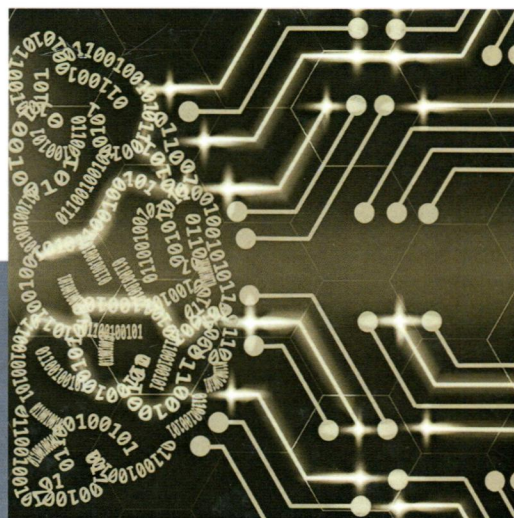


# СИСТЕМЫ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА



А. В. Остроух  
Н. Е. Суркова



**А. В. ОСТРОУХ,  
Н. Е. СУРКОВА**

# **СИСТЕМЫ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА**

**МОНОГРАФИЯ  
ИЗДАНИЕ ВТОРОЕ, СТЕРЕОТИПНОЕ**



**ЛАНЬ**

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГ • МОСКВА • КРАСНОДАР  
2021**

УДК 004.8  
ББК 32.973я73

**О 77**    **Остроух А. В.** Системы искусственного интеллекта : монография / А. В. Остроух, Н. Е. Суркова. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 228 с. : ил. — Текст : непосредственный.

**ISBN 978-5-8114-8519-2**

В монографии изложены концептуальные основы и методы представления знаний в системах искусственного интеллекта. Рассмотрены различные подходы, применяемые при проектировании и разработке интеллектуальных систем и технологий в транспортном комплексе, а также рассмотрены тенденции развития систем искусственного интеллекта.

Монография может быть использована для формирования профессиональной компетентности студентов высших учебных заведений, кадров высшей квалификации и научных сотрудников, обучающихся и ведущих научные исследования в области разработки и практического применения систем искусственного интеллекта по укрупненной группе направлений подготовки «Информатика и вычислительная техника».

УДК 004.8  
ББК 32.973я73

**Обложка**  
*Е. А. ВЛАСОВА*

© Издательство «Лань», 2021  
© А. В. Остроух, Н. Е. Суркова, 2021  
© Издательство «Лань»,  
художественное оформление, 2021

# ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	7
<b>1. СИСТЕМЫ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ИНЖЕНЕРИИ ЗНАНИЙ</b> .....	8
<b>1.1. Роль интеллектуальных систем и технологий в процессе решения трудноформализуемых задач</b> .....	8
1.1.1. Понятие интеллектуальной информационной системы .....	8
1.1.2. Направления исследований в области интеллектуальных информационных систем.....	8
1.1.3. Классификация интеллектуальных информационных систем.....	9
1.1.4. Понятие интеллектуальной информационной технологии .....	16
<b>1.2. Теоретические аспекты инженерии знаний и архитектура интеллектуальных информационных систем</b> .....	18
1.2.1. Данные и знания .....	18
1.2.2. Свойства знаний .....	19
1.2.3. Классификация знаний .....	20
1.2.4. Базы знаний.....	23
1.2.5. Архитектура интеллектуальных систем .....	25
<b>2. МЕТОДЫ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ЗНАНИЙ И РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМАХ</b> .....	27
<b>2.1. Модели и методы представления знаний</b> .....	27
2.1.1. Классификация моделей представления знаний.....	27
2.1.2. Неформальные (семантические) модели .....	28
2.1.3. Формальные модели представления знаний .....	31
<b>2.2. Исчисление высказываний</b> .....	32
<b>2.3. Исчисление предикатов</b> .....	37
2.3.1. Исчисление предикатов первого порядка .....	37
2.3.2. Интерпретация формул в логике предикатов первого порядка .....	39
2.3.3. Системы аксиом логики предикатов.....	41
2.3.4. Правила вывода в исчислении предикатов .....	41
<b>2.4. Нормальные формы исчисления предикатов</b> .....	42
2.4.1. Предваренные (пренексные) нормальные формы исчисления предикатов.....	42
2.4.2. Автоматизация доказательства в логике предикатов.....	43
<b>2.5. Методы решения задач в интеллектуальных системах</b> .....	46
2.5.1. Решение задач методом поиска в пространстве состояний.....	47
2.5.2. Решение задач методом редукции.....	48
2.5.3. Решение задач дедуктивного выбора.....	51
2.5.4. Решения задач, использующие немонотонные логики, вероятностные логики.....	51
<b>2.6. Метод резолюций</b> .....	53
2.6.1. Метод резолюций в исчислении высказываний .....	53

2.6.2. Метод резолюций в исчислении предикатов.	
Правило унификации в логике предикатов .....	54
2.6.3. Алгоритм унификации для нахождения наиболее общего унификатора.....	56
2.6.4. Алгоритм метода резолюций .....	57
<b>2.7. Представление неопределенности знаний и данных .....</b>	<b>58</b>
2.7.1. Источники неопределенности .....	58
2.7.2. Интеллектуальные системы и теория вероятностей .....	59
2.7.3. Сомнительность и возможность .....	67
2.7.4. Теория возможности .....	70
2.7.5. Неопределенное состояние проблемы неопределенности .....	72
<b>3. ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ .....</b>	<b>73</b>
<b>3.1. Организация диалога между человеком и интеллектуальной системой .....</b>	<b>73</b>
3.1.1. Диалоговые системы, основанные на распознавании рукописного текста .....	73
3.1.2. Диалоговые системы, основанные на распознавании речи.....	76
3.1.3. Системы с биологической обратной связью .....	79
3.1.4. Системы с семантическим резонансом. Компьютерные Ψ-технологии и интеллектуальный подсознательный интерфейс.....	82
3.1.5. Системы виртуальной реальности. Эффекты присутствия, деперсонализации и модификация сознания пользователя.....	83
3.1.6. Системы с дистанционным телекинетическим интерфейсом.....	89
<b>3.2. Построение сложных предметно-ориентированных интеллектуальных систем на основе естественно-языкового интерфейса.....</b>	<b>91</b>
3.2.1. Сравнительный анализ ЕЯ-интерфейсов и традиционных интерфейсов к структурированным источникам данных .....	92
3.2.2. Критерии качества ЕЯ-интерфейсов .....	95
3.2.3. Критерии стоимости построения и сопровождения ЕЯ-интерфейса.....	95
3.2.4. Вопросы портируемости .....	96
3.2.5. Основные составные части ЕЯ-интерфейсов.....	98
<b>3.3. Создание и внедрение технических и экономических проектов при помощи современных интеллектуальных систем .....</b>	<b>98</b>
3.3.1. Принципы и методы создания интеллектуальных информационных систем.....	98
3.3.2. Этапы создания информационных систем .....	104
3.3.3. Реинжиниринг бизнес-процессов с помощью системы ReThink .....	105
3.3.4. Интеллектуальный анализ данных.....	109

<b>3.4. Работы с основными объектами, процессами и явлениями, связанными с интеллектуальными системами, и использование методов их научного исследования .....</b>	<b>111</b>
3.4.1. Структура систем интеллектуального управления .....	112
3.4.2. Модели принятия решения в условиях конфликта .....	114
3.4.3. Определение оптимальной интеллектуальной системы принятия решения и управления в условиях конфликта .....	118
<b>Видеоролики по главе .....</b>	<b>126</b>
<b>4. ТЕХНОЛОГИИ ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМ .....</b>	<b>127</b>
<b>4.1. Назначение, классификация и принципы построения экспертных систем .....</b>	<b>127</b>
4.1.1. Назначение экспертных систем .....	127
4.1.2. Классификация экспертных систем .....	130
4.1.3. Структура экспертных систем .....	132
<b>4.2. Разработка экспертных систем .....</b>	<b>135</b>
4.2.1. Методология разработки экспертных систем .....	135
4.2.2. Этапы разработки экспертных систем .....	137
4.2.3. Методы поиска решений в экспертных системах.....	141
4.2.4. Трудности разработки экспертных систем.....	142
<b>4.3. Взаимодействие инженера по знаниям (когнитолога) с экспертом.....</b>	<b>144</b>
4.3.1. Представление знаний в экспертных системах.....	144
4.3.2. Уровни представления и уровни детальности .....	147
4.3.3. Организация знаний в рабочей системе .....	147
4.3.4. Организация знаний в базе данных .....	148
<b>4.4. Инструментальные средства проектирования и разработки экспертных систем .....</b>	<b>150</b>
4.4.1. Уровень используемого языка .....	150
4.4.2. Парадигмы программирования и механизмы реализации.....	151
4.4.3. Способ представления знаний .....	152
4.4.4. Механизмы вывода и моделирования.....	153
4.4.5. Средства приобретения знаний .....	154
4.4.6. Экспертные системы реального времени .....	154
<b>Видеоролики по главе .....</b>	<b>163</b>
<b>5. НЕЙРОСЕТЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ .....</b>	<b>164</b>
<b>5.1. Нейробионика и нейрокомпьютеры.....</b>	<b>164</b>
5.1.1. Основы нейробионики.....	164
5.1.2. Нейрокомпьютеры .....	165
<b>5.2. Искусственные нейронные сети.....</b>	<b>169</b>
5.2.1. Базовая искусственная модель.....	169
5.2.2. Классификация искусственных нейронных сетей.....	173
5.2.3. Задачи, решаемые нейронными сетями .....	174
5.2.4. Однослойные искусственные нейронные сети .....	175
5.2.5. Многослойные нейронные сети.....	177

<b>5.3. Модели нейронных сетей.....</b>	<b>181</b>
5.3.1. Вероятностная нейронная сеть .....	181
5.3.2. Обобщенно-регрессионная нейронная сеть .....	184
5.3.3. Линейная сеть .....	185
5.3.4. Сеть Кохонена .....	186
<b>5.4. Системы распознавания образов и машинного зрения .....</b>	<b>188</b>
5.4.1. Основные принципы и целостность восприятия .....	189
5.4.2. Распознавание символов .....	191
5.4.3. Распознавание рукописных текстов.....	197
<b>6. ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ ТЕХНОЛОГИИ НА АВТОМОБИЛЬНОМ ТРАНСПОРТЕ.....</b>	<b>199</b>
<b>6.1. Современные интеллектуальные системы легковых автомобилей.....</b>	<b>199</b>
6.1.1. Адаптивное управление головным светом.....	199
6.1.2. Система ночного видения .....	200
6.1.3. Система мониторинга положения автомобиля .....	201
6.1.4. Система распознавания дорожных знаков .....	202
6.1.5. Система контроля степени усталости водителя.....	203
6.1.6. Система натяжения ремней безопасности перед неизбежным столкновением .....	204
6.1.7. Система радарных датчиков среднего и дальнего радиуса действия для предотвращения столкновений .....	205
<b>6.2. Интеллектуальная система управления наземным городским пассажирским транспортом .....</b>	<b>206</b>
6.2.1. Общие сведения об интеллектуальной транспортной системе....	206
6.2.2. Концепция интеллектуальной транспортной системы .....	207
6.2.3. Интеллектуальная система мониторинга улично-дорожной сети.....	210
6.2.4. Интеллектуальные системы повышения качества обслуживания пассажиров наземного городского пассажирского транспорта .....	213
<b>Видеоролики по главе .....</b>	<b>215</b>
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....</b>	<b>216</b>
<b>СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....</b>	<b>217</b>