

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт вычислительной математики и информационных технологий



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по образовательной деятельности КФУ
Проф. Д.А. Таюрский

» _____ 20__ г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины
Метод Монте-Карло Б1.В.ДВ.6

Направление подготовки: 01.03.04 - Прикладная математика

Профиль подготовки: Математическое моделирование

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Салимов Р.Ф.

Рецензент(ы):

Беговатов Е.А.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Турилова Е. А.

Протокол заседания кафедры No ____ от " ____ " _____ 201__ г

Учебно-методическая комиссия Института вычислительной математики и информационных технологий:

Протокол заседания УМК No ____ от " ____ " _____ 201__ г

Регистрационный No 938818

Казань
2018

Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) ассистент, б/с Салимов Р.Ф. кафедра математической статистики отделение прикладной математики и информатики , Rustem.Salimov@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

Курс представляет собой общедоступное введение в методы статистического моделирования случайных величин и процессов (метод Монте-Карло). Универсальность и междисциплинарность метода позволяет использовать его для решения вероятностных задач математической физики, техники, экономики, экологии, медицины и т. д.

2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б1.В.ДВ.6 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 01.03.04 Прикладная математика и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 3 курсе, 5, 6 семестры.

Дисциплина "Метод Монте-Карло" входит в число факультативных курсов профи-ля "Теория вероятностей и математическая статистика" для подготовки бакалавров по на-правлению "Прикладная математика и информатика".

Логическая и содержательно - методическая взаимосвязь с другими дисциплинами и частями ООП выражается в следующем.

Для освоения дисциплины используются знания, умения и виды деятельности, сформированные в процессе изучения курсов: "Теория вероятностей и математическая статистика", "Случайные процессы".

Дисциплина "Метод Монте-Карло" необходима для понимания специального курса "Имитационное моделирование". Полученные в рамках данной дисциплины знания и навыки могут быть использованы в любой сфере деятельности, где возникает потребность в методах статистического моделирования.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-10 (профессиональные компетенции)	готовностью применять математический аппарат для решения поставленных задач, способностью применить соответствующую процессу математическую модель и проверить ее адекватность, провести анализ результатов моделирования, принять решение на основе полученных результатов
ПК-11 (профессиональные компетенции)	готовностью применять знания и навыки управления информацией
ПК-12 (профессиональные компетенции)	способностью самостоятельно изучать новые разделы фундаментальных наук
ПК-5 (профессиональные компетенции)	способностью проводить организационно-управленческие расчёты, осуществлять организацию и техническое оснащение рабочих мест
ПК-9 (профессиональные компетенции)	способностью выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, готовностью использовать для их решения соответствующий естественнонаучный аппарат

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

Основные классы линейных генераторов, основные методы генерации случайных чисел неравномерных распределений, способы их применения в задачах статистического моделирования.

- Приемы тестирования качества генераторов случайных чисел.
- Примеры использования методов Монте-Карло в задачах математики, математической физики, финансовой математики.

2. должен уметь:

Использовать современные языки программирования и ППП имитационного моделирования.

- Самостоятельно реализовывать генераторы случайных чисел различных распределений.
- Проводить тестирование качества генераторов случайных чисел.
- Моделировать физические, экономические и прочие процессы и решать задачи стохастической оптимизации.

3. должен владеть:

Методами статистического моделирования реальных случайных процессов.

4. должен демонстрировать способность и готовность:

Самостоятельно конструировать модификации алгоритмов реализации статистических процессов.

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных(ые) единиц(ы) 144 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины отсутствует в 5 семестре; зачет в 6 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Введение в теорию статистического моделирования.	5	1-2	4	0	0	Письменное домашнее задание

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
2.	Тема 2. Генераторы случайных чисел. Равномерное распределение.	5	3-7	10	0	0	Письменное домашнее задание
3.	Тема 3. Генераторы случайных чисел. Неравномерное распределение.	5	8-12	10	0	0	Письменное домашнее задание
4.	Тема 4. Моделирование цепей Маркова и случайных процессов.	5	13-18	12	0	0	Контрольная работа
5.	Тема 5. Метод Монте-Карло в задачах математики и физики.	6	1-8	16	0	0	Письменное домашнее задание
6.	Тема 6. Стохастическая оптимизация.	6	9-14	12	0	0	Письменное домашнее задание
7.	Тема 7. Точность методов Монте-Карло.	6	15-18	8	0	0	Контрольная работа
	Тема . Итоговая форма контроля	6		0	0	0	Зачет
	Итого			72	0	0	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Введение в теорию статистического моделирования.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Оценивание π методом статистического моделирования (Задача Бюффона). Случайность. Имитация случайности. Физические и программные датчики случайных чисел.

Тема 2. Генераторы случайных чисел. Равномерное распределение.

лекционное занятие (10 часа(ов)):

Важность равномерного распределения. Некоторые классы линейных генераторов (мультипликативный, линейный конгруэнтный, обобщенный мультипликативный генератор (рекурсия высокого порядка). Меры качества генераторов равномерных случайных чисел: проверка частот, интервалов, серий.

Тема 3. Генераторы случайных чисел. Неравномерное распределение.

лекционное занятие (10 часа(ов)):

Общие методы моделирования случайных чисел: метод обращения, метод исключения и метод суперпозиции. Использование свойств распределений. Специальные методы генерирования случайных чисел из распределений: геометрическое, биномиальное, Пуассона. показательное, гамма, бета, нормальное, много-мерное нормальное, хи-квадрат, Стьюдента, Фишера.

Тема 4. Моделирование цепей Маркова и случайных процессов.

лекционное занятие (12 часа(ов)):

Статистическое моделирование случайных процессов в физике, биологии, медицине, экономике (радиоактивный распад вещества, процесс размножения-гибели, задача о разорении страховой компании и т.д.). Моделирование работы и оптимизация систем массового обслуживания (склад, магазин, автозаправочная станция, ремонтный цех, пожарная команда и т.д.)

Тема 5. Метод Монте-Карло в задачах математики и физики.

лекционное занятие (16 часа(ов)):

Квадратурные формулы и статистический подход. Вычисление однократных и многократных интегралов, решение уравнений, поиск максимума (минимума) функции многих переменных, решение краевых задач для дифференциальных уравнений математической физики.

Тема 6. Стохастическая оптимизация.

лекционное занятие (12 часа(ов)):

Модели задач оптимального выбора моментов действий, минимизации среднего времени взвешенного потока. Модели потоков случайных событий. Модели систем массового обслуживания. Модели управления запасами. Модели процессов наработки.

Тема 7. Точность методов Монте-Карло.

лекционное занятие (8 часа(ов)):

Антитетические переменные, квазислучайные числа, выборка по значимости, расслоенная выборка.

4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Введение в теорию статистического моделирования.	5	1-2	подготовка домашнего задания	4	домашнее задание
2.	Тема 2. Генераторы случайных чисел. Равномерное распределение.	5	3-7	подготовка домашнего задания	10	домашнее задание
3.	Тема 3. Генераторы случайных чисел. Неравномерное распределение.	5	8-12	подготовка домашнего задания	10	домашнее задание
4.	Тема 4. Моделирование цепей Маркова и случайных процессов.	5	13-18	подготовка к контрольной работе	12	контрольная работа
5.	Тема 5. Метод Монте-Карло в задачах математики и физики.	6	1-8	подготовка домашнего задания	16	домашнее задание
6.	Тема 6. Стохастическая оптимизация.	6	9-14	подготовка домашнего задания	12	домашнее задание
7.	Тема 7. Точность методов Монте-Карло.	6	15-18	подготовка к контрольной работе	8	контрольная работа
	Итого				72	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Чтение лекций по данной дисциплине проводится традиционным способом.

Студентам предоставляется возможность для самоподготовки и подготовки к зачёту, используя электронный вариант конспекта лекций, подготовленный преподавателем в соответствии с планом лекций.

При работе используется диалоговая форма ведения лекций с постановкой и решением проблемных задач, обсуждением дискуссионных моментов и т.д.

При проведении практических занятий создаются условия для максимально самостоятельного выполнения заданий.

При проведении практического занятия преподавателю рекомендуется:

1. Провести устный экспресс-опрос по теоретическому материалу, необходимому для выполнения работы.

2. Проверить правильность выполнения заданий, подготовленных студентом.

В случае необходимости преподаватель напоминает необходимый минимум теоретического материала и разъясняет порядок выполнения задач повышенной сложности.

Любой практическое занятие включает самостоятельную проработку теоретического материала и изучение методики решения типичных задач. Некоторые задачи могут по-требовать углубленной самостоятельной проработки теоретического материала.

Организация внеаудиторной самостоятельной работы

В процессе изучения учебного курса "Метод Монте-Карло" часть учебной нагрузки отводится на самостоятельную подготовку студентов.

Самостоятельная работа предполагает:

? повторение основных определений и понятий дисциплин, указанных в качестве предшествующих для данного курса

? ознакомление с рекомендованной литературой

? выполнение индивидуальных заданий повышенной сложности, направленных на развитие у студентов научного мышления и инициативы.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Тема 1. Введение в теорию статистического моделирования.

домашнее задание , примерные вопросы:

Проверка домашнего задания. Разыгрывание дискретных случайных величин.

Тема 2. Генераторы случайных чисел. Равномерное распределение.

домашнее задание , примерные вопросы:

Проверка домашнего задания. Разыгрывание непрерывных случайных величин.

Тема 3. Генераторы случайных чисел. Неравномерное распределение.

домашнее задание , примерные вопросы:

Проверка домашнего задания. Алгоритм и погрешность метода М-К для кратных интегралов.

Тема 4. Моделирование цепей Маркова и случайных процессов.

контрольная работа , примерные вопросы:

Контрольные задания по темам 2-3
Вариант контрольного задания: 1. Записать формулу метода М-К для приближенного вычисления трехкратного интеграла от функции $f(x,y,z)$ на области $(5 < x < 10)$, $(-00 < y < -2)$, $(4 < z < 99)$. 2. В трехканальную СМО с отказами поступает пуассоновский поток заявок. Время между двумя заявками распределено по показательному закону с плотностью $l=4$. Длительность обслуживания заявки равно 1 мин. Найти методом М-К математическое ожидание числа обслуженных заявок за время $T=5$ мин.

Тема 5. Метод Монте-Карло в задачах математики и физики.

домашнее задание , примерные вопросы:

Проверка домашнего задания. Моделирование систем массового обслуживания.

Тема 6. Стохастическая оптимизация.

домашнее задание , примерные вопросы:

Проверка домашнего задания Моделирование потока финансовых платежей.

Тема 7. Точность методов Монте-Карло.

контрольная работа , примерные вопросы:

Контрольные задания по темам 5,7. Вариант контрольного задания: 1.Устройство состоит из трех узлов, соединенных последовательно. Первый узел содержит элементы А и В которые соединены параллельно. Второй узел содержит элемент С, а третий - элемент D. Время безотказной работы устроэлементов (в час.) распределены по показательному закону с соответствующими параметрами: 0,01 ; 0,03 ; 0,05 ; 0,02 . Найти методом М-К : 1) вероятность безотказной работы устройства в течении 8 часов; 2) среднее время безотказной работы устройства.

Итоговая форма контроля

зачет

Примерные вопросы к зачету:

Вопросы к зачету.

- 1.Разыгрывание дискретной СВ.
- 2.Разыгрывание противоположенных событий.
- 3.Разыгрывание полной группы событий.
- 4.Метод обратных функций.
- 5.Метод суперпозиции.
- 6.Генерация СВ на интервале (а ; 00).
- 7.Генерация СВ на интервале (-00 ; а).
- 8.Генерация СВ на интервале (-00 ; 00).
- 9.Моделирование нормальной СВ.
- 10.Моделирование многомерных СВ.
- 11.Алгоритм метода М-К.
- 12.Погрешность метода М-К.
- 13.Алгоритм метода М-К для кратных интегралов.
- 14.Однородные цепи Маркова, граф и матрица перехода.
- 15.Теорема о предельных вероятностях.
- 16.Типы СМО и их характеристики.
- 17.Моделирование СМО с ожиданиями.
- 18.Моделирование СМО с отказами.
- 19.Моделирование потока финансовых платежей.
- 20.Моделирование убытка и разорения в серии последовательных сделок.
- 21.Ожидаемый доход и риск инвестиционного портфеля.
- 22.Численное решение оптимизации инвестиционного портфеля.

7.1. Основная литература:

1.Бородин А.Н. Элементарный курс теории вероятностей и математической статистики. - СПб.: Лань, 2011. - 256с.

ЭБС 'Лань': http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2026

2. Боровков А.А. Математическая статистика.- СПб.: Лань, 2010. - 704 с.
ЭБС 'Лань': http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=3810
3. Свешников А.А. Прикладные методы теории вероятностей.- СПб.: Лань, 2012. - 480 с.
ЭБС 'Лань': http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=3184
4. Соколов, А.В. Методы оптимальных решений. В 2 т. Т.1. Общие положения. Математическое программирование [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А.В. Соколов, В.В. Токарев. ? Электрон. дан. ? Москва : Физматлит, 2012. ? 264 с. ? Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/59652>. ? Загл. с экрана.
5. Плохотников К.Э. Метод и искусство математического моделирования. - М.: ФЛИНТА, 2012. - 520 с.
ЭБС 'Знаниум': <http://znanium.com/bookread.php?book=456334>

7.2. Дополнительная литература:

1. Попов В.Л. и др. Управление инновационными проектами. - М.: ИНФРА-М, 2009. - 336 с.
ЭБС 'Знаниум': <http://znanium.com/bookread.php?book=116713>
2. Свешников А.А. Прикладные методы теории марковских процессов.- СПб.: Лань, 2007. - 192 с.
ЭБС 'Лань': http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=590
3. Свешников А.А. Прикладные методы теории случайных функций.- СПб.: Лань, 2011. - 464 с.
ЭБС 'Лань': http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=656

7.3. Интернет-ресурсы:

- кр. справоч. по математике - <http://matembook.chat.ru/>
портал матем. интернет ресурсов - <http://www.math.ru/>
портал матем. интернет ресурсов - <http://www.allmath.ru/>
сайт по матем. дисциплинам - <http://www.exponenta.ru/>
сайт с матер. поестеств.-научн. дисциплинам - <http://en.edu.ru/>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Метод Монте-Карло" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Лекции по дисциплине проводятся в аудитории, оснащенной доской и мелом (маркером).
Практические занятия проводятся в компьютерном классе с установленным необходимым программным обеспечением (пакет R).

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 01.03.04 "Прикладная математика" и профилю подготовки Математическое моделирование .

Автор(ы):

Салимов Р.Ф. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Беговатов Е.А. _____

"__" _____ 201__ г.