МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента образования
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Приборно-технологическое моделирование

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **11.03.04 Электроника и наноэлектроника**
Направленность (профиль) / специализация: **Микроэлектроника и твердотельная электроника**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники**
Кафедра: **ФЭ, Кафедра физической электроники**
Курс: **1**
Семестр: **2**
Учебный план набора 2015 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	2 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	12	12	часов
2	Практические занятия	20	20	часов
3	Всего аудиторных занятий	32	32	часов
4	Всего контактной работы	0	0	часов
5	Самостоятельная работа	40	40	часов
6	Всего (без экзамена)	72	72	часов
7	Общая трудоемкость	72	72	часов
		2.0	2.0	З.Е.

Зачет: 2 семестр

Томск 2018

Согласована на портале № 33832

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 91 от «19» 4 2018 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.03.04 Электроника и наноэлектроника, утвержденного 12.03.2015 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ФЭ «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:

Доцент каф. ФЭ _____ Ю. В. Сахаров

Заведующий обеспечивающей каф. ФЭ _____ П. Е. Троян

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан ФЭТ _____ А. И. Воронин

Заведующий выпускающей каф. ФЭ _____ П. Е. Троян

Эксперты:

Председатель методической комиссии кафедры ФЭ тусура _____ И. А. Чистоедова

Профессор кафедры физической электроники (ФЭ) _____ Т. И. Данилина

Согласована на портале № 33832

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Формирование навыков применения компьютерных вычислительных технологий в процессе оптимизации параметров отдельных технологических операций и проектирования полупроводниковых приборов

1.2. Задачи дисциплины

– Получение практических навыков по основам моделирования технологических процессов производства изделий микро- и наноэлеткроники

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Приборно-технологическое моделирование» (Б1.В.ДВ.8.2) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Информационные технологии, Математика, Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности, Физика.

Последующими дисциплинами являются: Математическое моделирование и программирование, Методы математической физики, Моделирование и проектирование микро- и наносистем, Твердотельная электроника, Теоретические основы электротехники.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ПК-1 способностью строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** Математические модели, используемые для моделирования технологических процессов микро- и нанэлектроники

– **уметь** переносить математические модели технологических процессов в среду ЭВМ, обоснованно выбирать численный метод, разрабатывать алгоритм решения; разрабатывать программы, реализующие построенные модели

– **владеть** методикой построения физических моделей приборов и процессов микро- и наноэлектроники, а также их программной реализации

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		2 семестр
Аудиторные занятия (всего)	32	32
Контактная работа (всего)		
Лекции	12	12
Практические занятия	20	20
Самостоятельная работа (всего)	40	40
Подготовка к контрольным работам	12	12
Проработка лекционного материала	12	12
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	8	8
Представление отчета по практике к защите	8	8

Согласована на портале № 33832

Всего (без экзамена)	72	72
Общая трудоемкость, ч	72	72
Зачетные Единицы	2.0	2.0

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

Названия разделов дисциплины	Лек., ч	Прак. зан., ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
2 семестр					
1 Введение	4	0	8	12	ПК-1
2 Основные уравнения математической физики	4	0	12	16	ПК-1
3 Приборно-технологическое моделирование	4	20	20	44	ПК-1
Итого за семестр	12	20	40	72	
Итого	12	20	40	72	

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Содержание разделов дисциплин (по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины (по лекциям)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
2 семестр			
1 Введение	Предмет дисциплины и ее задачи. Численные методы анализа. Приближение функций, дифференциальные и интегральные уравнения. Уравнения математической физики. Компьютерный эксперимент в физике. Приближенные числа, погрешности. Представление данных.	4	ПК-1
	Итого	4	
2 Основные уравнения математической физики	Уравнение теплопроводности. Уравнения колебания струны. Уравнение Лапласа. Уравнение Пуассона. Уравнение непрерывности. Уравнение Максвела. Уравнение Шрёдингера. Обзор современных программ для технологического моделирование приборов микро- и наноэлектроники.	4	ПК-1
	Итого	4	
3 Приборно-технологическое	Численное моделирование картины теплового поля. Численное моделирование емкости p-n пере-	4	ПК-1

Согласована на портале № 33832

моделирование	ходов в полупроводниковых структурах. Численное моделирование пробоя p-n перехода, Численное моделирование распределения электрического поля в полупроводниковых структурах. Численное моделирование характеристик биполярного транзистора. Численное моделирование характеристик полевого транзистора.		
	Итого	4	
Итого за семестр		12	

5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами представлены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

Наименование дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин		
	1	2	3
Предшествующие дисциплины			
1 Информационные технологии	+	+	+
2 Математика	+	+	+
3 Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности	+	+	+
4 Физика	+	+	+
Последующие дисциплины			
1 Математическое моделирование и программирование	+	+	+
2 Методы математической физики	+	+	+
3 Моделирование и проектирование микро- и наносистем	+	+	+
4 Твердотельная электроника	+	+	+
5 Теоретические основы электротехники	+	+	+

5.4. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Компетенции	Виды занятий			Формы контроля
	Лек.	Прак. зан.	Сам. раб.	
ПК-1	+	+	+	Контрольная работа, Опрос на занятиях, Тест, Отчет по практическому занятию

Согласована на портале № 33832

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

7. Лабораторные работы

Не предусмотрено РУП.

8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
2 семестр			
3 Приборно-технологическое моделирование	Численное решение начально-краевых задач для уравнения теплопроводности	4	ПК-1
	Численное решение уравнения гиперболического типа для струны	4	
	Численное решение уравнений Лапласа и Пуассона	8	
	Численное решение стационарного уравнения Шредингера для двумерного несимметричного потенциала	4	
	Итого	20	
Итого за семестр		20	

9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
2 семестр				
1 Введение	Проработка лекционного материала	4	ПК-1	Контрольная работа, Опрос на занятиях, Тест
	Подготовка к контрольным работам	4		
	Итого	8		
2 Основные уравнения математической физики	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-1	Контрольная работа, Опрос на занятиях, Тест
	Проработка лекционного материала	4		
	Подготовка к контрольным работам	4		

Согласована на портале № 33832

	Итого	12		
3 Приборно-технологическое моделирование	Представление отчета по практике к защите	8	ПК-1	Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по практическому занятию, Тест
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4		
	Проработка лекционного материала	4		
	Подготовка к контрольным работам	4		
	Итого	20		
Итого за семестр		40		
Итого		40		

10. Курсовая работа (проект)

Не предусмотрено РУП.

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные оценки для элементов контроля

Элементы учебной деятельности	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
2 семестр				
Контрольная работа		10	10	20
Опрос на занятиях	10	10	5	25
Отчет по практическому занятию	10	10	10	30
Тест	5	10	10	25
Итого максимум за период	25	40	35	100
Нарастающим итогом	25	65	100	100

11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Пересчет баллов в оценки за контрольные точки представлен в таблице 11.2.

Таблица 11.2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Баллы на дату контрольной точки	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату КТ	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату КТ	2

11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 11.3.

Согласована на портале № 33832

Таблица 11.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка (ГОС)	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)

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Учебное пособие «Основы математического моделирования»: Для направления подготовки 210104 «Микроэлектроника и твердотельная электроника» / Зариковская Н. В. - 2012. 247 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/4601 (дата обращения: 23.06.2018).

2. Математические методы физики. Избранные вопросы : Учебник для вузов / Е. А. Краснопевцев. - Новосибирск : НГТУ, 2003. - 242 с (наличие в библиотеке ТУСУР - 50 экз.)

3. Высшая математика. Специальные разделы: Теория функций комплексной переменной. Операционное исчисление. Ряды Фурье. Преобразование Фурье. Уравнения математической физики. Теория вероятностей. Математическая статистика / В. И. Афанасьев [и др.] ; ред. : А. И. Кириллов. - 2-е изд., стереотип. - М. : Физматлит, 2006. - 397 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 94 экз.)

12.2. Дополнительная литература

1. Численные методы: учебное пособие для вузов / Н. С. Бахвалов, Н. П. Жидков, Г. М. Кобельков ; Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова (М.). - 7-е изд. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. - 637 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 41 экз.)

2. Прикладная информатика (численные методы) : учебное пособие для студентов по направлению 210100 "Электроника и наноэлектроника" и 222900 "Нанотехнологии и микросистемная техника" / Н. В. Зариковская ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. - Томск : ТУСУР, 2012. - 93 с (наличие в библиотеке ТУСУР - 52 экз.)

12.3. Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Учебно-методическое пособие «Математическое моделирование»: Для студентов по направлению 210100 «Электроника и наноэлектроника» и 222900 «Нанотехнологии и микросистемная техника» / Зариковская Н. В. - 2014. 103 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/4607 (дата обращения: 23.06.2018).

2. Методы математической физики: Методические указания к практическим занятиям / Гейко П. П. - 2012. 31 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2351 (дата обращения: 23.06.2018).

3. Методы математической физики : Руководство к организации самостоятельной работы для студентов специальности 210106 "Промышленная электроника" / Ю. В. Гриняев, Л. Л. Миньков ; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Кафедра промышленной электроники. - Томск : ТУСУР, 2007. - 116 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 94 экз.)

Согласована на портале № 33832

12.3.2. 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;
- 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.

12.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. https://elibrary.ru - научная электронная библиотека
2. https://edu.tusur.ru - научно - образовательный портал ТУСУРа
3. https://materials.springer.com - это самая полная база данных, описывающая свойства и характеристики материалов. Она аккумулирует информацию из таких дисциплин, как материаловедение, физика, физическая и неорганическая химия, машиностроение и др

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины и требуемое программное обеспечение

13.1. Общие требования к материально-техническому и программному обеспечению дисциплины

13.1.1. 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 количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

13.1.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Компьютерный класс
учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа
634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 227 ауд.
Описание имеющегося оборудования:
- Компьютер в сборке №2 (26 шт);
- Проектор Acer;
- Экран для проектора настенный;
- Ноутбук;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- Free Pascal
- Mathworks Matlab
- PTC Mathcad13, 14
- PascalABC

13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:

Согласована на портале № 33832

- 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.

Состав оборудования:
- учебная мебель;
- компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 5 шт.;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

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

13.2. 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 зрениями** 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.

14. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

14.1. Содержание оценочных материалов и методические рекомендации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы в составе:

14.1.1. Тестовые задания

1. Свойство, при котором модели могут быть полностью или частично использоваться при создании других моделей
а) универсальностью
б) неопределенностью
в) неизвестностью
г) случайностью

2. Погрешность математической модели связана с …
а) несоответствием физической реальности, так как абсолютная истина недостижима
б) неадекватностью модели
в) неэкономичностью модели
г) неэффективностью модели

Согласована на портале № 33832

3. Математическая модель- это..
а) математическое представление связей и отношений исследуемой системы
б) математические уравнения, описывающие динамику системы
в) математические обозначения, используемые в постановке задачи
г) математический метод исследования поведения системы

4. Компьютерный эксперимент - это ...
а) обработка результатов вычислений на компьютере
б) эксперимент с помощью компьютера или на компьютере
в) построение таблиц и графиков в MS Office
г) любое использование любого математического пакета

5. Компьютерная модель -это...
а) компьютер + программа + технология моделирования (их использования)
б) компьютер + программа
в) компьютер + MS Office
г) пакет решения математических задач

6. Соотношение F=ma является моделью...
а) физико-математической
б) физической
в) математической
г) экономической

7. Математическая модель не зависит от ...
а) предложений о поведении моделируемой системы
б) средств (языка) описания системы
в) методов изучения системы
г) обозначений

8. Математическая модель используется в основном для ...
а) применения системы
б) управления системой
в) изучения системы
г) всего перечисленного выше

9. Результатом выполнения заданного фрагмента программы является:
begin a:=5; b:=2; c:=a/b+b/a; write(c); end. является:
а) 2
б) 2.9
в) 4.9
г) 5

10. Поиск вхождения заданного фрагмента в исходном тексте позволяет выполнить функция …
а) Copy()
б) Length()
в) Pos()
г) ASCII()

11. Условным является оператор:
а) if then s1 else s2
б) while do s

Согласована на портале № 33832

в) repeat s until
г) for then s

12. Этап формализации задачи означает:
а) построение математической модели задачи
б) построение алгоритма решения задачи
в) запись алгоритма на формальном языке
г) тестирование работоспособности программы

13. Сильная взаимосвязь между факторами в корреляционно-регрессионной модели — это:
а) коллинеарность
б) мультикорреляция
в) внутренняя регрессия
г) дисперсия

14. Коэффициент множественной корреляции характеризует:
а) значимость модели
б) достоверность исследования
в) рекомендуемое количество переменных
г) взаимосвязь между переменными факторами

15. Математическая модель, решаемая с помощью методов линейного программирования, — это:
а) экономико-математическая модель
б) статистическая модель
в) математическая модель, записанная с помощью системы линейных уравнений и неравенств
г) линейная модель

16. По виду функциональных зависимостей математические модели подразделяются:
а) на функциональные
б) на линейные
в) на корреляционные
г) на нелинейные

17. Если будет выполнен фрагмент программы, то ее результатом является
p:=1; for i:=1 to 10 do if i mod 3=0 then p:=p*2; writeln(p);
а) 4
б) 8
в) 10
г) 12

18. Если величина имеет тип Integer, то диапазон изменения ее значений:
а) 0…255
б) 0…65535
в) -32768…32767
г) -128…127

19. Декомпозиция это …
а) процедура разложения целого на части с целью описания объекта
б) процедура объединения частей объекта в целое
в) процедура изменения структуры объекта
г) процедура сортировки частей объекта

Согласована на портале № 33832

20. Установление равновесия между простотой модели и качеством отображения объекта называется…

а) дискретизацией модели

б) алгоритмизацией модели

в) линеаризацией модели

г) идеализацией модели

14.1.2. Темы контрольных работ

Контрольная работа №1 (пример)

1. Круглая однородная мембрана радиуса R, закрепленная по контуру, находится в состоянии равновесия при натяжении T. В момент времени t = 0 к поверхности мембраны приложена равномерно распределенная нагрузка f=P0*sin(wt). Найти радиальные колебания мембраны.

2. Даны два полуограниченных стержня, начальная температура первого стержня T1 постоянна и равна нулю, второго - T2 = const. В начальный момент времени они приведены в соприкосновение своими конца- ми. Определить распределения температуры по длине обоих стержней в любой момент времени t.

Контрольная работа №2 (пример)

1. Найти распределение потенциала электростатического поля внутри полого цилиндра, радиус основания которого R, высота h, оба основания цилиндра заземлены, а боковая поверхность находится при потенциале U.

2. Найти решение Пуассона d2U/dx2+d2U/dy2=-xy в круге радиуса R с центром в точке (0,0) при краевом условии U|r=R = 0

14.1.3. Темы опросов на занятиях

Предмет дисциплины и ее задачи. Численные методы анализа. Приближение функций, дифференциальные и интегральные уравнения. Уравнения математической физики. Компьютерный эксперимент в физике. Приближенные числа, погрешности. Представление данных.

Уравнение теплопроводности. Уравнения колебания струны. Уравнение Лапласа. Уравнение Пуассона. Уравнение непрерывности. Уравнение Максвела. Уравнение Шрёдингера. Обзор современных программ для технологического моделирование приборов микро- и наноэлектроники.

Численное моделирование картины теплового поля. Численное моделирование емкости p-n переходов в полупроводниковых структурах. Численное моделирование пробоя p-n перехода, Численное моделирование распределения электрического поля в полупроводниковых структурах. Численное моделирование характеристик биполярного транзистора. Численное моделирование характеристик полевого транзистора.

14.1.4. Вопросы для подготовки к практическим занятиям, семинарам

Численное решение начально-краевых задач для уравнения теплопроводности

Численное решение уравнения гиперболического типа для струны

Численное решение уравнений Лапласа и Пуассона

Численное решение стационарного уравнения Шредингера для двумерного несимметричного потенциала

14.1.5. Зачёт

1. Численные методы анализа.

2. Приближение функций, дифференциальные и интегральные уравнения.

3. Основные уравнения математической физики, применяемые для приборно-технологического моделирования .

4. Компьютерный эксперимент в физике. Приближенные числа, погрешности. Представление данных.

5. Уравнение теплопроводности. Применение в микро- и наноэлектронике.

6. Уравнения колебания струны. Применение в микро- и наноэлектронике.

7. Уравнение Лапласа. Применение в микро- и наноэлектронике.

8. Уравнение Пуассона. Применение в микро- и наноэлектронике.

9. Уравнение непрерывности. Применение в микро- и наноэлектронике.

10. Уравнение Максвела. Применение в микро- и наноэлектронике.

11. Уравнение Шрёдингера. Применение в микро- и наноэлектронике.

Согласована на портале № 33832

12. Обзор современных программ для технологического моделирование приборов микро- и наноэлектроники.
13. Моделирование картины теплового поля.
14. Моделирование емкости p-n переходов в полупроводниковых структурах.
15. Моделирование пробоя p-n перехода,
16. Моделирование распределения электрического поля в полупроводниковых структурах.
17. Моделирование характеристик биполярного транзистора.
18. Моделирование характеристик полевого транзистора.

14.1.6. Методические рекомендации

Конспектирование студентами лекционного материала обязательно. Обязательным условием допуска к экзамену является выполнение и защита всех лабораторных работ, а также контрольных работ.

14.2. 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 14.

Таблица 14 – 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 исходя из состояния обучающегося на момент проверки

14.3. 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, адапти-

Согласована на портале № 33832

рованных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- 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.

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

Согласована на портале № 33832