

УДК 004.021  
ББК 32.973.3  
М16

Макото Т.

М16 Байесовская статистика / Такахаси Макото (автор), Уэдзи Юхо (худ.); пер. с яп. С. Л. Плехановой. — М.: ДМК Пресс, 2021. — 228 с. : ил. — (Серия «Образовательная манга»). — Доп. тит. л. яп.

ISBN 978-5-97060-895-1

Нанами Конно предстоит использовать байесовскую статистику в своей работе – с этой целью она записывается на университетский курс. Вместе со своим однокурсником Ямабуки она узнает, чем байесовская статистика отличается от традиционной, как в ней понимается вероятность, что такое функция правдоподобия и как формулируется теорема Байеса. В заключительных главах рассматриваются методы Монте-Карло для цепей Маркова.

Для объяснения теории в манге используются забавные, хорошо запоминающиеся примеры; по мере усложнения материала вводится больше табличных данных и формул. Вниманию читателя предлагается множество практических задач с подробным объяснением решений.

Издание будет полезно студентам технических вузов, специалистам по программированию и всем, кто интересуется математическим анализом и расчётом вероятности событий.

УДК 004.021  
ББК 32.973.3

Manga de Wakaru Beisu Tokai-Gaku (The Manga Guide to Bayesian statistics)

by Shin Takahashi, Yoho Yeji

Published by Ohmsha, Ltd. through Japan UNI Agency

Russian language edition copyright © 2021 by DMK Press

Все права защищены. Никакая часть этого издания не может быть воспроизведена в любой форме или любыми средствами, электронными или механическими, включая фотографирование, ксерокопирование или иные средства копирования или сохранения информации, без письменного разрешения издательства.

ISBN 978-4-274-22135-4 (яп.)

Copyright © 2018 by Shin Takahashi and Office sawa, Ltd.

ISBN 978-5-97060-895-1 (рус.)

© Издание, перевод, ДМК Пресс, 2021

# СОДЕРЖАНИЕ

<b>Предисловие .....</b>	<b>V</b>
<b>Пролог. Хочу изучать байесовскую статистику! .....</b>	<b>1</b>
<b>Глава 1. ЧТО ТАКОЕ БАЙЕСОВСКАЯ СТАТИСТИКА? ..</b>	<b>11</b>
1.1. Байесовская статистика.....	12
1.2. Различие между обычной и байесовской статистиками .....	18
<b>Глава 2. БАЗОВАЯ ИНФОРМАЦИЯ .....</b>	<b>25</b>
2.1. Математическое ожидание, дисперсия, среднеквадратическое отклонение .....	29
1.1.1. Математическое ожидание .....	29
1.1.2. Дисперсия и среднеквадратическое отклонение.....	30
2.2. Вероятностное распределение.....	32
2.2.1. Равномерное распределение.....	33
2.2.2. Биномиальное распределение .....	34
2.2.3. Мультиномиальное распределение.....	40
2.2.4. Равномерное распределение .....	48
2.2.5. Нормальное распределение.....	49
2.2.6. $t$ -распределение .....	50
2.2.7. Обратное гамма-распределение .....	51
2.3. Прочие вероятностные распределения .....	55
2.3.1. Отрицательное биномиальное распределение.....	55
2.3.2. Распределение Пуассона.....	57
2.3.3. Экспоненциальное распределение.....	60
2.3.4. Бета-распределение.....	62

<b>Глава 3. ФУНКЦИЯ ПРАВДОПОДОБИЯ .....</b>	<b>63</b>
3.1. Правдоподобие .....	68
3.1.1. Закон больших чисел .....	68
3.1.2. Информационное расхождение Кульбака–Лейблера.....	72
3.1.3. Правдоподобие .....	77
3.2. Функции правдоподобия.....	79
3.2.1. Функция правдоподобия мультиномиального распределения .....	79
3.2.2. Функция правдоподобия нормального распределения .....	85
3.3. Другие функции правдоподобия.....	93
3.3.1. Функция правдоподобия биномиального распределения .....	93
3.3.2. Функция правдоподобия распределения Пуассона.....	95
<b>Глава 4. ТЕОРЕМА БАЙЕСА .....</b>	<b>97</b>
4.1. Теорема Байеса.....	102
4.1.1. Условная вероятность .....	102
4.1.2. Одновременная вероятность.....	105
4.1.3. Теорема Байеса .....	106
4.1.4. Показательные примеры.....	107
4.2. Априорная и апостериорная функции плотности вероятности .....	112
<b>Глава 5. МЕТОДЫ МОНТЕ-КАРЛО ДЛЯ ЦЕПЕЙ МАРКОВА .....</b>	<b>117</b>
5.1. Интегрирование Монте-Карло.....	124
5.1.1. Интегрирование Монте-Карло.....	124
5.1.2. Математическое ожидание и дисперсия непрерывных случайных величин .....	127
5.2. Цепи Маркова .....	130
5.2.1. Цепи Маркова .....	130
5.2.2. Инвариантное распределение .....	132
5.3. Методы Монте-Карло для цепей Маркова .....	136

5.3.1. Методы Монте-Карло для цепей Маркова.....	136
5.3.2. Алгоритм Метрополиса–Гастингса .....	139
5.3.3. Семплирование по Гиббсу.....	156
5.4. Естественное сопряжённое априорное распределение.....	172

## **Глава 6. ПРИМЕРЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТОДОВ МОНТЕ-КАРЛО ДЛЯ ЦЕПЕЙ МАРКОВА ..... 175**

6.1. Предположение о среднем значении в двух генеральных совокупностях.....	176
6.1.1. Проверка статистических гипотез .....	178
6.1.2. Процедура проверки статистических гипотез.....	178
6.1.3. Виды проверок статистических гипотез, нулевая и альтернативная гипотезы.....	180
6.1.4. Пример .....	181
6.2. Байесовское иерархическое моделирование .....	186

## **ПРИЛОЖЕНИЕ..... 207**

1. Предпосылки априорного распределения и апостериорное распределение .....	208
1.1. Type B.....	208
1.2. Type C .....	212
1.3. Подведение итогов .....	214
2. Проверка сходимости .....	215
2.1. Метод Geweke .....	215
2.2. Метод Gelman и Rubin .....	216