

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

СОГЛАСОВАНО

Заведующий кафедрой

**Кафедра высшей и прикладной
математики (ВПМ_ИМФИ)**

наименование кафедры

подпись, инициалы, фамилия

«___» _____ 20__ г.

институт, реализующий ОП ВО

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

**Кафедра высшей и прикладной
математики (ВПМ_ИМФИ)**

наименование кафедры

**д.ф.-м.н., профессор Мысливец
Симона Глебовна**

подпись, инициалы, фамилия

«___» _____ 20__ г.

институт, реализующий дисциплину

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ОСНОВЫ МЕТОДА МОНТЕ-КАРЛО**

Дисциплина ФТД.02 Основы метода Монте-Карло

Направление подготовки /
специальность 02.04.01 Математика и компьютерные науки
Магистрская программа 02.04.01.01

Направленность
(профиль) Математическое и компьютерное

Форма обучения очная

Год набора 2021

Красноярск 2021

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования с учетом профессиональных стандартов по укрупненной группе

020000 «КОМПЬЮТЕРНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ НАУКИ»

Направление подготовки /специальность (профиль/специализация)

Направление 02.04.01 Математика и компьютерные науки

Магистрская программа 02.04.01.01 Математическое и компьютерное моделирование

Программу
составили

к.ф.-м.н., доцент, Семенова Дарья Владиславовна

1 Цели и задачи изучения дисциплины

1.1 Цель преподавания дисциплины

Целью преподавания дисциплины является освоение студентами современных тенденций развития теории алгоритмов численного статистического моделирования, которые находят широкое применение при решении задач в области прикладной математики и информатики.

1.2 Задачи изучения дисциплины

Задачами дисциплины являются освоение методологии разработки и реализации статистических методов моделирования, в том числе

- изучение стандартных и специальных алгоритмов численного моделирования случайных элементов (случайных величин, векторов и функций),

- применение статистического инструментария в исследовании характера и структуры взаимосвязей многомерных совокупностей,

- разработка и анализ эффективности методов статистического моделирования, а также отработка навыков применения этой методологии в научных исследованиях и решении практических задач математического моделирования, возникающих в области прикладной математики и информатики.

1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

ОПК-2:Способен создавать и исследовать новые математические модели в естественных науках, совершенствовать и разрабатывать концепции, теории и методы	
Уровень 1	основы теории и приложений весовых методов Монте-Карло и современные направления их развития;
Уровень 2	основные понятия, постановки задач, основные принципы и методы доказательства теорем и разработки алгоритмов с использованием методов Монте-Карло;
Уровень 3	классические и современные методы статистического моделирования, применяемые в прикладной математике и информатике для решения задач, необходимые и достаточные условия их реализации.
Уровень 1	реализовывать алгоритмы метода Монте-Карло и анализировать их с точки зрения эффективности и возможностей применения для решения актуальных прикладных задач;
Уровень 2	применять методы статистического моделирования для решения задач в области прикладной математики и информатики;

Уровень 3	ставить новые задачи в области прикладной математики и информатики, находить пути их решения, формулировать и доказывать теоремы, а также разрабатывать алгоритмы для написания компьютерных программ.
Уровень 1	основными методами моделирования случайных величин и технологиями создания моделируемых вероятностных плотностей;
Уровень 2	навыками выбора подходящего программного обеспечения для решения прикладных задач;
Уровень 3	различными методами статистического моделирования, применяемыми при решении задач в области прикладной математики и информатики, в том числе владеть умением формулировать и доказывать теоремы, а также разрабатывать алгоритмы и писать программы по данным алгоритмам.

1.4 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Основы метода Монте-Карло» входит в факультативную часть образовательной программы.

Дисциплина «Основы метода Монте-Карло» предшествует изучению следующих дисциплин.

Научно-исследовательская работа
Компьютерные методы решения задач математической физики

1.5 Особенности реализации дисциплины
Язык реализации дисциплины Русский.

Дисциплина (модуль) реализуется с применением ЭО и ДОТ
<https://e.sfu-kras.ru/course/view.php?id=15205>

2. Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад.час)	Семестр
		1
Общая трудоемкость дисциплины	2 (72)	2 (72)
Контактная работа с преподавателем:	1,06 (38)	1,06 (38)
занятия лекционного типа		
занятия семинарского типа		
в том числе: семинары		
практические занятия	1,06 (38)	1,06 (38)
практикумы		
лабораторные работы		
другие виды контактной работы		
в том числе: групповые консультации		
индивидуальные консультации		
иная внеаудиторная контактная работа:		
групповые занятия		
индивидуальные занятия		
Самостоятельная работа обучающихся:	0,94 (34)	0,94 (34)
изучение теоретического курса (ТО)		
расчетно-графические задания, задачи (РГЗ)		
реферат, эссе (Р)		
курсовое проектирование (КП)	Нет	Нет
курсовая работа (КР)	Нет	Нет
Промежуточная аттестация (Зачёт)		

3 Содержание дисциплины (модуля)

3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

№ п/п	Модули, темы (разделы) дисциплины	Занятия лекционного типа (акад. час)	Занятия семинарского типа		Самостоятельная работа, (акад. час)	Формируемые компетенции
			Семинары и/или Практические занятия (акад. час)	Лабораторные работы и/или Практикумы (акад. час)		
1	2	3	4	5	6	7
1	Основы метода Монте-Карло	0	38	0	34	ОПК-2
Всего		0	38	0	34	

3.2 Занятия лекционного типа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
Всего					

3.3 Занятия семинарского типа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
1	1	Вычисление математического ожидания и дисперсии методом Монте-Карло	2	0	0
2	1	Вычисление интеграла методом Монте-Карло	2	0	0
3	1	Погрешность и трудоёмкость метода Монте-Карло	2	0	0
4	1	Метод выборки по важности	2	0	0

5	1	Методы понижения дисперсии	2	0	0
6	1	Случайные элементы в задачах теории переноса	2	0	0
7	1	Интегральные уравнения второго рода, ряд Неймана	2	0	0
8	1	Однородная цепь Маркова, обрывающаяся с вероятностью единица, и ее моделирование	2	0	0
9	1	Оценка по столкновениям для вычисления линейного функционала от решения интегрального уравнения второго рода. Прямое моделирование. Локальные оценки.	2	0	0
10	1	Физические датчики стандартных случайных величин и генераторы псевдослучайных чисел. Метод вычетов и его свойства.	2	0	0
11	1	Стандартный метод моделирования дискретного распределения и его трудоёмкость	2	0	0
12	1	Моделирование равномерного дискретного распределения. Квантильный метод.	2	0	0
13	1	Метод обратной функции распределения. Конструирование моделируемых плотностей.	2	0	0
14	1	Моделирование случайных векторов. Конструирование двумерного моделируемого вектора с зависимыми компонентами.	2	0	0
15	1	Методы интегральной и дискретной суперпозиции. Конструирование моделируемых плотностей.	2	0	0

16	1	Обоснование метода исключения. Конструирование плотностей случайных величин, эффективно моделируемых методом исключения.	2	0	0
17	1	Некоторые специальные методы моделирования непрерывных случайных величин.	6	0	0
Всего			28	0	0

3.4 Лабораторные занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
Всего					

4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Лапко В. А.	Компьютерное моделирование систем и статистический анализ данных: методические указания по лабораторным работам	Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2006
Л1.2	Семенова Д.В	Основы метода Монте-Карло: [учеб-метод. материалы к изучению дисциплины для ...01.04.01.01 Комплексный анализ, 01.04.01.02 Алгебра, логика и дискретная математика, 01.04.02.01 Математическое моделирование, 01.04.02.03 Математическая физика, 01.04.02.06 Прикладная математика и информатика в гуманитарных и социально-экономических науках, 02.04.01.01 Математическое и компьютерное моделирование, 02.04.01.02 Вычислительная математика]	Красноярск: СФУ, 2018

5 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

6 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

6.1. Основная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Михайлов Г. А., Войтишек А. В.	Численное статическое моделирование : методы Монте-Карло: учебное пособие для вузов по направлению подготовки "Прикладная математика"	Москва: Академия, 2006
Л1.2	Лемешко Б. Ю., Постовалов С. Н., Лемешко С. Б., Чимитова Е. В.	Статистический анализ данных, моделирование и исследование вероятностных закономерностей. Компьютерный подход	Москва: ООО "Научно- издательский центр ИНФРА- М", 2015
6.2. Дополнительная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.1	Винклер Г.	Анализ изображений, случайные поля и методы Монте-Карло на цепях Маркова. Математические основы: перевод с английского	Новосибирск: ГЕО, 2008
Л2.2	Андерсон Т. У., Гнеденко Б. В.	Введение в многомерный статистический анализ: перевод с английского	Москва: Государственное издательство физико- математической литературы [Физматгиз], 1963
Л2.3	Соболь И.М.	Метод Монте-Карло: научное издание	Москва: Наука, 1985
Л2.4	Ермаков С.М., Михайлов Г.А.	Статистическое моделирование	Москва: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1982
Л2.5	Кендалл М., Стьюарт А., Пресман Э.Л., Ротаря В.И.	Многомерный статистический анализ и временные ряды: научное издание	Москва: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1976
6.3. Методические разработки			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год

ЛЗ.1	Лапко В. А.	Компьютерное моделирование систем и статистический анализ данных: методические указания по лабораторным работам	Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2006
ЛЗ.2		Статистические методы. Правила определения и методы расчета статистических характеристик по выборочным данным. Часть 1. Нормальное распределение: нормативно-технический материал	М.: Изд-во стандартов, 2004
ЛЗ.3	Семенова Д.В	Основы метода Монте-Карло: [учеб-метод. материалы к изучению дисциплины для ...01.04.01.01 Комплексный анализ, 01.04.01.02 Алгебра, логика и дискретная математика, 01.04.02.01 Математическое моделирование, 01.04.02.03 Математическая физика, 01.04.02.06 Прикладная математика и информатика в гуманитарных и социально-экономических науках, 02.04.01.01 Математическое и компьютерное моделирование, 02.04.01.02 Вычислительная математика]	Красноярск: СФУ, 2018

7 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Э1	ЭОК "Основы метода Монте-Карло"	e.sfu-kras.ru
----	---------------------------------	---------------

8 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

В настоящее время актуальными становятся требования к личным качествам современного студента — умению самостоятельно пополнять и обновлять знания, вести самостоятельный поиск необходимого материала, быть творческой личностью. Ориентация учебного процесса на саморазвивающуюся личность делает невозможным процесс обучения без учета индивидуально-личностных особенностей обучаемых.

Решение этих задач невозможно без повышения роли внеаудиторной самостоятельной работы студентов над учебным материалом. Внеаудиторная самостоятельная работа выполняет ряд функций, к которым относятся:

- выработка способности работать самостоятельно;
- развитие познавательной активности;
- стимулирование творческого мышления;
- повышение культуры умственного труда, интереса к работе;

- осмысление приобретенных знаний;
- формирование умения планировать время.

Задачи, реализуемые в ходе проведения внеаудиторной самостоятельной работы студентов, в образовательной среде университета представляют собой:

- систематизация, закрепление, углубление и расширение полученных теоретических знаний и практических умений обучающихся;
- овладение практическими навыками работы со справочной литературой;
- развитие познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности профессионального мышления: способности к профессиональному саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие исследовательских умений.

При выполнении любого вида самостоятельной работы студент должен пройти следующие этапы:

1. определение цели самостоятельной работы;
2. конкретизация познавательной (проблемной или практической) задачи;
3. самооценка готовности к самостоятельной работе по решению поставленной или выбранной задачи;
4. выбор способа действий, ведущего к решению задачи;
5. планирование самостоятельной работы по решению задачи;
6. реализация программы выполнения самостоятельной работы.

В ходе реализации учебного процесса по дисциплине проводятся практические занятия. Кратко представляются теоретические темы, затем они закрепляются решением практических заданий, по вопросам, вызывающим затруднения, проводятся консультации.

Текущий контроль предусматривает самостоятельную работу, задания на семинары и реферат. Работа на семинаре предусматривает программную реализацию на компьютере рассматриваемого метода.

Самостоятельная работа предусматривает два вида деятельности обучающегося: изучение теоретического курса и решение задач.

Самостоятельное решение задач включает разработку, кодирование, тестирование и отладку программ реализации одной задачи (по выбору), исследование и сравнительный анализ алгоритмов ее решения. По самостоятельной работе оформляется отчет в электронном виде. Отчет по СРС размещается в LMS в разделе

«Самостоятельная работа». В установленный срок студент

загружает в LMS архив, содержащий полностью оформленный отчет и программу решения контрольного домашнего задания. Оценка за задание выставляется с учетом полноты выполнения задания и оформления результатов.

Самостоятельное изучение теоретического курса предполагает подготовку реферата по источникам, представленным в списке литературы. Примерные темы рефератов прилагаются к рабочей программе. Студент может самостоятельно определить себе тему реферата. Контроль этого вида самостоятельной работы осуществляется на зачете и экзамене. Реферат предусматривает самостоятельную работу с литературой и знакомство с существующими алгоритмами решения выбранной для реферата задачи.

Акцент в изложении материала должен быть сделан на сравнительном анализе алгоритмов и формулировке рекомендаций по их рациональному выбору в зависимости от особенностей применения. Студент может также выбрать тему реферата, связанную с НИР. При этом обязательно привести примеры программ для иллюстрации темы.

Студенты должны получить практические навыки использования современных инструментальных средств и ЭВМ при программной реализации математических моделей, рассматриваемых в рамках данного курса.

9 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости)

9.1 Перечень необходимого программного обеспечения

9.1.1	Семинарские занятия проводятся в компьютерном классе с удаленным доступом к сети Интернет с установленным программным обеспечением:
9.1.2	Visual Studio,
9.1.3	система компьютерной вёрстки TeX,
9.1.4	Python, R (The R Project for Statistical Computing)
9.1.5	Visual Studio Code
9.1.6	MS Office,
9.1.7	Adobe Acrobat.

9.2 Перечень необходимых информационных справочных систем

9.2.1	научная библиотека СФУ http://bik.sfu-kras.ru/ ;
9.2.2	поисковые системы: Google или Яндекс.

10 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Используется проектор (для семинаров), слайды мультимедийных презентаций и компьютеры с предустановленным программным обеспечением и доступ в Интернет.