

БАКАЛАВР • МАГИСТР



В. Б. Кудрявцев, Э. Э. Гасанов, А. С. Подколзин

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ

УЧЕБНИК и ПРАКТИКУМ

2-е издание



СООТВЕТСТВУЕТ
ПРОГРАММАМ
ВЕДУЩИХ НАУЧНО-
ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ
ШКОЛ

УМО ВО рекомендует

 **Юрайт**
ИЗДАТЕЛЬСТВО

biblio-online.ru

В. Б. Кудрявцев, Э. Э. Гасанов, А. С. Подколзин

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ

**УЧЕБНИК И ПРАКТИКУМ
ДЛЯ БАКАЛАВРИАТА И МАГИСТРАТУРЫ**

2-е издание, исправленное и дополненное

Рекомендовано Учебно-методическим отделом высшего образования в качестве учебника и практикума для студентов высших учебных заведений, обучающихся по инженерно-техническим и естественнонаучным направлениям

**Книга доступна в электронной библиотечной системе
biblio-online.ru**

Москва ■ Юрайт ■ 2016

УДК 378:519.1(075.8)
ББК 22.18я73
К88

Авторы:

Кудрявцев Валерий Борисович — доктор физико-математических наук, академик РАН, профессор кафедры математической теории интеллектуальных систем отделения математики механико-математического факультета Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова;

Гасанов Эльяр Эльдарович — доктор физико-математических наук, профессор кафедры математической теории интеллектуальных систем отделения математики механико-математического факультета Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова;

Подколзин Александр Сергеевич — доктор физико-математических наук, профессор кафедры математической теории интеллектуальных систем отделения математики механико-математического факультета Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова.

Рецензенты:

Фролов А. Б. — доктор технических наук, профессор кафедры математического моделирования Института автоматизации и вычислительной техники Национального исследовательского университета «Московский энергетический институт»;

Козлов В. Н. — доктор физико-математических наук, профессор Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова.

Кудрявцев, В. Б.

К88 Интеллектуальные системы : учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / В. Б. Кудрявцев, Э. Э. Гасанов, А. С. Подколзин. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2016. — 219 с. — Серия : Бакалавр и магистр. Академический курс.

ISBN 978-5-9916-9164-2

В учебнике дается представление об основных разделах теории интеллектуальных систем, таких как распознавание образов, теория баз данных и математическая логика. Издание содержит аналитические и описательные практические примеры.

Соответствует актуальным требованиям Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования.

Для студентов высших учебных заведений, обучающихся по естественнонаучным направлениям, а также аспирантов, специализирующихся в области математической кибернетики, дискретной математики и математической информатики.

УДК 378:519.1(075.8)
ББК 22.18я73



Все права защищены. Никакая часть данной книги не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме без письменного разрешения владельцев авторских прав. Правовую поддержку издательства обеспечивает юридическая компания «Дельфи».

- © Кудрявцев В. Б., Гасанов Э. Э., Подколзин А. С., 2006
- © Кудрявцев В. Б., Гасанов Э. Э., Подколзин А. С., 2016, с изменениями
- © ООО «Издательство Юрайт», 2016

ISBN 978-5-9916-9164-2

Оглавление

Предисловие	5
Введение.....	7
Глава 1. Распознавание образов	17
1.1. Моделирование зрительного восприятия.....	18
1.1.1. Кодирование изображений.....	19
1.1.2. Теорема Козлова об аффинной эквивалентности изображений.....	28
1.1.3. Распознавание и восстановление объемных изображений....	33
1.2. Алгебро-геометрические методы распознавания.....	40
1.2.1. Некоторые эвристические методы распознавания.....	42
1.2.2. Модель перцептрона Розенблатта.....	46
1.2.3. Теорема Новикова.....	48
1.3. Статистический подход к распознаванию.....	54
1.3.1. Качество и надежность решающего правила.....	54
1.3.2. Байесовское решающее правило.....	57
1.3.3. Метод минимизации эмпирического риска.....	59
1.4. Тестовый подход к распознаванию.....	63
1.4.1. Понятие теста.....	64
1.4.2. Линейные тестовые алгоритмы распознавания.....	65
1.4.3. Алгоритм Кудрявцева голосования по тестам.....	67
1.4.4. Теорема Анселя о числе монотонных функций.....	70
1.4.5. Расшифровка монотонных функций.....	75
Глава 2. Базы данных.....	80
2.1. Модели логической организации данных.....	82
2.2. Реляционная модель данных.....	85
2.2.1. Реляционная алгебра.....	85
2.2.2. Функциональные зависимости.....	88
2.2.3. Полнота системы аксиом вывода.....	91
2.3. Информационно-графовая модель данных.....	95
2.3.1. Критерий допустимости ИГ.....	109
2.3.2. Полнота для информационных графов.....	114
2.3.3. Сложность информационных графов.....	116
2.3.4. Мощностная нижняя оценка.....	125

2.4. Поиск идентичных объектов	128
2.4.1. Бинарный поиск	130
2.4.2. Константный в среднем алгоритм поиска	133
2.5. Одномерный интервальный поиск	140
2.5.1. Логарифмический поиск	141
2.5.2. Сверхлогарифмический поиск	144
2.5.3. Мгновенное решение	150
Глава 3. Автоматизация решения задач. Логический подход ...	154
3.1. Исчисление высказываний	154
3.1.1. Язык логики высказываний	154
3.1.2. Полнота исчисления высказываний	157
3.1.3. Алгоритмы распознавания общезначимости формул логики высказываний	163
3.2. Исчисление предикатов	172
3.2.1. Язык логики предикатов	172
3.2.2. Полнота исчисления предикатов	176
3.2.3. Доказательство общезначимости с помощью правила резольюции	177
3.2.4. Связь с теоремой Геделя о полноте	190
3.2.5. Неполнота формальной арифметики	192
3.2.6. Эвристики в управлении выводом	198
Литература	208
Актуальные издания по направлению «Интеллектуальные системы»	215
Новые издания по дисциплине «Интеллектуальные системы» и смежным дисциплинам	219