

УДК 004.421, 57.08  
ББК 32.972, 28.0  
М25

**Маркс Р., Дембски У., Эверт У.**  
М25 Введение в эволюционную информатику / пер. с англ. В. С. Яценкова. – М.: ДМК Пресс, 2020. – 276 с.: ил.

**ISBN 978-5-97060-725-1**

Наука добилась больших успехов в моделировании пространства, времени, массы и энергии, но слишком мало сделала для того, чтобы создать модель информации, заполняющей нашу Вселенную.

Данная книга рассказывает о том, как ученые соединили методы моделирования сложных процессов и теорию информации, благодаря чему стало возможно измерить сложность всех явлений мироздания в битах. Построенная на основе серии рецензируемых статей, книга написана языком, легко понятным для читателей со знанием математики на уровне средней школы.

Если читатель стремится бегло охватить тему или не интересуется математическими подробностями, он может пропустить разделы, отмеченные специальным значком, – и все равно испытает восторг от знакомства с новой захватывающей моделью информации о природе.

Издание написано для энтузиастов в области науки, техники и математики, заинтересованных в понимании важной и пока еще недооцененной роли информации в теории эволюции.

УДК 004.421, 57.08  
ББК 32.972, 28.0

Authorized Russian translation of the English edition of Introduction to Evolutionary Informatics ISBN 9789813142145 © 2017 by World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd.

This translation is published and sold by permission of Packt Publishing, which owns or controls all rights to publish and sell the same.

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.

ISBN 978-9-8131-4214-5 (англ.)  
ISBN 978-5-97060-725-1 (рус.)

© 2017 by World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd.  
© Оформление, издание, перевод, ДМК Пресс, 2020

# Содержание

<b>Вступительное слово от издательства</b> .....	9
<b>Предисловие</b> .....	10
<b>Об авторах</b> .....	19
<b>Глава 1. Введение</b> .....	21
1.1. Королева ученых и инженеров .....	22
1.2. Наука и модели .....	23
1.2.1. Компьютерные модели .....	24
1.2.2. Невероятное и невозможное .....	24
Источники .....	25
<b>Глава 2. Информация: что это такое?</b> .....	27
2.1. Определение информации .....	27
2.2. Измерение информации .....	29
2.2.1. Сложность по KCS .....	30
2.2.2. Информация Шеннона .....	37
2.3. Заключение .....	44
Источники .....	44
<b>Глава 3. Эволюционный поиск и требования к информации</b> .....	47
3.1. Эволюция как поиск .....	47
3.1.1. WD-40 <sup>TM</sup> и Formula 409 <sup>TM</sup> .....	48
3.1.2. Тесла, Эдисон и знания в предметной области .....	48
3.2. Инженерная разработка с помощью компьютера .....	49
3.3. Разработка рецепта вкусных блинов .....	50
3.3.1. Поиск хорошего блина № 1 .....	50
3.3.2. Поиск хорошего блина № 2: время приготовления плюс настройка оборудования .....	53
3.3.3. Поиск хорошего блина № 3: больше переменных параметров рецепта .....	53
3.3.4. Поиск хорошего блина № 4: имитация блинов на компьютере с искусственным языком с использованием одного агента .....	55
3.3.5. Поиск хорошего блина № 5: моделирование блинов на компьютере с помощью эволюционного поиска .....	57
3.4. Источники знаний .....	58
3.4.1. Проектирование антенн с использованием эволюционных вычислений .....	60

3.5. Проклятие размерности и потребность в знаниях.....	62
3.5.1. Поможет ли Мур? Как насчет Гровера?.....	63
3.6. Неявные цели .....	64
3.7. Оптимальная неоптимальность.....	67
3.7.1. Потеря функции .....	67
3.7.2. Оптимизация Парето и оптимальная субоптимальность.....	68
3.7.3. Человек в цикле как фактор активной информации.....	70
3.8. Ландшафты отбора поисковых алгоритмов.....	71
3.9. Выводы.....	73
Источники .....	73
<b>Глава 4. Детерминизм в случайности.....</b>	<b>81</b>
4.1. Принцип равной вероятности событий .....	83
4.1.1 «Ничто есть то, о чем мечтают скалы» .....	83
4.1.2. Принцип недостаточного основания Бернулли (PrOIR) .....	84
4.2. Потребность в шуме.....	99
4.2.1. Фиксированные точки в случайных событиях.....	99
4.2.2. Выборка по значимости .....	103
4.2.3. Предельные циклы, странные аттракторы и тетербол.....	104
4.3. Потолок Бейснера .....	105
4.3.1. Tierra .....	106
4.3.2. Край эволюции .....	109
4.4. Заключение.....	110
Источники .....	111
<b>Глава 5. Сохранение информации в компьютерном поиске .....</b>	<b>114</b>
5.1. Основы.....	114
5.2. Что такое сохранение информации? .....	116
5.2.1. Обманчивые контрпримеры .....	118
5.2.2. Взаимосвязь между обучением и поиском .....	120
5.2.3. Человек в цикле, вносящий активную информацию .....	125
5.3. Удивительная стоимость слепого поиска в битах.....	128
5.3.1. Анализ.....	128
5.3.2. Вычислительная стоимость.....	129
5.4. Измерение сложности поиска в битах.....	131
5.4.1. Эндогенная информация .....	131
5.4.2. Активная информация .....	136
5.4.3. Извлечение активной информации из оракулов .....	148
5.5. Источники информации в эволюционном поиске.....	156
5.5.1. Популяция .....	157
5.5.2. Коэффициент мутации .....	157
5.5.3. Ландшафт отбора .....	158
5.6. Ступенчатая информация и переходная функциональная жизнеспособность .....	160

5.6.1. Детские шаги .....	162
5.6.2. Сохранение функциональности развития и неснижаемая сложность .....	162
5.7. Коэволюция.....	167
5.8. Поиск поиска .....	171
5.8.1. Пример.....	171
5.8.2. Проблема поиска для поисков .....	172
5.8.3. Математические доказательства .....	174
5.9. Заключение.....	179
Источники .....	179

## **Глава 6. Анализ моделей биологической эволюции..... 185**

6.1. EV: программная модель эволюции .....	186
6.1.1. Структура EV.....	186
6.1.2. Устройство программы EV.....	189
6.1.3. Внутренние источники информации в EV .....	192
6.1.4. Поиск.....	195
6.1.5. Интерфейс EV Ware .....	197
6.1.6. Диагноз .....	200
6.2. Avida: ступенчатый поиск и логика NAND .....	202
6.2.1. Булева логика .....	202
6.2.2. Логика NAND .....	203
6.2.3. Организм Avida и его здоровье .....	208
6.2.4. Анализ Avida с точки зрения информации .....	212
6.2.5. Наличие замысла в программе Avida .....	221
6.2.6. Движения мертвого организма.....	223
6.3. Метабиология.....	223
6.3.1. Проблема остановки .....	225
6.3.2. Проблема поиска.....	226
6.3.3. Математический базис метабиологии .....	227
6.3.4. Ресурсы .....	231
6.4. Пора подметать грязный пол? .....	232
6.4.1. Доработка дерева Штейнера .....	232
6.4.2. Время для эволюции .....	233
6.4.3. Заключение.....	234
Источники .....	234

## **Глава 7. Измерение смысла и алгоритмическая**

<b>заданная сложность .....</b>	<b>240</b>
7.1. Значимость информации.....	240
7.2. Условная сложность KCS.....	242
7.3. Определение алгоритмической заданной сложности (ASC) .....	243
7.3.1. Высокая ASC и низкая вероятность.....	245

8 ❖ Содержание

---

7.4. Примеры ASC .....	246
7.4.1. Расширенные буквенно-цифровые символы.....	246
7.4.2. Игра в покер.....	249
7.4.3. Снежинки .....	250
7.4.4. ASC в игре «Жизнь» .....	252
7.5. Смысл в глазах смотрящего .....	263
Источники .....	264
<b>Глава 8. Разум и искусственный интеллект .....</b>	<b>266</b>
8.1. Тьюринг и Лавлейс: сильный и слабый интеллект.....	267
8.1.1. Ошибка Тьюринга .....	267
8.1.2. Тест Лавлейс .....	269
8.1.3. Озарение гения .....	270
8.2. Интеллект и непознаваемое.....	271
8.3. Заключение.....	272
Источники .....	272
<b>Предметный указатель .....</b>	<b>274</b>