

Овечкин, Геннадий Владимирович.

Компьютерное моделирование: учебник / Г. В. Овечкин, П. В. Овечкин. — Москва: Академия, 2015. — 217, [1] с.: ил. — (Профессиональное образование. Информатика и вычислительная техника). — Библиография: с. 215.

УДК 004.94(075.32)

ББК 32.972вбя723

Ч/З №1 — 2 экз.

Учебник создан в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом среднего профессионального образования по специальностям 230111 «Компьютерные сети» (ОП.11), 230401 «Информационные системы (по отраслям)» (ОП.09), 220703 «Автоматизация технологических процессов и производств (по отраслям)» (ЕН.02) (везде для углубленной подготовки).

Рассмотрены теория и практика построения компьютерных моделей. Подробно изложены вопросы построения генераторов случайных величин с заданными законами распределения, приведены рекомендации и методики проверки их качества. На конкретных примерах показаны основные приемы моделирования с помощью метода статистических испытаний. Подробно изложены вопросы моделирования систем массового обслуживания, построения моделей с помощью инструментальных средств моделирования Pilgrim. Рассмотрены основы стратегического и тактического планирования машинного эксперимента.

Для студентов учреждений среднего профессионального образования.

Г. В. ОВЕЧКИН, П. В. ОВЕЧКИН

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

УЧЕБНИК

Рекомендовано

Федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего профессионального образования «Московский государственный технологический университет СТАНКИН» в качестве учебника для студентов учреждений среднего профессионального образования, обучающихся по специальностям «Сети связи и системы коммутации», «Автоматизация технологических процессов и производств (по отраслям)», «Компьютерные сети»

*Регистрационный номер рецензии 435
от 20 октября 2014 г. ФГБОУ «ФИРО»*



Москва
Издательский центр «Академия»
2015

| | |
|--|-----------|
| Уважаемый читатель! | 3 |
| Предисловие..... | 4 |
| Глава 1. Общие понятия компьютерного моделирования..... | 7 |
| 1.1. Понятие модели и моделирования..... | 7 |
| 1.2. Классификация видов моделирования..... | 9 |
| 1.3. Имитационное моделирование..... | 11 |
| 1.4. Основные этапы создания и использования компьютерных моделей..... | 14 |
| Глава 2. Программирование базовых генераторов псевдослучайных чисел | 17 |
| 2.1. Общие сведения | 17 |
| 2.2. Арифметические генераторы случайных чисел | 20 |
| 2.2.1. Конгруэнтный (линейный) метод | 20 |
| 2.2.2. Комбинации генераторов случайных чисел..... | 26 |
| 2.2.3. Алгоритмы на основе нелинейных формул | 30 |
| Глава 3. Методы проверки генераторов случайных чисел | 32 |
| 3.1. Гистограмма частот и статистическая функция равномерного распределения | 32 |
| 3.2. Статистические оценки параметров распределения..... | 34 |
| 3.3. Распределение на плоскости | 39 |
| 3.4. Критерий χ^2 Пирсона..... | 41 |
| 3.5. Критерий Колмогорова | 46 |
| 3.6. Критерий серий | 48 |
| 3.7. Проверка равномерности по косвенным признакам | 53 |
| 3.8. Комбинаторные тесты | 54 |
| 3.8.1. Покер-тест..... | 55 |
| 3.8.2. Критерий коллекционера | 57 |
| Глава 4. Методы моделирования случайных величин с заданным законом распределения..... | 60 |
| 4.1. Метод обратных функций | 60 |
| 4.2. Метод кусочно-линейной аппроксимации | 64 |
| 4.3. Моделирование случайной величины по эмпирическим данным | 66 |
| 4.4. Метод отбора..... | 69 |
| 4.5. Генерация нормально распределенных случайных величин | 72 |
| 4.5.1. Метод аппроксимации | 74 |

| | |
|---|------------|
| 4.5.2. Использование центральной предельной теоремы..... | 75 |
| 4.5.3. Метод Бокса и Маллера | 77 |
| 4.5.4. Метод Марсальи и Брея..... | 78 |
| 4.6. Генерация случайных величин со специальными законами распределения | 80 |
| 4.6.1. Моделирование экспоненциального распределения | 80 |
| 4.6.2. Моделирование бета-распределения..... | 81 |
| 4.6.3. Моделирование гамма-распределения | 84 |
| 4.6.4. Моделирование логарифмически-нормального закона распределения | 86 |
| 4.6.5. Моделирование распределения Вейбулла | 88 |
| Глава 5. Моделирование дискретных событий и распределений..... | 91 |
| 5.1. Моделирование произвольного дискретного распределения | 91 |
| 5.2. Моделирование распределения Бернулли | 93 |
| 5.3. Моделирование биномиального распределения..... | 94 |
| 5.4. Моделирование случайной величины с геометрическим распределением..... | 97 |
| 5.5. Моделирование распределения Пуассона..... | 98 |
| 5.6. Моделирование простого события | 100 |
| 5.7. Моделирование полной группы несовместных событий | 102 |
| 5.8. Моделирование сложных событий | 104 |
| Глава 6. Моделирование с помощью метода статистических испытаний | 108 |
| 6.1. Метод Монте-Карло..... | 108 |
| 6.2. Одномерное случайное блуждание..... | 116 |
| 6.3. Двумерное случайное блуждание..... | 117 |
| 6.4. Простое случайное блуждание с поглощающими экранами..... | 119 |
| 6.5. Модель падения дождевой капли | 120 |
| 6.6. Персистентное случайное блуждание | 121 |
| Глава 7. Моделирование систем массового обслуживания | 124 |
| 7.1. Основные характеристики систем массового обслуживания..... | 124 |
| 7.2. Системы с одним устройством обслуживания..... | 128 |
| 7.3. Многоканальные системы массового обслуживания | 131 |
| 7.4. Замкнутые системы массового обслуживания | 135 |
| 7.5. Компьютерное моделирование систем массового обслуживания | 140 |
| Глава 8. Планирование компьютерного эксперимента | 149 |
| 8.1. Основные понятия | 149 |
| 8.2. Стратегическое планирование эксперимента | 152 |
| 8.3. Тактическое планирование компьютерного эксперимента | 153 |
| 8.3.1. Начальные условия и их влияние на достижение установившегося режима | 154 |
| 8.3.2. Оценивание среднего значения выборочной совокупности | 155 |
| 8.3.3. Применение теоремы Чебышева..... | 157 |

| | |
|--|------------|
| 8.3.4. Оценивание процентных отношений..... | 158 |
| 8.3.5. Оценивание дисперсии совокупности | 160 |
| 8.3.6. Автокоррелированные данные..... | 161 |
| Глава 9. Пакеты имитационного моделирования..... | 163 |
| 9.1. Назначение пакетов имитационного моделирования..... | 163 |
| 9.2. Пакет имитационного моделирования Pilgrim | 164 |
| 9.2.1. Основные объекты модели | 165 |
| 9.2.2. Типы узлов имитационной модели | 167 |
| 9.2.3. Команды управления узлами..... | 173 |
| 9.2.4. Параметры транзактов и параметры состояния узлов | 174 |
| 9.2.5. Табличные результаты моделирования | 176 |
| 9.2.6. Язык описания моделей..... | 178 |
| 9.3. Графический конструктор Gem | 182 |
| 9.4. Пример разработки имитационной модели..... | 185 |
| Глава 10. Лабораторный практикум | 195 |
| Лабораторная работа № 1. Изучение базовых генераторов псевдослучайных чисел..... | 195 |
| Лабораторная работа № 2. Проверка качества генераторов псевдослучайных чисел..... | 197 |
| Лабораторная работа № 3. Генерирование случайных величин с заданным законом распределения..... | 198 |
| Лабораторная работа № 4. Генерирование случайных величин с нормальным законом распределения..... | 202 |
| Лабораторная работа № 5. Генерирование случайных величин с часто используемыми законами распределения | 203 |
| Лабораторная работа № 6. Моделирование методом Монте-Карло..... | 203 |
| Лабораторная работа № 7. Моделирование случайных блужданий..... | 208 |
| Лабораторная работа № 8. Моделирование систем массового обслуживания..... | 210 |
| Лабораторная работа № 9. Тактическое планирование эксперимента | 214 |
| Лабораторная работа № 10. Моделирование систем массового обслуживания с помощью инструментальных средств моделирования Pilgrim | 214 |
| Список литературы..... | 215 |