК.

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

«Методическое обеспечение дисциплины приведено в приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ «Методические указания дисциплины «Применение современных CAD/CAE систем в электронике»»)

Оператор ЭДО ООО "Компания "Тензор"

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

ПОДПИСАНО
ЗАВЕДУЮЩИМ
КАФЕДРЫ

ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ, Круглов Сергей
Александрович, Заведующий кафедрой ПЭЛ

05.10.24 15:55 (MSK)

Простая подпись

ПОДПИСАНО
ЗАВЕДУЮЩИМ
ВЫПУСКАЮЩЕЙ
КАФЕДРЫ

ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ, Круглов Сергей
Александрович, Заведующий кафедрой ПЭЛ

05.10.24 15:55 (MSK)

Простая подпись

ПОДПИСАНО
НАЧАЛЬНИКОМ УРОП

ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ, Ерзылёва Анна
Александровна, Начальник УРОП

07.10.24 09:45 (MSK)

Простая подпись