

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



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ

Проф. Таюрский Д.А.



_____ 20__ г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины
Метод Монте-Карло Б1.В.ДВ.11

Направление подготовки: 01.03.02 - Прикладная математика и информатика

Профиль подготовки: Теория вероятностей и математическая статистика

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Стребков Е.В.

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 977315

Казань
2015

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) доцент, к.н. (доцент) Стребков Е.В. кафедра математической статистики отделение прикладной математики и информатики ,
Evgenij.Strebkov@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.11 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 01.03.02 Прикладная математика и информатика и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 3 курсе, 6 семестр.

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-2 (профессиональные компетенции) | Способность приобретать новые научные и профессиональные знания, используя современные образовательные и информационные технологии |
| ПК-5 (профессиональные компетенции) | Способность критически переосмысливать накопленный опыт, изменять при необходимости вид и характер своей профессиональной деятельности. |
| ПК-7 (профессиональные компетенции) | Способность собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований, необходимые для формирования выводов по соответствующим научным, профессиональным, социальным и этическим проблемам. |
| ПК-8 (профессиональные компетенции) | Способность формировать суждения о значении и последствиях своей профессиональной деятельности с учетом социальных, профессиональных и этических позиций. |

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 2 зачетных(ые) единиц(ы) 72 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины 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. | 6 | 1 | 0 | 0 | 2 | домашнее задание |
| 2. | Тема 2. Генераторы случайных чисел. Равномерное распределение. | 6 | 2-3 | 0 | 0 | 4 | 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 | |
| 3. | Тема 3. Генераторы случайных чисел. Неравномерное распределение. | 6 | 4-6 | 0 | 0 | 6 | домашнее задание |
| 4. | Тема 4. Моделирование цепей Маркова и случайных процессов. | 6 | 7-10 | 0 | 0 | 8 | контрольная работа |
| 5. | Тема 5. Метод Монте-Карло в задачах математики и физики. | 6 | 11-13 | 0 | 0 | 6 | домашнее задание |
| 6. | Тема 6. Стохастическая оптимизация. | 6 | 14-16 | 0 | 0 | 6 | домашнее задание |
| 7. | Тема 7. Точность методов Монте-Карло. | 6 | 17-18 | 0 | 0 | 4 | контрольная работа |
| | Тема . Итоговая форма контроля | 6 | | 0 | 0 | 0 | зачет |
| | Итого | | | 0 | 0 | 36 | |

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Введение в теорию статистического моделирования.

лабораторная работа (2 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.

лабораторная работа (4 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.

лабораторная работа (6 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.

лабораторная работа (8 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.

лабораторная работа (6 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.

лабораторная работа (6 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.

лабораторная работа (4 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. | 6 | 1 | подготовка домашнего задания | 2 | домашнее задание |
| 2. | Тема 2. Генераторы случайных чисел. Равномерное распределение. | 6 | 2-3 | подготовка домашнего задания | 4 | домашнее задание |
| 3. | Тема 3. Генераторы случайных чисел. Неравномерное распределение. | 6 | 4-6 | подготовка домашнего задания | 6 | домашнее задание |
| 4. | Тема 4. Моделирование цепей Маркова и случайных процессов. | 6 | 7-10 | подготовка к контрольной работе | 8 | контрольная работа |
| 5. | Тема 5. Метод Монте-Карло в задачах математики и физики. | 6 | 11-13 | подготовка домашнего задания | 6 | домашнее задание |
| 6. | Тема 6. Стохастическая оптимизация. | 6 | 14-16 | подготовка домашнего задания | 6 | домашнее задание |
| 7. | Тема 7. Точность методов Монте-Карло. | 6 | 17-18 | подготовка к контрольной работе | 4 | контрольная работа |
| | Итого | | | | 36 | |

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 $\lambda=4$. 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.

Тема . Итоговая форма контроля

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. Партыка Т.Л., Попов И.И. Математические методы. - М.:ИНФРА-М, 2007. - 464 с.

ЭБС "Знаниум": <http://znanium.com/bookread.php?book=137102>

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. Колдаев В.Д. Численные методы и программирование. - М.: ИНФРА-М, 2014. - 336 с.

ЭБС "Знаниум": <http://znanium.com/bookread.php?book=4522742>

2. Попов В.Л. и др. Управление инновационными проектами. - М.: ИНФРА-М, 2009. - 336 с.

ЭБС "Знаниум": <http://znanium.com/bookread.php?book=116713>

3. 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

4. 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

5. Лагутин М.Б. Наглядная математическая статистика. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. - 472 с.

ЭБС "Лань": <http://e.lanbook.com/view/book/56887/>

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.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 01.03.02 "Прикладная математика и информатика" и профилю подготовки Теория вероятностей и математическая статистика .

Автор(ы):

Стребков Е.В. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Беговатов Е.А. _____

"__" _____ 201__ г.