

УДК 004.94
ББК 32.972
Д12

Аллен Б. Дауни

Д12 Изучение сложных систем с помощью Python / пер. с англ. Д. А. Беликова. – М.: ДМК Пресс, 2019. – 160 с.: ил.

ISBN 978-5-97060-712-1

Наука о сложных системах – это междисциплинарная область на стыке математики, информатики и естествознания, которая фокусируется на сложных системах, представляющих собой системы со множеством взаимодействующих компонентов.

Одним из основных инструментов науки о сложных системах являются дискретные модели, включая сети и графы, клеточные автоматы и агентное моделирование.

Наука о сложных системах полезна, особенно если необходимо объяснить поведение природных и социальных систем, она обеспечивает разнообразный и адаптируемый инструментарий моделирования, позволяет применить навыки программирования и поразмыслить над фундаментальными вопросами философии науки. В книге приводится код, математические тексты и пояснения, необходимые для понимания работы моделей.

Издание будет полезно широкому кругу лиц, здесь опущены очень сложные технические детали.

УДК 004.94
ББК 32.972

Original English language edition published by O'Reilly Media, Inc. Copyright © 2018 Allen B. Downey. All rights reserved. Russian-language edition copyright © 2019 by DMK Press. All rights reserved.

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 978-1-492-04020-0 (англ.)
ISBN 978-5-97060-712-1 (рус.)

Copyright © 2018 Allen B. Downey. All rights reserved.
© Оформление, издание, перевод, ДМК Пресс, 2019

Содержание

Предисловие	8
Для кого эта книга?	9
Изменения после выхода первого издания	9
Использование кода	10
Обозначения, используемые в этой книге	11
O'Reilly Safari	11
Как с нами связаться	12
Список лиц, принимавших участие в работе над книгой	12
Об авторе	13
Колофон	13
Глава 1. Наука о сложных системах	14
Меняющиеся критерии науки	15
Оси научных моделей	16
Разные модели для разных целей	17
Инженерия сложных систем	18
Доктрина сложных систем	19
Глава 2. Графы	21
Что такое графы?	21
NetworkX	23
Случайные графы	24
Генерация графов	25
Связные графы	26
Генерация графов Эрдёша–Реньи	27
Вероятность связности	29
Анализ алгоритмов графов	30
Упражнения	31
Глава 3. Графы «Мир тесен»	33
Стэнли Милгрэм	33
Ваттс и Строгац	34
Кольцевая решетка	34
Графы Ваттса–Строгаца	36
Кластеризация	37
Длина кратчайшего пути	38
Эксперимент Ваттса–Строгаца	39
Что это за объяснение?	40
Поиск в ширину	41
Алгоритм Дейкстры	43
Упражнения	44
Глава 4. Безмасштабные сети	46
Данные социальных сетей	46
Модель Ваттса–Строгаца	48

Степень	48
Распределения с тяжелыми хвостами	50
Модель Барабаши–Альберта	51
Генерация графов Барабаши–Альберта	53
Интегральные распределения	54
Объяснительные модели	56
Упражнения	57
Глава 5. Клеточные автоматы	59
Простой клеточный автомат	59
Эксперимент Вольфрама	59
Классификация клеточных автоматов	60
Хаотичность	61
Детерминизм	62
Космические корабли	64
Универсальность	65
Фальсифицируемость	66
Что это за модель?	67
Реализация клеточных автоматов	68
Взаимная корреляция	69
Таблицы клеточных автоматов	71
Упражнения	71
Глава 6. Игра «Жизнь»	73
Игра «Жизнь» Конвея	73
Конструкции игры «Жизнь»	74
Гипотеза Конвея	75
Реализм	76
Инструментализм	77
Реализация игры «Жизнь»	78
Упражнения	80
Глава 7. Физическое моделирование	82
Диффузия	82
Реакция диффузии	83
Перколяция	86
Фазовый переход	88
Фракталы	89
Фракталы и перколяционные модели	91
Упражнения	92
Глава 8. Самоорганизованная критичность	94
Критические системы	94
Песчаные кучи	95
Реализация песчаной кучи	95
Распределения с тяжелыми хвостами	98
Фракталы	100
Розовый шум	103
Звук песка	104
Редукционизм и холизм	105

Самоорганизованная критичность, причинность и прогнозирование.....	107
Упражнения	108
Глава 9. Агент-ориентированные модели	110
Модель Шеллинга.....	110
Реализация модели Шеллинга.....	111
Сегрегация.....	113
Sugarscape.....	114
Имущественное неравенство.....	116
Реализация Sugarscape.....	117
Миграция и волновое поведение.....	119
Эмерджентность.....	119
Упражнения	121
Глава 10. Стаи, стада и пробки	122
Пробки	122
Случайное возмущение	124
Void	125
Алгоритм Boids.....	126
Разрешение конфликтов	128
Эмерджентность и свобода воли.....	129
Упражнения	130
Глава 11. Эволюция	131
Моделирование эволюции.....	131
Адаптивный ландшафт.....	132
Агенты.....	133
Моделирование	133
Нет дифференциации.....	134
Свидетельство эволюции	135
Дифференциальное выживание.....	137
Мутация.....	138
Видообразование.....	140
Резюме	142
Упражнения	143
Глава 12. Эволюция кооперации	144
Дилемма заключенного.....	144
Проблема альтруизма	145
Чемпионаты по дилемме заключенного	146
Моделирование эволюции кооперации.....	147
Класс Tournament.....	148
Класс Simulation.....	150
Результаты	150
Выводы	153
Упражнения	154
Приложение А. Список литературы	156
Указатель	157