

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
**Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования**
**«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»**

Радиофизический факультет
(факультет / институт / филиал)

УТВЕРЖДЕНО
решением ученого совета ННГУ
протокол от
«31» мая 2023 г. № 6

Рабочая программа дисциплины

Компьютерное моделирование методом Монте-
Карло
(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования
магистратура
(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность
02.04.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии
(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы
Информационная безопасность и защита информации
(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Форма обучения
очная

(очная / очно-заочная / заочная)

Нижний Новгород

2023

1. Место и цели дисциплины в структуре ОПОП

Данная дисциплина относится к дисциплинам по выбору и преподается во 2 семестре.

Цель изучения дисциплины состоит в освоении студентами методологии и технологий компьютерного моделирования процессов в различных системах статистическим методом Монте-Карло (ММК).

Задачи курса:

- изучение типовых математических схем моделирования ММК;
- рассмотрение вопросов формализации и алгоритмизации ММК;
- получение навыков программирования алгоритмов ММК на ЭВМ.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	
ПК-2. Способен использовать в педагогической деятельности научные основы знаний в сфере информационно-коммуникационных технологий	ПК-2.1. Знает методологию использования в педагогической деятельности научные основы знаний в сфере информационно-коммуникационных технологий	ПК-2. Знать основные методологические принципы и методы исследовательской деятельности, взаимосвязи методов научного исследования различных видов человеческого знания; понятия и структуры научной школы, научного сообщества, научной сферы общества; структуры и специфики научной деятельности; основы составления научных текстов и критерии научной информации.	Собеседование
	ПК-2.2. Умеет применять основы знаний в сфере информационно-коммуникационных технологий в педагогической деятельности	ПК-2. Уметь выявлять проблему, на решение которой будет направлено предстоящее исследование, выбирать метод исследования, обрабатывать полученные результаты и готовить отчет как завершающую стадию исследовательской деятельности. Владение навыками проектирования исследовательской деятельности	Задачи (практические задания)
	ПК-2.3. Имеет	ПК-2. Получить опыт использования	Задачи

	практический опыт применения основ знаний в сфере информационно-коммуникационных технологий в педагогической деятельности	средств информационных технологий, позволяющих самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности, новые знания и умения, в том числе, в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности, расширять и углублять свое научное мировоззрение.	(практические задания)
--	---	---	------------------------

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная форма обучения	очно-заочная форма обучения	заочная форма обучения
Общая трудоемкость	3 зет		
Часов по учебному плану	108		
в том числе			
аудиторные занятия (контактная работа):	33		
- занятия лекционного типа	32		
- занятия семинарского типа			
самостоятельная работа	75		
Промежуточная аттестация – экзамен/зачет	зачет		

3.2. Содержание дисциплины (модуля)

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины, форма промежуточной аттестации по дисциплине	Всего (часы)	В том числе				Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы				
		из них				
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа	Всего	

1. Моделирование случайных величин и функций	23	8			8	15
2. Оценка интегралов методом Монте-Карло	28	8			8	20
3. Случайные блуждания с экспоненциальным распределением по длинам свободного пробега.	28	8			8	20
4. Решение задач теории переноса излучения	28	8			8	20
В т.ч. текущий контроль	1	1			1	
Промежуточная аттестация – зачет						

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся включает следующие виды:

- разбор материала семинарских занятий,
- изучение дополнительных разделов дисциплины с использованием учебной литературы,
- составление алгоритмов и программирование на компьютере при решении задач

Текущий контроль усвоения материала проводится путем проведения опроса.

Примеры контрольных заданий:

З-6. Сгенерировать набор значений непрерывной случайной величины с экспоненциальным распределением методом Неймана.

З-7. Сгенерировать набор значений непрерывной случайной величины с нормальным распределением методом обратной функции.

В-9. Погрешность метода статистических испытаний.

В-10. Вычисление определенного интеграла методом проб и ошибок.

5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю), включающий:

5.1. Перечень компетенций выпускников образовательной программы с указанием результатов обучения (знаний, умений, владений), характеризующих этапы их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования.

Индикаторы компетенции	Критерии оценивания	
	«незачтено»	«зачтено»
<u>Знания</u>	Наличие грубых ошибок в основном материале	Знание основного материала, возможно с рядом погрешностей
<u>Умения</u>	Наличие грубых ошибок при выполнении стандартных заданий	Способность выполнения всех стандартных заданий, возможно с незна-

		чительными погрешностями
<u>Навыки</u>	Отсутствие навыка	Достаточное владение навыком

5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Итоговый контроль качества усвоения студентами содержания дисциплины проводится в виде зачета, на котором определяется:

- уровень усвоения студентами основного учебного материала по дисциплине;
- уровень понимания студентами изученного материала;
- способность студентов использовать полученные знания для решения конкретных задач.

Зачет проводится в устной форме и заключается в ответе студентом на теоретические вопросы курса (с предварительной подготовкой), решении задачи по параллельному программированию (с предварительной подготовкой) и последующем собеседовании в рамках тематики курса. Собеседование проводится в форме вопросов, на которые студент должен дать краткий ответ.

Оценка «не зачтено» ставится при отсутствии необходимых знаний, умений и навыков либо при наличии грубых ошибок при ответе на вопросы, демонстрации умений и навыков. Оценка «зачтено» ставится в остальных случаях.

5.3. Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине, характеризующих этапы формирования компетенций

Для оценивания результатов обучения в виде знаний используется индивидуальное собеседование (ПК-2).

Для оценивания результатов обучения в виде умений используются: индивидуальное собеседование и практические задания (ПК-2).

Для оценивания результатов обучения в виде владений используются: индивидуальное собеседование и практические задания (ПК-2).

5.4. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций и (или) для итогового контроля сформированности компетенции.

Контрольные вопросы для аттестации по итогам освоения дисциплины:

1. Общая схема метода статистических испытаний - метода Монте-Карло.
2. Методы получения псевдослучайных чисел.
3. Генерация дискретной случайной величины.
4. Генерация непрерывной случайной величины.
5. Моделирование показательного распределения.
6. Моделирование нормального распределения.
7. Моделирование гауссовского случайного вектора

8. Задача статистического оценивания неизвестных параметров распределения. Точечные и интервальные оценки.
9. Погрешность метода статистических испытаний.
10. Вычисление определенного интеграла методом проб и ошибок.
11. Вычисление определенного интеграла как среднего значения подынтегральной функции.
12. Метод выборки по значимости.
13. Экспоненциальное распределение по длинам и временам свободного пробега
14. Моделирование диффузионного процесса
15. Вычисление коэффициента диффузии броуновских частиц.
16. Моделирование изотропного вектора на плоскости.
17. Моделирование изотропного вектора в пространстве.
18. Метод Монте-Карло и задачи переноса излучений. Оптические параметры среды (коэффициенты рассеяния и поглощения, индикатриса рассеяния).
19. Уравнение переноса. Распределения вероятностей для элементов траекторий. Плотность столкновений; поток фотонов.
20. Описание моделирования процесса переноса методом Монте-Карло
21. Методы максимального сечения и минимальных длин для моделирования длины пробега.
22. Весовые методы. Модификации моделирования длины пробега.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Гулд Х., Тобочник Я. Компьютерное моделирование в физике, ч. 2. М.: Мир, 1990.
2. Хеерман Д.В. Методы компьютерного эксперимента в теоретической физике. М.: Наука, 1990.
3. Соболев И.М. Численные методы Монте-Карло. М.: Наука, 1973.
4. Методы Монте-Карло в статистической физике. / Под ред. М. Калоса. М.: Мир, 1984.
5. Методы Монте-Карло в статистической физике. / Под ред. К. Биндера. М.: Мир, 1982.
6. Поршнев С. В. Компьютерное моделирование физических процессов в пакете MATLAB. – М.: Телеком, 2003, 592 с.

б) дополнительная литература:

1. Сивухин Д.В. Общий курс физики, т.1-5, М.: Наука, 1989.
2. Базаров И.П., Геворкян Э.В., Николаев П.Н. Неравновесная термодинамика и физическая кинетика. М.: МГУ, 1989.
3. Шустер Г. Детерминированный хаос: введение. М.: Мир, 1988.
4. Эфрос А.Л. Физика и геометрия беспорядка. М.: Наука, 1982.
5. Крайнов А.В., Мигдал А.Б. Качественные методы в квантовой механике. М.: Наука, 1976.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Microsoft Visual Studio

<http://cyberleninka.ru>

<http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library>

www.parallel.ru

www-unix.mcs.anl.gov/mpi/tutorial

<http://www.informika.ru/text/teach/topolog/index.htm>

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для обучения дисциплине имеются специальные помещения для проведения занятий семинарского типа, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления информации большой аудитории, компьютерным оборудованием.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ с учетом рекомендаций и ОПОП ВПО по направлению подготовки 02.04.02 «Фундаментальная информатика и информационные технологии».

Автор _____ Жуков С.Н.

Рецензент _____ Демин И.Ю.

Заведующий кафедрой _____ Бакунов М.И.

Программа одобрена на заседании методической комиссии радиофизического факультета от «25» мая 2023 года, протокол № 04/23.