МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента образования
_____ П.Е. Троян
«19» _____12_____ 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки / специальность: **11.04.04 Электроника и наноэлектроника**
Направленность (профиль) / специализация: **Конструирование и производство бортовой космической радиоаппаратуры**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Радиоконструкторский факультет (РКФ)**
Кафедра: **Кафедра конструирования и производства радиоаппаратуры (КИПР)**
Курс: **1**
Семестр: **2**
Учебный план набора 2019 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	2 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	18	18	часов
Практические занятия	18	18	часов
Самостоятельная работа	108	108	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	144	144	часов
	4	4	з.е.

Формы промежуточной аттестация	Семестр
Зачет с оценкой	2

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Шелупанов А.А.
Должность: Ректор
Дата подписания: 19.12.2018
Уникальный программный ключ:
c53e145e-8b20-45aa-9347-a5e4dbb90e8d

Томск

Согласована на портале № 63371

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. Приобретение компетенций для овладения навыками использования современных компьютерных технологий в научных исследованиях, в том числе современных пакетов моделирования и автоматизации научных исследований.

1.2. Задачи дисциплины

1. Ознакомить студентов с методами и средствами компьютерных технологий в научных исследованиях приборостроительной направленности, а именно с: новейшими информационными технологиями и перспективами их развития; теоретическими основами моделирования как основного метода внедрения компьютерных технологий в профессиональной сфере; методами и средствами получения, хранения, обработки и защиты информации в научной и профессиональной деятельности; компьютерным моделированием наносистем и полупроводниковых устройств; компьютерным моделированием микроэлектромеханических систем; разработкой и оптимизацией электронных систем; тепловым анализом конструкций; прочностным анализом; решением задач оптимизации конструкций.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).
Индекс дисциплины: Б1.О.05.
Реализуется с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 3.1):
Таблица 3.1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Компетенция	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Универсальные компетенции		
-	-	-
Общепрофессиональные компетенции		

Согласована на портале № 63371

ОПК-3. Способен приобретать и использовать новую информацию в своей предметной области, предлагать новые идеи и подходы к решению инженерных задач	ОПК-3.1. Знает принципы построения локальных и глобальных компьютерных сетей, основы Интернет-технологий, типовые процедуры применения проблемно-ориентированных прикладных программных средств в дисциплинах профессионального цикла и профессиональной сфере деятельности	Использует на практике принципы построения локальных и глобальных компьютерных сетей, основы Интернет-технологий, типовые процедуры применения проблемно-ориентированных прикладных программных средств в дисциплинах профессионального цикла и профессиональной сфере деятельности
	ОПК-3.2. Умеет использовать современные информационные и компьютерные технологии, средства коммуникаций для эффективного поиска информации из своей предметной области	Использует современные информационные и компьютерные технологии, средства коммуникаций для эффективного поиска информации из своей предметной области
	ОПК-3.3. Владеет методами научно-технического творчества, способами генерации новых идей и подходов для решения профессиональных задач	Применяет на практике методы научно-технического творчества, способы генерации новых идей и подходы для решения профессиональных задач
ОПК-4. Способен разрабатывать и применять специализированное программно-математическое обеспечение для проведения исследований и решения инженерных задач	ОПК-4.1. Знает методы расчета, проектирования, конструирования и модернизации объектов профессиональной деятельности с использованием систем автоматизированного проектирования	Применяет на практике методы расчета, проектирования, конструирования и модернизации объектов профессиональной деятельности с использованием систем автоматизированного проектирования
	ОПК-4.2. Умеет выбирать пакеты прикладных программ для решения задач профессиональной деятельности	Применяет пакеты прикладных программ для решения задач профессиональной деятельности
	ОПК-4.3. Владеет современными программными средствами моделирования, проектирования и конструирования объектов профессиональной деятельности	Использует современные программные средства моделирования, проектирования и конструирования объектов профессиональной деятельности
Профессиональные компетенции		
-	-	-

4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 академических часов.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной деятельности представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		2 семестр
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	36	36
Лекционные занятия	18	18
Практические занятия	18	18
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	108	108
Подготовка к выступлению (докладу)	18	18
Подготовка к зачету с оценкой	36	36
Подготовка к тестированию	34	34
Подготовка к устному опросу / собеседованию	20	20
Общая трудоемкость (в часах)	144	144
Общая трудоемкость (в з.е.)	4	4

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Структура дисциплины по разделам (темам) и видам учебной деятельности приведена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Названия разделов (тем) дисциплины	Лек. зан., ч	Прак. зан., ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
2 семестр					
1 Основы компьютерных технологий	2	-	16	18	ОПК-3, ОПК-4
2 Научные исследования и виды научной информации	2	-	10	12	ОПК-3, ОПК-4
3 Суперкомпьютерное моделирование	2	-	10	12	ОПК-3, ОПК-4
4 Компьютерное моделирование наносистем и полупроводниковых устройств	2	-	12	14	ОПК-3, ОПК-4
5 Разработка и оптимизация электронных систем	2	-	10	12	ОПК-3, ОПК-4
6 Схемотехническое моделирование	2	4	10	16	ОПК-3, ОПК-4
7 Тепловой анализ	2	6	10	18	ОПК-3, ОПК-4
8 Прочностной анализ. Модальный, вибрационный и динамический анализ конструкций. Междисциплинарные задачи	2	8	14	24	ОПК-3, ОПК-4
9 Цифровые двойники	2	-	16	18	ОПК-3, ОПК-4
Итого за семестр	18	18	108	144	
Итого	18	18	108	144	

Согласована на портале № 63371

5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)

Названия разделов (тем) дисциплины	Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)	Трудоемкость (лекционные занятия), ч	Формируемые компетенции
2 семестр			
1 Основы компьютерных технологий	История и перспективы развития компьютерных технологий в научной деятельности; основные тенденции в развитии информационных технологий; интернет технологии в формировании глобального научного пространства.	2	ОПК-3, ОПК-4
	Итого	2	
2 Научные исследования и виды научной информации	Виды научно-технической информации и способы ее представления; научный поиск в интернете; состав поисковой системы; научные социальные сети.	2	ОПК-3, ОПК-4
	Итого	2	
3 Суперкомпьютерное моделирование	Преимущества суперкомпьютеров; применение суперкомпьютеров в научных исследованиях; облачные технологии; предсказательное моделирование сложных систем.	2	ОПК-3, ОПК-4
	Итого	2	
4 Компьютерное моделирование наносистем и полупроводниковых устройств	Компьютерное моделирование наносистем; моделирование полупроводниковых устройств: полевого транзистора; фотодиода (мультифизика);	2	ОПК-3, ОПК-4
	Итого	2	
5 Разработка и оптимизация электронных систем	Моделирование электрических и магнитных полей в AC/DC-системах; разработка фильтров, антенн и волноводов в микроволновом и оптическом диапазоне; междисциплинарное моделирование электромеханических систем и пьезоэлектрических устройств; применение ПО COMSOL для анализа полупроводниковых систем	2	ОПК-3, ОПК-4
	Итого	2	

Согласована на портале № 63371

6 Схемотехническое моделирование	Программы для моделирования, проектирования и анализа электрических схем и цепей; схемотехнические модели пассивных и активных электрорадиоэлементов, методы анализа электрических схем; моделирование индукторов, трансформаторов, электрических машин, постоянных магнитов и другого магнитного оборудования;	2	ОПК-3, ОПК-4
	Итого	2	
7 Тепловой анализ	Численное моделирование различных механизмов переноса теплоты; тепловой анализ в COMSOL Multiphysics; охлаждение интегральной схемы; затвердевание металла;	2	ОПК-3, ОПК-4
	Итого	2	

Согласована на портале № 63371

8 Прочностной анализ. Модальный, вибрационный и динамический анализ конструкций. Междисциплинарные задачи	Модели линейных упругих, сверхупругих, упругопластичных, вязко-пластичных и ползучих материалов; возможности добавления своих собственных моделей с помощью внешних подпрограмм и функций; механика конструкций в COMSOL Multiphysics; статический анализ; деформация резинового уплотнителя; пластическая деформация при растяжении; пользовательские модели материалов; статический анализ с помощью внешней библиотеки.	1	ОПК-3, ОПК-4
	Проведение исследований на собственные частоты (Eigenfrequency), в т.ч. с учетом демпфирования; гармонические исследования (Frequency Domain) для расчета частотных откликов и характеристик; динамический анализ (Time Dependent) на приложенную к системе импульсную нагрузку, в т.ч. настройка решателей; инструменты и настройки для эффективного модального анализа систем: Time-Dependent Modal и Frequency Domain Modal; учёт преднапряжения и вращения (Prestressed Analysis), в т.ч. их влияния на частотные характеристики; характерные элементы постобработки, в т.ч. быстрое Фурье Преобразование (FFT), анимации собственных мод, диаграммы Кэмбелла.	1	ОПК-3, ОПК-4
	Итого	2	

Согласована на портале № 63371

9 Цифровые двойники	Концепция и определение цифрового двойника; виды цифровых двойников; применение цифровых двойников производства и цифровых двойников продукции; инжиниринговые инструменты для создания цифровых двойников и их эволюция; технологии сбора и обработки данных для создания цифровых двойников.	2	ОПК-3, ОПК-4
	Итого	2	
Итого за семестр		18	
Итого		18	

5.3. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
2 семестр			
6 Схемотехническое моделирование	Знакомство с Micro-Cap; математическая постановка задачи моделирования; разработка модели, задание свойство моделей компонентов; задание начальных и граничных условий; настройки решателя; запуск на расчет и анализ результатов.	4	ОПК-3, ОПК-4
	Итого	4	
7 Тепловой анализ	Стационарная и нестационарная математические модели теплообмена в РЭС; Задание тепловых свойств и моделей материалов конструкций РЭС; Задание начальных и граничных условий теплообмена в РЭС; Вывод и интерпретация результатов теплового анализа РЭС.	6	ОПК-3, ОПК-4
	Итого	6	

Согласована на портале № 63371

8 Прочностной анализ. Модальный, вибрационный и динамический анализ конструкций. Междисциплинарные задачи	Стационарная и нестационарная математической модели механики в РЭС; Задание механических свойств и моделей материалов конструкций РЭС; Задание начальных и граничных условий механики в РЭС; Вывод и интерпретация результатов механического анализа РЭС.	4	ОПК-3, ОПК-4
	Создание междисциплинарной математической модели физических процессов в РЭС; Задание комплексных свойств и моделей материалов конструкций РЭС; Задание связанных начальных и граничных условий в РЭС; Вывод и интерпретация результатов моделирования.	4	ОПК-3, ОПК-4
	Итого	8	
Итого за семестр		18	
Итого		18	

5.4. Лабораторные занятия

Не предусмотрено учебным планом

5.5. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено учебным планом

5.6. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 5.6.

Таблица 5.6 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов (тем) дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
2 семестр				
1 Основы компьютерных технологий	Подготовка к выступлению (докладу)	6	ОПК-3, ОПК-4	Выступление (доклад) на занятии
	Подготовка к зачету с оценкой	4	ОПК-3, ОПК-4	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	4	ОПК-3, ОПК-4	Тестирование
	Подготовка к устному опросу / собеседованию	2	ОПК-3, ОПК-4	Устный опрос / собеседование
	Итого	16		

Согласована на портале № 63371

2 Научные исследования и виды научной информации	Подготовка к зачету с оценкой	4	ОПК-3, ОПК-4	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	4	ОПК-3, ОПК-4	Тестирование
	Подготовка к устному опросу / собеседованию	2	ОПК-3, ОПК-4	Устный опрос / собеседование
	Итого	10		
3 Суперкомпьютерное моделирование	Подготовка к зачету с оценкой	4	ОПК-3, ОПК-4	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	4	ОПК-3, ОПК-4	Тестирование
	Подготовка к устному опросу / собеседованию	2	ОПК-3, ОПК-4	Устный опрос / собеседование
	Итого	10		
4 Компьютерное моделирование наносистем и полупроводниковых устройств	Подготовка к зачету с оценкой	4	ОПК-3, ОПК-4	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	4	ОПК-3, ОПК-4	Тестирование
	Подготовка к устному опросу / собеседованию	4	ОПК-3, ОПК-4	Устный опрос / собеседование
	Итого	12		
5 Разработка и оптимизация электронных систем	Подготовка к зачету с оценкой	4	ОПК-3, ОПК-4	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	4	ОПК-3, ОПК-4	Тестирование
	Подготовка к устному опросу / собеседованию	2	ОПК-3, ОПК-4	Устный опрос / собеседование
	Итого	10		
6 Схемотехническое моделирование	Подготовка к зачету с оценкой	4	ОПК-3, ОПК-4	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	4	ОПК-3, ОПК-4	Тестирование
	Подготовка к устному опросу / собеседованию	2	ОПК-3, ОПК-4	Устный опрос / собеседование
	Итого	10		
7 Тепловой анализ	Подготовка к зачету с оценкой	4	ОПК-3, ОПК-4	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	4	ОПК-3, ОПК-4	Тестирование
	Подготовка к устному опросу / собеседованию	2	ОПК-3, ОПК-4	Устный опрос / собеседование
	Итого	10		

Согласована на портале № 63371

8 Прочностной анализ. Модальный, вибрационный и динамический анализ конструкций. Междисциплинарные задачи	Подготовка к выступлению (докладу)	6	ОПК-3, ОПК-4	Выступление (доклад) на занятии
	Подготовка к зачету с оценкой	4	ОПК-3, ОПК-4	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	2	ОПК-3, ОПК-4	Тестирование
	Подготовка к устному опросу / собеседованию	2	ОПК-3, ОПК-4	Устный опрос / собеседование
	Итого	14		
9 Цифровые двойники	Подготовка к выступлению (докладу)	6	ОПК-3, ОПК-4	Выступление (доклад) на занятии
	Подготовка к зачету с оценкой	4	ОПК-3, ОПК-4	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	4	ОПК-3, ОПК-4	Тестирование
	Подготовка к устному опросу / собеседованию	2	ОПК-3, ОПК-4	Устный опрос / собеседование
	Итого	16		
Итого за семестр		108		
Итого		108		

5.7. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности представлено в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Формируемые компетенции	Виды учебной деятельности			Формы контроля
	Лек. зан.	Прак. зан.	Сам. раб.	
ОПК-3	+	+	+	Выступление (доклад) на занятии, Зачёт с оценкой, Устный опрос / собеседование, Тестирование
ОПК-4	+	+	+	Выступление (доклад) на занятии, Зачёт с оценкой, Устный опрос / собеседование, Тестирование

6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

6.1. Балльные оценки для форм контроля

Балльные оценки для форм контроля представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Балльные оценки

Формы контроля	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр

Согласована на портале № 63371

2 семестр				
Выступление (доклад) на занятии	10	10	5	25
Зачёт с оценкой	10	10	15	35
Устный опрос / собеседование	5	5	5	15
Тестирование	10	10	5	25
Итого максимум за период	35	35	30	100
Нарастающим итогом	35	70	100	100

6.2. Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Пересчет баллов в оценки за текущий контроль представлен в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Баллы на дату текущего контроля	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату ТК	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату ТК	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату ТК	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату ТК	2

6.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)
5 (отлично) (зачтено)	90 – 100	A (отлично)
4 (хорошо) (зачтено)	85 – 89	B (очень хорошо)
	75 – 84	C (хорошо)
	70 – 74	D (удовлетворительно)
3 (удовлетворительно) (зачтено)	65 – 69	
	60 – 64	E (посредственно)
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература

1. Федорова, Н.Н. Основы работы в ANSYS 17 [Электронный ресурс] / Н.Н. Федорова, С.А. Вальгер, М.Н. Данилов, Ю.В. Захарова. — Электрон. дан. — Москва [Электронный ресурс]:ДМК Пресс, 2017. — 210 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/90112.

2. Компьютерные технологии в науке, образовании и производстве электронной техники [Электронный ресурс]: Учебное пособие / В. В. Кручинин, Ю. Н. Тановицкий - 2017. 134 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7255.

3. Основы компьютерных технологий проектирования радиоэлектронных средств: Учебное пособие / Ю. П. Кобрин - 2018. 56 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7906.

4. Компьютерные технологии в научных исследованиях : учебное пособие / Е. Н. Косова, К. А. Катков, О. В. Вельц [и др.]. — Ставрополь : СКФУ, 2015. — 241 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/155228.

Согласована на портале № 63371

5. Компьютерные технологии в науке и производстве : методические указания / составитель С. С. Колмогорова. — Санкт-Петербург : СПбГЛТУ, 2021. — 44 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/200975.

7.2. Дополнительная литература

1. Трофимова Т. И. Курс физики: учебное пособие для вузов / Т. И. Трофимова. - 18-е изд., стереотип. - М.: Академия, 2010. - 557, [3] с. : ил. - (Высшее профессиональное образование). (наличие в библиотеке ТУСУР - 252 экз.).
2. Ибрагимов, И.М. Основы компьютерного моделирования наносистем [Электронный ресурс] [Электронный ресурс]: учебное пособие / И.М. Ибрагимов, А.Н. Ковшов, Ю.Ф. Назаров. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург Лань, 2010. — 384 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/156.
3. Математическое моделирование физических процессов термоустойчивости РЭС: Учебное пособие по групповому проектному обучению для студентов радиотехнических специальностей / В. П. Алексеев, В. М. Карабан - 2012. 81 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2536.

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Компьютерные технологии в научных исследованиях: Учебно-методическое пособие к самостоятельной работе, практическим занятиям и лабораторным работам / В. В. Кручинин - 2012. 56 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1211.
2. Модели материалов в Engineering Data ANSYS Workbench ч.2 [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие к самостоятельной работе, практическим занятиям и лабораторным работам [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://www.cadfem-cis.ru/knowledge/view/article/cadfem-vl1101-2/.
3. Доведение исходной геометрии до расчетной схемы [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие к самостоятельной работе, практическим занятиям и лабораторным работам [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://www.cadfem-cis.ru/knowledge/view/article/cadfem-vl1131/.
4. Маликов, Р. Ф. Компьютерное моделирование динамических систем в среде rand model designer : учебное пособие для вузов / Р. Ф. Маликов. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 223 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-14575-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. (Рекомендовано для практческой и самостоятельной работы). [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://urait.ru/bcode/497010.
5. Галкин, А. Ф. Термодинамика. Сборник задач : учебное пособие / А. Ф. Галкин. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 80 с. — ISBN 978-5-8114-2436-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/209843.
6. Знакомство с САПР Micro-Cap v12 Evaluation: Учебное пособие / Ю. П. Кобрин - 2018. 55 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/8507.
7. Моделирование статических режимов подсистем РЭС: Методические указания к лабораторной работе / Ю. П. Кобрин - 2018. 40 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/8186.
8. Моделирование динамических режимов подсистем РЭС: Методические указания к лабораторной работе / Ю. П. Кобрин - 2018. 33 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/8264.

7.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Для лиц с нарушениями зрения:

– в форме электронного документа;

Согласована на портале № 63371

– в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

7.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. При изучении дисциплины рекомендуется обращаться к современным базам данных, информационно-справочным и поисковым системам, к которым у ТУСУРа открыт доступ: https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh.

8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

8.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с достаточным количеством посадочных мест для учебной группы, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются мультимедийное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

8.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Лаборатория прикладного программирования: учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации; 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 302 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Мультимедиа устройство Hisense H50N5300;
- Магнитно-маркерная доска;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- 7-Zip;
- ANSYS AIM Student;
- Acrobat Reader;
- Google Chrome;
- Microsoft Office;
- Microsoft Windows;
- Mozilla Firefox;
- OpenOffice;

Лаборатория ГПО / Лаборатория автоматизированного проектирования: учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации; 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 403 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Мультимедийный проектор TOSHIBA;
- Телевизор-монитор SAMSUNG;
- Магнитно-маркерная доска;

Согласована на портале № 63371

- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:
- Acrobat Reader;
- Google Chrome;
- Microsoft Office;
- Microsoft Windows;
- Mozilla Firefox;
- OpenOffice;

8.3. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:
- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 201 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Описание имеющегося оборудования:
- учебная мебель;
- компьютеры;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду ТУСУРа.

Перечень программного обеспечения:
- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

8.4. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями зрения** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

9. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

9.1. Содержание оценочных материалов для текущего контроля и промежуточной аттестации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы, представленные в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Формы контроля и оценочные материалы

Согласована на портале № 63371

Названия разделов (тем) дисциплины	Формируемые компетенции	Формы контроля	Оценочные материалы (ОМ)
1 Основы компьютерных технологий	ОПК-3, ОПК-4	Выступление (доклад) на занятии	Примерный перечень тем для выступления (доклада) на занятии
		Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Устный опрос / собеседование	Примерный перечень вопросов для устного опроса / собеседования
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
2 Научные исследования и виды научной информации	ОПК-3, ОПК-4	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Устный опрос / собеседование	Примерный перечень вопросов для устного опроса / собеседования
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
3 Суперкомпьютерное моделирование	ОПК-3, ОПК-4	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Устный опрос / собеседование	Примерный перечень вопросов для устного опроса / собеседования
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
4 Компьютерное моделирование наносистем и полупроводниковых устройств	ОПК-3, ОПК-4	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Устный опрос / собеседование	Примерный перечень вопросов для устного опроса / собеседования
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
5 Разработка и оптимизация электронных систем	ОПК-3, ОПК-4	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Устный опрос / собеседование	Примерный перечень вопросов для устного опроса / собеседования
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
6 Схемотехническое моделирование	ОПК-3, ОПК-4	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Устный опрос / собеседование	Примерный перечень вопросов для устного опроса / собеседования
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий

Согласована на портале № 63371

7 Тепловой анализ	ОПК-3, ОПК-4	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Устный опрос / собеседование	Примерный перечень вопросов для устного опроса / собеседования
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
8 Прочностной анализ. Модальный, вибрационный и динамический анализ конструкций. Междисциплинарные задачи	ОПК-3, ОПК-4	Выступление (доклад) на занятии	Примерный перечень тем для выступления (доклада) на занятии
		Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Устный опрос / собеседование	Примерный перечень вопросов для устного опроса / собеседования
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
9 Цифровые двойники	ОПК-3, ОПК-4	Выступление (доклад) на занятии	Примерный перечень тем для выступления (доклада) на занятии
		Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Устный опрос / собеседование	Примерный перечень вопросов для устного опроса / собеседования
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий

Шкала оценки сформированности отдельных планируемых результатов обучения по дисциплине приведена в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Шкала оценки сформированности планируемых результатов обучения по дисциплине

Оценка	Баллы за ОМ	Формулировка требований к степени сформированности планируемых результатов обучения		
		знать	уметь	владеть
2 (неудовлетворительно)	< 60% от максимальной суммы баллов	отсутствие знаний или фрагментарные знания	отсутствие умений или частично освоенное умение	отсутствие навыков или фрагментарные применение навыков
3 (удовлетворительно)	от 60% до 69% от максимальной суммы баллов	общие, но не структурированные знания	в целом успешно, но не систематически осуществляемое умение	в целом успешное, но не систематическое применение навыков

Согласована на портале № 63371

4 (хорошо)	от 70% до 89% от максимальной суммы баллов	сформированные, но содержащие отдельные проблемы знания	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы применение навыков
5 (отлично)	≥ 90% от максимальной суммы баллов	сформированные систематические знания	сформированное умение	успешное и систематическое применение навыков

Шкала комплексной оценки сформированности компетенций приведена в таблице 9.3.

Таблица 9.3 – Шкала комплексной оценки сформированности компетенций

Оценка	Формулировка требований к степени компетенции
2 (неудовлетворительно)	Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале или Знать на уровне **ориентирования**, представлений. Обучающийся знает основные признаки или термины изучаемого элемента содержания, их отнесенность к определенной науке, отрасли или объектам, узнает в текстах, изображениях или схемах и знает, к каким источникам нужно обращаться для более детального его усвоения.
3 (удовлетворительно)	Знать и уметь на **репродуктивном** уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях.
4 (хорошо)	Знать, уметь, владеть на **аналитическом** уровне. Зная на репродуктивном уровне, указывать на особенности и взаимосвязи изученных объектов, на их достоинства, ограничения, историю и перспективы развития и особенности для разных объектов усвоения.
5 (отлично)	Знать, уметь, владеть на **системном** уровне. Обучающийся знает изученный элемент содержания системно, произвольно и доказательно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях, учитывая и указывая связи и зависимости между этим элементом и другими элементами содержания дисциплины, его значимость в содержании дисциплины.

9.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

1. Определите верный набор средств, которые входят в информационные технологии:
   a) комплекс технических средств - системы программных средств - системы организационно-методического обеспечения;
   b) системы программных средств - системы организационно-методического обеспечения - комплекс технологических средств;
   c) комплекс технологических средств - комплекс технических средств - системы программных средств;
   d) нет верного варианта;
2. Комплекс, каких процессов наиболее полно характеризует теоретический метод исследования?
   a) наблюдение, эксперимент, сравнение, измерение и выполняется с целью накопления систематической информации о явлении;
   b) изучение свойств объекта по определенной программе с использованием лабораторного или иного оборудования;
   c) анализ, синтез, сравнение, ранжирование, обобщение, абстрагирование,

Согласована на портале № 63371

конкретизацию, систематизацию, формализацию эмпирических и экспериментальных данных с целью разработки новых методов решения научно-технических задач;
d) процесс написания научной статьи, посвященной результатам оригинального научного исследования или посвященной рассмотрению ранее опубликованных научных статей, связанных общей темой;

3. Как правильно проводить экспериментальные исследования?
a) Систематически проводить наблюдение, эксперимент, сравнение и измерение с целью накопления информации о процессе (явлении);
b) Проводить изучение свойств объекта по определенной программе с использованием лабораторного или иного оборудования, с последующим выпуском протокола испытаний;
c) Систематически проводить анализ, синтез, сравнение, ранжирование, обобщение, абстрагирование, конкретизацию, систематизацию, формализацию эмпирических и экспериментальных данных;
d) Заполнять протокол испытаний накопленную систематическую информацию о явлении;
4. Что необходимо, чтобы разработать тезисы доклада или выступления?
a) Кратко сформулировать и изложить основные научные идеи по теме исследования;
b) Написать законченное произведение посвященное результатам оригинального научного исследования или посвященное рассмотрению ранее опубликованных научных статей, связанных общей темой;
c) Выпустить научное или научно-популярное издание, содержащее полное и всестороннее исследование одной проблемы или темы и принадлежащее одному или нескольким авторам;
d) Разработать публикацию, дополняющую или заменяющую частично или полностью учебник;
5. Какой из процессов не входит в стратегию развития современных информационных технологий в научной деятельности?
a) Создание технологических условий, аппаратных и программных средств, телекоммуникационных систем, обеспечивающих нормальное функционирование научной деятельности;
b) Обеспечение индустриально-технологической базы для научных исследований, в том числе с интеграцией с ведущими научными, производственными и образовательными центрами;
c) Использование импортных конкурентоспособных информационных технологий и ресурсов;
d) Подготовка квалифицированных кадров и реализация комплексного внедрения информационных технологий в сферу производства, управления, образования, науки и др.;
6. Какой из видов познавательной деятельности относится к прикладным научным исследованиям?
a) Особый вид познавательной деятельности, направленной на получение, обоснование и систематизацию новых знаний, которая реализуется с помощью научных исследований;
b) Исследование, задача которого состоит в разработке или проверке новых теорий или гипотез, имеющих общий характер и применимых к определенному классу явлений, процессов или объектов;
c) Исследования, направленные на применение новых научных знаний для достижения практических целей и решения конкретных задач;
d) Нет верного ответа;
7. Какой из видов познавательной деятельности относится к фундаментальным научным исследованиям?
a) Особый вид познавательной деятельности, направленной на получение, обоснование и систематизацию новых знаний, которая реализуется с помощью научных исследований;
b) Исследование, задача которого состоит в разработке или проверке новых теорий или гипотез, имеющих общий характер и применимых к определенному классу явлений, процессов или объектов;
c) Исследования, направленные на применение новых научных знаний для достижения практических целей и решения конкретных задач;

Согласована на портале № 63371

d) Нет верного ответа;

8. К какому виду технологий вы отнесете технологии комплексной компьютеризации сфер промышленного производства, цель которой унификация и стандартизация документации (проектной, технологической, производственной, маркетинговой, эксплуатационной) промышленной продукции на всех этапах ее жизненного цикла?
   a) CALS технология;
   b) Интерактивная технология;
   c) Безбумажная технология;
   d) Другое;
9. Какие системы используют для решения конструкторских задач и оформления конструкторской документации?
   a) CAD;
   b) CAM;
   c) CAE;
   d) CALS;
10. Какие системы используют для инженерных расчетов, в том числе для моделирования?
    a) CAD;
    b) CAM;
    c) CAE;
    d) CALS;
11. Какие системы используют для автоматизации подготовки и управления производства?
    a) CAD;
    b) CAM;
    c) CAE;
    d) CALS;
12. Что относится к трудностям использования компьютерного моделирования для наносистем?
    a) Отсутствует дальний порядок, свойственный кристаллам и позволяющий уменьшить число степеней свободы системы;
    b) Ближний порядок, характерный для жидкостей, не позволяет определить функциональные свойства наноматериалов;
    c) При моделировании на атомном уровне макрообъектов прямое моделирование в приближении молекулярной динамики и, тем более, квантовой механики затруднительно даже с использованием современной компьютерной техники;
    d) Все перечисленные аспекты;
13. Для чего может быть разработан цифровой двойник?
    a) Производства;
    b) Изделия;
    c) Для производства и изделия;
    d) Нет верного ответа;
14. Что можно отнести к понятию «цифровой двойник производства»?
    a) Детальное моделирование конфигураций физических сущностей и динамическое моделирование изменений продукции, процесса и ресурсов в процессе производства;
    b) Систему, состоящую из цифровой модели изделия и двусторонних информационных связей с изделием (при наличии изделия) и (или) его составными частями;
    c) Спецификацию компетенций персонала, оборудования, физических активов, материальных ресурсов и операций, необходимых для выполнения производственного процесса;
    d) Нет верного ответа;
15. Что можно отнести к понятию «цифровой двойник изделия»?
    a) Систему, состоящую из цифровой модели изделия и двусторонних информационных связей с изделием (при наличии изделия) и (или) его составными частями;
    b) Цифровой двойник, наполнение и функциональность которого определяется в ходе реализации стадии разработки изделия;
    c) Цифровой двойник, наполнение и функциональность которого определяется в ходе реализации стадии эксплуатации изделия.
    d) Нет верного ответа;

Согласована на портале № 63371

16. Как называется система, состоящая из технических средств, программного, методического и организационного обеспечения и квалифицированного персонала, предназначенная для проведения полигонных испытаний как результата исследования свойств цифровой модели (или цифрового двойника)?
    a) Цифровой (виртуальный) испытательный полигон;
    b) Цифровой (виртуальный) испытательный стенд;
    c) Цифровые (виртуальные) испытания;
    d) Натурный испытательный полигон;
17. Для какого изделия может осуществляться разработка цифрового двойника?
    a) Для разрабатываемого изделия;
    b) Для спроектированного изделия;
    c) Для эксплуатируемого изделия;
    d) Для всех вышеперечисленных стадий;
18. Какой вид моделирования можно отнести к имитационному моделированию?
    a) Описание объектов, в том числе в форме алгоритмов, при котором отражается (воспроизводится) как структура системы, что достигается отождествлением элементов системы с соответствующими элементами алгоритма, так и процесс функционирования системы во времени, то есть последовательность событий;
    b) Описание объектов, в том числе в форме алгоритмов, при котором отражается (воспроизводится) как структура системы, что достигается отождествлением элементов системы с соответствующими элементами алгоритма, исключая процесс функционирования системы во времени, без учета последовательности событий;
    c) Моделирование, при котором поведение реального объекта описывается известной системой уравнений, точно отражающих его свойства и допускающих аналитическое решение;
    d) Детальное моделирование конфигураций физических сущностей и динамическое моделирование изменений продукции, процесса и ресурсов;
19. Как определяется точность модели?
    a) Точность модели определяется как степень совпадения выходных параметров модели и объекта;
    b) Точность модели определяется как степень совпадения входных параметров модели и объекта;
    c) Точность модели определяется как степень совпадения возмущающих параметров модели и объекта;
    d) Нет верного ответа;
20. Что можно отнести к новым возможностям применения цифрового двойника производства?
    a) Выявление аномалии в производственных процессах, управление в режиме реального времени, аналитика в автономном режиме;
    b) Проверка работоспособности, предиктивное обслуживание, синхронизированный мониторинг/оповещения;
    c) Оптимизация управления производственным процессом, адаптация процесса, анализ больших данных, машинное обучение;
    d) Все варианты правильные;

9.1.2. Перечень вопросов для зачета с оценкой

1. Наука – основные определения, цели и задачи;
2. Научное исследование, основные этапы, формы представления научных результатов;
3. Идеология математического (компьютерного) моделирования, предложенная А.А. Самарским;
4. Что такое предсказательное моделирование?
5. Что может предсказательное моделирование?
6. Что такое сценарий моделирования?
7. Чем характеризуется сложность компьютерной модели и на что это влияет?
8. Дайте понятие (своими словами) «обратной» задачи?
9. Дайте определение понятий АЧХ и ФЧХ;

Согласована на портале № 63371

10. Какие типы СВЧ-элементов Вам известны (перечислите);
11. Какие типы антенн Вам известны (перечислите);
12. Основные тактико-технические характеристики антенн (перечислите);
13. Суть метода асимптотического анализа гармонического сигнала (AWE);
14. Импеданс, адмиттанс, S-параметры (дайте определения);
15. Диаграмма Смитта (круговая диаграмма полных сопротивлений);
16. Ближняя и дальняя зона ЭМ-излучения;
17. Перечислите типы кабелей и линий передач;
18. Дайте определение понятий импеданса, адмиттанса, скин-эффекта;
19. Какими (паразитными) параметрами оперируют при расчёте кабелей и линий передач?
20. Дайте определение понятия индукционного нагрева;
21. Дайте определение понятий длинной и короткой линий передач;
22. Опишите суть импульсной рефлектометрии кабелей и линий передач;
23. Опишите функционал модуля Полупроводники ПО Comsol;
24. Опишите функционал модуля Теплопередача ПО Comsol;
25. Опишите функционал модуля Радиочастоты ПО Comsol;
26. Опишите функционал модуля MEMS ПО Comsol;
27. Опишите функционал модуля AC/DC ПО Comsol;
28. Опишите функционал модуля Механика конструкций ПО Comsol;
29. Приведите уравнение Максвелла-Больцмана;
30. Приведите уравнение Ферми-Дирака;
31. Перечислите физические свойства материалов необходимые для проведения электромагнитного моделирования;
32. Перечислите методы ускорения частотных расчётов (моделирования);
33. Что называют температурным полем, градиентом температуры?
34. Что называют напряжённо-деформированным состоянием?
35. В чём суть модального анализа?
36. Перечислите виды передачи тепловой энергии;
37. Дайте определение и назовите единицы измерения следующих физических величин: тепловой поток, плотность теплового потока, коэффициент теплопроводности.
38. Перечислите этапы имитационного (компьютерного) моделирования методом конечных элементов?
39. Перечислите диапазон значений коэффициента теплопроводности металлов, неметаллов, жидкостей и газов.
40. Перечислите ошибки математического моделирования;
41. Что определяют геометрические и физические условия?
42. Что определяют начальные и граничные условия?
43. Перечислите физические свойства материалов необходимые для проведения теплового моделирования (тепловых расчётов).
44. Сформулируйте закон Стефана – Больцмана.
45. Сформулируйте задачу Дирихле и Неймана;
46. Перечислите граничные условия при механическом анализе;
47. Дайте определение «преднапряжённого состояния»;
48. Перечислите виды механических вибраций;
49. Дайте понятие собственной частоты конструкции;
50. Что называют стационарным и нестационарным моделированием (расчётом)?

9.1.3. Примерный перечень тем для выступления (доклада) на занятии

1. Автоматизированные информационные системы;
2. Интеллектуальные САПР;
3. Системы автоматизации научных исследований;
4. CASE-технологии;
5. CALS-технологии;
6. Телекоммуникационные и информационные технологии обучения;
7. Мультипроцессорные компьютеры;
8. Распределенные программы. Технология клиент-сервер;
9. Эволюционное моделирование, генетические алгоритмы;

Согласована на портале № 63371

10. Интеллектуальные мультиагентные системы;
11. Предсказательное моделирование;
12. Компьютерная графика в научных исследованиях;
13. Электронные средства обучения, медиаобразование;
14. Свободная тема по выбору студента.

9.1.4. Примерный перечень вопросов для устного опроса / собеседования

1. История и перспективы развития компьютерных технологий;
2. Суперкомпьютерное моделирование;
3. Предсказательное моделирование сложных систем;
4. Компьютерное моделирование наносистем;
5. Моделирование полупроводниковых устройств: полевого транзистора; фотодиода (мультифизика);
6. Расчёт электростатически возбуждаемого кантилевера;
7. Моделирование пьезоэлектрических устройств;
8. Моделирование электрических и магнитных полей в AC/DC-системах;
9. Разработка фильтров, антенн и волноводов в микроволновом и оптическом диапазоне;
10. Междисциплинарное моделирование электромеханических систем (МЭМС) и пьезоэлектрических устройств;
11. Применение ПО COMSOL для анализа полупроводниковых систем;
12. Построение и импорт CAD- и ECAD-геометрий в ПО COMSOL;
13. Задание портов в ПО COMSOL;
14. Описание тонких слоев металлизации в ПО COMSOL;
15. Учёт мультифизических эффектов в ПО COMSOL;
16. Ограничение расчетной области и использование PML в ПО COMSOL;
17. Построение качественной сетки в ПО COMSOL;
18. Ускорение расчетов в частотной области в ПО COMSOL;
19. Анализ и экспорт матриц S-параметров и диаграмм Смита;
20. Частотные характеристики S-параметров и импеданса;
21. Диаграммы Смита;
22. Исследование согласования;
23. Расчет полей в дальней зоне, определение коэффициента направленного действия (Directivity) и коэффициента усиления (Gain);
24. Принципы использования симметрии;
25. Моделирование антенн в режиме приёма и комплексных расчетов систем разнесенных в пространстве приемников и передатчиков, оценки электромагнитных наводок на соседние антенны;
26. Расчёты электростатических и резистивных устройств и связанных эффектов;
27. Моделирование индукторов, трансформаторов, электрических машин, постоянных магнитов и другого магнитного оборудования;
28. Исследование связанных междисциплинарных эффектов: нагрев и охлаждение электротехники (в т.ч. джоулев и индукционный нагрев), электрические пробои в электротехнике, эффекты в плазме, трассировку заряженных частиц, электромеханические и МЭМС-системы;
29. Электротехническое моделирование в в COMSOL Multiphysics;
30. Техники моделирования индукторов;
31. Простейший индуктор (DC и AC анализ);
32. Многовитковая катушка (Ограничение расчетной области и использование симметрий);
33. Дополнительный функционал и примеры;
34. Моделирование кабелей в COMSOL;
35. Расчёт коаксиального кабеля;
36. Моделирование длинных линий;
37. СВЧ-анализ линий передач;
38. Примеры моделирования систем охлаждения электроники и теплового анализа;
39. Инструменты решения задач теплового анализа;
40. ДЕМО: охлаждение радиатора;

Согласована на портале № 63371

41. Математические модели и методы расчёта контактного взаимодействия;
42. Контактное термическое сопротивление;
43. Контактное электрическое сопротивление;
44. Механические контакты;
45. ДЕМО: Охлаждение радиатора;
46. ДЕМО: Джоулев нагрев электрического выключателя;
47. Численное моделирование различных механизмов переноса теплоты;
48. Тепловой анализ в COMSOL Multiphysics;
49. Охлаждение интегральной схемы;
50. Затвердевание металла;
51. Модели линейных упругих, сверхупругих, упруго-пластичных, вязко-пластичных и ползучих материалов;
52. Возможности добавления своих собственных моделей с помощью внешних подпрограмм и функций;
53. Механика конструкций в COMSOL Multiphysics;
54. Статический анализ;
55. Деформация резинового уплотнителя;
56. Пластическая деформация при растяжении;
57. Пользовательские модели материалов;
58. Статический анализ с помощью внешней библиотеки;
59. Проведение исследований на собственные частоты (Eigenfrequency), в т.ч. с учетом демпфирования;
60. Гармонические исследования (Frequency Domain) для расчета частотных откликов и характеристик;
61. Динамический анализ (Time Dependent) на приложенную к системе импульсную нагрузку, в т.ч. настройка решателей;
62. Инструменты и настройки для эффективного модального анализа систем: Time-Dependent Modal и Frequency Domain Modal;
63. Учёт преднапряжения и вращения (Prestressed Analysis), в т.ч. их влияния на частотные характеристики;
64. Характерные элементы постобработки, в т.ч. Быстрое Фурье Преобразование (FFT), анимации собственных мод, диаграммы Кэмбелла;
65. Решение обратной задачи в COMSOL Multiphysics;
66. Инструменты оптимизации в COMSOL Multiphysics;
67. Оптимизация теплового режима работы;
68. Минимизация массы конструкции;
69. Подбор функции для полученных ранее произвольных данных.

9.2. Методические рекомендации

Учебный материал излагается в форме, предполагающей самостоятельное мышление студентов, самообразование. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Начать изучение дисциплины необходимо со знакомства с рабочей программой, списком учебно-методического и программного обеспечения. Самостоятельная работа студента включает работу с учебными материалами, выполнение контрольных мероприятий, предусмотренных учебным планом.

В процессе изучения дисциплины для лучшего освоения материала необходимо регулярно обращаться к рекомендуемой литературе и источникам, указанным в учебных материалах; пользоваться через кабинет студента на сайте Университета образовательными ресурсами электронно-библиотечной системы, а также общедоступными интернет-порталами, содержащими научно-популярные и специализированные материалы, посвященные различным аспектам учебной дисциплины.

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

– чтение или просмотр материала осуществляйте со скоростью, достаточной для индивидуального понимания и освоения материала, выделяя основные идеи; на основании изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;

Согласована на портале № 63371

– если в тексте встречаются незнакомые или малознакомые термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;

– осмысливайте прочитанное и изученное, отвечайте на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации, в т.ч. с использованием средств телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия, в т.ч. в форме вебинаров. Расписание вебинаров и записи вебинаров публикуются в электронном курсе / электронном журнале по дисциплине.

9.3. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Категории обучающихся	Виды дополнительных оценочных материалов	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами
С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами, определяющимися исходя из состояния обучающегося на момент проверки

9.4. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

– в печатной форме;

– в печатной форме с увеличенным шрифтом;

– в форме электронного документа;

– методом чтения ассистентом задания вслух;

– предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

– письменно на бумаге;

– набор ответов на компьютере;

– набор ответов с использованием услуг ассистента;

– представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме увеличенным шрифтом.

Согласована на портале № 63371

Для лиц с нарушениями слуха:
– в форме электронного документа;
– в печатной форме.
Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 63371

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры КИПР
протокол № 4 от « 6 » 12 2018 г.

СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. КИПР	А.С. Шостак	Согласовано, f467a646-8184-4763-bfac-663d85d65d29
Заведующий обеспечивающей каф. КИПР	А.С. Шостак	Согласовано, f467a646-8184-4763-bfac-663d85d65d29
Начальник учебного управления	Е.В. Саврук	Согласовано, fa63922b-1fce-4a6a-845d-9ce7670b004c

ЭКСПЕРТЫ:

Доцент, каф. КИПР	Н.Н. Кривин	Согласовано, 61bb81d6-898a-4d50-b92b-bf79399fcfac
Доцент, каф. КИПР	А.А. Чернышев	Согласовано, 72a81577-12a0-4023-8fe9-e3b84d6716fc

РАЗРАБОТАНО:

Доцент, каф. КИПР	О.Ю. Завьялова	Разработано, 76892175-ac89-4147-8dff-d43f8f656cd4

Согласована на портале № 63371