

В. Н. ВАГИН



**ЗНАНИЯ И УБЕЖДЕНИЯ  
В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОМ  
АНАЛИЗЕ ДАННЫХ**

В. Н. ВАГИН

**ЗНАНИЯ И УБЕЖДЕНИЯ  
В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОМ  
АНАЛИЗЕ ДАННЫХ**



МОСКВА  
ФИЗМАТЛИТ®  
2019

УДК 519.816  
ББК 32.81  
В 12



*Издание осуществлено при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований по проекту 19-17-00001, не подлежит продаже*

**Вагин В. Н. Знания и убеждения в интеллектуальном анализе данных.** — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2019. — 536 с. — ISBN 978-5-9221-1841-5.

Монография продолжает исследования, начатые в предыдущей книге В. Н. Вагина и др. «Достоверный и правдоподобный вывод в интеллектуальных системах», изд. 2-е, испр. и доп. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008, в которой были изложены основные понятия достоверного (дедуктивного) и правдоподобного (индуктивного и абдуктивного) выводов, а также различные математические логики, находящие применение в исследованиях по искусственному интеллекту и интеллектуальным системам поддержки принятия решений, включая экспертные системы. Там же были представлены основы теории аргументации, индуктивные и абдуктивные методы выводов.

Для специалистов по математической логике и принятию решений, а также ученых, занимающихся разработкой интеллектуальных систем принятия решений, в частности экспертных систем и систем управления сложными технологическими объектами.

**Рецензенты:**

*М. А. Михеенкова*, д.т.н., профессор, ведущий научный сотрудник  
ФИЦ «Информатика и управление» РАН;

*Г. С. Плесневич*, к.ф.-м.н., профессор кафедры прикладной математики  
НИУ МЭИ

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>Предисловие</b> . . . . .	7
<b>Введение</b> . . . . .	9
<b>Глава 1. Знание и убеждение</b> . . . . .	21
1.1. Виды знания . . . . .	24
1.2. Проблема Геттиера . . . . .	32
1.3. Представление знания . . . . .	34
1.4. Здравый смысл и интуиция в рассуждениях . . . . .	46
1.5. Пересматриваемость рассуждений . . . . .	54
1.6. Не-факторы знания . . . . .	60
<b>Глава 2. Математические логики в исследованиях по искусственному интеллекту</b> . . . . .	74
2.1. Общие положения . . . . .	74
2.2. Отношения следствия . . . . .	79
2.3. Немонотонные логики . . . . .	81
<b>Глава 3. Эпистемические логики и проблема логического всеведения</b> . . . . .	110
3.1. Классическая эпистемическая логика . . . . .	110
3.2. Проблема логического всеведения . . . . .	114
3.2.1. Логика неявного и явного убеждений Левека (синтаксический подход) . . . . .	116
3.2.2. Логика осведомленности . . . . .	120
3.2.3. Моделирование агентов с ограниченными ресурсами . . . . .	124
3.2.4. Нестандартная эпистемическая логика . . . . .	126
3.2.5. Эпистемическая логика, основанная на минимальных моделях Монтегю–Скотта . . . . .	127
3.2.6. Логика локальных рассуждений . . . . .	129
3.2.7. Эпистемические модели слияния . . . . .	131
3.2.8. Логика явных высказываний . . . . .	132
<b>Глава 4. AGM — теория ревизии убеждений</b> . . . . .	135
4.1. Постулаты расширения в AGM-теории . . . . .	135
4.2. Постулаты сокращения . . . . .	137
4.3. Сокращение частичного пересечения . . . . .	139

4.4. Безопасное сокращение. . . . .	143
4.5. Эпистемическое закрепление . . . . .	145
4.6. Постулаты ревизии. . . . .	148
4.7. Модели возможных миров для операций ревизии и сокращения	153
<b>Глава 5. Динамические докстические и эпистемические логики</b>	<b>159</b>
5.1. Полная динамическая докстическая логика . . . . .	159
5.2. Динамические эпистемические логики. . . . .	166
5.2.1. Языки модальной логики . . . . .	166
5.2.2. Публичная и частная связь . . . . .	169
5.3. BMS-логика . . . . .	171
5.3.1. Синтаксис . . . . .	172
5.3.2. Семантика . . . . .	173
5.4. Бисимуляция и эмулирующий действий . . . . .	175
5.4.1. Стандартная бисимуляция и BMS-фрейм-бисимуляция . .	175
5.4.2. Эмуляция действий . . . . .	177
<b>Глава 6. Пересматриваемые логики</b> . . . . .	<b>181</b>
6.1. Общая схема пересматриваемых логик . . . . .	182
6.2. Язык базовой пересматриваемой логики. . . . .	183
6.2.1. Семантика языка . . . . .	185
6.2.2. Теория доказательств . . . . .	187
6.2.3. Предпочтения, специфичность и нормативные рассуждения . . . . .	191
6.3. Пересматриваемая логика DL. . . . .	194
6.3.1. Принцип строгого отрицания . . . . .	195
6.3.2. Мета-программа DL . . . . .	196
6.3.3. Основа DL . . . . .	198
6.4. Постулаты для операторов изменения убеждений . . . . .	200
6.5. Ревизия пересматриваемых множеств убеждений . . . . .	204
6.6. Новые пересматриваемые логики . . . . .	206
<b>Глава 7. Дедуктивные модели убеждения</b> . . . . .	<b>210</b>
7.1. Языки и вывод убеждений. . . . .	212
7.1.1. Язык LB . . . . .	214
7.1.2. Язык $L^{Bq}$ . . . . .	215
7.2. Логики убеждения $B(L, \rho)$ и $B_q(L, \rho)$ . . . . .	219
7.2.1. Аналитические таблицы . . . . .	220
7.2.2. Правило присвоения для языка $L^B$ . . . . .	224
7.2.3. Правило присвоения для языка $L^{Bq}$ . . . . .	228
7.3. Другие формальные подходы к дедуктивным моделям убеждений	230
7.3.1. Модели возможных миров в языке $L^B$ . . . . .	231
7.3.2. Ограниченные классы моделей . . . . .	232

7.3.3. Модели возможных миров в языке $L^{Bq}$ . . . . .	234
7.3.4. Вычислительная модель убеждения . . . . .	236
<b>Глава 8. Правдоподобные модели убеждений . . . . .</b>	<b>239</b>
8.1. Статическая ревизия убеждений. . . . .	239
8.1.1. Модели правдоподобия с одним агентом . . . . .	240
8.1.2. Мультиагентные модели правдоподобия убеждений . . . . .	242
8.1.3. Безопасные убеждения . . . . .	247
8.2. Динамическая ревизия убеждений . . . . .	250
8.2.1. Модели действий . . . . .	251
8.2.2. Обновление приоритета действий . . . . .	254
8.3. Законы динамической ревизии убеждений . . . . .	256
<b>Глава 9. Элементы теории аргументации и ее роль в интеллектуальном анализе данных . . . . .</b>	<b>260</b>
9.1. Неформальное введение в теорию аргументации . . . . .	260
9.2. Абстрактная аргументация . . . . .	268
9.2.1. Приемлемость аргументов в системах аргументации . . . . .	271
9.2.2. Циклы схемы аргументации . . . . .	275
9.2.3. Фиксированные точки . . . . .	278
9.3. Описание аргументации средствами классической математической логики . . . . .	280
9.3.1. Деревья аргументов . . . . .	289
9.3.2. Структуры аргументов . . . . .	294
9.4. Семантика статической абстрактной аргументации и динамической аргументации . . . . .	296
9.4.1. Семантика абстрактных систем аргументации . . . . .	297
9.4.2. Семантика динамической аргументации . . . . .	305
9.4.3. Выполнение аргументации . . . . .	309
9.4.4. Динамическое расширение множества аргументов . . . . .	311
9.5. Пересматриваемая аргументация . . . . .	315
9.5.1. Методы и алгоритмы монотонного вывода в системах аргументации . . . . .	320
9.5.2. Методы пересматриваемого вывода. Обоснование и поражение аргументов . . . . .	331
9.5.3. Алгоритмы пересматриваемого вывода . . . . .	339
9.5.4. Степень обоснования в системах аргументации . . . . .	345
9.6. Применение системы аргументации для индуктивного формирования понятий. . . . .	351
9.6.1. Задача обобщения понятий с применением средств аргументации . . . . .	352
9.6.2. Вероятностные степени обоснования аргументов . . . . .	369



---

<b>Глава 10. Абдуктивные рассуждения в интеллектуальных системах . . . . .</b>	<b>378</b>
10.1. Абдукция в немонотонных теориях . . . . .	378
10.2. Подходы к характеристике абдукции . . . . .	389
10.2.1. Подход, основанный на покрытии множеств . . . . .	389
10.2.2. Подходы, основанные на логике . . . . .	393
10.2.3. Подходы на уровне знаний . . . . .	398
10.3. Подходы к вычислению абдуктивных объяснений и методы генерации гипотез . . . . .	401
10.4. Абдукция в системах поддержки истинности, основанных на предположениях . . . . .	420
10.4.1. Система поддержки истинности, основанная на предположениях . . . . .	422
10.4.2. Архитектура систем рассуждения . . . . .	423
10.4.3. Основные определения . . . . .	424
10.4.4. Основные структуры данных . . . . .	428
10.4.5. Решетка окружения . . . . .	429
10.4.6. Основные операции . . . . .	431
10.4.7. Алгоритм абдуктивного вывода с использованием систем поддержки истинности, основанных на предположениях . . . . .	434
10.4.8. Сравнение алгоритмов AAA и ImpAA . . . . .	441
10.5. Аргументация в организации абдуктивного вывода . . . . .	444
10.5.1. Типы аргументационных семантик логических программ . . . . .	445
10.5.2. Алгоритм доказательства абдуктивных объяснений для аргументационной семантики . . . . .	451
10.5.3. Роль аргументации в организации абдуктивного вывода . . . . .	457
10.6. Вероятностные абдуктивные рассуждения . . . . .	463
<b>Литературный комментарий . . . . .</b>	<b>473</b>