

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Структурное подразделение «Радиоэлектроники и телекоммуникационных систем»

УТВЕРЖДЕНА:
на заседании кафедры
Протокол №13 от 02 июня 2025 г.

Рабочая программа дисциплины

«МЕТОДЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ»

Направление: 28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника

Материалы микро- и наносистемной техники

Квалификация: Магистр

Форма обучения: очная

Документ подписан простой
электронной подписью
Составитель программы:
Бадырова Наталия Моисеевна
Дата подписания: 18.06.2025

Документ подписан простой
электронной подписью
Утвердил: Ченский Александр
Геннадьевич
Дата подписания: 26.06.2025

Документ подписан простой
электронной подписью
Согласовал: Ниндакова Лидия
Очировна
Дата подписания: 21.06.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1 Дисциплина «Методы математического моделирования» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ПК-2 Способен рассчитывать параметры и основные характеристики моделей исследуемых процессов и объектов нанотехнологии и микро- и наноразмерных систем с помощью современных компьютерных технологий и программных комплексов	ПК-2.1

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПК-2.1	Знать: основные понятия математического моделирования, эффективные алгоритмы численного моделирования. Уметь: строить математические модели процессов и объектов нанотехнологии, разрабатывать программы численного моделирования на современных языках высокого уровня. Владеть: методами численного исследования математических моделей процессов и объектов нанотехнологии	Знать основные понятия математического моделирования, эффективные алгоритмы численного моделирования Уметь строить математические модели процессов и объектов нанотехнологии, разрабатывать программы численного моделирования на современных языках высокого уровня. Владеть методами численного исследования математических моделей процессов и объектов нанотехнологии

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Методы математического моделирования» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Компьютерные технологии в нанoeлектронике и микросистемной технике»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Производственная практика: научно-исследовательская работа (научно-исследовательский семинар)»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 4 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)	
	Всего	Семестр № 1
Общая трудоемкость дисциплины	144	144
Аудиторные занятия, в том числе:	26	26

лекции	13	13
лабораторные работы	0	0
практические/семинарские занятия	13	13
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	82	82
Трудоемкость промежуточной аттестации	36	36
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Экзамен	Экзамен

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Семестр № 1

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)				
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Понятие математического моделирования	1	2			1	3	1	12	Устный опрос
2	Методы численного интегрирования	2	1			2	1	1	10	Тест
3	Методы решения систем нелинейных уравнений.	3	2			3	1	1	10	Тест
4	Численные методы решения систем обыкновенных дифференциальн ых уравнений	4	5			4	4	2	25	Устный опрос
5	Численные методы решения дифференциальн ых уравнений в частных производных	5	3			5	4	2	25	Устный опрос
	Промежуточная аттестация								36	Экзамен
	Всего		13				13		118	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 1

№	Тема	Краткое содержание
1	Понятие математического моделирования	Виды моделей, примеры моделей. Требования к моделям, классификация моделей. Источники ошибок в математическом моделировании.

2	Методы численного интегрирования	Понятие численного интегрирования. Метод средних прямоугольников, метод трапеций. Оценка ошибки численных методов интегрирования.
3	Методы решения систем нелинейных уравнений.	Пример задач в области нанотехнологий которые сводятся к задаче нахождения корня уравнения. Метод Ньютона для решения нелинейных уравнений. Оценка ошибки метода Ньютона.
4	Численные методы решения систем обыкновенных дифференциальных уравнений	Пример задач в области нанотехнологий которые сводятся к решению обыкновенных дифференциальных уравнений. Метод Эйлера, семейство методов Рунге-Кутты. Методы решения жестких систем дифференциальных уравнений. Обратный метод Эйлера, схема Розенброка. Понятие порядка точности метода, метод расчета на сгущающихся сетках для определения ошибки численного решения дифференциальных уравнений.
5	Численные методы решения дифференциальных уравнений в частных производных	Пример задач в области наноматериалов которые сводятся к решению дифференциальных уравнений в частных производных. Основные понятия теории разностных схем. Исследование разностной схемы на устойчивость. Метод решения дифференциальных уравнений в частных производных на примере уравнения диффузии.

4.3 Перечень лабораторных работ

Лабораторных работ не предусмотрено

4.4 Перечень практических занятий

Семестр № 1

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Синтаксис языка программирования Python	3
2	Разработка программ численного интегрирования	1
3	Разработка программы решения уравнения методом Ньютона	1
4	Численное решение стационарного уравнения Шредингера	4
5	Численное решение одномерного уравнения диффузии	4

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 1

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
---	---------	----------------------------

1	Подготовка к практическим занятиям (лабораторным работам)	32
2	Создание математических и графических моделей процессов	50

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: В ходе проведения лекций, практических и лабораторных работ используются следующие интерактивные методы обучения: интерактивная лекция; компьютерная симуляция; семинар–дискуссия; разбор конкретных ситуаций

5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

5.1.1 Методические указания для обучающихся по практическим занятиям

Решение линейных уравнений методом функции Грина и методом Фурье
 Реализация алгоритма решения систем нелинейных уравнений с контролем точности
 Практическое применение формул аппроксимации и интерполяции
 Численное решение одномерной задачи теплопроводности. Исследование устойчивости разностных схем

5.1.2 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

Проработка разделов теоретического материала
 Решение специальных задач

6 Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине

6.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля

6.1.1 семестр 1 | Устный опрос

Описание процедуры.

Обучающемуся задается устный вопрос по теме.
 Пример вопросов для контроля.

1. Тема: Понятие и назначение математического моделирования. Ошибки математических моделей.

Какие основные требования предъявляются к математической модели?

2. Линейные системы, их свойства. Принцип наложения (суперпозиции).

Привести пример линейной детерминированные модели.

Критерии оценивания.

ответ принят, если обучающийся правильно и полно изложил суть вопроса

6.1.2 семестр 1 | Тест

Описание процедуры.

каждому студенту выдается раздаточный материал – карточки с тестовыми заданиями.
 Пример вопросов для контроля.

4. Тема: Методы решения нелинейных уравнений. Ошибки методов.

Какие требования предъявляются для обеспечения сходимости метода Ньютона к выбору начальных приближений? Начальные приближения выбираются:

Варианты ответов:

1) произвольно; 2) произвольно на интервале, где корень определен; 3) на границах интервала, где корень определен; 4) на границах интервала, где корень определен и значение функции положительно; 5) на границах интервала, где корень определен и значение функции отрицательно; 6) произвольно на интервале, где корень определен, и значение функции положительно; 7) произвольно на интервале, где корень определен, и значение функции отрицательно; 8) нет правильного ответа.

7. Тема: Основные понятия теории разностных схем. Численное дифференцирование.

Предположим, что для краевой задачи с волновым уравнением построена линейная аппроксимирующая разностная схема. Тогда для сходимости сеточного решения к решению краевой задачи...

Варианты ответов:

1) достаточно, чтобы разностная схема была устойчивой; 2) недостаточно того, чтобы эта схема была устойчивой; 3) необходимо, чтобы разностная схема была устойчивой; 4) необходимо и достаточно, чтобы разностная схема была устойчивой.

Критерии оценивания.

зачтено – если процент правильных ответов превышает 50% (50% и менее – не зачет)

6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

6.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания индикаторов достижения компетенции в рамках промежуточной аттестации

Индикатор достижения компетенции	Критерии оценивания	Средства (методы) оценивания промежуточной аттестации
ПК-2.1	Знает основные понятия математического моделирования, эффективные алгоритмы численного моделирования. Способен строить математические модели процессов и объектов нанотехнологии, разрабатывать программы численного моделирования на современных языках высокого уровня	Устное собеседование по теоретическим вопросам и выполнение практических заданий

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Семестр 1, Типовые оценочные средства для проведения экзамена по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

Учитывается работа в семестре по выполнению заданий на семинарах, тестировании и устном опросе. В конце семестра проводится экзамен.

Типовыми оценочными средствами для проведения экзамена по дисциплине «Методы математического моделирования» являются экзаменационные билеты.

Пример экзаменационного билета:

1. Нелинейные уравнения. Основные этапы нахождения корней. Метод половинного деления, погрешность.
2. Начально-краевая задача для уравнения теплопроводности. Явная разностная схема. Аппроксимация и устойчивость

Пример задания:

1. Нелинейные уравнения. Основные этапы нахождения корней. Метод половинного деления, погрешность.
2. Начально-краевая задача для уравнения теплопроводности. Явная разностная схема. Аппроксимация и устойчивость

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
1. Выполнены задания по практическим работам. 2. При ответе на билет обнаруживает систематическое и глубокое знание предмета, понимает смысл численных методов и область их применения. 3. Может обосновать свои суждения, применять знания на практике, привести необходимые примеры не только из учебников, но и самостоятельно изученные	1. Выполнены задания по практическим работам. 2. При ответе на билет обнаруживает систематическое знание предмета. Частично раскрыл существо экзаменационных вопросов. 3. Может привести необходимые примеры применения численных методов на практике.	1. Не выполнены задания по практическим работам. 2. Излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий, с трудом понимает смысл численных методов. 3. Не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения, не может привести необходимые примеры применения численных методов.	1. Не выполнены задания по практическим работам. 2. Обнаруживает незнание большей части экзаменационного билета, допускает ошибки в формулировке определений, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал.

7 Основная учебная литература

1. Бусленко Н. П. Моделирование сложных систем / Н. П. Бусленко, 1978. - 399.
2. Калиткин Н. Н. Численные методы : учебное пособие для вузов / Н. Н. Калиткин, 1978. - 512.
3. Советов Б. Я. Теоретические основы автоматизированного управления : учеб. по специальности "Автоматизир. системы обраб. информ. и упр." ... / Б. Я. Советов, В. В. Цехановский, В. Д. Чертовский, 2006. - 461.
4. Самарский А. А. Введение в численные методы : учебное пособие для вузов по специальности "Прикладная механика" / А. А. Самарский, 1987. - 286.
5. Самарский А. А. Введение в теорию разностных схем / А. А. Самарский, 1971. - 552.
6. Сосинская С. С. Программирование в MATLAB [Электронный ресурс] : учебное пособие / С. С. Сосинская, 2012. - 159.

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Самарский А. А. Задачи и упражнения по численным методам / А. А. Самарский, П. Н. Вабищевич, Е. А. Самарская, 2000. - 207.
2. Самарский А. А. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры / А. А. Самарский, А. П. Михайлов, 2001. - 316.
3. Потемкин В. Г. Инструментальные средства MATLAB 5. x / В. Г. Потемкин, 2000. - 332.

9 Ресурсы сети Интернет

1. <http://library.istu.edu/>
2. <https://e.lanbook.com/>

10 Профессиональные базы данных

1. <http://new.fips.ru/>
2. <http://www1.fips.ru/>

11 Перечень информационных технологий, лицензионных и свободно распространяемых специализированных программных средств, информационных справочных систем

1. Microsoft Windows Seven Professional [1x500] RUS (проведен апгрейд с Microsoft Windows Seven Starter [1x500])_поставка 2010
2. Microsoft Office Standard 2010_RUS_ поставка 2010_(артикул 021-09683)

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Проектор Epson EB-460i LCD
2. Компьютер P5B 2 DUO E6X50/2Gb/200/GF512Mb/FDD/DVDRW/Samsung LCD 19

3. Компьютер P-2160/1024*2Gb/160/GF256/DVDRW/LG 17 LCD 1753
4. Компьютер P4 631/1646Gz/1024/120/3.5"/GF256/DVD-RW/ монитор Samsung940/кл/мышь
5. Доска магнитно-маркерная INDEX настенная ,размер 1x1.8 м