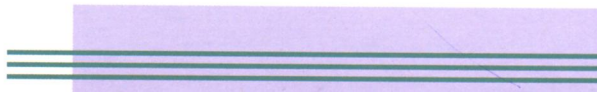


Т. М. ТАТАРНИКОВА

# ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДАННЫХ



**Т. М. Татарникова**

# **ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДАННЫХ**

Учебное пособие

Москва Вологда  
«Инфра-Инженерия»  
2024

УДК 004.4  
ББК 32.973  
Т23

Рецензенты:

доктор технических наук, доцент, ректор государственного университета  
телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*Киричек Руслан Валентинович;*

доктор технических наук, профессор, первый проректор государственного  
университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова

*Каретников Владимир Владимирович*

**Татарникова, Т. М.**

**Т23** Интеллектуальный анализ данных : учебное пособие / Т. М. Татарникова. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2024. – 172 с. : ил., табл.  
ISBN 978-5-9729-1772-3

Показаны технологии интеллектуального анализа данных. Особое внимание уделено задачам кластеризации и классификации. Приводится характеристика методов, алгоритмов и этапы решения этих задач с закреплением полученных знаний в виде выполнения лабораторных работ.

Для студентов, обучающихся по направлениям подготовки укрупненной группы «Информатика и вычислительная техника», а также смежным направлениям подготовки и специальностям: «Прикладная математика и информатика», «Системный анализ и управление», «Прикладная математика». Может быть полезно аспирантам и научным работникам, которые в своей деятельности используют модели и методы искусственного интеллекта.

УДК 004.4  
ББК 32.973

ISBN 978-5-9729-1772-3

© Татарникова Т. М., 2024

© Издательство «Инфра-Инженерия», 2024

© Оформление. Издательство «Инфра-Инженерия», 2024

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	5
1. ВВЕДЕНИЕ В АНАЛИЗ ДАННЫХ.....	8
1.1. Общие понятия анализа данных.....	8
1.2. Шкалирование данных.....	12
1.3. Типичные задачи анализа данных.....	14
1.4. Этапы анализа данных.....	15
Контрольные вопросы.....	18
2. КЛАСТЕРНЫЙ АНАЛИЗ.....	19
2.1. Постановка задачи кластерного анализа.....	19
2.2. Меры расстояний в кластеризации.....	20
2.3. Методы кластерного анализа.....	24
2.3.1. Иерархические алгоритмы кластерного анализа.....	24
2.3.2. Пример иерархической кластеризации.....	33
2.3.3. Неиерархические методы кластерного анализа.....	39
2.3.4. Пример применения неиерархической кластеризации.....	46
2.4. Оценка качества кластеризации.....	48
Контрольные вопросы.....	54
3. КЛАССИФИКАЦИЯ.....	55
3.1. Постановка задачи классификации.....	55
3.2. Оценки эффективности моделей классификации.....	59
3.3. Методы решения задачи классификации.....	62
3.3.1. Деревья решений.....	63
3.3.2. Случайный лес.....	72
3.3.3. Линейный метод опорных векторов.....	77
3.3.4. Метод «ближайшего соседа».....	79
Контрольные вопросы.....	81
4. ИСКУССТВЕННЫЕ НЕЙРОННЫЕ СЕТИ.....	83
4.1. Основные понятия.....	83
4.2. Нейронная сеть прямого распространения.....	89
4.2.1. Архитектура нейронной сети прямого распространения.....	89
4.2.2. Обучение нейронной сети прямого распространения.....	91
4.2.3. Пример использования нейронной сети прямого распространения.....	94
4.3. Нейронная сеть Хопфилда.....	98
4.3.1. Архитектура нейронной сети Хопфилда.....	99
4.3.2. Обучение нейронной сети Хопфилда.....	100
4.3.3. Пример использования нейронной сети Хопфилда.....	102
4.4. Сверточная нейронная сеть (CNN).....	107
4.4.1. Архитектура сверточной нейронной сети.....	109
4.4.2. Обучение сверточной нейронной сети.....	115
4.4.3. Пример использования сверточной нейронной сети.....	115
4.5. Нейронная сеть Кохонена.....	117

4.5.1. Архитектура нейронной сети Кохонена .....	118
4.5.2. Обучение нейронной сети Кохонена .....	119
4.5.3. Пример использования нейронной сети Кохонена.....	124
4.6. Рекуррентные нейронные сети .....	127
4.6.1. Архитектура рекуррентной нейронной сети .....	127
4.6.2. Обучение рекуррентной нейронной сети .....	130
4.6.3. Пример использования рекуррентной нейронной сети .....	132
5. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ .....	141
Лабораторная работа 1. Предобработка данных .....	142
Лабораторная работа 2. Кластерный анализ.....	144
Лабораторная работа 3. Классификация .....	148
Лабораторная работа 4. Нейронная сеть прямого распространения .....	154
Лабораторная работа 5. Распознавание образов .....	156
Лабораторная работа 6. Кластеризация нейронной сетью кохонена.....	161
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	164
ЛИТЕРАТУРА .....	169