



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Физический факультет

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Моделирование физических процессов в среде MathCad

Кафедра экспериментальной физики

Образовательная программа
11.03.04- Электроника и наноэлектроника

Профили подготовки:
Микроэлектроника и твердотельная электроника

Уровень высшего образования
Бакалавриат

Форма обучения:
Очная

Статус дисциплины:
Вариативная

Махачкала 2017


Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 11.03.04- Электроника и нанoeлектроника, профиль подготовки: микроэлектроника и твердотельная электроника (уровень: бакалавриата) – Приказ Минобрнауки России от 12.03.2015 № 218.

Разработчик (и): кафедра экспериментальной физики, Кардашова Г.Д., к.ф.-м.н., доцент

Рабочая программа дисциплины одобрена: на заседании кафедры экспериментальной физики от «30» марта 2017г., протокол № 8

Зав. кафедрой —  Садыков С.А.

на заседании Методической комиссии физического факультета от « 30» марта 2017г., протокол № 7.

Председатель —  Мурлиева Ж.Х.

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим управлением

«3» апреля 2017г.  Гасангаджиева А.Г.

Оглавление

Аннотация рабочей программы дисциплины	4
1. Цели освоения дисциплины	5
2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата.....	6
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (перечень планируемых результатов обучения)	7
4. Объем, структура и содержание дисциплины.	8
4.1. Объем дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 академических часа.	8
4.2. Структура дисциплины.	8
4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам).	10
5. Образовательные технологии.....	22
6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.....	24
7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.	25
7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.	26
7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания.	28
7.3. Типовые контрольные задания.....	29
7.4. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.....	34
8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.	35
9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины	36
10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	36
11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.	38
12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.	38

Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «Моделирование физических процессов в среде MathCad» входит в вариативную, часть образовательной программы бакалавриата по направлению 11.03.04 Электроника и наноэлектроника. Дисциплина реализуется на физическом факультете кафедрой экспериментальной физики.

Курс «Моделирование физических процессов в среде MathCad» рассчитан на студентов третьего курса Дагестанского государственного университета, при нормативной длительности освоения программы по очной форме обучения – 4 года. Курс рассчитан на один семестр.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с процессами формирования функциональных слоев полупроводниковых приборов. Приводятся необходимые сведения по физическим основам процессов и методам математического моделирования этих процессов.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: **профессиональных** - способностью аргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения (ПК-2).

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: лекции, практические занятия, лабораторные занятия, самостоятельная работа.

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости: тестирование, индивидуальное собеседование, письменные контрольные задания и пр. и промежуточный контроль в форме экзамена.

Объем дисциплины 6 зачетных единиц, в том числе в академических часах по видам учебных занятий

Семес тр	Учебные занятия						СРС, в том числе экзамен	Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференциро ванный зачет, экзамен
	в том числе							
	Контактная работа обучающихся с преподавателем							
	Все го	из них						
Лекц ии		Лаборатор ные занятия	Практич еские занятия	КСР	консульт ации			
5	216	18	44	44	36		74	экзамен

1. Цели освоения дисциплины

Цель изучения дисциплины: «Моделирование физических процессов в среде MathCad формирование представлений о возможности использования ЭВМ на различных этапах решения физической задачи, знакомство и формирование умений использования компьютерного моделирования при анализе физических процессов. Изучение современных систем математического моделирования и оптимизации технологических процессов, используемых в производстве изделий твердотельной электроники, а также планирования экспериментальной работы и обработки экспериментальных данных с использованием электронно-вычислительных машин.

Задачей дисциплины «**Моделирование физических процессов в среде MathCAD**» является:

обучение студентов применять методы вычислительной математики, компьютерного моделирования для решения физических задач, специальные методы решения краевых и нестационарных задач;

обучение построению модели физического процесса или явления, отражающей в математической форме важнейшие его свойства, присущие составляющим его частям связи и т.д;

обучение исследованию математическими методами свойств модели для получения сведений об объекте исследования; обучение выбору (или разработке) алгоритма для реализации модели на компьютере и созданию соответствующих компьютерных программ;

обучение планированию эксперимента и обработке экспериментальных данных с использованием пакетов прикладных программ.

Основные разделы программы курса:

- Основы математического моделирования.
- Элементы регрессионного анализа и планирования эксперимента.
- Основы работы с математической системой MathCAD.
- Моделирование физических и технологических процессов
- Основные методы математической обработки экспериментальных результатов

2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина **«Моделирование физических процессов в среде MathCAD»** в структуре ООП ВПО относится к дисциплинам по выбору вариативной части профессионального цикла

Для успешного изучения курса **«Моделирование физических процессов в среде MathCAD»** студенту необходима подготовка по следующим дисциплинам:

Математический анализ – фундаментальные основы высшей математики, методы дифференциального и интегрального исчисления, методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений первого и второго порядков. Уметь применять методы математического анализа при решении инженерных задач.

Физика - основные физические явления, законы и теории современной физики, а также методы физического исследования; владение приемами и методами решения конкретных задач из различных областей физики; формирование навыков проведения физического эксперимента, умение выделить конкретное физическое содержание в прикладных задачах будущей деятельности.

Информатика – основы алгоритмизации и программирования, практического использования современных информационных технологий для обработки информации и основами численных методов решения инженерных задач.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (перечень планируемых результатов обучения) .

Компетенции	Формулировка компетенции из ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)
ПК-2	<p>способностью аргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • основные приемы обработки и представления экспериментальных данных • 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 • эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • аргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения • строить простейшие физические и математические модели приборов,

		<p>схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования;</p> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • способностью использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных • простейшими графическими пакетами программ. • (быть способным продемонстрировать) средствами компьютерной графики и графическими пакетами для автоматизации конструкторской деятельности решения задач в профессиональной деятельности.
--	--	---

4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 академических часа.

4.2. Структура дисциплины.

№ п/п	Разделы и темы дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные	Контроль самост.		
1	Модуль 1 Раздел 1.	5		2	8	8	6	12	(ЛР), (ДЗ), (С), (КСР)

	Основы математического моделирования.								
2	Модуль 2. Раздел 2. Элементы регрессионного анализа и планирования эксперимента.	5		2	9	9	6	12	(ЛР), (ДЗ), (С), (КСР)
3	Модуль 3 Раздел 3. Основы работы с математической системой MathCAD.			4	9	9	6	12	(ЛР), (ДЗ), (С), (КСР)
4	Модуль 4. Раздел 4. Моделирование физических и технологических процессов			6	9	9	6	12	(ЛР), (ДЗ), (С), (КСР)
5	Модуль 5. Раздел 5. Основные методы математической обработки экспериментальных результатов			4	9	9	6	12	(ЛР), (ДЗ), (С), (КСР)
6	Подготовка к экзамену (модуль)			-	-		6	14	(ДЗ), (С), (КСР)
	ИТОГО: 216ч	5		18	44	44	36	74	

4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам).

Раздел 1. Основы математического моделирования.

Основы математического моделирования. Основные принципы моделирования.

Классификация математических моделей.

Этапы решения задач на ЭВМ

Раздел 2. Элементы регрессионного анализа и планирования эксперимента

Понятие о вычислительном физическом и технологическом эксперименте
построение регрессионных моделей

Регрессионный анализ при пассивном и активном факторном эксперименте,

Задачи оптимизации. Оптимизация технологических процессов.

Раздел 3. Основы работы с математической системой MathCAD.

Состав системы Mathcad. Панель инструментов «Математика» и его состав.

Построение 2D и 3D графики. Панель инструментов «Графика»

Реализация численных методов решения задач. Численные методы решения СЛАУ (точные и приближенные методы)

Реализация численных методов решения задач. Численные методы решения алгебраических и трансцендентных уравнений.

Реализация численных методов решения задач. Численные методы решения дифференциальных уравнений.

Численные методы интегрирования.

Раздел 4. Моделирование физических и технологических процессов

Моделирование переходных процессов при коммутации электрической цепи

Расчет электрической цепи переменного тока

Теоретические основы процесса ионной имплантации. Методы моделирования процесса ионной имплантации

Теоретические основы процесса диффузии примесей. Методы моделирования процесса диффузии примесей. Особенности диффузии различных типов примеси

Моделирование процессов травления и осаждения, фотолитографии

Моделирование процессов выращивания монокристаллов из расплава

Раздел 5. Основные методы математической обработки

экспериментальных результатов

Имитация результатов измерений в среде MathCAD.

Интерполирование функции с помощью полинома Лагранжа и формул Ньютона. Интерполирование сплайнами. Интерполирование периодической функции с помощью полинома Фурье.

Полиномная аппроксимация. Аппроксимация функции методом наименьших квадратов.

Экстраполяция функции

Подготовка к экзамену

Тема 1. Основы математического моделирования. Основные принципы моделирования.

Физическое моделирование. Математическое моделирование. Основные принципы моделирования. Определение и свойства моделей. Основные требования к модели. Построение математических моделей. Алгоритмизация математических моделей. Адекватность математических моделей реальным объектам.

Моделирование технологических процессов. Понятие о вычислительном эксперименте

Тема 2. Классификация математических моделей.

Классификация математических моделей в зависимости от целей моделирования: дескриптивные (описательные), оптимизационные, управленческие.

Классификация математических моделей в зависимости от методов реализации: аналитические (алгебраические и приближенные), алгоритмические (численные и имитационные).

Классификация математических моделей в зависимости от параметров модели: детерминированные и вероятностные.

по составу параметров: дискретные, непрерывные, качественные, количественные, смешанные.

Классификация математических моделей в зависимости от изменения параметров модели во времени: динамические (стационарные и нестационарные), статические.

Тема 3. Этапы решения задач на ЭВМ.

Постановка задачи и ее качественный анализ.

Построение математической модели. Математический анализ модели. Подготовка исходной информации. Определение входных и выходных параметров системы.

Подбор или разработка численных методов решения задачи.

Реализация решения задачи на ЭВМ.

Математическая обработка результатов численного решения задачи и их анализ.

Тема 4. Понятие о вычислительном физическом и технологическом эксперименте построение регрессионных моделей.

Понятие о вычислительном физическом и технологическом эксперименте.

Моделирование технологических процессов, основные понятия и свойства технологических систем.

Тема 5. Регрессионный анализ при пассивном и активном факторном эксперименте.

Построение регрессионных моделей. Построение регрессионных моделей. Однофакторные и многофакторные регрессионные модели. Регрессионный анализ при пассивном и активном факторном эксперименте.

Тема 6. Задачи оптимизации. Оптимизация технологических процессов.

Задачи оптимизации, постановка задач оптимизации. Численное решение задач оптимизации. Оптимизация технологических процессов. Решение задач оптимизации с помощью инструментальных средств.

Тема 7. Основы работы с математической системой MathCAD. Состав системы MathCAD. Панель инструментов «Математика» и его состав.

Основные компоненты системы **MathCAD**. Панель инструментов «Математика» и его состав:

Панель инструментов Calculator (калькулятор);

Панель инструментов Boolean (логика);

Панель инструментов Evaluation (вычисления);

Панель инструментов Graph (графика);

Панель инструментов Matrix (матрица);

Панель инструментов Calculus(матанализ);

Панель инструментов Programming (программирование);

Панель инструментов Greek (греческий алфавит);

Панель инструментов Symbolic (символы).

Вычисление и математический анализ. Работа с массивами, векторами и матрицами, векторные и матричные функции, символьные вычисления, функции пользователя и рекурсивные функции сохранение и использование данных. Модульное программирование

Тема 8. Панель инструментов «Графика». Построение 2D и 3D графики в среде MathCAD.

Построение и форматирование объектов, графическая визуализация.

Построение 2D и 3D графики.

Двумерные графики (2D-графики):

- XY график (XY plot);
- полярный график (Polar Plot).

Трёхмерные графики (3D-графики):

- график трёхмерной поверхности (Surface Plot);
- график линий уровня (Contour Plot);
- трёхмерная гистограмма (3D Bar Plot);
- трёхмерное множество точек (3D Scaller Plot);
- векторное поле (Vector Field Plot).

Тема 9. Реализация численных методов решения задач. Численные методы решения СЛАУ (точные и приближенные методы).

Реализация точных методов. Реализация приближенных методов (метод итераций, метод касательных Ньютона, метод половинного деления, метод хорд, комбинированный метод хорд и касательных)

Тема 10. Реализация численных методов решения задач. Численные методы решения алгебраических и трансцендентных уравнений.

Реализация точных методов. Реализация приближенных методов (метод итераций, метод касательных Ньютона, метод половинного деления, метод хорд, комбинированный метод хорд и касательных)

Тема 11. Реализация численных методов решения задач. Численные методы решения дифференциальных уравнений

Реализация численных методов решения дифференциальных уравнений :
Метод Эйлера, модифицированный метод Эйлера, метод Эйлера – Коши, метод Рунге Кутта

Тема 12. Численные методы интегрирования.

Метод прямоугольников (правых, левых, центральных). Метод трапеций.
Метод Симпсона. Метод Монте Карло.

Тема 13. Теоретические основы процесса ионной имплантации.

Методы моделирования процесса ионной имплантации.

Ионная имплантация, механизмы торможения ионов. Теория Линдхарда-Шарффа-Шлотта, диффузионная модель Бирсака. Эффект каналирования. Системы координат при моделировании ионной имплантации. Моделирование ионной имплантации методом Монте-Карло. Аналитические аппроксимации распределения ионов. Функции Гаусса. Распределения Пирсона-IV. Аналитические аппроксимации распределения ионов, учитывающие эффект каналирования. Распределения постимплантационных дефектов. Особенности моделирования ионной имплантации в многослойных мишенях. Эффект распыления мишени. Имплантация и распыление; боковое уширение распределения ионов, диффузионные эффекты; отжиг имплантированных структур

Тема 14. Теоретические основы процесса диффузии примесей.

Методы моделирования процесса диффузии примесей. Особенности диффузии различных типов примеси.

Основные механизмы диффузии примесей в кристаллической решетке. Связанная диффузия. Коэффициент диффузии, зависимость от температуры и концентрации носителей. Модель связанной диффузии, основные уравнения. Граничные и начальные условия в моделировании диффузии. Моделирование кластеризации примеси. Особенности диффузии различных типов примеси. Взаимное влияние примесей в процессе диффузии. Неравновесные эффекты при диффузии, двумерное моделирование диффузионных процессов, диффузия при низкой и высокой концентрации примеси, система моделирования диффузионных процессов методом конечных элементов.

Тема 15. Моделирование процессов травления и осаждения, фотолитографии.

Физико-химические и геометрические модели травления/осаждения слоев. Алгоритм струны. Модель баллистического осаждения. Параметры моделей травления/осаждения. Основные этапы численного моделирования литографии. Расчет изображения на поверхности фоторезиста. Расчет интенсивности освещения в пленке фоторезиста. Моделирование процесса проявления.

Тема 16. Моделирование процессов выращивания монокристаллов из расплава

Влияние примесей на свойства получаемых монокристаллов. Поведение примесей при выращивании кристаллов из расплава. Коэффициент распределения. Выращивание монокристаллов с равномерным распределением примеси по поперечному сечению и длине. Оценка однородности полупроводников.

Тема 17. Основные методы математической обработки экспериментальных результатов

Имитация результатов измерений в среде MathCAD. Интерполяция функции. Интерполяция сплайнами. Интерполяция с помощью полинома Лагранжа. Интерполяция с помощью формул Ньютона.

Экстраполяция функции.

Аппроксимация функции методом наименьших квадратов. Полиномная аппроксимация функции.

Интерполирование функции с помощью полинома Лагранжа и формул Ньютона. Интерполирование периодической функции с помощью полинома Фурье.

Темы практических и семинарских занятий

Тема 1. Реализация численных методов решения задач в среде MathCAD . Численные методы решения СЛАУ (точные и приближенные методы).

Метод Крамера; Метод обратной матрицы; Метод Гаусса ;Метод Жордана- Гаусса; Метод итераций; Метод Зейделя

Тема 2. Реализация численных методов решения задач в среде MathCAD . Численные методы решения алгебраических и трансцендентных уравнений.

Реализация точных методов. Реализация приближенных методов (метод итераций, метод касательных Ньютона, метод половинного деления, метод хорд, комбинированный метод хорд и касательных)

Тема 3. Реализация численных методов решения задач в среде MathCAD . Численные методы решения дифференциальных уравнений.

Реализация численных методов решения дифференциальных уравнений : Метод Эйлера, модифицированный метод Эйлера, метод Эйлера – Коши, метод Рунге Кутта.

Тема 4. Реализация численных методов интегрирования в среде MathCAD.

Метод прямоугольников (правых, левых, центральных). Метод трапеций. Метод Симпсона. Метод Монте Карло.

Тема 6. Основные методы математической обработки экспериментальных результатов.

Реализация методов в среде MathCAD.

Интерполирование функции с помощью полинома Лагранжа и формул Ньютона.

Интерполирование периодической функции с помощью полинома Фурье.

Аппроксимация функции методом наименьших квадратов

Экстраполяция функции

ТЕМЫ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ.

Тема 1. MathCAD. Вычисление и математический анализ.

Работа с массивами, векторами и матрицами, векторные и матричные функции, символьные вычисления, функции пользователя и рекурсивные

функции сохранение и использование данных. Интегрирование и дифференцирование функций. Модульное программирование.

Тема 2. MathCAD. Панель инструментов «Графика». Построение и форматирование объектов, графическая визуализация. Построение 2D и 3D графики.

Тема 3. Обработка экспериментальных данных в среде **MathCAD**: метод наименьших квадратов, сглаживание, интерполяция, экстраполяция, аппроксимация.

Тема 4. Имитация результатов измерений в среде **MathCAD** с заданной погрешность. Аппроксимация функции с помощью степенной функции.

Тема 5. Моделирование колебания физического маятника. Имитация результатов. Аппроксимация периодической функции с помощью полинома Фурье.

Тема 6. Моделирование переходных процессов при коммутации электрической цепи.

Тема 7. Расчет электрической цепи переменного тока.

Тема 8. Теоретические основы процесса диффузии примесей. Методы моделирования процесса диффузии примесей. Особенности диффузии различных типов примеси.

Тема 9. Моделирование процессов травления и осаждения, фотолитографии.

Тема 10. Теоретические основы процесса ионной имплантации. Методы моделирования процесса ионной имплантации.

Тема 11. Моделирование процессов выращивания монокристаллов из расплава.

ТЕМЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ.

Модуль 1.

1. Основы математического моделирования. Основные понятия.
2. Основные этапы решения задач на ЭВМ.

3. Основные принципы моделирования.
4. Принцип единства и множественности моделей.
5. Основные требования к модели.
6. Классификация и виды моделей.
7. Принцип аналогии моделей.
8. Алгоритмизация математических моделей
9. Моделирование технологических процессов, основные понятия и свойства технологических систем.
10. Понятие о вычислительном технологическом эксперименте.
11. Аналитические и численные методы в физике, компьютерное моделирование.
12. Общие вопросы методики решения задач и моделирование физических процессов.
13. Классификация физических задач, решение которых может быть выполнено методом компьютерного моделирования.
14. Виды компьютерного моделирования (виды алгоритмов): аналитическое (интегральное), дифференциальное, статистическое (метод Монте-Карло), графическое (анимация).
15. Компьютерные системы, используемые при моделировании: BASIC, Visual Basic, Pascal, MathCAD, Math LAB, Excel.

Модуль 2.

1. Что такое MathCAD. Состав системы MathCAD?
2. Панели инструментов в системе MathCAD.
3. Панель инструментов Математика и его состав.
4. Панель инструментов Графика. Какие типы графиков можно создавать в системе MathCAD.
5. Как осуществить вычисления в MathCAD? Вычисления в автоматическом режиме. Оптимизация вычислений. Выбор системы единиц.

6. Работа с массивами, векторами и матрицами, векторные и матричные функции.

7. Символьные вычисления. Команда Symbolically.

8. Вычисление производных.

9. Вычисление интегралов.

10. Вычисление сумм и произведений.

11. Матричные операции.

12. Встроенные функции MathCAD.

13. Построение двумерных и трехмерных графиков.

14. Программирование в среде MathCAD.

15. Задание программных модулей. Встроенные операторы.

Модуль 3.

1. Обработка данных и статистика. Линейная и сплайновая аппроксимация.

2. Аппроксимация периодической функции.

3. Аппроксимация методом наименьших квадратов.

4. Как осуществляется аппроксимация периодической функции при помощи полинома Фурье?

5. Как осуществляется полиномиальная аппроксимация результатов измерений?

6. С помощью, какой встроенной функции определяются оптимальные коэффициенты аппроксимации методом наименьших квадратов?

7. Регрессия. Выполнение линейной регрессии.

8. Реализация одномерной и многомерной полимерной регрессии.

9. Решение системы линейных алгебраических уравнений.

10. Решение нелинейных уравнений. Функции для решения систем нелинейных уравнений.

11. Интерполяция и экстраполяция функции.

12. Как определяется погрешность аппроксимации и как ее минимизировать?

13. С помощью, какой встроенной функции можно осуществить имитацию результатов измерений в среде Mathcad

14. Решение задач линейного программирования.

15. Задачи оптимизации. Решение задач оптимизации.

16. Регрессионный анализ при пассивном и активном факторном эксперименте.

17. Построение регрессионных моделей; оптимизация технологических процессов

18. Имитация результатов измерений в среде Mathcad.

Модуль 4.

Практические задания.

1. Анализ и расчет параметров четырехполюсника в среде Mathcad.

2. Анализ и расчет линейных цепей постоянного тока. Методом контурных токов в среде Mathcad.

3. Анализ и расчет линейных цепей гармонического тока. Методом контурных токов в среде Mathcad.

4. Анализ линейных цепей постоянного тока методом узловых потенциалов.

5. Анализ и расчет нелинейных цепей

6. Расчет электрических цепей переменного тока

7. Моделирование переходных процессов при коммутации электрической цепи

8. Теоретические основы процесса диффузии примесей. Методы моделирования процесса диффузии примесей. Особенности диффузии различных типов примеси.

9. Теоретические основы процесса ионной имплантации. Методы моделирования процесса ионной имплантации.

10. Моделирование процессов выращивания монокристаллов из расплава
Влияние примесей на свойства получаемых монокристаллов

5. Образовательные технологии

При изучении дисциплины «**Моделирование физических процессов в среде MathCAD**» используются следующие образовательные технологии, базирующиеся на электронных средствах обработки и передачи информации:

Технология традиционного обучения. При проведении информационных и проблемных лекций, семинарских занятий с целью углубленного изучения вопросов дисциплины, практических заданий с использованием системы заданий: заданий-исследований, творческих, учебно-тренировочных.

Электронный учебник. Имеются и используются в учебном процессе электронные учебники по «**Моделирование физических процессов в среде MathCAD**». Электронный учебник предназначен для самостоятельного изучения теоретического материала курса и построен на гипертекстовой основе, позволяющей работать по индивидуальной образовательной траектории. Гипертекстовая структура позволяет обучающемуся определить не только оптимальную траекторию изучения материала, но и удобный темп работы, и способ изложения материала.

Компьютерная тестирующая система. Разработана и внедрена в учебный процесс компьютерная тестирующая система, которая обеспечивает, с одной стороны, возможность самоконтроля для обучаемого, а с другой стороны используется для текущего или итогового контроля знаний студентов.

Презентация. Разработан электронный курс лекций по всем темам, с использованием электронных презентаций. Что улучшает восприятие материала, повышает мотивацию познавательной деятельности и способствует творческому характеру обучения.

Имитации. В ходе проведения практических занятий по дисциплине «**Моделирование физических процессов в среде MathCAD**» студенты получают навыки имитации результатов измерений, моделирования физических и технологических процессов в среде Mathcad, а так же навыки математической обработки полученных результатов имитация (аппроксимация, интерполяция, экстраполяция).

Учебно-исследовательская работа. В процессе изучения дисциплины используется данная форма практической самостоятельной работы студента, позволяющая студентам изучать научно-техническую информацию по заданной теме, моделировать физические и технологические процессы, проводить расчеты по разработанному алгоритму с применением ЭВМ и сертифицированного программного обеспечения, участвовать в экспериментах, анализировать и обрабатывать полученные результаты. Результаты исследований представляются на научно-практических конференциях.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, с использованием современных компьютерных средств обучения и демонстрации в учебном процессе составляет не менее 70% лекционных занятий.

По лекционному материалу подготовлено учебное пособие, конспекты лекций в электронной форме и на бумажном носителе, большая часть теоретического материала излагается с применением слайдов (презентаций) в программе **Power Point**, а также с использованием интерактивных досок.

Обучающие и контролируемые модули внедрены в учебный процесс и размещены на Образовательном сервере Даггосуниверситета (<http://edu.icc.dgu.ru>), к которым студенты имеют свободный доступ.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Организация самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины «**Моделирование физических процессов в среде MathCAD**» предполагает следующие формы: подготовка к аудиторным занятиям, написание реферата и разработка мини-проекта.

1. Подготовка к аудиторным занятиям включает в себя изучение учебной, учебно-методической, научной литературы и конспектов лекций по данной теме (разделу) с целью формирования теоретических представлений по изучаемой проблеме; освоения методики проведения компьютерных экспериментальных исследований, решение самостоятельных экспериментальных задач компьютерного моделирования. *Содержание заданий определяется преподавателем с учетом дифференцированного и лично-ориентированного подходов.*

Контроль качества и объема выполненных заданий осуществляется во время аудиторного занятия в форме собеседования и/или тестирования (компьютерное или бланковое).

2. Написание реферата осуществляется студентом по индивидуально выбранной теме из банка тем рефератов. Содержание и объем реферативной работы определяется преподавателем. Студент самостоятельно осуществляет поиск источников информационного сопровождения работы, критический анализ содержания полученной информации, оформление реферата.

Оценивание реферата осуществляется по единой для всех студентов системе критериев включающих: степень раскрытия темы (при изучении

рукописи реферата), уровень владения материалом реферативной работы (в ходе защиты реферата и ответов на вопросы), композиция работы и качество её представления работы при защите.

Защита рефератов осуществляется по решению преподавателя публично во время лекции или практического занятия либо в индивидуальном порядке во внеаудиторное время.

3. Разработка мини-проекта осуществляется группой студентов не более 3 человек или индивидуально. Проект **обязательно должен носить исследовательский характер и включать деятельностную компоненту**: наблюдение, компьютерное моделирование, расчетную работу и т.п.). Тема проекта, задачи, содержание и структура определяется студентами самостоятельно в рамках изучаемого раздела.

Оценивание работы по разработке проекта осуществляется по единой для всех студентов системе критериев включающих: соответствие тематики проекта, изучаемому разделу (предварительно, до защиты), степень раскрытия темы (в ходе защиты), уровень владения материалом работы (в ходе защиты и ответов на вопросы), композиция презентации работы на защите.

Представление и защита проектов осуществляется по решению преподавателя публично во время лекции или практического занятия либо в индивидуальном порядке во внеаудиторное время.

7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

Фонды оценочных средств (контрольные вопросы и типовые задания для практических занятий, зачета; тесты и компьютерные тестирующие программы, примерную тематику рефератов и т.п., а также иные формы контроля, позволяющие оценить степень сформированности компетенций обучающихся) для проведения текущего, промежуточного и итогового контроля успеваемости и промежуточной аттестации имеются на кафедре. Они также размещены на образовательном сервере Даггосуниверситета (по адресу:

<http://edu.dgu.ru>), а также представлены в управление качества образования ДГУ.

Методические рекомендации преподавателям по разработке системы оценочных средств и технологий для проведения текущего контроля успеваемости по дисциплинам (модулям) ООП (тематика докладов, рефератов и т.п.), а также для проведения промежуточной аттестации по дисциплинам (модулям) ООП (в форме зачетов, экзаменов, курсовых работ / проектов и т.п.) и практикам представлены в Положении «О модульно-рейтинговой системе обучения студентов Дагестанского государственного университета», утвержденном ученым Советом Даггосуниверситета.

Уровень освоения учебных дисциплин обучающимися определяется следующими оценками: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Оценки "отлично" заслуживает обучающийся, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, умение свободно выполнять практические задания, предусмотренные программой, усвоивший основную литературу и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной программой.

Оценки "хорошо" заслуживает обучающийся, обнаруживший полное знание учебного материала, успешно выполняющий предусмотренные в программе практические задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную в программе.

Оценки "удовлетворительно" заслуживает обучающийся, обнаруживший знания основного учебного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляющийся с выполнением практических заданий, предусмотренных программой, знакомых с основной литературой, рекомендованной программой.

Оценка "неудовлетворительно" выставляется обучающемуся, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой практических заданий.

7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

Перечень компетенций с указанием этапов их формирования приведен в описании образовательной программы.

Компетенция	Знания, умения, навыки	Процедура освоения
ПК-2	Знать: <ul style="list-style-type: none">основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной	Устный опрос, письменный опрос, тестирование,

	<p>деятельности;</p> <ul style="list-style-type: none"> • методы вычислительной физики и математического моделирования структур, приборов или технологических процессов микро- и наноэлектроники; • основные приемы обработки и представления экспериментальных данных • 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 • эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения 	выступление на семинарах
ПК-2	<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • анализировать, систематизировать и обобщать научно-техническую информацию в области современного материаловедения • создавать и анализировать на основе физических законов и их следствий теоретические модели явлений природы, получить навыки использования в практике важнейших физических измерительных приборов и приемов • самостоятельно изучать и понимать специальную научную и методическую литературу, связанную с проблемами физики конденсированного состояния вещества. <ul style="list-style-type: none"> • 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. 	Письменный опрос, контрольные задания, проверка рефератов, выступление на семинарах
ПК-2	<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • методологией теоретических и экспериментальных исследований в 	Устный опрос, письменный опрос, тестирование,

	области профессиональной деятельности <ul style="list-style-type: none"> • способностью использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных • простейшими графическими пакетами программ. • (быть способным продемонстрировать) средствами компьютерной графики и графическими пакетами для автоматизации конструкторской деятельности решения задач в профессиональной деятельности 	выступление на семинарах, студенческая конференция.
--	---	---

7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания.

Схема оценки уровня формирования компетенции

ПК-2 - способностью аргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения;

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	Способность свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно – инновационных задач и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности	Ознакомлен с разделами физики, необходимыми для решения научно – инновационных задач и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности	Демонстрирует свободное владение разделами физики, необходимыми для решения научно – инновационных задач и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности	Показывает навыки успешного проведения научных исследований в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и

				информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта.
--	--	--	--	--

Если хотя бы одна из компетенций не сформирована, то положительная оценки по дисциплине быть не может.

7.3. Типовые контрольные задания

Примерные варианты контрольных работ

Контрольная работа №1

Написать алгоритм моделирования движения тела брошенного под углом к горизонту с вводом параметров начального состояния и изменением коэффициента трения. Программа должна осуществлять анимацию движения с возможностью повторения броска. При этом должна вычерчиваться траектория движения. Картина траектории должна быть масштабирована.

Контрольная работа №2

Написать программу моделирования двумерного идеального газа с вводом параметров (число молекул, относительный размер молекул-шариков, температура). Программа должна осуществлять анимацию движения шариков-молекул. При этом программа должна осуществлять коррекцию накопления погрешности кинетической энергии системы и накапливать информацию о скоростях молекул.

Контрольная работа №3

Моделировать процесс движения заряженной частицы в электромагнитных полях. Построить математическую модель описанного физического процесса. Составить программу, программа должна осуществлять анимацию движения заряженной частицы в электромагнитных полях. При этом должна вычерчиваться траектория движения. Картина траектории должна быть масштабирована

Контрольная работа №4

Моделировать процесс равноускоренное движение, когда в определенные моменты времени t_i измеряется пройденный путь S_i .

Построить математическую модель описанного физического процесса .

Осуществить имитацию процесса движения тела с постоянным ускорением a , начальной скоростью v_0 и начальным значением пути s_0 при помощи функции `rnd`. Необходимые данные заданы.

Вывести таблицу значений $S(t_i)$. Построить график зависимости $S(t)$.

Осуществить полиномную аппроксимацию результатов измерений.

Используя метод наименьших квадратов добиться минимума квадратичной ошибки. И вычислить погрешность аппроксимации.

Определить оптимальные коэффициенты аппроксимирующей полиномной функции $s(t) = \sum_n a_n t^n$ с помощью встроенной функции `linfit`.

Графически представить результаты измерений и аппроксимирующей функции.

Составить программу, программа должна осуществлять анимацию движения с возможностью повторения броска. При этом должна вычерчиваться траектория движения. Картина траектории должна быть масштабирована.

Контрольная работа №5

Моделировать процесс периодического колебания пружинного маятника.

Построить математическую модель описанного физического процесса.

Составить программу на языке Turbo Pascal для определения значений $x(t)$ при определенных значениях времени t ($0 \dots N, 1$). Необходимые данные заданы в таблице 5.

Создайте в Excel таблицу и занесите полученные результаты в 1 столбец данные – t_i , во 2 столбец данные $x(t_i)$.

Импортируйте данные в Mathcad, используя компонент Input Table.

Вывести таблицу значений $x(t_i)$. Построить график зависимости $x(t)$.

Осуществить аппроксимацию периодической функции $x(t)$ при помощи полинома Фурье.

Определить оптимальные коэффициенты аппроксимирующей функции с помощью встроенной функции `linfit`.

Графически представить результаты измерений и аппроксимирующей функции.

Анализ полученных результатов.

Составить программу, программа должна осуществлять анимацию движения пружинного маятника. При этом должна вычерчиваться траектория движения. Картина траектории должна быть масштабирована.

Пример решения задачи.

Этапы решения задачи:

1) Постановка задачи. Математическая модель.

Мы рассматриваем в качестве прикладного примера движение с постоянным ускорением

a , начальной скоростью v_0 и начальным значением пути s_0 .

В определенные моменты времени t_i мы измеряем пройденный путь s_i .

На основании этих измеренных данных нужно определить наиболее подходящие значения a, v_0, s_0 .

$$s(t) = s_0 + v_0 t + \frac{a}{2} t^2$$
 - функция $s(t)$ — линейная функция относительно искомых параметров a, v_0, s_0 .

$$s(t) = \sum_n a_n t^n$$
 - общий вид полиномиальной функции.

$$a_0 = s_0, a_1 = v_0, a_2 = \frac{a}{2}$$
 - соответствующие коэффициенты.

$$F(a_n) = \sum_i (S_i - s(t_i))^2$$
 - квадратичная ошибка, которая должна быть минимизирована.

2) Имитация результатов измерений в среде Mathcad (см.рис.9).

$I:=6 \quad i:=0..I-1$ - число измерений.

$N:=2 \quad n:=0..N$ - степень полинома.

$a0:=0$ - начальный путь s_0 .

$a1:=2$ - начальная скорость v_0 .

$a2:= \frac{10}{2}$ - половина ускорения $a/2$.

$t_i:=i$ - моменты времени, когда проводятся измерения.

$$s(t) = \sum_n a_n t^n$$
 - полином как аппроксимирующая функция.

$p := 10\%$ - максимум искусственной погрешности измерений.

$S_i := s(t_i) \cdot [1 + (-1)^{\text{floor}(\text{rnd}(2))} \cdot \text{rnd}(p)]$ - при помощи функции `rnd` имитируем

результаты измерений с заданной погрешностью.

3) Минимизация квадратичной ошибки

$$F(a_n) = \sum_i (S_i - s(t_i))^2 \quad - \quad \text{квадратичная ошибка.}$$

$$s(t) = \sum_n a_n t^n \quad - \quad \text{общий вид полинома.}$$

Квадратичная ошибка будет минимальной тогда, когда частные производные по искомым коэффициентам будут равны нулю. В результате мы получаем уравнение:

$$\sum_i [\sum_n a_n \cdot (t_i)^n \cdot (t_i)^k] - \sum_i S_i \cdot (t_i)^k = 0$$

Это уравнение представляется в матричной форме:

$$k:=0..N \quad A_{i,k} := (t_i)^k \quad - \quad \text{определение матрицы.}$$

$A^T \cdot A \cdot a - A^T \cdot S = 0$ Матричное уравнение, получающееся после приравнивания к нулю частных производных. Эта система уравнений называется Гауссовой нормальной системой уравнений.

Оптимальные коэффициенты a_k находим из приведенной выше системы обращением матриц.

$$a := (A^T \cdot A)^{-1} \cdot A^T \cdot S \quad a = \begin{bmatrix} 0.67 \\ 0.31 \\ 5.346 \end{bmatrix} \quad - \quad \text{оптимальные коэффициенты.}$$

$$s(t) := \sum_n a_n t^n \quad - \quad \text{аппроксимирующий полином с вычисленными коэффициентами.}$$

$$F := \sum_i (S_i - s(t_i))^2 \quad F = 0.248 \quad - \quad \text{минимальная квадратичная ошибка.}$$

4) Полиномиальная аппроксимация результатов измерений.

Быстрое определение коэффициентов при помощи функции `linfit`:

$$f(t) := \begin{bmatrix} 1 \\ t \\ t^2 \end{bmatrix} \quad - \quad \text{базисные аппроксимирующие функции должны быть определены в виде вектора. Функция linfit возвращает искомые оптимальные коэффициенты.}$$

$$a := \text{linfit}(t, S, f) \quad a = \begin{bmatrix} 0.67 \\ 0.31 \\ 5.346 \end{bmatrix}$$

Скалярное произведение дает нужную линейную комбинацию для полинома 2-й степени $s(t)$: $s(t) := a \cdot f(t)$

5) Графическое представление результатов измерений и аппроксимирующей функции в среде Mathcad

Итоговая аттестация

Экзамен, на котором проверяются знания теоретического материала и практические навыки:

- а) моделирования физических и геологических процессов в среде MathCAD;
- б) математическая обработка результатов измерений и их анализ;
- в) тестирование

Контроль самостоятельной работы студентов:

Темы рефератов:

Основные понятия и принципы математического моделирования.

Основные этапы метода математического моделирования. Прямые и обратные задачи математического моделирования. Универсальность математических моделей. Принцип аналогий. Иерархия моделей.

Вариационные методы решения краевых задач и определения собственных значений.

Принцип Дирихле. Задача о собственных значениях

Некоторые алгоритмы проекционного метода. Общая схема алгоритмов проекционного метода. Метод Рунге. Метод Галеркина. Обобщенный метод моментов. Метод наименьших квадратов.

Метод конечных разностей. Основные понятия. Аппроксимация, устойчивость, сходимость. Разностная задача для уравнения теплопроводности на отрезке. Явные и неявные схемы. Метод прогонки, достаточные условия устойчивости. Экономичные разностные схемы. Схема переменных направлений. Консервативные однородные разностные схемы.

Интегро-интерполяционный метод (метод баланса). Метод конечных элементов. Спектральный анализ разностной задачи Коши.

Асимптотические методы. Метод малого параметра. Регулярные и сингулярные возмущения. Метод ВКБ. Метод усреднения Крылова – Боголюбова

Некоторые новые объекты и методы математического моделирования. Фракталы и фрактальные структуры. Фракталы в математике и в природе.

Моделирование дендритов. Самоорганизация и образование структур.

Синергетика. Диссипативные структуры. Модель бруселятора. Вейвлет-анализ.

Вопросы к экзамену :

Основы математического моделирования. Основные понятия.

Основные этапы решения задач на ЭВМ.

Основные принципы моделирования.

Принцип единства и множественности моделей.

Принцип аналогии моделей.

Основные требования к модели.

Классификация и виды моделей.

Алгоритмизация математических моделей

Моделирование технологических процессов, основные понятия и свойства технологических систем.

Понятие о вычислительном технологическом эксперименте.

Аналитические и численные методы в физике, компьютерное моделирование.

Общие вопросы методики решения задач и моделирование физических процессов.

Классификация физических задач, решение которых может быть выполнено методом компьютерного моделирования.

Виды компьютерного моделирования (виды алгоритмов): аналитическое (интегральное), дифференциальное, статистическое (метод Монте-Карло), графическое (анимация).

Компьютерные системы, используемые при моделировании: BASIC, Visual Basic, Pascal, MathCAD, Math LAB, Excel.

Обработка данных и статистика. Линейная и сплайновая аппроксимация.

Аппроксимация периодической функции.

Аппроксимация методом наименьших квадратов.

Реализация одномерной и многомерной полиномиальной регрессии.

Численные методы решения системы линейных алгебраических уравнений. (обзор точных методов)

Численные методы решения системы линейных алгебраических уравнений. Метод простых итераций

Численные методы решения системы линейных алгебраических уравнений. Метод Зейделя.

Численные методы решения систем нелинейных уравнений. Метод итераций.

Численные методы решения систем нелинейных уравнений. Метод Ньютона.

Численные методы решения систем нелинейных уравнений. Метод Зейделя

Методы решения нелинейных уравнений. Метод касательных Ньютона. Условия сходимости.

Методы решения нелинейных уравнений. Метод хорд.

Методы решения нелинейных уравнений. Комбинированный метод хорд и касательных.

Методы решения нелинейных уравнений. Метод половинного деления.

Интерполяция функций. Конечные и разделенные разности.

Сплайновая интерполяция функции.

Математическая обработка результатов измерений. Задачи интерполирования, аппроксимации, экстраполяции.

Интерполяционный полином Ньютона.

Интерполяционный полином Лагранжа.

Среднеквадратичное приближение функций. Метод наименьших квадратов.

Линейная и параболическая интерполяция.

Выбор узлов интерполирования. Метод Чебышева.

Однофакторный регрессионный анализ. Степенная и показательная интерполяция.

Численные методы решения дифференцированных уравнений. Метод конечных - разностей.

Метод Эйлера для решения ОДУ 1-го порядка.

Модифицированный метод Эйлера для решения ОДУ 1-го порядка.

Метод Эйлера - Коши для решения ОДУ 1-го порядка.

Метод Рунге – Кутты для решения ОДУ 1-го порядка.

Численное интегрирование. Формула прямоугольников. Остаточный член формулы прямоугольников (левых, правых, центральных).

Численное интегрирование. Формула Симпсона. Остаточный член формулы

Численное интегрирование. Формула трапеций. Остаточный член формулы

Численное интегрирование. Формула Чебышева.

Численное интегрирование. Квадратурные формулы Ньютона – Котеса.

Численное интегрирование. Метод Монте-Карло и его применение для нахождения площади фигур.

Реализация численных методов в среде MathCAD.

7.4. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Общий результат выводится как интегральная оценка, складывающаяся из текущего контроля – 60 % и промежуточного контроля – 40 %.

Текущий контроль по дисциплине включает:

- посещение занятий - 10 баллов,
- участие на практических занятиях - 25 баллов,
- выполнение лабораторных заданий –,
- выполнение домашних (аудиторных) контрольных работ - 25 баллов.

Промежуточный контроль по дисциплине включает:

- устный опрос - 5 баллов,
- письменная контрольная работа - 15 баллов,
- тестирование - 20 баллов.

Критерии оценок на зачете

В экзаменационный билет рекомендуется включать не менее 3 вопросов, охватывающих весь пройденный материал, также в билетах могут быть задачи и примеры.

Ответы на все вопросы оцениваются максимум **100 баллами**.

Критерии оценок следующие:

- **100 баллов** – студент глубоко понимает пройденный материал, отвечает четко и всесторонне, умеет оценивать факты, самостоятельно рассуждает, отличается способностью обосновывать выводы и разъяснять их в логической последовательности.

- **90 баллов** - студент глубоко понимает пройденный материал, отвечает четко и всесторонне, умеет оценивать факты, самостоятельно рассуждает, отличается способностью обосновывать выводы и разъяснять их в логической последовательности, но допускает отдельные неточности.

- **80 баллов** - студент глубоко понимает пройденный материал, отвечает четко и всесторонне, умеет оценивать факты, самостоятельно рассуждает, отличается способностью обосновывать выводы и разъяснять их в логической последовательности, но допускает некоторые ошибки общего характера.

- **70 баллов** - студент хорошо понимает пройденный материал, но не может теоретически обосновывать некоторые выводы.

- **60 баллов** – студент отвечает в основном правильно, но чувствуется механическое заучивание материала.

- **50 баллов** – в ответе студента имеются существенные недостатки, материал охвачен «половинчато», в рассуждениях допускаются ошибки.

- **40 баллов** – ответ студента правилен лишь частично, при разъяснении материала допускаются серьезные ошибки.

- **20-30 баллов** - студент имеет общее представление о теме, но не умеет логически обосновать свои мысли.

- **10 баллов** - студент имеет лишь частичное представление о теме.

- **0 баллов** – нет ответа.

Эти критерии носят в основном ориентировочный характер. Если в билете имеются задачи, они могут быть более четкими.

Шкала диапазона для перевода рейтингового балла в «5»-балльную систему:

«0 – 50» баллов – неудовлетворительно

«51 – 65» баллов – удовлетворительно

«66 - 85» баллов – хорошо

«86 - 100» баллов – отлично

«51 и выше» баллов – зачет

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Максимов, А.И. Модели и моделирование в научных исследованиях : учеб. пособие по курсу " Методология научных исследований". Иваново, 2006. - 87 с.
2. Краснощекоев П.С., Петров А.А. Принципы построения моделей. - М.: Изд-во МГУ, 1983.
3. Самарский А.А., Михайлов А.П. Математическое моделирование М.: Наука. Физматлит, 1997.
4. Тарасевич Н.Н. Математическое и компьютерное моделирование. Вводный курс. М.: Эдиториал УРСС, 2001.
5. Самарский А.А., Тихонов А.Н. Уравнения математической физики. М.: Изд во Моск. ун-та, 1999.
6. Свешников А.Г., Боголюбов А.Н., Кравцов В.В. Лекции по математической физике. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1993.
7. Гартман, Т. Н. Основы компьютерного моделирования химико-технологических процессов: учеб. пособие для вузов / Т. Н. Гартман, Д. В. Клушин. - М.: Академкнига, 2006. - 416 с.
8. Рудобашта, С. П., Карташов, Э. М. Диффузия в химико-технологических процессах : учеб. пособие для вузов по направлениям подготовки в области техники и технологии / С. П. Рудобашта, Э. М. Карташов. - 2-е изд. перераб. и доп. - М. : КолосС, 2010. - 478 с.
9. Барыбин, А. А. Физико-технологические основы электроники / А.А. Барыбин, В.Г. Сидоров; под общ. ред. А. А. Барыбина. - СПб: Лань, 2001. - 268 с.
10. Холоднов, В. А., Дьяконов, В. П., Иванова, Е. Н., Кирьянова, Л. С. Математическое моделирование и оптимизация химико-технологических процессов.: Практическое руководство. - СПб.: АНОНПО «Профессионал», 2003.- 480 с.
11. Чернявский, С. Р. Математическое моделирование в технологии материалов и изделий электронной техники. Иваново, 2005. - 63с.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Тихонов А.Н., Уфимцев М.В. Статистическая обработка результатов экспериментов: Учебное пособие. -М.: Изд-во Моск. ун-та, 1998.-174 с.

2. [Хеерман Д.В. Методы компьютерного эксперимента в теоретической физике DJVU](#) М.: Наука, 1990. - 176 с.
3. [Соболь И.М. Численные методы Монте-Карло DJVU](#) М.: ФИЗМАТЛИТ, 1973. - 312 с
4. [Савелова Т.И. Метод Монте-Карло PDF](#) М.: НИЯУ МИФИ, 2011. – 152 с.
5. [Прудников В.В., Вакилов А.Н., Прудников П.В. Фазовые переходы и методы их компьютерного моделирования DJVU](#) Москва, Изд-во Физматлит, 2009.
6. [Петросян В.Г., Лихицкая И.В. и др. Решение физических задач с помощью компьютера PDF](#) Нальчик: КБГУ, 2006. - 256с.
7. [Малютин В.М., Склряова Е.А. Компьютерное моделирование физических явлений PDF](#) Учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2004. – 156 с.

9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

Интернет ресурсы:

1. www.elsevierscience.ru
2. www.edu.ru
3. www.window.edu.ru
4. www.nisrussia.ru
5. www.neicon.ru
6. www.springerlink.cjm.jourmsis
7. www.biblioclub.ru - Электронная библиотечная система «Университетская библиотека - online».
8. www.iqlib.ru - Интернет-библиотека образовательных изданий, в который собраны электронные учебники, справочные и учебные пособия.

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Студент в процессе обучения должен не только освоить учебную программу, но и приобрести навыки самостоятельной работы. Студент должен уметь планировать и выполнять свою работу. Удельный вес самостоятельной работы составляет по времени 30% от всего времени изучаемого цикла. Это отражено в учебных планах и графиках учебного процесса, с которым каждый студент может ознакомиться у преподавателя дисциплины.

Главное в период обучения своей специальности - это научиться методам самостоятельного умственного труда, сознательно развивать свои творческие способности и овладевать навыками творческой работы. Для этого необходимо строго соблюдать дисциплину учебы и поведения.

Каждому студенту следует составлять еженедельный и семестровый планы работы, а также план на каждый рабочий день. С вечера всегда надо распределять работу на завтра. В конце каждого дня целесообразно подводить итог работы: тщательно проверить, все ли выполнено по намеченному плану, не было ли каких-либо отступлений, а если были, по какой причине это произошло. Нужно осуществлять самоконтроль, который

является необходимым условием успешной учебы. Если что-то осталось невыполненным, необходимо изыскать время для завершения этой части работы, не уменьшая объема недельного плана.

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практических работах.
Практические занятия	Проработка рабочей программы, уделяя особое внимание целям и задачам структуре и содержанию дисциплины. Конспектирование источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы, работа с текстом. Решение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму и др.
Реферат	Поиск литературы и составление библиографии, использование от 3 до 5 научных работ, изложение мнения авторов и своего суждения по выбранному вопросу; изложение основных аспектов проблемы. Кроме того, приветствуется поиск информации по теме реферата в Интернете, но с обязательной ссылкой на источник, и подразумевается не простая компиляция материала, а самостоятельная, творческая, аналитическая работа, с выражением собственного мнения по рассматриваемой теме и грамотно сделанными выводами и заключением. Ознакомиться со структурой и оформлением реферата.
Подготовка к зачету	При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и др.

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.

Чтение лекций с использованием мультимедийных презентаций. Использование анимированных интерактивных компьютерных демонстраций и практикумов-тренингов по ряду разделов дисциплины.

Раздаточный материал для изучения лекционного материала (схемы и рисунки по изучаемому материалу);

теоретический учебный материал в электронном виде;

электронные и печатные каталоги продукции и компьютерные презентации фирм-производителей МЭУ;

программное обеспечение в соответствии с содержанием дисциплины.

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Материально – техническая база кафедры экспериментальной физики, которая осуществляет подготовку по направлению 11.03.04 «**Электроника и наноэлектроника**», позволяет готовить бакалавров, отвечающих требованиям ФГОС. На кафедре имеются 3 учебных и 5 научных лабораторий, оснащенных современной технологической, измерительной и диагностической аппаратурой; в том числе функционирует проблемная НИЛ «Твердотельная электроника». Функционируют специализированные учебные и научные лаборатории: Физика и технология керамических материалов для твердотельной электроники, Физика и технология тонкопленочных структур, Электрически активные диэлектрики в электронике, Физическая химия полупроводников и диэлектриков.

Лекционные занятия проводятся в аудитории, оснащенной мультимедийным проекционным оборудованием и интерактивной доской.

Наименование лабораторий, ауд.: физический факультет, ауд. 2-41 (лекционная), 2-36 (практические занятия), 1-19 (лабораторные занятия)

Основное оборудование:

- Мультимедийный проектор, сопровождает интерактивную доску;
- Ноутбук;
- используются лицензионные программные продукты:
 - Операционная система Windows'7;
 - ПРИКЛАДНЫЕ ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА: Microsoft Office 2007 Pro, FireFox, Statistica, Origin
 - MathCAD '14