

# ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>Предисловие</b>	.	.	.	<b>10</b>
<b>Введение</b>	.	.	.	<b>12</b>
<b>ЧАСТЬ I. ДОСТОВЕРНЫЙ ВЫВОД</b>	.	.	.	<b>21</b>
<b>ГЛАВА 1. Автоматическое доказательство теорем</b>	.	.	.	<b>21</b>
<b>1.1. Нормальные и стандартные формы</b>	.	.	.	<b>22</b>
<b>1.2. Логические следствия</b>	.	.	.	<b>29</b>
<b>1.3. Процедура вывода Эрбрана</b>	.	.	.	<b>30</b>
<b>1.4. Принцип резолюции</b>	.	.	.	<b>33</b>
<b>1.5. Линейная резолюция</b>	.	.	.	<b>38</b>
<b>1.6. Вывод в языке ПРОЛОГ</b>	.	.	.	<b>43</b>
1.6.1. SLD – резолюция	.	.	.	43
1.6.2. Стратегии поиска в языке ПРОЛОГ	.	.	.	47
1.6.3. Предположение о замкнутости мира	.	.	.	49
1.6.4. Синтаксис и семантика языка ПРОЛОГ	.	.	.	50
1.6.5. Реализация на языке ПРОЛОГ моделей представления знаний и механизмов вывода на них	.	.	.	56
1.6.5.1. Реализация продукционного вывода	.	.	.	56
1.6.5.1.1. Реализация алгоритмов планирования	.	.	.	56
1.6.5.1.2. Применение языка ПРОЛОГ для решения головоломок	.	.	.	58
1.6.5.2. Реализация вывода на семантических сетях	.	.	.	62
1.6.5.3. Реализация вывода на фреймовых структурах	.	.	.	64
<b>ГЛАВА 2. Вывод на графе связей</b>	.	.	.	<b>66</b>
<b>2.1. Последовательная процедура доказательства методом графа связей</b>	.	.	.	<b>66</b>
<b>2.2. Стратегии поиска в графе связей</b>	.	.	.	<b>70</b>
<b>2.3. Достоинства процедуры вывода на графе связей</b>	.	.	.	<b>72</b>
<b>2.4. Параллельный вывод на графе связей</b>	.	.	.	<b>73</b>
2.4.1. Метод OR - параллельной резолюции	.	.	.	73
2.4.2. DCDP – параллельный вывод	.	.	.	74
2.4.3. AND – параллельная резолюция	.	.	.	77
<b>2.5. Модификация процедур параллельного вывода</b>	.	.	.	<b>79</b>
2.5.1. Принципы создания эвристической функции	.	.	.	79
2.5.2. Эвристическая функция H1	.	.	.	81
2.5.2.1. Вычисление эвристической оценки дизъюнкта	.	.	.	81
2.5.2.2. Вычисление эвристической оценки унификатора	.	.	.	81
2.5.2.3. Вычисление эвристической оценки предикатной литеры	.	.	.	82
2.5.2.4. Выбор коэффициентов	.	.	.	82
2.5.3. Применение эвристической функции H1 при решении задачи «Стироллер»	.	.	.	82
<b>2.6. Сравнение эффективности</b>	.	.	.	<b>85</b>
<b>2.7. Система параллельного вывода PIS (Parallel Inference System) на графе</b>	.	.	.	

<b>связей</b>	.	.	<b>. 89</b>
2.7.1. Автоматический выбор параллельных методов вывода	.	.	. 89
2.7.2. Математический препроцессор	.	.	. 90
2.7.3. Методы ускорения и анализ результатов для задачи о N ферзях	.	.	. 92
2.7.4. Полученные результаты	.	.	. 94
<b>ГЛАВА 3. Вывод на графе дизъюнктов</b>	.	.	<b>. 95</b>
<b>3.1 Типы параллелизма в дедуктивном выводе</b>	.	.	<b>. 95</b>
<b>3.2. Последовательный алгоритм вывода на раскрашенных графах дизъюнктов</b>	.	.	<b>. 97</b>
<b>3.3. Параллелизм в дедуктивном выводе на C – графах</b>	.	.	<b>. 101</b>
<b>3.4. Сравнение эффективности процедур дедуктивного вывода</b>	.	.	<b>. 109</b>
<b>ГЛАВА 4. Вывод на аналитических таблицах</b>	.	.	<b>. 112</b>
<b>4.1. Метод аналитических таблиц для логики высказываний</b>	.	.	<b>. 112</b>
<b>4.2. Метод аналитических таблиц для логики предикатов первого порядка</b>	.	.	<b>. 117</b>
<b>4.3. Метод аналитических таблиц в логическом программировании</b>	.	.	<b>. 126</b>
4.3.1. Реализация метода аналитических таблиц для логики высказываний на языке ПРОЛОГ	.	.	. 126
4.3.2. Реализация метода аналитических таблиц для логики предикатов 1-го порядка	.	.	. 130
4.3.2.1. Алгоритм унификации	.	.	. 130
4.3.2.2. Аналитические таблицы со свободными переменными	.	.	. 133
4.3.2.3. Реализация алгоритма унификации на языке ПРОЛОГ	.	.	. 138
4.3.2.4. Реализация метода аналитических таблиц для логики предикатов 1-го порядка на языке ПРОЛОГ	.	.	. 140
<b>ГЛАВА 5. Вывод на иерархических структурах</b>	.	.	<b>. 149</b>
<b>5.1. Многоуровневая упорядоченно-сортная алгебра</b>	.	.	<b>. 149</b>
5.1.1. Необходимость разработки механизмов вывода на иерархических структурах	.	.	. 149
5.1.2. Введение в многоуровневую алгебру	.	.	. 150
5.1.3. Моделирование подтипов и наследования	.	.	. 151
5.1.4. Описание параметрического полиморфизма аппаратом двухуровневой алгебры	.	.	. 152
<b>5.2. Многоуровневая логика как язык представления знаний в интеллектуальных системах</b>	.	.	<b>. 155</b>
5.2.1. Способы задания иерархических структур в многоуровневой логике	.	.	. 155
5.2.2. Синтаксис многоуровневой логики	.	.	. 160
5.2.3. Описание двух видов иерархической абстракции и иерархической структуры множеством правильно построенных формул многоуровневой логики	.	.	. 161
5.2.4. Логический вывод в многоуровневой логике	.	.	. 165
5.2.4.1. Алгоритм сколемизации	.	.	. 165
5.2.4.2. Алгоритм унификации	.	.	. 167
5.2.4.3. Особенности использования линейной входной резолюции в многоуровневой логике	.	.	. 169

5.2.4.4. Иерархическая абстракция и продукционная модель	. . .	174
<b>5.3. Система моделирования проблемной области КМ (Knowledge Model)</b>	. . .	<b>175</b>
5.3.1. Назначение и структура системы КМ	. . .	175
5.3.2. Концептуальный язык описания сложноструктурированной проблемной области	. . .	180
5.3.3. Реализация системы КМ	. . .	181
<b>ЧАСТЬ II. АРГУМЕНТАЦИЯ И АБДУКЦИЯ</b>	. . .	<b>184</b>
<b>ГЛАВА 6. Данные и знание в интеллектуальных системах</b>	. . .	<b>184</b>
<b>6.1. Характерные особенности знания</b>	. . .	<b>184</b>
<b>6.2. Знание как обоснованное истинное убеждение</b>	. . .	<b>191</b>
<b>6.3. НЕ – факторы знания</b>	. . .	<b>196</b>
<b>6.4. Зачем нужны нетрадиционные логики?</b>	. . .	<b>202</b>
<b>ГЛАВА 7. Монотонные классические модальные логики</b>	. . .	<b>207</b>
<b>7.1. Исчисление предикатов первого порядка как основа построения модальной логики</b>	. . .	<b>207</b>
<b>7.2. Вспомогательная логика как основа перехода к модальному исчислению высказываний</b>	. . .	<b>208</b>
<b>7.3. Постулаты, основные теоремы и правила модального исчисления высказываний</b>	. . .	<b>210</b>
<b>7.4. Система S1</b>	. . .	<b>212</b>
<b>7.5. Система S4</b>	. . .	<b>219</b>
<b>7.6. Система S5</b>	. . .	<b>222</b>
<b>7.7. Семантика возможных миров Крипке</b>	. . .	<b>223</b>
<b>ГЛАВА 8. Немонотонные модальные логики</b>	. . .	<b>227</b>
<b>8.1. Логика убеждения и знания</b>	. . .	<b>227</b>
<b>8.2. Немонотонные логики Мак-Дермотта и Дойла</b>	. . .	<b>231</b>
<b>8.3. Автоэпистемические логики</b>	. . .	<b>235</b>
<b>8.4. Логика умолчаний</b>	. . .	<b>241</b>
<b>8.5. Системы поддержки истинности</b>	. . .	<b>250</b>
8.5.1. Системы поддержки истинности, основанные на обоснованиях	. . .	252
8.5.2. Системы поддержки истинности, основанные на предположениях	. . .	254
<b>ГЛАВА 9. Немонотонные логики в логическом программировании</b>	<b>257</b>	
<b>9.1. Семантика логических программ: краткий обзор</b>	. . .	<b>258</b>
9.1.1. Нормальные логические программы	. . .	258
9.1.1.1. Язык нормальных логических программ	. . .	258
9.1.1.2. Семантика	. . .	260
9.1.1.2.1. Семантика устойчивых моделей	. . .	262
9.1.1.2.2. Фундированная семантика	. . .	263
9.1.2. Расширенные логические программы	. . .	265
9.1.2.1. Описание языка	. . .	266
9.1.2.2. Семантика	. . .	266

9.1.2.2.1. Семантика, основанная на устойчивых моделях	. . .	. 266
9.1.2.2.2. Фундированная семантика	. . .	. 268
9.1.2.2.3. Другие подходы	. . .	. 269
9.1.3. Зачем нужна новая семантика для расширенных программ?	. . .	. 269
<b>9.2. WFSX – фундированная семантика для расширенных логических программ</b>	. . .	<b>. 270</b>
9.2.1. Интерпретации и модели	. . .	. 270
9.2.2. Определение WFSX	. . .	. 272
9.2.3. Существование семантики	. . .	. 275
9.2.4. Нисходящие процедуры вывода для WFSX	. . .	. 277
9.2.4.1. Характеризация WFSX с помощью семантических деревьев	. . .	. 277
9.2.4.2. SLX – процедура вывода для WFSX	. . .	. 281
9.2.4.3. О достижении останова SLX – процедуры	. . .	. 282
<b>9.3. Работа с противоречиями</b>	. . .	<b>. 285</b>
9.3.1. Удаление противоречий	. . .	. 287
9.3.2. Паранепротиворечивая WFSX	. . .	. 288
9.3.3. Декларативные ревизии	. . .	. 291
9.3.4. Поддержка и устранение противоречий	. . .	. 296
<b>9.4. WFSX, семантика логических программ с двумя отрицаниями и автоэпистемическая логика</b>	. . .	<b>. 300</b>
9.4.1. Общая семантика для программ с отрицаниями двух видов	. . .	. 301
9.4.1.1. Свойства отрицания $\neg$	. . .	. 306
9.4.1.2. Фиксация множества $AX\neg$ и условия $not_{cond}(L)$	. . .	. 308
9.4.1.3. Логические программы с $\neg$ -отрицанием и дизъюнкцией	. . .	. 310
9.4.2. Автоэпистемические логики для WFSX	. . .	. 311
9.4.2.1. Автоэпистемические логики Мура и Пшимусинского	. . .	. 312
9.4.2.2. Логика убеждений и доказуемости	. . .	. 314
9.4.2.3. Дальнейшие разработки	. . .	. 320
<b>9.5. WFSX и логика умолчаний</b>	. . .	<b>. 320</b>
9.5.1. Язык умолчаний	. . .	. 321
9.5.1.1. Семантика умолчаний Рейтера	. . .	. 322
9.5.1.2. Фундированная и стационарная семантика умолчаний для нормальных логических программ	. . .	. 323
9.5.2. Некоторые необходимые принципы для теорий умолчаний	. . .	. 324
9.5.3. $\Omega$ - теория умолчаний	. . .	. 327
9.5.4. Сравнение с семантикой Рейтера	. . .	. 331
9.5.5. Сравнение со стационарной семантикой умолчаний	. . .	. 331
9.5.6. Связь семантики теории умолчаний и логических программ с явным отрицанием	. . .	. 332
9.5.7. Определение WFSX с помощью $\Gamma$	. . .	. 333
<b>ГЛАВА 10. Системы аргументации и абдуктивный вывод</b>	. . .	<b>. 336</b>
<b>10.1. Системы пересматриваемой аргументации</b>	. . .	<b>. 336</b>
10.1.1. Основы теории аргументации	. . .	. 336
10.1.1.1. Основные свойства семантики, основанной на аргументах	. . .	. 339
10.1.1.2. Назначение уникального статуса аргументам	. . .	. 340
10.1.1.3. Назначение множественного статуса аргументам	. . .	. 346
10.1.1.4. Сравнение подходов уникального и множественного назначения статуса аргументам	. . .	. 348

10.1.2. Обзор систем аргументации	.	.	. 349
<b>10.2. Организация абдуктивного вывода</b>	.	.	<b>. 354</b>
10.2.1. Понятие абдуктивного вывода	.	.	. 354
10.2.2. Подходы к характеристике абдукции	.	.	. 357
10.2.2.1. Подходы, основанные на покрытии множеств	.	.	. 357
10.2.2.2. Подходы, основанные на логике	.	.	. 358
10.2.2.3. Подход на уровне знаний	.	.	. 361
10.2.3. Подходы к вычислению абдуктивных объяснений	.	.	. 363
10.2.3.1. Подходы к генерации гипотез	.	.	. 363
10.2.3.2. Подходы к отбору гипотез	.	.	. 367
10.2.4. Метод вероятностных абдуктивных рассуждений в сложноструктурированных проблемных областях	.	.	. 371
10.2.4.1. Основные определения	.	.	. 371
10.2.4.2. Описание метода вероятностных абдуктивных рассуждений в сложноструктурированных проблемных областях	.	.	. 373
10.2.4.3. Алгоритмы вероятностных абдуктивных рассуждений в сложноструктурированной проблемной области	.	.	. 375
10.2.4.4. Процедура проверки найденных объяснений на непротиворечивость	.	.	. 377
10.2.4.5. Примеры применения разработанных алгоритмов абдуктивного вывода в сложноструктурированных проблемных областях	.	.	. 378
<b>10.3. Абдукция и аргументация в логическом программировании</b>	.	.	<b>. 383</b>
10.3.1. Аргументационная семантика логических программ и ее вычисление	.	.	. 383
10.3.1.1. Предпочтительные расширения и семантика допустимости	.	.	. 384
10.3.1.2. Устойчивые теории и семантика слабой устойчивости	.	.	. 385
10.3.1.3. Семантика приемлемости	.	.	. 386
10.3.1.4. Семантика фундированных моделей	.	.	. 387
10.3.1.5. Процедура доказательства для аргументационной семантики	.	.	. 389
10.3.2. Роль аргументации в организации абдуктивного вывода	.	.	. 394
<b>ЧАСТЬ III. ИНДУКЦИЯ И ОБОБЩЕНИЕ</b>	.	.	<b>. 400</b>
<b>ГЛАВА 11. Базовые принципы построения систем обучения и принятия решений</b>	.	.	<b>. 400</b>
<b>11.1. Системы поддержки принятия решений</b>	.	.	<b>. 402</b>
<b>11.2. Задача извлечения знаний из баз данных</b>	.	.	<b>. 405</b>
<b>11.3. Способы представления исходной информации в интеллектуальных системах</b>	.	.	<b>. 410</b>
<b>11.4. Структурно-логические методы обобщения</b>	.	.	<b>. 414</b>
<b>ГЛАВА 12. Задача обучения «без учителя»</b>	.	.	<b>. 422</b>
<b>12.1. Алгоритм, основанный на понятии порогового расстояния</b>	.	.	<b>. 422</b>
<b>12.2. Алгоритм MAXMIN</b>	.	.	<b>. 425</b>
<b>12.3. Алгоритм «К средних»</b>	.	.	<b>. 427</b>
<b>12.4. Распознавание с использованием решающих функций</b>	.	.	<b>. 430</b>
12.4.1. Построение решающих функций по критерию минимального расстояния	.	.	. 430
12.4.2. Разделяющие решающие функции	.	.	. 431
12.4.3. Линейные решающие функции	.	.	. 433

12.4.4. Построение решающих функций методом потенциалов	.	.	. 436
<b>12.5. Распознавание на основе приближенных признаков</b>	.	.	<b>. 439</b>
<b>ГЛАВА 13. Обучение с учителем</b>	.	.	<b>. 441</b>
<b>13.1. Постановка задачи</b>	.	.	<b>. 441</b>
<b>13.2. Алгоритм ДРЕВ</b>	.	.	<b>. 445</b>
<b>13.3. Построение решающего дерева с использованием метрики Хемминга</b>	.	.	<b>. 447</b>
<b>13.4. Индукция решающих деревьев</b>	.	.	<b>. 449</b>
<b>13.5. Модификация алгоритма Куинлана – ID5R</b>	.	.	<b>. 453</b>
<b>13.6. Алгоритм Reduce</b>	.	.	<b>. 458</b>
<b>13.7. Фокусирование</b>	.	.	<b>. 461</b>
<b>13.8. Алгоритм EG2</b>	.	.	<b>. 466</b>
<b>ГЛАВА 14. Индуктивные методы для случая неполной информации</b>	.	.	<b>. 472</b>
<b>14.1. Проблемы извлечения знаний из баз данных</b>	.	.	<b>. 472</b>
14.1.1. Ограниченная информация	.	.	. 472
14.1.2. Искаженная информация	.	.	. 473
14.1.3. Большой размер баз данных	.	.	. 473
14.1.4. Изменение баз данных со временем	.	.	. 474
<b>14.2. Алгоритм извлечения продукционных правил из большой базы данных</b>	.	.	<b>. 474</b>
<b>14.3. Подход с использованием приближенных множеств</b>	.	.	<b>. 477</b>
14.3.1. Основные понятия теории приближенных множеств	.	.	. 478
14.3.2. Алгоритм RS1, использующий приближенные множества	.	.	. 481
14.3.3. Информационные системы с неопределенностью	.	.	. 484
<b>14.4. Алгоритм распознавания объектов в условиях неполноты информации</b>	.	.	<b>. 492</b>
<b>ЛИТЕРАТУРНЫЙ КОММЕНТАРИЙ</b>	.	.	<b>. 501</b>