

**УДК 004.4.24**

**ББК 32.972.1**

**Е80**

**Е80 Н. М. Ершов**

Введение в распределенное моделирование в среде NetLogo. – М.: ДМК Пресс, 2018. – 264 с.

**ISBN 978-5-94074-827-4**

Книга посвящена разработке распределенных естественных вычислительных моделей в среде многоагентного моделирования NetLogo. В основу этого учебного пособия положены материалы двух курсов, которые автор на протяжении последних десяти лет читает в Московском государственном университете и университете "Дубна" студентам, обучающимся по специальности "Прикладная математика и информатика". Рассматриваются как классические модели, в том числе клеточные автоматы, нейронные сети, генетические алгоритмы, так и относительно современные, например методы и модели роевого интеллекта. Содержит большое число иллюстраций, примеров кода, упражнений и библиографических ссылок.

Издание ориентировано на студентов, старшеклассников и всех, интересующихся тематикой математического и компьютерного моделирования.

Все права защищены. Любая часть этой книги не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами без письменного разрешения владельцев авторских прав.

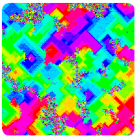
Материал, изложенный в данной книге, многократно проверен. Но, поскольку вероятность технических ошибок все равно существует, издательство не может гарантировать абсолютную точность и правильность приводимых сведений. В связи с этим издательство не несет ответственности за возможные ошибки, связанные с использованием книги.

ISBN 978-5-94074-827-4

© Н. М. Ершов, 2018

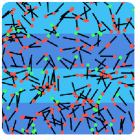
© Оформление, издание, ДМК Пресс, 2018

# Оглавление



**Введение** ..... 7

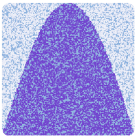
*Естественные вычисления (7) Среда моделирования NetLogo (7) Структура книги (9)*



**ГЛАВА 1**

**Задача Бюффона** ..... 11

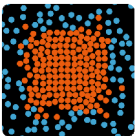
*Методы Монте-Карло (11) Задача Бюффона (12) Построение модели (13) Упражнения (19)*



**ГЛАВА 2**

**Интегрирование методом Монте-Карло** ..... 23

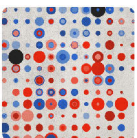
*Площади и интегралы (23) Метод Монте-Карло (24) Геометрический подход (25) Построение модели (26) Упражнения (29)*



**ГЛАВА 3**

**Броуновское движение** ..... 33

*Открытие явления (33) Случайные блуждания (34) Построение модели (35) Упражнения (41)*



**ГЛАВА 4**

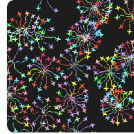
**Задача о разорении игрока** ... 45

*Постановка задачи (45) Марковские цепи (47) Построение модели (48) Упражнения (52)*



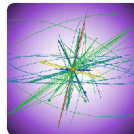
## ГЛАВА 5 Метод имитации отжига . . . . . 57

*Отжиг металлов (57) Алгоритм Метрополиса (58) Метод имитации отжига (59) Построение модели (60) Упражнения (65)*



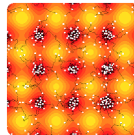
## ГЛАВА 6 Модель Рейнолдса . . . . . 69

*Роевой интеллект (69) Модель Рейнолдса (70) Построение модели (71) Упражнения (75)*



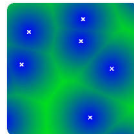
## ГЛАВА 7 Метод роя частиц . . . . . 79

*Роевая оптимизация (79) Метод роя частиц (80) Построение модели (81) Упражнения (86)*



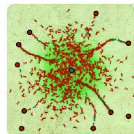
## ГЛАВА 8 Алгоритм бактериального поиска . . . . . 91

*Хемотаксис бактерий (91) Алгоритм бактериального поиска (92) Роевое поведение бактерий (93) Построение модели (94) Упражнения (98)*



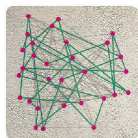
## ГЛАВА 9 Пчелиный алгоритм . . . . . 101

*Поведение пчел в природе (101) Алгоритм пчелиного поиска (102) Построение модели (103) Упражнения (107)*



## ГЛАВА 10 Модель муравьиной колонии . . . . . 111

*Коллективное поведение муравьев (111) Стигмергия (111) Эксперимент с двумя мостами (112) Построение модели (113) Упражнения (118)*



## ГЛАВА 11

### Муравьиные алгоритмы . . . . 121

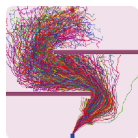
*Основная идея (121) Задача коммивояжера (122) Построение модели (123) Упражнения (130)*



## ГЛАВА 12

### Роевая робототехника . . . . . 133

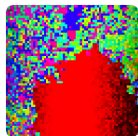
*Принципы организации (133) Сортировка предметов (134) Построение модели (135) Упражнения (140)*



## ГЛАВА 13

### Генетические алгоритмы . . . 143

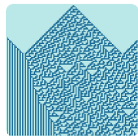
*Понятие генетического алгоритма (143) Генетические операторы (144) Построение модели (145) Упражнения (151)*



## ГЛАВА 14

### Клеточные генетические алгоритмы . . . . . 155

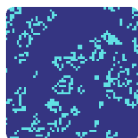
*Проблема потери разнообразия (155) Островная модель (156) Клеточная модель (156) Построение модели (158) Упражнения (163)*



## ГЛАВА 15

### Элементарные клеточные автоматы . . . . . 167

*Клеточные автоматы (167) Элементарные автоматы (168) Классификация элементарных автоматов (169) Построение модели (170) Упражнения (173)*



## ГЛАВА 16

### Игра «Жизнь» . . . . . 177

*Двумерные клеточные автоматы (177) Игра «Жизнь» (178) Построение модели (179) Упражнения (183)*



## ГЛАВА 17

### Блочные клеточные автоматы ..... 187

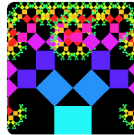
*Законы сохранения (187) Блочные автоматы (188) Клеточный газ (188) Построение модели (190) Упражнения (195)*



## ГЛАВА 18

### Марковские системы ..... 199

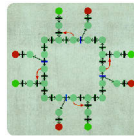
*Одномерный случай (199) Двумерные М-системы (200) Построение модели (201) Упражнения (208)*



## ГЛАВА 19

### Системы Линденмайера ... 211

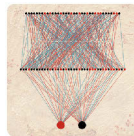
*D0L-системы (211) Графическая интерпретация (212) Построение модели (213) Упражнения (218)*



## ГЛАВА 20

### Сети Петри ..... 221

*Понятие сети Петри (221) Параллелизм в сетях Петри (222) Моделирование трафика (222) Построение модели (224) Упражнения (230)*



## ГЛАВА 21

### Перцептрон Розенблатта ... 233

*Искусственный нейрон (233) Нейронные сети (234) Перцептрон Розенблатта (235) Построение модели (236) Упражнения (243)*



## ПРИЛОЖЕНИЕ

### Словарь NetLogo ..... 247