

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

УТВЕРЖДЕНО

решением президиума Ученого совета ННГУ

протокол № 1 от 16.01.2024 г.

Рабочая программа дисциплины

Компьютерное моделирование методом Монте-Карло

Уровень высшего образования

Магистратура

Направление подготовки / специальность

02.04.02 - Фундаментальная информатика и информационные технологии

Направленность образовательной программы

Информационная безопасность и защита информации

Форма обучения

очная

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.ДВ.02.01 Компьютерное моделирование методом Монте-Карло относится к части, формируемой участниками образовательных отношений образовательной программы.

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	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
ПК-1: Способен руководить научными исследованиями и опытно-конструкторскими разработками, в области информатики и информационных технологий (ФИИТ), и формировать их новые направления в области профессиональной деятельности	<p>ПК-1.1: Знает проблематику и методы научных исследований и опытно-конструкторских разработок в области ФИИТ применительно к профессиональной деятельности</p> <p>ПК-1.2: Имеет навыки выполнения научных исследований и опытно-конструкторских разработок в области ФИИТ применительно к профессиональной деятельности</p> <p>ПК-1.3: Имеет навыки руководства исследованиями и опытно-конструкторскими разработками в области ФИИТ применительно к профессиональной деятельности, и формирования их новых направлений</p>	<p>ПК-1.1: Знает принципы моделирования методом Монте-Карло, приемы, методы, способы формализации объектов, процессов, явлений и реализации их на компьютере; алгоритмы фиксации и обработки результатов моделирования; способы планирования машинных экспериментов с моделями.</p> <p>ПК-1.2: Умеет создать математическое и алгоритмическое представление модели; проводить статистическое моделирование методом Монте-Карло в информационных и физических системах.</p> <p>ПК-1.3: Владеет навыками применения современных компьютерных технологий для решения научно-исследовательских и производственно-технологических задач профессиональной деятельности; приемами построения статистических</p>	Опрос	Зачёт: Задания

		моделей реальных объектов; навыками построения имитационных моделей информационных процессов и программирования в системах моделирования.		
--	--	--	--	--

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	3
Часов по учебному плану	108
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	32
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	0
- КСР	1
самостоятельная работа	75
Промежуточная аттестация	0 Зачёт

3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе			
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (практические занятия/ лабора- торные работы), часы	Всего	
	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0
1. Моделирование случайных величин и функций	14	6	0	6	8
2. Оценка интегралов методом Монте-Карло	48	8	0	8	40
3. Случайные блуждания	35	8	0	8	27
4. Задачи переноса излучения	10	10		10	
Аттестация	0				
КСР	1			1	
Итого	108	32	0	33	75

Содержание разделов и тем дисциплины

1. Общая схема метода статистических испытаний - метода Монте-Карло. Методы получения псевдослучайных чисел. Генерация дискретной случайной величины. Генерация непрерывной случайной величины. Моделирование показательного распределения. Моделирование нормального распределения. Моделирование гауссовского случайного вектора. Задача статистического оценивания неизвестных параметров распределения. Точечные и интервальные оценки. Погрешность метода статистических испытаний.
2. Вычисление определенного интеграла методом проб и ошибок. Вычисление определенного интеграла как среднего значения подынтегральной функции. Метод выборки по значимости.
3. Экспоненциальное распределение по длинам и временам свободного пробега. Моделирование диффузионного процесса. Вычисление коэффициента диффузии броуновских частиц. Моделирование изотропного вектора на плоскости. Моделирование изотропного вектора в пространстве.
4. Метод Монте-Карло и задачи переноса излучений. Оптические параметры среды (коэффициенты рассеяния и поглощения, индикатриса рассеяния). Уравнение переноса. Распределения вероятностей для элементов траекторий. Плотность столкновений; поток фотонов. Описание моделирования процесса переноса методом Монте-Карло. Методы максимального сечения и минимальных длин для моделирования длины пробега. Весовые методы. Модификации моделирования длины пробега.

Практические занятия /лабораторные работы организуются, в том числе, в форме практической подготовки, которая предусматривает участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

На проведение практических занятий / лабораторных работ в форме практической подготовки отводится: очная форма обучения - 4 ч.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

Гулд Х., Тобочник Я. Компьютерное моделирование в физике, ч. 2. М.: Мир, 1990.

Хеерман Д.В. Методы компьютерного эксперимента в теоретической физике. М.: Наука, 1990.

Соболь И.М. Численные методы Монте-Карло. М.: Наука, 1973.

Методы Монте-Карло в статистической физике. / Под ред. М. Калоса. М.: Мир, 1984.

Методы Монте-Карло в статистической физике. / Под ред. К. Биндера. М.: Мир, 1982.

5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:

5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Опрос) для оценки сформированности компетенции ПК-1:

Опрос по теме предыдущего занятия

Критерии оценивания (оценочное средство - Опрос)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Знание основного материала курса без грубых ошибок и погрешностей
не зачтено	Отсутствие знания материала курса или наличие грубых ошибок в изложении основного материала курса.

5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено		зачтено				
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельными и несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков. Невозможность оценить наличие	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые	Имеется минимальный набор навыков для	Продemonстрированы базовые навыки при решении	Продemonстрированы базовые навыки при решении	Продemonстрированы навыки при решении	Продemonстрирован творческий подход к решению

	навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	навыки. Имели место грубые ошибки	решения стандартных задач с некоторым и недочетами	стандартных задач с некоторым и недочетами	стандартных задач без ошибок и недочетов	нестандартных задач без ошибок и недочетов	нестандартных задач
--	--	-----------------------------------	--	--	--	--	---------------------

Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
	удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:

5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Задания) для оценки сформированности компетенции ПК-1

Вычислить определенный интеграл методом выборки по значимости. Определить погрешность вычислений.

Критерии оценивания (оценочное средство - Задания)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Знание основного материала курса без грубых ошибок и погрешностей
не зачтено	Отсутствие знания материала курса или наличие грубых ошибок в изложении основного материала курса.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Ермаков С. М. Метод Монте-Карло в вычислительной математике. Вводный курс : учебное пособие для вузов / Ермаков С. М. - 2-е изд., испр. и доп. - Санкт-Петербург : Лань, 2024. - 192 с. - Книга из коллекции Лань - Математика. - ISBN 978-5-507-46703-7., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=892928&idb=0>.
2. Михайлов Геннадий Алексеевич. Статистическое моделирование. Методы Монте-Карло : учебное пособие для вузов / Г. А. Михайлов, А. В. Войтишек. - Москва : Юрайт, 2024. - 323 с. - (Высшее образование). - URL: <https://urait.ru/bcode/540819> (дата обращения: 15.08.2024). - ISBN 978-5-534-11518-5 : 1399.00. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт", <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=908008&idb=0>.
3. Жданов Э. Р. Компьютерное моделирование физических явлений и процессов методом Монте-Карло : учебно-метод. пособие / Жданов Э. Р., Маликов Р. Ф., Хисматуллин Р. К. - Уфа : БГПУ имени М. Акмуллы, 2005. - 124 с. - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции БГПУ имени М. Акмуллы - Информатика. - ISBN 5879782662., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=712687&idb=0>.

Дополнительная литература:

1. Метод Монте-Карло в проблеме переноса излучений : [сб. ст.] / под ред. Г. И. Марчука. - М. : Атомиздат, 1967. - 256 с. : ил. - 0.83., 1 экз.
2. Соболев Илья Меерович. Метод Монте-Карло. - 4-е изд., доп. и перераб. - М. : Наука, 1985. - 78 с. : ил. - (Популярные лекции по математике ; вып. 46). - 0.10., 2 экз.
3. Методы Монте-Карло в статистической физике / ред. К. Биндер ; пер. с англ. В. Н. Новикова, К. К. Сабельфельда ; под ред. Г. И. Марчука, Г. А. Михайлова. - М. : Мир, 1982. - 400 с. : ил. - 2.80., 3 экз.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

<https://visualstudio.microsoft.com/>

<http://anaconda.com/>

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, компьютерами.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ по направлению подготовки/специальности 02.04.02 - Фундаментальная информатика и информационные технологии.

Автор(ы): Жуков Сергей Николаевич, кандидат физико-математических наук, доцент.

Заведующий кафедрой: Бакунов Михаил Иванович, доктор физико-математических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 18 декабря 2023 года, протокол № 09/23.