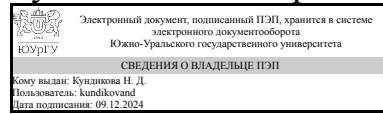


УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель направления



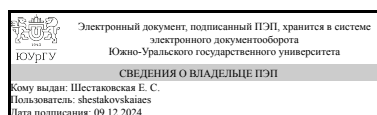
Н. Д. Кундикова

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины ФД.05 Метод Монте-Карло
для направления 03.04.01 Прикладные математика и физика
уровень Магистратура
форма обучения очная
кафедра-разработчик Вычислительная механика

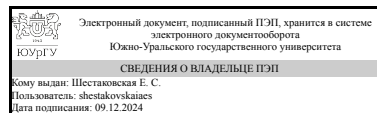
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 03.04.01 Прикладные математика и физика, утверждённым приказом Минобрнауки от 07.08.2020 № 898

Зав.кафедрой разработчика,
к.физ.-мат.н., доц.



Е. С. Шестаковская

Разработчик программы,
к.физ.-мат.н., доц., заведующий
кафедрой



Е. С. Шестаковская

1. Цели и задачи дисциплины

Ознакомление студентов с теоретическими основами моделирования случайных величин и случайных процессов с помощью метода Монте-Карло. Освоение студентами знаний в области применения Метода Монте-Карло в задачах математики и математической физики, в том числе статистическое моделирование случайных процессов в физике.

Краткое содержание дисциплины

Дисциплина изучает свойства объектов, используя методы теории вероятностей и компьютерное моделирование и содержит следующие разделы: применение метода Монте-Карло в задачах линейного переноса и нелинейного переноса; приложения методов Монте-Карло для вычисления интегралов, систем линейных уравнений, некоторых задач математической физики; применение метода Монте-Карло в ядерной физике и механике жидкости и газа.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ОПК-1 Способен применять фундаментальные и прикладные знания в области физико-математических и (или) естественных наук для решения профессиональных задач, в том числе в сфере педагогической деятельности	Знает: Основные теоретические положения реализации методов моделирования случайных величин и их применение в конкретных задачах Умеет: Создавать алгоритмы статистического моделирования величин, математические ожидания которых позволяют оценивать искомые величины задачи Имеет практический опыт: программирования алгоритмов, реализующих методы Монте-Карло

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
ФД.04 Вычислительная математика в примерах и задачах, 1.О.06 Взаимодействие излучения с веществом	Не предусмотрены

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
1.О.06 Взаимодействие излучения с веществом	Знает: методы решения уравнения переноса, основанные на преобразованиях Фурье, Лежандра, Лапласа; фундаментальные основы, подходы и методы математики, теоретической физики для описания процессов взаимодействия частиц с веществом., процессы взаимодействия с веществом быстрых заряженных частиц,

	рентгеновского и гамма излучения, основы теории кинетического уравнения Больцмана; Умеет: находить приемлемые для конкретной задачи переноса излучения преобразования; применять знания фундаментальных основ, подходов и методов математики, теоретической физики для описания процессов взаимодействия частиц с веществом., формулировать основные уравнения теории столкновений и теории переноса; Имеет практический опыт: выполнения преобразований Фурье, Лежандра, Лапласа; использования современных подходов и методов теоретической физики к описанию и анализу процессов взаимодействия частиц с веществом
ФД.04 Вычислительная математика в примерах и задачах	Знает: основы математики, физики, вычислительной техники и программирования Умеет: решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и инженерных знаний, методов математического анализа и моделирования. Имеет практический опыт: теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 з.е., 72 ч., 44,5 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		3
Общая трудоёмкость дисциплины	72	72
<i>Аудиторные занятия:</i>	40	40
Лекции (Л)	20	20
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	20	20
Лабораторные работы (ЛР)	0	0
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	27,5	27,5
Подготовка к письменным работам	12	12
Подготовка к устным опросам	10	10
Подготовка к дифференцированному зачету	5,5	5.5
Консультации и промежуточная аттестация	4,5	4,5
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	диф.зачет

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах
-----------	----------------------------------	---

		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Методы Монте-Карло	4	2	2	0
2	Линейные задачи с источником	4	2	2	0
3	Аналитические решения уравнения переноса	4	2	2	0
4	Интегралы и решения систем линейных уравнений	4	2	2	0
5	Статистические методы	4	2	2	0
6	Функции многих переменных	4	2	2	0
7	Однородные задачи переноса	4	2	2	0
8	Нелинейные уравнения переноса	4	2	2	0
9	Метод Монте-Карло в физике высоких энергий	4	2	2	0
10	Методы Монте-Карло в механике жидкости и газа	4	2	2	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Введение в методы Монте-Карло. История метода.	2
2	2	Применение метода Монте-Карло в задачах линейного переноса нейтронов и гамма-квантов с веществом.	2
3	3	Особенности моделирования траекторий заряженных частиц.	2
4	4	Приложения методов Монте-Карло для вычисления интегралов, системы линейных уравнений, некоторых задач математической физики.	2
5	5	Методы Монте-Карло в агентном моделировании.	2
6	6	Метод Монте-Карло для задач статистической физики.	2
7	7	Решение однородных задач методом Монте-Карло.	2
8	8	Нелинейные задачи.	2
9	9	Описание взаимодействия высокоэнергетических частиц.	2
10	10	Метод Монте-Карло в механике жидкости и газа.	2

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Численные методы Монте-Карло.	2
2	2	Задачи линейного переноса нейтронов и гамма-квантов с веществом.	2
3	3	Схемы построения траекторий заряженных частиц. Используемые приближения, основанные на приближенных аналитических решениях уравнения переноса.	2
4	4	Применение метода для решения задач математической физики – уравнение Пуассона и Лапласа.	2
5	5	Применение в задачах логистики, распространения заболеваний, экономики, военного дела и др.	2
6	6	Схема Метрополиса. Статистические ансамбли: NPT, NVT, μ VT ансамбли. Модель Изинга.	2
7	7	Размножение нейтронов – расчет эффективного коэффициента размножения и постоянной размножения нейтронов.	2
8	8	Неявный метод Монте-Карло в задачах лучистого переноса.	2

9	9	Описание быстрой стадии взаимодействия – модель внутриядерных каскадов, инклюзивные и эксклюзивные модели.	2
10	10	Обзор задач механики жидкости и газа, где применимы методы Монте-Карло.	2

5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Подготовка к письменным работам	ПУМД осн. 1-7, ПУМД доп.лит. 1-5; ЭУМД 1-3	3	12
Подготовка к устным опросам	ПУМД осн. 1-7, ПУМД доп.лит. 1-5; ЭУМД 1-3	3	10
Подготовка к дифференцированному зачету	ПУМД осн. 1-7, ПУМД доп.лит. 1-5; ЭУМД 1-3	3	5,5

6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учи-тыва-ется в ПА
1	3	Текущий контроль	Устный опрос № 1	1	20	Задание содержит 4 вопроса. Каждый вопрос оценивается по пятибалльной шкале: дан полный ответ на вопрос - 5 баллов; дан полный ответ на вопрос, но имеются неточности в ответе - 4 балла; дан неполный ответ на вопрос, выделены основные положения - 3 балла; дан неполный ответ на вопрос, допущены 1-2 негрубые ошибки - 2 балла; дан неполный ответ на вопрос, допущены грубые ошибки - 1 балл; ответ отсутствует - 0 баллов.	дифференцированный зачет
2	3	Текущий контроль	Устный опрос № 2	1	20	Задание содержит 4 вопроса. Каждый вопрос оценивается	дифференцированный зачет

						по пятибалльной шкале: дан полный ответ на вопрос - 5 баллов; дан полный ответ на вопрос, но имеются неточности в ответе - 4 балла; дан неполный ответ на вопрос, выделены основные положения - 3 балла; дан неполный ответ на вопрос, допущены 1-2 негрубые ошибки - 2 балла; дан неполный ответ на вопрос, допущены грубые ошибки - 1 балл; ответ отсутствует - 0 баллов.	
3	3	Текущий контроль	Устный опрос № 3	1	15	Задание содержит 3 вопроса. Каждый вопрос оценивается по пятибалльной шкале: дан полный ответ на вопрос - 5 баллов; дан полный ответ на вопрос, но имеются неточности в ответе - 4 балла; дан неполный ответ на вопрос, выделены основные положения - 3 балла; дан неполный ответ на вопрос, допущены 1-2 негрубые ошибки - 2 балла; дан неполный ответ на вопрос, допущены грубые ошибки - 1 балл; ответ отсутствует - 0 баллов.	дифференцированный зачет
4	3	Текущий контроль	Устный опрос № 4	1	10	Задание содержит 2 вопроса. Каждый вопрос оценивается по пятибалльной шкале: дан полный ответ на вопрос - 5 баллов; дан полный ответ на вопрос, но имеются неточности в ответе - 4 балла; дан неполный ответ на вопрос, выделены основные положения - 3 балла; дан неполный ответ на вопрос, допущены 1-2 негрубые ошибки - 2 балла; дан неполный ответ на вопрос, допущены грубые ошибки - 1 балл; ответ отсутствует - 0 баллов.	дифференцированный зачет
5	3	Текущий контроль	Устный опрос № 5	1	20	Задание содержит 4 вопроса. Каждый вопрос оценивается по пятибалльной шкале: дан полный ответ на вопрос - 5 баллов; дан полный ответ на вопрос, но имеются неточности в ответе - 4 балла;	дифференцированный зачет

						дан неполный ответ на вопрос, выделены основные положения - 3 балла; дан неполный ответ на вопрос, допущены 1-2 негрубые ошибки - 2 балла; дан неполный ответ на вопрос, допущены грубые ошибки - 1 балл; ответ отсутствует - 0 баллов.	
6	3	Текущий контроль	Письменная работа № 1	1	10	Задание содержит 2 задачи. Каждая задача оценивается по пятибалльной шкале: 5 баллов - задача решена верно, студент может объяснить полученное решение; 4 балла - задача решена верно, но имеются недочёты или незначительные ошибки; 3 балла - задача решена с ошибками, верно записаны основные соотношения, но студент не смог их применить; 2 балла - задача решена неверно, ход решения выбран верный, имеются ошибки в формулах; 1 балл - задача не решена, но верно записаны основные формулы; 0 баллов - решение не предоставлено.	дифференцированный зачет
7	3	Текущий контроль	Письменная работа № 2	1	10	Задание содержит 2 задачи. Каждая задача оценивается по пятибалльной шкале: 5 баллов - задача решена верно, студент может объяснить полученное решение; 4 балла - задача решена верно, но имеются недочёты или незначительные ошибки; 3 балла - задача решена с ошибками, верно записаны основные соотношения, но студент не смог их применить; 2 балла - задача решена неверно, ход решения выбран верный, имеются ошибки в формулах; 1 балл - задача не решена, но верно записаны основные формулы; 0 баллов - решение не предоставлено.	дифференцированный зачет
8	3	Текущий контроль	Письменная работа № 3	1	10	Задание содержит 2 задачи. Каждая задача оценивается по пятибалльной шкале: 5 баллов - задача решена верно, студент может объяснить полученное решение; 4 балла - задача	дифференцированный зачет

						решена верно, но имеются недочёты или незначительные ошибки; 3 балла - задача решена с ошибками, верно записаны основные соотношения, но студент не смог их применить; 2 балла - задача решена неверно, ход решения выбран верный, имеются ошибки в формулах; 1 балл - задача не решена, но верно записаны основные формулы; 0 баллов - решение не предоставлено.	
9	3	Текущий контроль	Письменная работа № 4	1	10	Задание содержит 2 задачи. Каждая задача оценивается по пятибалльной шкале: 5 баллов - задача решена верно, студент может объяснить полученное решение; 4 балла - задача решена верно, но имеются недочёты или незначительные ошибки; 3 балла - задача решена с ошибками, верно записаны основные соотношения, но студент не смог их применить; 2 балла - задача решена неверно, ход решения выбран верный, имеются ошибки в формулах; 1 балл - задача не решена, но верно записаны основные формулы; 0 баллов - решение не предоставлено.	дифференцированный зачет
10	3	Текущий контроль	Письменная работа № 5	1	5	Задание содержит 1 задачу. Каждая задача оценивается по пятибалльной шкале: 5 баллов - задача решена верно, студент может объяснить полученное решение; 4 балла - задача решена верно, но имеются недочёты или незначительные ошибки; 3 балла - задача решена с ошибками, верно записаны основные соотношения, но студент не смог их применить; 2 балла - задача решена неверно, ход решения выбран верный, имеются ошибки в формулах; 1 балл - задача не решена, но верно записаны основные формулы; 0 баллов - решение не предоставлено.	дифференцированный зачет
11	3	Текущий контроль	Письменная работа № 6	1	5	Задание содержит 1 задачу. Каждая задача оценивается по	дифференцированный зачет

						<p>пятибалльной шкале: 5 баллов - задача решена верно, студент может объяснить полученное решение; 4 балла - задача решена верно, но имеются недочёты или незначительные ошибки; 3 балла - задача решена с ошибками, верно записаны основные соотношения, но студент не смог их применить; 2 балла - задача решена неверно, ход решения выбран верный, имеются ошибки в формулах; 1 балл - задача не решена, но верно записаны основные формулы; 0 баллов - решение не предоставлено.</p>	
12	3	Промежуточная аттестация	Устный опрос	-	20	<p>Билет содержит три теоретических вопроса и одну задачу. Каждый вопрос оценивается по пятибалльной шкале: дан полный ответ на вопрос - 5 баллов; дан полный ответ на вопрос, но имеются неточности в ответе - 4 балла; дан неполный ответ на вопрос, выделены основные положения - 3 балла; дан неполный ответ на вопрос, допущены 1-2 негрубые ошибки - 2 балла; дан неполный ответ на вопрос, допущены грубые ошибки - 1 балл; ответ отсутствует - 0 баллов.</p> <p>Каждая задача оценивается по пятибалльной шкале: 5 баллов - задача решена верно, студент может объяснить полученное решение; 4 балла - задача решена верно, но имеются недочёты или незначительные ошибки; 3 балла - задача решена с ошибками, верно записаны основные соотношения, но студент не смог их применить; 2 балла - задача решена неверно, ход решения выбран верный, имеются ошибки в формулах; 1 балл - задача не решена, но верно записаны основные формулы; 0 баллов - решение не предоставлено.</p>	дифференцированный зачет

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
дифференцированный зачет	Оценивание учебной деятельности обучающихся по дисциплине проводится на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля. Прохождение всех контрольно-рейтинговых мероприятий текущего контроля обязательно. Если рейтинг студента по текущему контролю менее 60% или он желает повысить оценку, то студент проходит мероприятие промежуточной аттестации. Контрольное мероприятие промежуточной аттестации проводится во время зачета в виде устного опроса. Студенту выдается билет, содержащий 3 вопроса и 1 задачу из разных тем курса. Студенту дается 90 минут на подготовку ответов. Затем студент озвучивает свои ответы.	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ОПК-1	Знает: Основные теоретические положения реализации методов моделирования случайных величин и их применение в конкретных задачах	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ОПК-1	Умеет: Создавать алгоритмы статистического моделирования величин, математические ожидания которых позволяют оценивать искомые величины задачи				+	+	+	+	+	+		+	+
ОПК-1	Имеет практический опыт: программирования алгоритмов, реализующих методы Монте-Карло						+	+	+	+		+	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Ермаков С. М. Курс статистического моделирования : учеб. пособие для вузов / С. М. Ермакова. - М. : Наука, 1976. - 319 с. : ил.
2. Ермаков С. М. Метод Монте-Карло и смежные вопросы. - 2-е изд., доп.. - М. : Наука, 1975. - 471 с. : граф.
3. Соболев И. М. Численные методы Монте-Карло / И. М. Соболев. - М. : Наука, 1973. - 311 с. : черт.
4. Методы Монте-Карло в статистической физике / К. Биндер, Д. Сиперли, Ж.-П. Ансен и др.; 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.
5. Гулд Х. Компьютерное моделирование в физике : В 2 ч. . Ч. 2 / Пер. с англ.: А. Н. Полудова, В. А. Панченко. - М. : Мир, 1990. - 399 с. : ил.
6. Гулд Х. Компьютерное моделирование в физике : В 2 ч. . Ч. 1 / Пер. с англ.: А. Н. Полудова, В. А. Панченко. - М. : Мир, 1990. - 349 с. : ил.

7. Белоцерковский О. М. Численное моделирование в механике сплошных сред. - 2-е изд., перераб. и доп.. - М. : Физико-математическая литература, 1994. - 441,[1] с. : ил.

б) дополнительная литература:

1. Ермаков С. М. Статистическое моделирование : Учеб. пособие для студентов вузов по спец. "Прикладная математика". - 2-е изд., доп.. - М. : Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1982. - 295 с. : ил.

2. Михайлов Г. А. Численное статистическое моделирование. Методы Монте-Карло : учеб. пособие для вузов по направлению "Приклад. мат." / Г. А. Михайлов, А. В. Войтишек. - М. : Академия. - 366, [1] с.

3. Михайлов Г. А. Некоторые вопросы теории методов Монте-Карло / Г. А. Михайлов ; отв. ред. Б. С. Елепов ; Акад. наук СССР, Сиб. отд-ние, Вычислит. центр. - Новосибирск : Наука, 1974. - 142 с. : с черт.

4. Метод статистических испытаний (метод Монте-Карло). / Н. П. Бусленко и др. ; под ред. Ю. А. Шрейдера. - М. : Физматгиз, 1962. - 331 с. : черт.

5. Хеерман Д. В. Методы компьютерного эксперимента в теоретической физике / Пер. с англ. В. Н. Задкова; Под ред. С. А. Ахманова. - М. : Наука, 1990. - 175 с. : ил.

6. Кац М. Вероятность и смежные вопросы в физике / М. Кац; Пер. с англ. Р. А. Минлоса. - 2-е изд., стер.. - М. : УРСС, 2003. - 272,[1] с.

в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

Не предусмотрены

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Организация и методическое сопровождение самостоятельной работы студентов: методические указания / сост.: А.А. Айдерханова, Н.Л. Клиначева, Е.С. Шестаковская. – Челябинск, Издательский центр ЮУрГУ, 2021. – 35 с.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Организация и методическое сопровождение самостоятельной работы студентов: методические указания / сост.: А.А. Айдерханова, Н.Л. Клиначева, Е.С. Шестаковская. – Челябинск, Издательский центр ЮУрГУ, 2021. – 35 с.

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства	Жданов, Э. Р. Компьютерное моделирование физических явлений и процессов методом Монте-Карло : учебное пособие / Э. Р. Жданов, Р. Ф. Маликов, Р. К. Хисматуллин. — Уфа : БГПУ имени М. Акмуллы, 2005. — 124 с. — ISBN

		Лань	5-87978-266-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/43182 (дата обращения: 05.11.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Маликов, Р. Ф. Практикум по компьютерному моделированию физических явлений объектов : учебное пособие / Р. Ф. Маликов, Р. К. Сайтов. — Уфа : БГПУ имени М. Акмуллы, 2002. — 60 с. — ISBN 5-87978-150-X. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/43198 (дата обращения: 05.11.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Бункин, Н. Ф. Стохастические системы в физике и технике : учебное пособие / Н. Ф. Бункин, А. Н. Морозов. — Москва : МГТУ им. Баумана, 2011. — 366 с. — ISBN 978-5-7038-3368-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/106440 (дата обращения: 05.11.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Windows(бессрочно)
2. Microsoft-Office(бессрочно)
3. Math Works-MATLAB (Simulink R2008a, SYMBOLIC MATH)(бессрочно)
4. -Python(бессрочно)
5. -Code::Blocks IDE for Fortran(бессрочно)
6. -Microsoft Visual Studio (бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Нет

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лекции	708а (1)	Мультимедийное оборудование
Практические занятия и семинары	707 (1)	Персональные компьютеры