

АННОТАЦИЯ

к рабочей программе дисциплины

«Численные методы и математическое моделирование»

Направление подготовки: 03.03.02 Физика

Направленность (профиль): Фундаментальная физика

Форма обучения: очная

Квалификация: бакалавр

1.1 Цель и задачи освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Численные методы и математическое моделирование» является формирование у студентов целостной системы теоретических знаний и практических навыков в области численных методов и математического моделирования физических процессов, позволяющей эффективно использовать современные вычислительные технологии для решения прикладных задач физики. Дисциплина направлена на освоение методов компьютерного моделирования, реализацию численных алгоритмов и интерпретацию результатов вычислительных экспериментов. Она служит связующим звеном между фундаментальными математическими дисциплинами и специальными физическими курсами, обеспечивая переход от аналитических методов к численным подходам, необходимым для решения сложных физических задач, не имеющих точного аналитического решения.

1.2 Задачами дисциплины являются: освоение основных численных методов решения задач линейной алгебры, интерполяции и аппроксимации, численного интегрирования и дифференцирования; изучение методов решения обыкновенных дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных; освоение методов математического моделирования физических процессов различной природы; формирование навыков реализации численных алгоритмов на языках программирования высокого уровня (Python, C++); развитие умений анализа и интерпретации результатов численного моделирования; приобретение опыта решения прикладных физических задач с использованием вычислительной техники; формирование навыков проведения вычислительного эксперимента.

1.3 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Численные методы и математическое моделирование» отно-

сится к части, формируемой участниками образовательных отношений, Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана по направлению подготовки 03.03.02 Физика.

Для успешного освоения дисциплины студент должен владеть знаниями в области математического анализа (дифференцирование и интегрирование функций, ряды, пределы), линейной алгебры и аналитической геометрии (матричные операции, системы линейных уравнений, собственные значения и векторы), векторного и тензорного анализа (векторные и тензорные поля, дифференциальные операции), обыкновенных дифференциальных уравнений (методы решения ОДУ, краевые задачи), а также обладать навыками алгоритмизации и программирования на языках высокого уровня.

Освоение данной дисциплины является необходимым условием для успешного изучения таких дисциплин, как теоретическая механика, электродинамика, квантовая механика, механика сплошных сред, а также для выполнения выпускной квалификационной работы и прохождения производственной практики. Дисциплина закладывает вычислительную базу, необходимую для проведения научных исследований и решения прикладных физических задач с использованием современного программного обеспечения.

1.4. Перечень планируемых результатов обучения

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

ОПК-2. Способность проводить научные исследования физических объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные (ИОПК-2.2, ИОПК-2.3).

ОПК-3. Способность понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности (ИОПК-3.1).

ПК-1. Способность использовать специализированные знания в области физики для решения научно-исследовательских и прикладных задач (ИПК-1.1).

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать: основные численные методы, используемые при решении физических задач; методы обработки и анализа данных, полученных в ходе численного моделирования; современные программные средства для численного моделирования физических процессов; принципы построения математических моделей физических систем; методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных;

уметь: применять численные методы для моделирования физических систем; проводить анализ и интерпретацию результатов вычислительного эксперимента; использовать вычислительные среды и библиотеки для решения физических задач; выбирать методы решения поставленной задачи; содержательно интерпретировать полученные результаты;

владеть: навыками построения и реализации математических моделей физических процессов; навыками программирования численных алгоритмов и работы с научным программным обеспечением; навыками обобщения результатов численного моделирования и формулировки выводов; навыками представления результатов численного моделирования в виде отчётов, графиков и презентаций.

4. Объём дисциплины и виды учебной работы

Виды работ		Всего часов	Форма обучения
			очная
			3 семестр (часы)
Контактная работа, в том числе:		72,2	72,2
Аудиторные занятия (всего):		64	64
занятия лекционного типа		34	34
лабораторные занятия		—	—
практические занятия		34	34
семинарские занятия		—	—
Иная контактная работа:		8,2	8,2
Контроль самостоятельной работы (КСР)		8	8
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,2	0,2
Самостоятельная работа, в том числе:		71,8	71,8
Курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)		—	—
Контрольная работа		—	—
Расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)		—	—
Реферат/эссе (подготовка)		11,8	11,8
Самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам и т.д.)		40	40
Подготовка к текущему контролю		20	20
Контроль:			
Подготовка к экзамену		30	30
Общая трудоёмкость	час.	144	144
	в том числе контактная работа	72,2	72,2
	зач. ед.	4	4

2 Содержание дисциплины

Раздел 1. Численные методы. Введение в численные методы. Источники ошибок, точность вычислений. Решение систем линейных алгебраических уравнений: прямые и итерационные методы. Численное решение нелинейных уравнений: методы бисекции, Ньютона, секущих. Интерполяция и аппроксимация функций: интерполяционный полином Лагранжа, сплайны, метод наименьших квадратов. Численное интегрирование и дифференцирование: методы прямоугольников, трапеций, Симпсона. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений: методы Эйлера, Рунге-Кутты, Адамса. Решение уравнений в частных производных: метод конечных разностей, явные и неявные схемы, схема Кранка-Николсон. Метод Монте-Карло. Основы параллельных вычислений. Визуализация и анализ результатов численных расчётов.

Раздел 2. Математическое моделирование. Основы математического моделирования физических систем. Этапы моделирования, классификация моделей. Оценка адекватности модели. Моделирование механических систем: движение материальной точки и твёрдого тела, колебательные системы, нелинейная динамика. Моделирование тепловых и диффузионных процессов: уравнение теплопроводности, распространение тепла в стержне, пластине, диффузия в неоднородных средах. Моделирование волновых процессов: уравнение колебаний струны, уравнение акустики, распространение волн, интерференция и дифракция. Моделирование квантовых систем: стационарное уравнение Шрёдингера, связанные состояния, одномерное рассеяние. Моделирование в статистической физике: методы Монте-Карло, алгоритм Метрополиса, модель Изинга. Выполнение индивидуального проекта.

3. Формы промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена в 7-м семестре. Экзамен проводится устно по билетам, состоящим из двух теоретических вопросов из разных разделов дисциплины и одной практической задачи.

4 Основная литература

1. Бахвалов Н.С., Жидков Н.П., Кобельков Г.М. Численные методы. — М.: Лаборатория знаний, 2024. — 640 с.
2. Самарский А.А., Михайлов А.П. Математическое моделирование. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2021. — 320 с.
3. Калиткин Н.Н. Численные методы. — СПб.: БХВ-Петербург, 2021. — 592 с.
4. Федоренко Р.П. Введение в вычислительную физику. — М.: Интеллект, 2023. — 384 с.
5. Хайнеман Р. Вычислительная физика. — М.: ДМК Пресс, 2024. — 420 с.
6. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Механика. Электродинамика. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2022. — 320 с.
7. Дьяконов В.П. MATLAB. Полный самоучитель. — М.: ДМК Пресс, 2023. — 768 с.
8. Лутц М. Изучаем Python. — 5-е изд. — СПб.: Питер, 2024. — 1344 с.
9. Гулд Х., Тобочник Я. Компьютерное моделирование в физике. — М.: Мир, 1990. — 400 с.
10. Амосов А.А., Дубинский Ю.А., Копченова Н.В. Вычислительные методы для инженеров. — М.: Высшая школа, 2021. — 544 с.

Составитель: К.А. Лебедев, профессор кафедры теоретической физики и компьютерных технологий, д.ф.-м.н., профессор